



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST
Service d'enquête suisse sur les accidents SESA
Servizio d'inchiesta svizzero sugli infortuni SISI
Swiss Accident Investigation Board SAIB

Bereich Aviatik

Schlussbericht Nr. 2165 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall – Airprox
zwischen dem Flugzeug Airbus A319, D-AKNK,
betrieben durch Germanwings GmbH
unter Flugnummer GWI 2529
und dem Flugzeug Raytheon 390 Premier 1, D-IAGG,
betrieben durch Hahn Air Lines
unter Flugnummer HHN 201
vom 10. Juni 2011
18 NM NE Fribourg VOR/DME

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten schweren Vorfalls.

Gemäss Art. 3.1 der 10. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 18. November 2010, 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 Vorfalls 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 (*coordinated universal time* – UTC) angegeben. Für das Gebiet der Schweiz galt zum 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	6
Kurzdarstellung	6
Ursachen	6
1 Sachverhalt	8
1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalles	8
1.1.1 Allgemeines.....	8
1.1.2 Vorgeschichte.....	8
1.1.3 Beteiligte Stellen der Flugsicherung.....	8
1.1.3.1 Allgemeines.....	8
1.1.3.2 Konfiguration der betroffenen Flugverkehrsleitstellen in Genf.....	8
1.1.3.3 Konfiguration der Bezirksleitstelle Zürich.....	9
1.1.4 Verlauf des schweren Vorfalles.....	9
1.1.5 Ort des schweren Vorfalles.....	14
1.2 Angaben zu Personen	14
1.2.1 Flugbesatzung GWI 2529.....	14
1.2.1.1 Kommandant.....	14
1.2.1.1.1 Ausbildung.....	14
1.2.1.1.2 Flugerfahrung.....	15
1.2.1.1.3 Besatzungszeiten.....	15
1.2.1.2 Copilot.....	15
1.2.1.2.1 Ausbildung.....	15
1.2.1.2.2 Flugerfahrung.....	16
1.2.1.2.3 Besatzungszeiten.....	17
1.2.2 Besatzung HHN 201.....	17
1.2.2.1 Kommandant (auf dem linken Sitz).....	17
1.2.2.1.1 Ausbildung.....	17
1.2.2.1.2 Flugerfahrung.....	18
1.2.2.1.3 Besatzungszeiten.....	18
1.2.2.2 Copilot (Kommandant auf dem rechten Sitz).....	18
1.2.2.2.1 Ausbildung.....	18
1.2.2.2.2 Flugerfahrung.....	19
1.2.2.2.3 Besatzungszeiten.....	19
1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung.....	19
1.2.3.1 Flugverkehrsleiter 1.....	19
1.2.3.2 Flugverkehrsleiter 2.....	20
1.2.3.3 Flugverkehrsleiter 3.....	20
1.2.3.4 Flugverkehrsleiter 4.....	20
1.2.3.5 Flugverkehrsleiter 5.....	21
1.2.3.6 Flugverkehrsleiterin 6.....	21
1.2.3.7 Flugverkehrsleiter 7.....	22
1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen	22
1.3.1 Luftfahrzeug 1.....	22
1.3.2 Luftfahrzeug 2.....	22
1.4 Meteorologische Angaben	23
1.4.1 Allgemeines.....	23
1.4.2 Allgemeine Wetterlage.....	23
1.4.3 Wetter Bern und Umgebung.....	23
1.4.4 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalles auf FL 258.....	23
1.4.5 Astronomische Angaben.....	23
1.4.6 Webcambilder.....	24
1.5 Kommunikation	25
1.6 Verfahren	25

1.7	Angaben zum Luftraum	25
1.7.1	Luftraum Genf ACC	25
1.7.2	Luftraum Zürich ACC	27
1.8	Flugschreiber	28
1.8.1	Mode-S-downlink	28
1.9	Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	28
1.9.1	Flugbetriebsunternehmen Hahn Air	28
1.9.1.1	Allgemeines	28
1.9.1.2	Flight Operations Manual	29
1.9.1.3	Training Manual	30
1.9.2	Flugsicherung Skyguide	31
1.9.2.1	Arbeitsweise beim Eingeben von freigegebenen Flugflächen	31
1.9.2.2	Vorgaben zur Phraseologie	31
1.10	Sicherheitsnetze	32
1.10.1	Enhanced Surveillance	32
1.10.2	Airborne collision avoidance system	32
1.10.3	Konfliktwarnsystem der Flugsicherung	33
2	Analyse	34
2.1	Technische Aspekte	34
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte	35
2.2.1	Flugverkehrsleitung	35
2.2.1.1	Sektor L12 der Bezirksleitstelle Genf	35
2.2.1.2	Der Sektor M2 der Bezirksleitstelle Zürich	37
2.2.1.3	Der Sektor West der Bezirksleitstelle Zürich	38
2.2.1.4	Der Sektor INSE der Bezirksleitstelle Genf	38
2.2.2	Flugbesatzungen	39
2.2.2.1	Besatzung GWI 2529	39
2.2.2.2	Besatzung HHN 201	41
3	Schlussfolgerungen	44
3.1	Befunde	44
3.1.1	Technische Aspekte	44
3.1.2	Besatzung	44
3.1.3	Mitarbeiter der Flugsicherung	44
3.1.4	Flugverlauf	44
3.1.5	Rahmenbedingungen	45
3.2	Ursachen	46
4	Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	47
4.1	Sicherheitsempfehlungen	47
4.1.1	Sicherheitsdefizit	47
4.1.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 462	47
4.2	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	48
4.2.1	Umgang mit Mitarbeitern nach einem schweren Vorfall	48
4.2.2	Sicherheitsnetze	48
Anlagen	49
Anlage 1:	Auszug aus dem ‚ACAS Bulletin Nr.5‘ vom Oktober 2004	49
Anlage 2:	Mode S, Höhe und horizontaler Abstand	51
Anlage 3:	STCA log, vertikale und horizontale Abstände	52
Anlage 4:	Timeline	53

Untersuchungsbericht

Zusammenfassung

Luftfahrzeug 1

Eigentümer	Celestial Aviation Trading, Aviation House IRL- Shannon County Clare/Ireland
Halter	Germanwings GmbH, Germanwings-Str. 2 D-51147 Köln
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, France
Luftfahrzeugmuster	A319-112
Eintragungsstaat	Deutschland
Eintragungszeichen	D-AKNK
Flugnummer	GWI 2529
Funkrufzeichen	<i>Germanwings two five two niner</i>
Flugregeln	IFR
Betriebsart	Linienflug
Abflugort	LEBL, Barcelona
Bestimmungsort	EDDS, Stuttgart

Luftfahrzeug 2

Eigentümer	Hahn Air Interline Services GmbH, an der Trift 65, D-63303 Dreieich
Halter	Hahn Air Lines GmbH, an der Trift 65, D-63303 Dreieich
Hersteller	Raytheon Aircraft Company
Luftfahrzeugmuster	Raytheon 390 (Beech 390 Premier 1A)
Eintragungsstaat	Deutschland
Eintragungszeichen	D-IAGG
Flugnummer	HHN 201
Funkrufzeichen	<i>Rooster two zero one</i>
Flugregeln	IFR
Betriebsart	Bedarfsluftverkehr
Abflugort	LSZH, Zürich
Bestimmungsort	LEPA, Palma de Mallorca

Ort	18 NM NE Fribourg VOR/DME
Datum und Zeit	10. Juni 2011, 08:38 UTC
ATS-Stelle	Swiss Radar Area East
Luftraum	Klasse C
Geringster Abstand der Flugzeuge gemäss Radarsystem	Horizontal: 0.6 NM, Vertikal: 50 ft
Anzuwendende Mindeststaffelung	Horizontal: 5 NM, Vertikal: 1000 ft
Airproxkategorie des schweren Vorfalls	ICAO-Kategorie A – hohes Kollisionsrisiko

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 10. Juni 2011 um 08:38 UTC. Die Meldung traf am 10. Juni 2011 um 12:49 UTC ein. Die Untersuchung wurde am 15. Juni 2011 eröffnet.

Das BFU hat den schweren Vorfall an die Untersuchungsbehörde der Bundesrepublik Deutschland gemeldet, welche in der Folge einen bevollmächtigten Vertreter ernannte. Der Untersuchungsbericht wird von der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Das sich im Sinkflug befindende Flugzeug Airbus A319 der Fluggesellschaft Germanwings wurde von der Bezirksleitstelle (*area control center* – ACC) Genf auf Flugfläche (*flight level* – FL) 250 freigegeben. Anschliessend übergab die Bezirksleitstelle Genf das Flugzeug an die ACC Zürich. Zwischen Genf und Zürich bestand eine Vereinbarung, welche eine solche Übergabe ohne weitere Koordination auf FL 280 vorsah. Der Flugverkehrsleiter der ACC Genf gab als freigegebene Höhe FL 280 ins System ein, hatte jedoch der A319 über Funk eine Freigabe bis FL 250 erteilt.

Das in Zürich gestartete Flugzeug Raytheon 390 der Hahn Air befand sich zur selben Zeit auf Gegenkurs im Steigflug auf seine Reiseflughöhe und war von der ACC Genf auf FL 270 freigegeben worden. Als die A319 im Sinkflug FL 280 passiert hatte und sich die steigende Raytheon 390 auf nahezu entgegengesetztem Flugweg näherte, bemerkten sowohl die Flugverkehrsleiter der ACC Genf als auch jene der ACC Zürich den Konflikt und versuchten, den Flugweg des sich auf ihrer Frequenz befindenden Flugzeuges zu beeinflussen. Als die Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssysteme (*traffic alert and collision avoidance system* – TCAS) der beiden Flugzeuge ansprachen, folgten die Besatzungen unverzüglich den entsprechenden Ausweichenweisungen (*resolution advisory* – RA). Der Flugverkehrsleiter erteilte noch während der RA der Besatzung der Raytheon 390 die Anweisung unverzüglich zu sinken. Die Besatzung der Raytheon 390 folgte dieser Anweisung und nicht mehr der Anweisung des TCAS, was zu einer weiteren Reduktion des Abstandes der beiden Flugzeuge am Kreuzungspunkt führte.

Am Kreuzungspunkt betrug gemäss Radaraufzeichnung die horizontale Distanz 1,3 NM und die vertikale Distanz 75 ft.

Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Flugsicherung einem Flugzeug eine Freigabe erteilte, die zu einer gefährlichen Annäherung mit einem anderen Flugzeug führte. Der Umstand, dass eine der Flugbesatzungen anschliessend die Ausweichenweisungen des *traffic alert and collision avoidance system* (TCAS) nur anfänglich befolgte und stattdessen den Anweisungen der Flugverkehrsleitung folgte, führte dazu, dass die Annäherung eine hohe Kollisionsgefahr aufwies.

Als ursächlich für den schweren Vorfall wurden die folgenden Faktoren ermittelt:

- Der Flugverkehrsleiter gab die für diesen Flug vorgesehene Flugfläche als Freigabe in das System der Flugsicherung ein, erteilte aber per Funk eine andere Sinkflugfreigabe.
- Keiner der fünf Flugverkehrsleiter, die sich mit der Führung des betreffenden Flugzeuges befassten, bemerkte die Diskrepanz zwischen der Sinkflugfreigabe im System und der über Funk übermittelten Flughöhe.
- Die Flugbesatzung befolgte die Anweisung der Flugverkehrsleitung statt der anderslautenden Ausweichenweisung des TCAS weiter zu folgen.

Die Entstehung des schweren Vorfalls wurde durch die folgenden Faktoren begünstigt:

- Eine Übung der Luftwaffe führte bei der zivilen Flugsicherung zu einer erhöhten Arbeitslast und einer erschwerten Übersicht.
- Die Verwendung einer nicht-standardgemässen Phraseologie durch die Flugverkehrsleitung.

Die folgenden Faktoren haben systemisch zur Entstehung des schweren Vorfalls beigetragen:

- Der Flugsicherung stand kein technisches Sicherheitsnetz zur Verfügung, welches in der Lage gewesen wäre, den Arbeitsfehler eines Flugverkehrsleiters rechtzeitig anzuzeigen.
- Arbeitsabläufe bei der Flugsicherung, welche durch Routine begünstigte Arbeitsfehler schwer erkennbar machte.

Im Rahmen der Untersuchung wurde eine Sicherheitsempfehlung ausgesprochen.

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der ICAO richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, welche darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl ist jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen (VFU) bezüglich der Umsetzung folgende Regelung vor:

„Art. 32 Sicherheitsempfehlungen

¹ Das UVEK richtet, gestützt auf die Sicherheitsempfehlungen in den Berichten der SUST sowie in den ausländischen Berichten, Umsetzungsaufträge oder Empfehlungen an das BAZL.

² Das BAZL informiert das UVEK periodisch über die Umsetzung der erteilten Aufträge oder Empfehlungen.

³ Das UVEK informiert die SUST mindestens zweimal jährlich über den Stand der Umsetzung beim BAZL.“

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalles

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, Radardaten, Daten des Konfliktwarnsystems (*short term conflict alert* – STCA), die gespeicherten Daten des Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssysteme (*traffic alert and collision avoidance system* – TCAS), die über den *mode-S-downlink* des *transponders* an die Radarstationen gesendeten Daten, sowie die Aussagen von Besatzungsmitgliedern und Flugverkehrsleitern verwendet.

1.1.2 Vorgeschichte

Am Morgen des 10. Juni 2011 befand sich ein Flugzeug Airbus A319 der Fluggesellschaft Germanwings mit der Flugnummer GWI 2529 auf einem Flug von Barcelona nach Stuttgart. Der Kommandant auf dem linken Sitz war als assistierender Pilot (*pilot not flying* – PNF) und der Copilot auf dem rechten Sitz als fliegender Pilot (*pilot flying* – PF) eingesetzt.

Etwa zur selben Zeit befand sich das Flugzeug Premier 1 der Hahn Air mit der Flugnummer HHN 201 auf dem Flug von Zürich nach Palma de Mallorca. Beide Besatzungsmitglieder waren qualifiziert als Kommandanten mit der Zusatzberechtigung, das Flugzeug vom rechten Sitz aus zu steuern (*right hand seat qualification*). Der Pilot auf dem linken Sitz war *pilot flying* (PF). Der Pilot auf dem rechten Sitz war *pilot not flying* (PNF).

Beide Flüge wurden nach Instrumentenflugregeln IFR durchgeführt.

1.1.3 Beteiligte Stellen der Flugsicherung

1.1.3.1 Allgemeines

Bei der Flugsicherung war die Bezirksleitstelle Genf (*Geneva ACC*) mit den Sektoren L12 und INSE, sowie die Bezirksleitstelle Zürich (*Zurich ACC*) mit den Sektoren West und M2 beteiligt. Im Funksprechverkehr wurden die aufgeführten Sektoren der Kontrollzentren Genf und Zürich mit *Swiss Radar* aufgerufen.

1.1.3.2 Konfiguration der betroffenen Flugverkehrsleitstellen in Genf

Sektoren L3,L4	FL 315 – FL 354	Sektor L3 und L4 gekoppelt, im folgenden als L34 bezeichnet
Sektor L2	FL 285 – FL 314	Sektor L1 und L2 gekoppelt, im folgenden als L12 bezeichnet
Sektor L1	FL 245 – FL 284	
Sektor INSE	FL 080 – FL 244	Sektor INSE

Am Sektor L12 arbeitete ein *radar executive* (RE) und ein *radar planner* (RP) *trainee* welcher von einem Coach überwacht wurde.

Der Sektor INSE war mit einem *radar executive* (RE) und einem *radar planner* (RP) besetzt.

1.1.3.3 Konfiguration der Bezirksleitstelle Zürich

Sektor M3	FL 285 – FL 325	Sektor M2 und M3 gekoppelt, im folgenden als M2 bezeichnet
Sektor M2	FL 245 – FL 285	
Sektor West	FL 105 / 125 – FL 245	Sektor West

Beide Sektoren waren mit je einem *radar executive* (RE) und einem *radar planner* (RP) besetzt.

1.1.4 Verlauf des schweren Vorfalles

Um 08:15:20 UTC meldete sich die Besatzung des Flugzeuges Airbus A319 der Fluggesellschaft Germanwings mit der Flugnummer GWI 2529 unter der Angabe ihres Funkrufzeichens und der aktuellen Flughöhe FL 340 erstmals beim Sektor L34 der Bezirksleitstelle Genf. Daraufhin erhielt sie die Flugfreigabe für die Route entlang der Wegpunkte KINES – MOLUS – KORED.

Auf dem Flughafen Zürich war das Flugzeug Premier 1 des Flugbetriebsunternehmens Hahn Air mit der Flugnummer HHN 201 kurz nach 08:25 UTC auf Piste 28 gestartet. Um 08:28:17 UTC meldete sich die Besatzung erstmals beim Sektor West der Bezirksleitstelle Zürich. Der Flugverkehrsleiter RE erteilte ihr daraufhin die Freigabe für einen Steigflug nach FL 230.

In der Bezirksleitstelle Genf erteilte um 08:30:59 UTC der Flugverkehrsleiter RE am Sektor L34 der Besatzung der GWI 2529 die Freigabe für einen Sinkflug bis FL 320.

Um 08:31:57 UTC verlangte der Flugverkehrsleiter *radar planner* (RP) des Zürcher Sektors M2 telefonisch beim Sektor L12 in Genf eine Änderung des Steuerkurses der GWI 2529 um 15 Grad nach links, um einem in Genf gestarteten Flugzeug den weiteren Steigflug zu ermöglichen. Diese Anweisung wurde vom Sektor L12 an den Sektor L34 weitergeleitet, der zu diesem Zeitpunkt mit dem Flug GWI 2529 in Kontakt stand. Kurz darauf forderte der Flugverkehrsleiter RE des Sektors L34 die GWI 2529 auf, den Steuerkurs um 15 Grad nach links zu ändern.

Um 08:32:46 UTC gab der Flugverkehrsleiter RE des Sektors L34 der Besatzung der GWI 2529 die Anweisung, auf die Frequenz des Sektors L12 der Bezirksleitstelle Genf zu wechseln. Zu diesem Zeitpunkt überflog das Flugzeug den Wegpunkt SOSAL.

Die Flugverkehrsleiter RE und RP des Sektors INSE der ACC Genf erwarteten in wenigen Minuten die HHN 201 vom Sektor West der ACC Zürich. Da sie eine Staffelung zwischen der HHN 201 und einem weiteren Flug mit Bestimmungsort Genf gewährleisten mussten, beabsichtigten sie der HHN 201 einen möglichst ununterbrochenen Steigflug zu ermöglichen. Um 08:31:58 UTC verlangte daher der Flugverkehrsleiter RP des Sektors INSE in Genf beim Sektor West in Zürich eine Steigflugfreigabe für den Flug HHN 201 bis FL 240. Unmittelbar darauf verlangte er beim Sektor M2 in Zürich eine weitere Steigflugfreigabe. Beide Anfragen wurden von Zürich bewilligt, die zweite ohne eine Begrenzung anzugeben. Der Sektor INSE in Genf konnte daher nach der Übernahme der HHN 201 eine entsprechende Freigabe zum weiteren Steigflug erteilen.

In der Folge koordinierte der Flugverkehrsleiter RP des Sektors INSE um 08:33:03 UTC mit dem Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 der Bezirksleitstel-

le Genf für die HHN 201 den weiteren Steigflug. Der Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 erteilte ihm eine Freigabe für einen Steigflug nach FL 250.

Um 08:33:35 UTC meldete die Besatzung der HHN 201 dem Flugverkehrsleiter RE West der ACC Zürich, dass sie in Kürze FL 230 erreichen werde und den Steigflug fortsetzen möchte. Daraufhin wurde sie angewiesen auf die Frequenz des Sektors INSE der ACC Genf zu wechseln.

Um 08:33:46 UTC meldete sich die Besatzung der HHN 201 beim Sektor INSE der ACC Genf. Der Flugverkehrsleiter erteilte der Besatzung die Bewilligung für einen Steigflug nach FL 250 mit der Routenführung über die Wegpunkte ULMES – VADAR – MILPA.

Um 08:34:10 UTC erteilte der Flugverkehrsleiter RE des Sektors L12 der ACC Genf der GWI 2529, welche in der Zwischenzeit auf FL 320 abgesunken war, die folgende Sinkflugfreigabe: „*Germanwings two five two niner, descend flight level two five zero, on heading, rate two thousand or more*“. Gleichzeitig gab er für diesen Flug die Flughöhe FL 280 zusammen mit der Sinkrate von 2000 Fuss pro Minute über das *cleared flight level (CFL) input menu* des Radardisplays in das Flugsicherungssystem (*air traffic management system – ATM*) ein. Zu diesem Zeitpunkt war er sich der Diskrepanz zwischen der erteilten Sinkflugfreigabe und der Eingabe ins ATM-System nicht bewusst. Der *coach* RP erörterte in dieser Phase mit dem *trainee* eine andere Verkehrssituation, welche zwei Koordinationen erforderte, von denen eine eben stattgefunden hatte und die nächste ohne Verzug folgen musste. Deswegen nahmen beide die Diskrepanz ebenfalls nicht wahr.

Um 08:34:19 UTC zeichneten die Radarstationen über den *mode-S-downlink* des Fluges GWI 2529 auf, dass die Besatzung in ihrer Flugführungseinheit (*flight control unit – FCU*) die Flugfläche 250 vorgewählt hatte. Diese Information stand den Flugverkehrsleitern in Genf und Zürich nicht zur Verfügung.

Um 08:35:01 UTC erteilte der Flugverkehrsleiter RE des Sektors L12 der GWI 2529 die Anweisung, mit der ACC Zürich Kontakt aufzunehmen. Um 08:35:18 UTC meldete sich die Besatzung der GWI 2529 beim Sektor M2 der ACC Zürich: „*Radar, servus, Germanwings two five two niner, descending level two five zero*“. Die Flugverkehrsleiterin antwortete umgehend mit: „*German Wings two five two niner, hello, identified, continue, report present heading?*“ Keiner der beiden Flugverkehrsleiter am Sektor M2 realisierte, dass die von der Besatzung des Fluges GWI 2529 gemeldete Flughöhe nicht der zwischen Zürich und Genf koordinierten Flughöhe von FL 280 entsprach. Für eine Übergabe von Flügen mit Bestimmungsort Stuttgart war generell eine Flughöhe von FL 280 vereinbart.

In Genf hatte der Flugverkehrsleiter RE am Sektor INSE den Flug HHN 201 zum Steigflug bis FL 250 und nach weiteren Koordinationen mit dem Sektor L12 bis FL 260 und anschliessend bis FL 270 freigegeben.

Als sich die HHN 201 ungefähr zwischen FL 230 und FL 240 im Steigflug nach FL 270 befand, bemerkte die Besatzung, gemäss ihrer Aussage, auf dem *Navigation Display*, in welches die TCAS-Darstellung integriert ist, dass sich ihnen ein im Sinkflug befindendes Flugzeug von vorne links näherte.

Diese Beobachtung wollte die Besatzung dem Flugverkehrsleiter des Sektors INSE melden, was aber wegen der starken Frequenzbelegung nicht möglich gewesen sei. Etwas später generierte das TCAS der HHN 201 den Verkehrshinweis (*traffic advisory – TA*): „*traffic, traffic*“. Der *pilot flying* schaltete daraufhin den Autopiloten aus.

Die GWI 2529 war in der Zwischenzeit auf dem mit dem Sektor M2 in Zürich abgespröchenen Steuerkurs 034° weitergeflogen, bis die Besatzung um 08:36:42

UTC vom Flugverkehrsleiter RE des Sektors M2 die Weisung erhielt, direkt zum Wegpunkt ARSUT zu fliegen. Um 08:36:44 UTC, d.h. noch während der Übermittlung dieser Anweisung löste das TCAS der GWI 2529 einen Verkehrshinweis (*traffic advisory* – TA) aus. Die Anweisung der Flugverkehrsleitung wurde in der Folge von der Besatzung mit: „*stand by*“ quittiert.

In diesem Moment realisierte die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2, dass der Flug GWI 2529 gemäss Radarbild bereits unter die Flugfläche 280 gesunken war. Reflexartig intervenierte sie um 08:36:49 UTC auf der Frequenz: „*Germanwings two five two niner, please, ah, confirm maintain level two seven zero?*“ Gemäss ihrer Aussage war dies die nächstmögliche Flughöhe um den Sinkflug der GWI 2529 zu stoppen. Die Besatzung bestätigte um 08:36:55 UTC: „*Maintaining two seven zero, germanwings two five two niner*“. Der Copilot in der Funktion als *pilot flying* schaltete den Autopiloten aus und begann das Flugzeug manuell in den Horizontalflug zu steuern. Die Besatzung der GWI 2529 versuchte, das Flugzeug, welches die Ursache für den von der Flugsicherung verlangten Übergang in den Horizontalflug auf FL 270 war und die *traffic advisory* auslöste, visuell zu erkennen. Auf dem Navigationsdisplay nahmen die Piloten wahr, dass ihnen von vorne rechts ein Flugzeug entgegenkam. Es konnte aber trotz klarem Wetter kein Sichtkontakt hergestellt werden.

Kurz zuvor hatte der Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 in Genf beobachtet, dass sich die GWI 2529 der im System für die Übergabe vorgesehenen FL 280 mit der unveränderten Sinkrate von über 2000 ft/min näherte. Daraus schloss er, dass die GWI 2529 diese Flugfläche unterschreiten würde. Um 08:36:47 UTC forderte der Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 in Genf deshalb den Flugverkehrsleiter RP des Sektors M2 in Zürich auf, den Sinkflug der GWI 2529 zu stoppen: „*Stop den Germanwings two five two niner, unser hotel hotel november geht auf zwei siebzig*“. Der Flugverkehrsleiter RP des Sektors M2 informierte daraufhin den Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 in Genf, dass die ACC Zürich den GWI 2529 nach links drehen werde. Diese Meldung leitete der Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 um 08:36:59 UTC telefonisch an den Flugverkehrsleiter RP des Sektors INSE weiter, indem er ihn aufforderte, die HHN 201 unverzüglich nach links zu drehen: „*Hotel, hotel, november, à gauche, à gauche, toute de suite!*“

Um 08:36:52 UTC löste das Konfliktwarnsystem der Flugsicherung (*short term conflict alert* – STCA) beim Sektor M2 in der ACC Zürich einen Alarm aus.

Acht Sekunden nach der Anweisung, Flugfläche 270 beizubehalten, um 08:36:57 UTC, gab das TCAS der GWI 2529 eine Ausweichenweisung (*resolution advisory* – RA) „*maintain vertical speed, crossing maintain*“ aus, welche eine Sinkrate von 1500 – 2000 ft/min verlangte. Die Besatzung setzte diese Anweisung verzugslos um.

Zur selben Zeit, forderte die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 die Besatzung der GWI 2529 auf, ihren Steuerkurs um 30 Grad nach links zu ändern. Da sie von der Besatzung keine Antwort erhielt, erteilte sie um 08:37:07 UTC nochmals die Anweisung an die GWI 2529 nach links wegzudrehen „*Germanwings two five two niner turn left immediately*“.

Um 08:36:59 UTC löste das Konfliktwarnsystem STCA der Flugsicherung bei den Sektoren L12 und INSE in Genf einen Alarm aus.

Um 08:37:12 UTC bestätigte die Besatzung der GWI 2529 das Einleiten einer Linkskurve „*Turning left, ah, we have a TCAS RA, Germanwings two five two niner*“ und informierte die Flugverkehrsleitung, dass sie einer TCAS Ausweichenweisung folge.

Um 08:37:25 UTC, gab das TCAS der GWI 2529 eine weitere RA „*Increase descend, increase descend*“ aus. Die Besatzung der GWI 2529 erhöhte die Sinkrate wie von der RA verlangt.

Um 08:36:59 UTC hatte das TCAS der HHN 201 über den *mode-S-downlink* die Auslösung einer korrigierenden Ausweichenweisung (*corrective resolution advisory*) des Typs *altitude crossing climb* gemeldet, welche mit der akustischen Aufforderung „*Climb, crossing climb; climb, crossing climb*“ eine Steigflugrate von 1500 bis 2000 ft/min vorgab, was einer leichten Erhöhung gegenüber der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Steigrate entsprach.

Die Besatzung der HHN 201 folgte dieser RA und leitete nach eigenen Angaben gleichzeitig anhand der Anzeige der Flugzeugpositionen auf dem TCAS-*display* ein Ausweichmanöver von 20 Grad nach links ein. Die Radaraufzeichnungen zeigen keine solche Kursänderung. Eine sofortige Meldung der Ausweichempfehlung an die Flugverkehrsleitung sei in dieser Phase wegen der hohen Frequenzbelastung nicht möglich gewesen.

Da der Einflug der GWI 2529 in den Sektor INSE nicht vorgesehen war, wurden auf dem Radarschirm dieses Sektors auch keine entsprechenden Fluginformationen dargestellt. Erst als das STCA einen Konflikt zwischen der GWI 2529 und der HHN 201 anzeigte wurde der Sektor INSE auf die gefährliche Situation aufmerksam gemacht. Gemäss Aufzeichnungen des STCA befand sich die HHN 201 zu diesem Zeitpunkt auf 26 182 ft und die GWI 2529 auf 26 906 ft. Die Messgenauigkeit dieser Flughöhen beträgt 25 ft. Die horizontale Distanz betrug dabei 7.56 NM.

Gemäss den Aussagen der Flugverkehrsleiter des Sektors INSE war nach dem STCA-Alarm keine Zeit für eine Absprache mit anderen Sektoren vorhanden. Zudem war ihnen nicht bekannt, auf welcher Frequenz die GWI 2529 geführt wurde. Aus diesem Grund entschied sich der Flugverkehrsleiter RE des Sektors INSE der Besatzung der HHN 201 um 08:37:08 UTC einen sofortigen Sinkflug nach Flugfläche 260 zu erteilen: „*Rooster two zero one, descend immediately to flight level two six zero, descend immediately to flight level two six zero!*“

Die Sinkfluganweisung bestätigte die Besatzung der HHN 201 um 08:37:11 UTC mit den Worten: „*Descending immediately to flight level two six zero, Rooster two zero one*“. Die Besatzung der HHN 201 brach den Steigflug ab und führte ihr Flugzeug in den Sinkflug über. Um 08:37:13 UTC erreichte die HHN 201 die im Verlaufe dieses schweren Vorfalls aufgezeichnete höchste Höhe von FL 266.5 und begann anschliessend einen Sinkflug. Zu diesem Zeitpunkt *war die RA altitude crossing climb* seit 14 Sekunden aktiv und blieb für weitere 18 Sekunden bis 08:37:31 UTC gültig. Die HHN 201 befand sich somit ab 08:37:13 UTC im von der Flugsicherung verlangten Sinkflug, während eine aktive RA einen Steigflug von 1500-2000 ft/min verlangte.

Um 08:37:18 UTC, d.h. 10 Sekunden nach der Aufforderung zum Sinkflug versuchte der Flugverkehrsleiter des Sektors INSE den Konflikt zu entschärfen, indem er die Besatzung der HHN 201 aufforderte nach rechts zu drehen: „*Turn right heading three two zero*“, was von der Besatzung mit „*right turn heading three .. one zero*“ zurückgelesen wurde. Zu diesem Zeitpunkt realisierte der Flugverkehrsleiter INSE, dass aufgrund der Annährungsgeometrie der beiden Flugwege das TCAS mit grosser Wahrscheinlichkeit bereits Ausweichenweisungen generierte. Er wies deshalb die HHN 201 um 08:37:25 UTC an, den Anweisungen dieses Geräts zu folgen: „*Two zero one, follow TCAS, opposite traffic one mile, follow TCAS*“, was von der Besatzung mit „*yeah we follow TCAS, traffic in sight*“ beantwortet wurde. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die beiden Flugzeuge im geringsten Abstand zueinander.

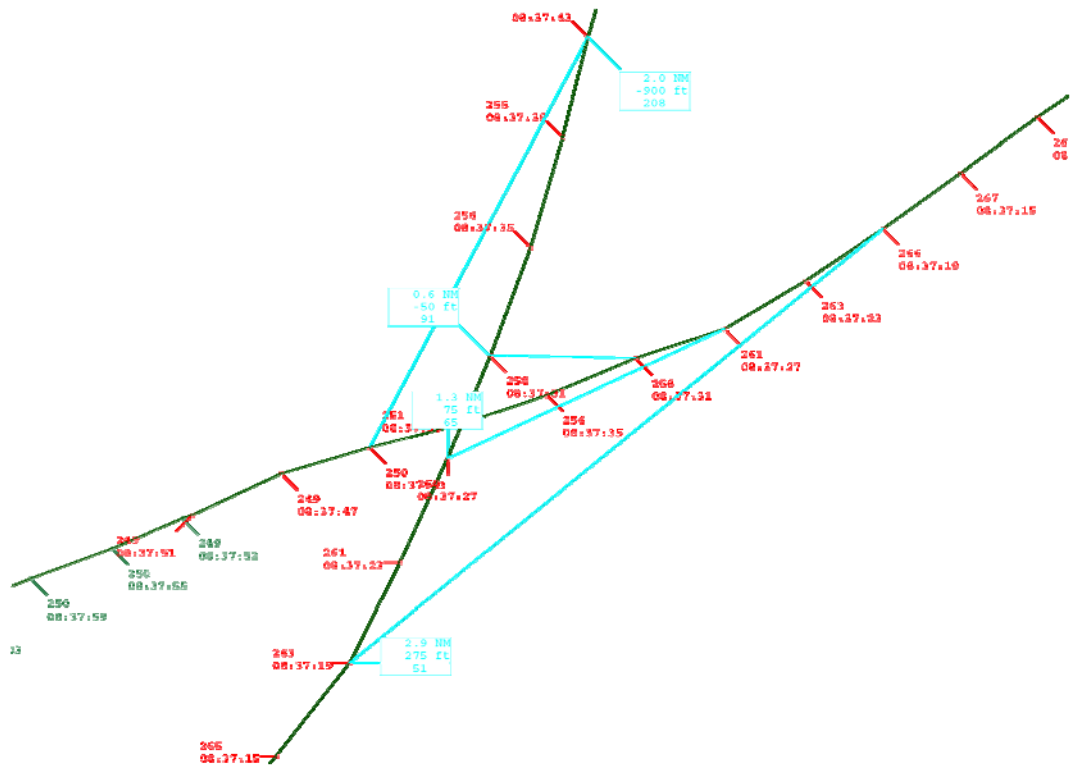


Abbildung 2: Die Radaraufzeichnung zeigt die Situation während dem Kreuzen der beiden Flugzeuge. Die GW2529 passiert dabei den Kreuzungspunkt mit einer horizontalen Distanz von 1.3 NM und einer vertikalen Distanz von 75 ft vor der HHN 201. Zum Zeitpunkt der nächsten Annäherung beträgt die Distanz 0.6 NM in der horizontalen- und 50 ft in der vertikalen Ebene. Diese Auswertung basiert auf dem Radarbild, welches im 4-Sekunden Takt aktualisiert wird.

1.1.5	Ort des schweren Vorfalls	
	Geographische Position	18 NM nordöstlich VOR/DME Fribourg
	Datum und Zeit	10. Juni 2011, 08:38 UTC
	Beleuchtungsverhältnisse	Tageslicht
	Höhe über Meer bzw. Flugfläche	ca. FL 260

1.2 Angaben zu Personen

1.2.1 Flugbesatzung GWI 2529

1.2.1.1 Kommandant

1.2.1.1.1 Ausbildung

Person	Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1967
Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>airline transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das Luftfahrt-Bundesamt Deutschland am 27. Juli 1993
Berechtigungen	Musterberechtigung A318/19/20/21 als verantwortlicher Pilot, gültig bis 28. Juni 2012

		Funksprechzeugnis: Sprech-, Navigations- und Flugfunkdienstberechtigung für Boden- oder für Luftfunkstellen in englischer oder deutscher Sprache für Flüge nach Sicht- oder Instrumentenflugregeln Sprachbefähigung: <i>English Level 4</i> , gültig bis 13. Dezember 2013
	Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug der Kategorie III auf A318/19/20/21, letztmals verlängert am 28.5.2011, gültig bis 28.Juni 2012
	Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Line check</i> : 18. April 2011 <i>Licence proficiency Check (LPC) / Operator proficiency check (OPC)</i> : 28. Mai 2011
	Ausbildung bezüglich ACAS	Initial Ausbildung im Rahmen des Kapitäntstrainings 21. Juni - 26. Juni 2003, Lufthansa Flight Training, Berlin Schönefeld TCAS Recurrent Training: 28. Mai 2011 anlässlich LPC/OPC, Lufthansa Flight Training, Berlin Schönefeld
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, ohne Einschränkungen
	Letzte fliegerärztliche Untersuchung	30. Juni 2010
	Beginn der fliegerischen Ausbildung	Januar 1992
1.2.1.1.2	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	9535:00 h
	Auf dem Vorfallmuster	8035:00 h
	Während der letzten 90 Tage	178:20 h
	Davon auf dem Vorfallmuster	178:20 h
1.2.1.1.3	Besatzungszeiten	
	Beginn der Dienste in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 03:40 UTC 10. Juni 2011: 03:45 UTC
	Dienstende in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 11:06 UTC
	Flugdienstzeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 7:26 h
	Ruhezeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	vom 8. auf den 9. Juni 2011: 40:34 h vom 9. auf den 10. Juni 2011: 16:39 h
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	4:53 h
1.2.1.2	Copilot	
1.2.1.2.1	Ausbildung	

Person	Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1984
Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen in mehrköpfigen Flugbesatzungen (<i>Multi-Crew Pilot Licence aeroplane – MPL(A)</i>) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das Luftfahrt-Bundesamt Deutschland am 10. Februar 2011
Berechtigungen	Musterberechtigung A318/19/20/21 als verantwortlicher Copilot, gültig bis 30. November 2011 Funksprechzeugnis: Sprech-, Navigations- und Flugfunkdienstberechtigung für Boden- oder für Luftfunkstellen in englischer oder deutscher Sprache für Flüge nach Sicht- oder Instrumentenflugregeln Sprachbefähigung: <i>English Level 4</i> , gültig bis 15. Oktober 2012
Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug der Kategorie III auf A318/19/20/21, erstmals ausgestellt am 19. November 2010, gültig bis 30. November 2011
Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Line check</i> : 28. April 2011 LPC: 19. November 2010 OPC: 22. Mai 2011
Ausbildung bezüglich ACAS	Initial Ausbildung im Rahmen der A318/19/20/21 Typenumschulung, 5. Oktober - 17. November 2010, Lufthansa Flight Training, Wien <i>TCAS recurrent training</i> : 22. Mai 2011 anlässlich OPC, Lufthansa Flight Training, Berlin Schönefeld
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkung VDL: <i>shall wear corrective lenses</i> – muss Brille tragen Beginn der Gültigkeit: 8. November 2010 Ende der Gültigkeit: 28. November 2011
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	8. November 2010
Beginn der fliegerischen Ausbildung	2. April 2008
1.2.1.2.2 Flugerfahrung	
Gesamthaft	278:00 h
Auf dem Vorfallmuster	173:00 h
Während der letzten 90 Tage	155:00 h
Davon auf dem Vorfallmuster	155:00 h
Während der letzten 24 h	5:55 h

1.2.1.2.3	Besatzungszeiten	
	Beginn der Dienste in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 03:45 UTC 10. Juni 2011: 03:45 UTC
	Dienstende in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 13:20 UTC
	Flugdienstzeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 12:13 h
	Ruhezeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	vom 8. auf den 9. Juni 2011: 27:45 h vom 9. auf den 10. Juni 2011: 14:25 h
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	4:53 h
1.2.2	Besatzung HHN 201	
1.2.2.1	Kommandant (auf dem linken Sitz)	
1.2.2.1.1	Ausbildung	
	Person	Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1971
	Lizenz	Führerausweis für Berufspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>commercial pilot licence aeroplane</i> – CPL(A)) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das Luftfahrt-Bundesamt Deutschland am 29. April 1997
	Berechtigungen	Musterberechtigung RA390 als verantwortlicher Pilot, gültig bis 18. November 2011, sowie C525, gültig bis 21. Oktober 2011 Funksprechzeugnis: Sprech-, Navigations- und Flugfunkdienstberechtigung für Boden- oder für Luftfunkstellen in englischer oder deutscher Sprache für Flüge nach Sicht- oder Instrumentenflugregeln Sprachbefähigung: <i>English Level 6</i> , unbefristete Gültigkeit
	Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug der Kategorie I auf RA390, letztmals verlängert am 14. Januar 2011, gültig bis 16. Januar 2012
	Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Licence proficiency Check / Operator proficiency check</i> : 14. Januar 2011
	Ausbildung bezüglich ACAS	TCAS <i>recurrent training</i> : 28. Juli 2009, 10. November 2009 Premier <i>recurrent course</i> : 31. März bis 2. April 2011 Alle bei Flight Safety Hawker Beechcraft Learning Center, Wichita, Kansas
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, ohne Einschränkungen Beginn der Gültigkeit: 15. März 2011

		Ende der Gültigkeit: 18. März 2012	
	Letzte fliegerärztliche Untersuchung	15. März 2011	
	Beginn der fliegerischen Ausbildung	1993	
1.2.2.1.2	Flugerfahrung		
	Gesamthaft	8120:00 h	
	Auf dem Vorfalldmuster	120:00 h	
	Während der letzten 90 Tage	27:55 h	
	Davon auf dem Vorfalldmuster	27:55 h	
1.2.2.1.3	Besatzungszeiten		
	Beginn der Dienste in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: 07:00 UTC, Bürodienst 9. Juni 2011: 02:45 UTC 10. Juni 2011: 04:30 UTC	
	Dienstende in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: 13:00 UTC, Bürodienst 9. Juni 2011: 05:45 UTC	
	Flugdienstzeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: 6:00 h 9. Juni 2011: 3:00 h	
	Ruhezeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	vom 8. auf den 9. Juni 2011: 13:45 h vom 9. auf den 10. Juni 2011: 22:45 h	
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	4:08 h	
1.2.2.2	Copilot (Kommandant auf dem rechten Sitz)		
1.2.2.2.1	Ausbildung		
	Person	Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1967	
	Lizenz	Führerausweis für Berufspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>commercial pilot licence aeroplane – CPL(A)</i>) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das Luftfahrt-Bundesamt Deutschland am 18. Dezember 1992	
	Berechtigungen	Musterberechtigung RA390 als verantwortlicher Pilot, gültig bis 19. Januar 2012, sowie C525, gültig bis 31. Oktober 2011. Funksprechzeugnis: Sprech-, Navigations- und Flugfunkdienstberechtigung für Boden- oder für Luftfunkstellen in englischer oder deutscher Sprache für Flüge nach Sicht- oder Instrumentenflugregeln Sprachbefähigung: <i>English Level 6</i> , unbefristete Gültigkeit	
	Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug der Kategorie I auf RA390, letztmals verlängert am 16. Dezember 2010, gültig bis 19. Januar 2012	

	Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Licence proficiency Check / Operator proficiency check</i> : 16. Dezember 2010
	Ausbildung bezüglich ACAS	TCAS <i>recurrent training</i> : 28. Juli 2009, 10. November 2009 Premier <i>recurrent course</i> : 31. März bis 2. April 2011 Alle bei Flight Safety Hawker Beechcraft Learning Center, Wichita, Kansas
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, ohne Einschränkungen Beginn der Gültigkeit: 1. März 2011 Ende der Gültigkeit: 19. März 2012
	Letzte fliegerärztliche Untersuchung	1. März 2011
	Beginn der fliegerischen Ausbildung	1990
1.2.2.2.2	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	11 279:00 h
	Auf dem Vorfalldmuster	415:00 h
	Während der letzten 90 Tage	64:10 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster	61:05 h
1.2.2.2.3	Besatzungszeiten	
	Beginn der Dienste in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 02:45 UTC 10. Juni 2011: 04:30 UTC
	Dienstende in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 05:45 UTC
	Flugdienstzeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	8. Juni 2011: dienstfrei 9. Juni 2011: 3:00 h
	Ruhezeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	vom 8. auf den 9. Juni 2011: > 36 h vom 9. auf den 10. Juni 2011: 22:45 h
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	4:08 h
1.2.3	Mitarbeiter der Flugsicherung	
1.2.3.1	Flugverkehrsleiter 1	
	Funktion	<i>Radar executive</i> , Sektor L12
	Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1986
	Arbeitstage vor Vorfalldtag	2
	Dienstbeginn Vorfalldtag	06:40 UTC
	Lizenz	Ausweis für Flugverkehrsleiter (<i>Air traffic controller licence</i>), basierend auf Richtlinie 2006/23 der Europäischen Gemeinschaft erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 10. März 2009

	Berechtigungen	RAD (ACS) <i>Radar (Area Control Surveillance)</i> , gültig bis 6. Juli 2012
	<i>Current Competences</i>	LSAG Sector-(Group) UTA, gültig bis 6. Juli 2012 <i>English Level 4</i> , gültig bis 31. März 2012
	Medizinische Tauglichkeit	Klasse 3 ohne Einschränkungen, gültig bis 9. März 2013
1.2.3.2	Flugverkehrsleiter 2	
	Funktion	<i>Radar planner coach</i> , Sektor L12
	Person	Deutscher Staatsbürger, Jahrgang 1984
	Arbeitstage vor Vorfalldtag	2
	Dienstbeginn Vorfalldtag	08:20 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 14. September 2007
	Berechtigungen	RAD (ACS) <i>Radar (Area Control Surveillance)</i> gültig bis 26. Mai 2012
	<i>Current Competences</i>	LSAG Sector-(Group) UTA, gültig bis 26. Mai 2012 <i>English Level 5</i> , gültig bis 8. Oktober 2016
	Medizinische Tauglichkeit	Klasse 3 ohne Einschränkungen, gültig bis 18. Oktober 2011
1.2.3.3	Flugverkehrsleiter 3	
	Funktion	<i>Trainee radar planner</i> , Sektor L12
	Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1982
	Arbeitstage vor Vorfalldtag	2 Ruhetage
	Dienstbeginn Vorfalldtag	08:20 UTC
	Lizenz	Studenten-Lizenz für Flugverkehrsleiter, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 17. März 2010, gültig bis 17. März 2012
	<i>Current Competences</i>	<i>English Level 4</i> , gültig bis 8. März 2013
	Berechtigungen	ACS (<i>Area Control Surveillance</i>)
	Medizinische Tauglichkeit	Klasse 3 ohne Einschränkungen, gültig bis 12. März 2012
1.2.3.4	Flugverkehrsleiter 4	
	Funktion	<i>Radar executive</i> , Sektor INSE
	Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1977
	Arbeitstage vor Vorfalldtag	2
	Dienstbeginn Vorfalldtag	06:50 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. September 2000
	Berechtigungen	RAD (ACS) <i>Radar (Area Control Surveillance)</i> gültig bis 26. November 2011
	<i>Current Competences</i>	LSAG Sector-(Group) CTA, gültig bis 26. November 2011 <i>English Level 4</i> , gültig bis 30. Januar 2014
	Medizinische Tauglichkeit	Klasse 3 ohne Einschränkungen, gültig bis 26. November 2011
1.2.3.5	Flugverkehrsleiter 5	
	Funktion	<i>Radar planner</i> , Sektor INSE
	Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1980
	Arbeitstage vor Vorfalltag	3
	Dienstbeginn Vorfalltag	05:30 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 24. September 2002
	Berechtigungen	RAD (ACS) <i>Radar (Area Control Surveillance)</i> gültig bis 30. September 2011
	<i>Current Competences</i>	LSAG Sector-(Group) CTA, <i>last revalidation</i> am 16. Februar 2011 LSAG Sector-(Group) UTA, gültig bis 30. September 2011 <i>English Level 5</i> , gültig bis 8. Februar 2014
	Medizinische Tauglichkeit	Klasse 3 ohne Einschränkungen, gültig bis 30. September 2011
1.2.3.6	Flugverkehrsleiterin 6	
	Funktion	<i>Radar executive</i> , Sektor M2
	Person	Schweizer Staatsbürgerin, Jahrgang 1985
	Arbeitstage vor Vorfalltag	2
	Dienstbeginn Vorfalltag	05:30 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 17. September 2009
	Berechtigungen	RAD (ACS) <i>Radar (Area Control Surveil-</i>

		<i>lance</i>) gültig bis 7. Dezember 2011
	<i>Current Competences</i>	LSAZ Sector-(Group) UTA, gültig bis 7. Dezember 2011 <i>English Level 4</i> , gültig bis 29. September 2012
	Medizinische Tauglichkeit	Klasse 3 ohne Einschränkungen, gültig bis 2. September 2011
1.2.3.7	Flugverkehrsleiter 7	
	Funktion	<i>Radar planner</i> , Sektor M2
	Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1977
	Arbeitstage vor Vorfalldag	2
	Dienstbeginn Vorfalldag	03:30 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 18. Dezember 1997
	Berechtigungen	RAD (ACS) <i>Radar (Area Control Surveillance)</i> , gültig bis 10. März 2012
	<i>Current Competences</i>	LSAZ Sector-(Group) CTA/UTA, gültig bis 10. März 2012 <i>English Level 5</i> , gültig bis 28. Juli 2014
	Medizinische Tauglichkeit	Klasse 3 mit Auflage, gültig bis 10. März 2012
1.3	Angaben zu den Luftfahrzeugen	
1.3.1	Luftfahrzeug 1	
	Eintragungszeichen	D-AKNK
	Luftfahrzeugmuster	A319-112
	Charakteristik	Zweistrahliges Kurz- und Mittelstreckenverkehrsflugzeug
	Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, France
	Baujahr	1999
	Werknummer	1077
	Eigentümer	Celestial Aviation Trading, Aviation House IRL-Shannon County Clare/Ireland
	Halter	Germanwings GmbH, Germanwings-Str. 2 D-51147 Köln
	Ausrüstung	Honeywell Aerospace TPA – 81A TCAS, Software Version 7.0
1.3.2	Luftfahrzeug 2	
	Eintragungszeichen	D-IAGG

Lufffahrzeugmuster	Raytheon 390 (Beech 390 Premier 1A)
Charakteristik	Zweistrahliges Geschäftsreiseflugzeug
Hersteller	Raytheon Aircraft Company
Baujahr	2002
Werknummer	RB-35
Eigentümer	Hahn Air Interline Services, an der Trift 65 D-63303 Dreieich
Halter	Hahn Air Lines GmbH, an der Trift 65, D-63303 Dreieich
Ausrüstung	Rockwell Collins TCAS-4000, Software Version 7.0

1.4 Meteorologische Angaben

1.4.1 Allgemeines

Die Angaben im Kapitel 1.4 wurden von MeteoSchweiz geliefert.

1.4.2 Allgemeine Wetterlage

In der Höhe erstreckte sich ein Tief vom Südosten Grönlands bis nach Nordfrankreich. Am Boden waren die Druckgegensätze gering. Anfänglich reichte ein flacher Hochdruckausläufer von Frankreich bis in den Osten Deutschlands. Während des Vormittags sank der Druck über Mitteleuropa. Eine Okklusion über Frankreich näherte sich am Mittag dem Jura.

1.4.3 Wetter Bern und Umgebung

Über dem Mittelland herrschte ziemlich sonniges Wetter. Entlang des Juras und über dem Höheren Mittelland entstanden Quellwolken der Art Cumulus humilis. In der Höhe zogen Cirren vorbei.

1.4.4 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls auf FL 258

Auf FL 258 waren die Luft trocken und die Sicht uneingeschränkt. Bei einer Temperatur um minus 33 Grad lag der *spread* zwischen 18 und 23 K. Am Südrand des Tiefs wehte der Wind aus West-Südwest. Die mittlere Windgeschwindigkeit betrug Mitte Vormittag knapp 40 Knoten.

Wolken	Abgesehen von 1-3/8 Cirren war der Himmel oberhalb von FL258 wolkenlos
Sicht	Mehr als 10 Kilometer
Wind	240° / 39 kt
Temperatur/Taupunkt	-33 °C / -51 °C

1.4.5 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 110°	Höhe: 48°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.4.6 Webcambilder



Abbildung 3: Webcam Bern-Gurten, Blick nach Nord-Nordost, 08:15 UTC.

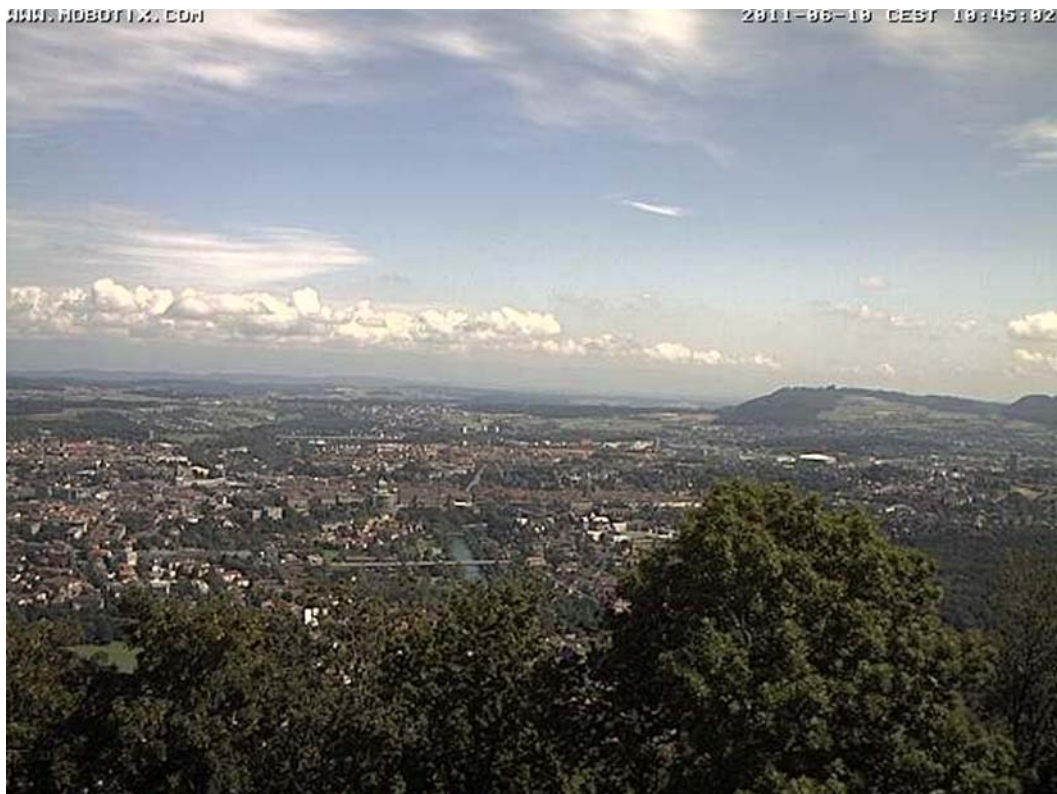


Abbildung 4: Webcam Bern-Gurten, Blick nach Norden, 08:45 UTC.

1.5 Kommunikation

Gemäss Angabe der Besatzung der HHN201 versuchte diese, noch vor Auslösung der TCAS TA, die Flugsicherung über die von ihr auf dem NAV-Display beobachtete Annäherung eines Flugzeuges, welches sich von oben links sinkend annäherte, zu informieren. Aufgrund der starken Frequenzbelegung hätte sie diese Meldung nicht absetzen können.

Gemäss Aufzeichnung der Funkfrequenz von Swiss Radar Genf Sektor INSE hat die Besatzung der HHN201 zwischen der Auslösung der ersten TCAS RA in ihrem Flugzeug um 08:36:59 UTC und der vom TCAS ausgegebenen Meldung "*clear of conflict*" um 08:37:39 UTC vier Mal Anweisungen der Flugsicherung zurückgelesen. Zwei dieser *read back* fanden zwischen 08:37:06 UTC und 08:37:22 UTC statt, während der das TCAS der HHN201 eine *resolution advisory* ausgab. Während keinem dieser *read back* erwähnte die Besatzung der HHN201, dass eine TCAS RA aktiv sei. Um 08:37:23 UTC gab der FVL, aufgrund der Annäherung der beiden Flugzeuge von einer TCAS RA ausgehend, die Anweisung "*two zero one, follow TCAS, opposite traffic one mile, follow TCAS*", ohne dass die Besatzung der HHN201 zuvor TCAS RA gemeldet hatte.

Von 08:36:55 bis 08:37:12 UTC war die Frequenz mit Funkmeldungen belegt.

1.6 Verfahren

Gemäss *letter of agreement* (LoA) zwischen der ACC Genf und der ACC Zürich mussten Flüge mit Bestimmungsort Stuttgart beim Wegpunkt KORED auf FL 280 übergeben werden.

1.7 Angaben zum Luftraum

Der schwere Vorfall ereignete sich im Luftraum der Klasse C.

Die schweizerische Luftwaffe führte zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Flüge durch. Das bedeutete für die zivile Flugsicherung, dass sie den Verkehr innerhalb des ihr zugeteilten Luftraumes abwickeln musste.

1.7.1 Luftraum Genf ACC

Die Ausnutzung des ihr zugeteilten Luftraumes durch die Luftwaffe bedeutete für die zivile Flugsicherung, dass südlich der Wegpunkte MOLUS – KORED keine direkten Flugrouten, welche wesentlich zur Entflechtung des Verkehrs beitragen, zur Verfügung standen. Das gesamte Verkehrsaufkommen musste innerhalb eines definierten Korridors mit einer Breite von 15 NM abgewickelt werden. Unterhalb FL 250 weist der Korridor in dieser Konfiguration eine Breite von 8 NM auf, was weniger als der Hälfte der normalen Breite entspricht.

Die Flugverkehrsleitstelle der Luftwaffe führte zu diesem Zeitpunkt eine Übung durch, welche eine eingeschränkte Darstellung der Luftlage als sog. *degraded air picture* simulierte. Dies hatte zur Folge, dass Transpondercodes, welche normalerweise für die zivile Flugsicherung ausgeblendet werden, auf dem Radarbild dargestellt wurden (vgl. Abbildungen 5 und 6). Damit war das Radarbild mit Informationen, welche nicht zur Verkehrsabwicklung nötig waren, belastet und die Lesbarkeit für den Flugverkehrsleiter erschwert.



Abbildung 5: Radarbild des Sektors L12 in der ACC Genf im Moment des ersten Funkkontaktes mit GWI 2529 um 08:33:40 UTC. Der blaue Kreis zeigt den Bereich, in dem zusätzliche Transpondercodes bzw. Symbole von Flugzeugen dargestellt sind, die sonst unterdrückt werden.

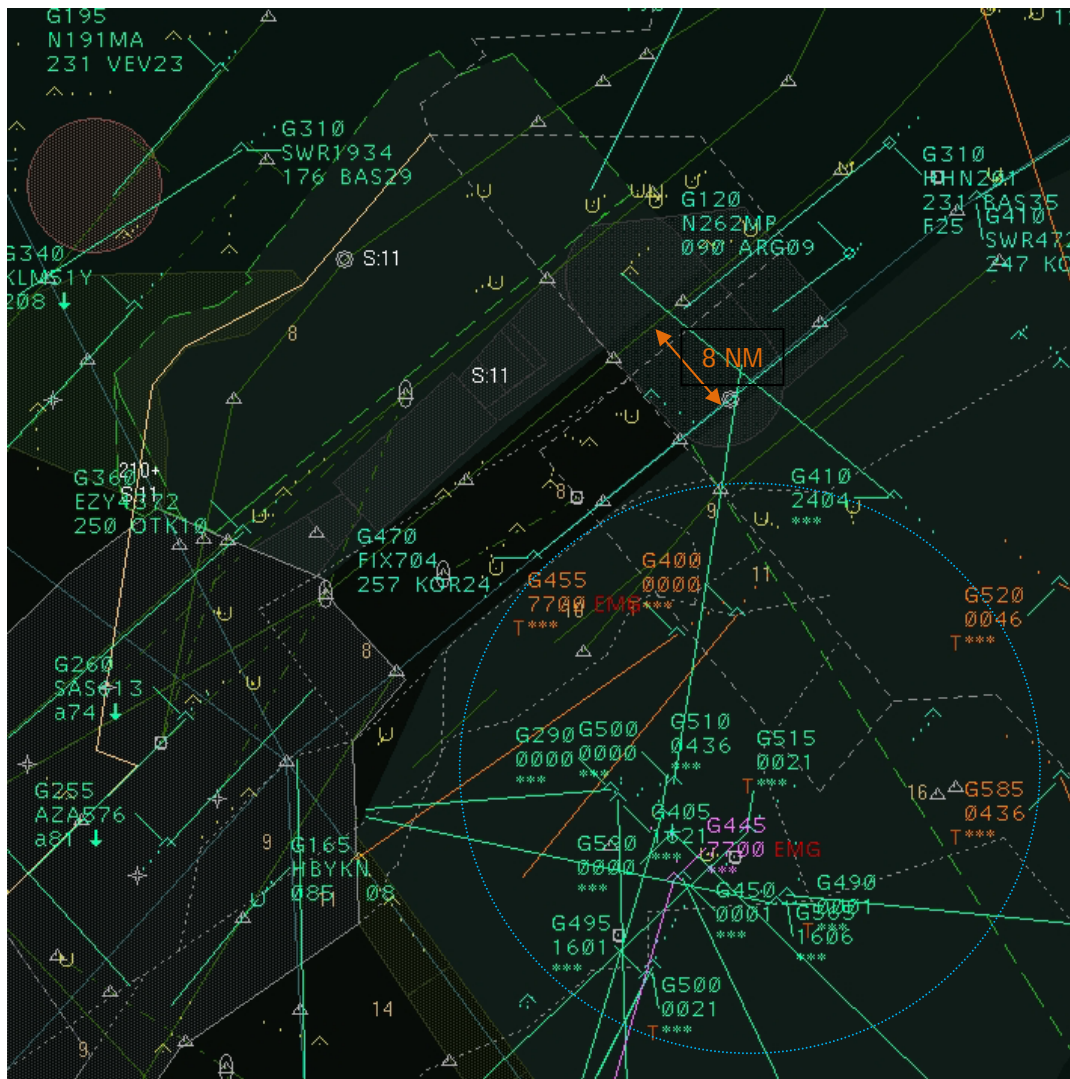


Abbildung 6: Radarbild des Sektors INSE in der ACC Genf um 08:34:00 UTC. Der blaue Kreis zeigt den Bereich mit zusätzlichen Radarsymbolen und Transpondercodes, welche die Übersicht erschwerten. Das Flugzeug GWI 2529 wurde an diesem Sektor nicht dargestellt weil der Einflug in diesem Sektor nicht vorgesehen war.

1.7.2 Luftraum Zürich ACC

Die oben erwähnten Einschränkungen des Luftraumes galten auch für den angrenzenden westlichen Teil der ACC Zürich.

Das Flugzeug GWI 2529 flog auf einem nordöstlichen Radarkurs um eine horizontale Staffelung mit dem sich im Steigflug befindenden Flug FIX 704 (vgl. Abbildung 7) zu gewährleisten. Die Möglichkeit, die Staffelung mit einem östlichen Kurs zu erreichen, und somit Kreuzungen mit Flügen auf entgegengesetztem Kurs zu vermeiden, bestand nicht, da die Luftwaffe diesen Luftraum beanspruchte. Dies hatte zur Folge, dass die Flüge GWI 2529 und HHN 201 nur vertikal gestaffelt werden konnten.

des *Electronic Airline Ticketing* tätig. Hahn Air Lines beschäftigte um die 15 Piloten im festen und teilzeitlichen Arbeitsverhältnis.

Die Besatzung der HHN 201 bestand aus zwei Piloten, welche beide berechtigt waren, in der Funktion als Bordkommandant auf der RA390 tätig zu sein. Beide waren im Besitz einer sogenannten ‚*right hand seat qualification*‘, d.h. sie durften auch in der Funktion als Copilot vom rechten Sitz aus tätig sein.

Beide Piloten übten in der Firma Führungsfunktionen aus.

1.9.1.2 Flight Operations Manual

Das Flugbetriebsunternehmen legte die Organisation, die anzuwendenden Verfahren und Weiteres unter anderem in den *Operation Manuals* (OM) A, B, C und D fest.

Im Kapitel 8 des OM A von Hahn Air sind die Abläufe des Flugbetriebes sowie die anzuwendenden Verfahren aufgeführt.

Zum Thema ACAS – TCAS ist im OM A von Hahn Air folgendes festgehalten:

“TCAS II provides collision avoidance manoeuvre advice in the vertical plane, in either of two forms:

- *Traffic Advisories (TA’s), which indicate the approximate position relative to the subject aeroplane, either in azimuth only, or azimuth and altitude, of nearby transponding aircraft which may become a threat;*
- *Resolution Advisories (RA’s) which recommend manoeuvres or manoeuvre restrictions in the vertical plane to resolve conflicts with aircraft transponding SSR Mode C altitude.*

If a TA or RA is received, the following action should be taken :

- *TA – a TA is intended to alert the crew that an RA, requiring a change in flight path, may follow. A visual search should immediately be concentrated on that part of the sky where the TA indicates the conflicting traffic to be. If the potential threat cannot be seen and gives cause for concern, air traffic control assistance should be requested in deciding whether a change of flight path is required. If the potential threat is seen, and considered to pose a definite risk of collision, the pilot should manoeuvre his aeroplane as necessary to avoid it making sure that the area into which he is manoeuvring is clear. Once clear of the potential threat, and any other subsequent conflicts, the pilot should resume his previously cleared flight path and advise ATC of any deviation from his clearance.*
- *RA – an RA is intended to advise pilots on the manoeuvre they must carry out in order to achieve or maintain adequate separation from an established threat. The required manoeuvre should be initiated immediately, and crew members not involved in its execution should ensure that the sky ahead is clear of other traffic and continue the visual search for the established threat. Once the TCAS II indicates that adequate separation has been achieved, or visual acquisition or ATC information shows that there is no longer a conflict, the aeroplane should be promptly returned to its intended flight path and ATC informed.*

NOTES :

- An RA MAY NOT BE DISREGARDED if the pilot visually identifies the potentially conflicting traffic and might decide that no deviation from the current flight path is necessary.

- *Manoeuvres should never be made in a direction opposite to that given in an RA.*
- *if an instruction to manoeuvre is received simultaneously from an RA and from ATC, and the instructions conflict, the advice given by the RA should be followed.*
- *in case of TCAS alert the PNF should observe the airspace for conflicting traffic and should call ATC with the phrase ‚TCAS RA‘. For further procedures refer to Eurocontrol ACAS safety bulletin 7.”*

Im Kapitel 8 des OM A von Hahn Air, Revision 6 vom 15. April 2011, wird im Weiteren der Zusammenstoss einer B757 und einer TU154 bei Überlingen im Jahr 2002 thematisiert. Ein Auszug aus dem ACAS II Bulletin Nr. 5 von Eurocontrol war ins OM A eingefügt. (Anlage 1)

Die untenstehenden vier Textboxen wurden aus dem ACAS II Bulletin von Eurocontrol ins OM A von Hahn Air übernommen:

“Pilots shall respond immediately by following the RA as indicated, unless doing so would jeopardise the safety of the aeroplane”

“Pilots shall follow the RA even if there is a conflict between the RA and an ATC instruction to manoeuvre”
“Pilots shall not manoeuvre in the opposite sense of an RA”

“Note 2.— Visually acquired traffic may not be the same traffic causing an RA. Visual perception of an encounter may be misleading, particularly at night.”

“Pilots shall, as soon as permitted by flight crew workload, notify the appropriate ATC unit of the RA, including the direction of any deviation from the current ATC instruction or clearance”

1.9.1.3 Training Manual

Im OM D von Hahn Air ist das für den Erwerb der Typenberechtigung RA390 erforderliche Training festgehalten. Diese Ausbildung ist in ein Modul A, beinhaltend 5 Tage zu 8 Stunden Klassenzimmer-Unterricht, sowie ein Modul B, beinhaltend 6 Übungen auf einem Simulator Level C/D sowie als 7. Übung den *Licence Skill Test* gegliedert.

Modul A

Im Modul A, welches auf 5 Tage verteilt ist, wird gemäss Syllabus am dritten Tag während zwei Stunden das Thema ‚Navigation Instruments, TCAS‘ behandelt.

Modul B

Im Modul B, welches 6 Übungen auf einem Simulator Level C/D sowie als 7. Übung den *Licence Skill Test* beinhaltet, sind praktische TCAS Übungen enthalten.

Gemäss den Angaben des Flight Safety International Hawker Beechcraft Learning Center, Wichita, Kansas, wurde die Besatzung am 28. Juli 2009 und am 10. November 2009 im Rahmen eines *recurrent training* mit einem TCAS Szenario konfrontiert. Dabei wurde der gefährdende Verkehr im Abflugverfahren nach dem Start simuliert. Zwischen dem 31. März und dem 2. April 2011 absolvierte die Besatzung im gleichen Trainingscenter einen Premier *recurrent course* während dem ebenfalls ein TCAS Training absolviert worden sei.

1.9.2 Flugsicherung Skyguide

1.9.2.1 Arbeitsweise beim Eingeben von freigegebenen Flugflächen

In einem Arbeitsumfeld in welchem Flugdaten auf einem Kontrollstreifen festgehalten werden galt von jeher das Prinzip *write as you speak* um sicherzustellen, dass der aktuelle Informationsstand zu jedem Zeitpunkt dokumentiert und somit abrufbar ist. Dieses Arbeitsprinzip wurde auch auf die Eingabe von freigegebenen Flugflächen mittels Mausclick übertragen, wobei man diesbezüglich von *click as you speak* spricht. Der Unterschied besteht darin, dass die Informationen direkt in der Radaretikette, dem sog. *label* des entsprechenden Fluges dargestellt werden und der aktuelle Informationsstand sich im direkten Gesichtsfeld des *radar executive* (RE) sowie des *radar planner* (RP) befindet. Die über Funk übermittelte freigegebene Flughöhe wird durch den RE möglichst verzugslos per Mausclick in den *label* eingegeben und dargestellt. Ob zuerst die Übermittlung oder die Eingabe ins *label* stattfindet, ist nicht vorgegeben und wird von den Flugverkehrsleitern unterschiedlich gehandhabt. Die Vermeidung des konstanten Fokuswechsels zwischen der Wahrnehmung der Situation auf dem Radarbild und dem Schreiben auf den Kontrollstreifen hat zu einer erheblichen Erhöhung der Effizienz bei gleichbleibender Arbeitslast geführt.

1.9.2.2 Vorgaben zur Phraseologie

Bezüglich Standardphraseologie legt das ATMM Switzerland Section 7, 1.1 und 1.4 unter anderem das folgende fest:

"1 ATC CLEARANCES

1.1 ISSUANCE OF ATC CLEARANCE

An ATC clearance specifies the conditions under which a given controlled flight may be conducted.

Issue an ATC clearance to each controlled flight (or portion of controlled flight).

Controlled flights comprise:

- a) *IFR and VFR flights in airspaces class C and D;*
- b) *IFR flights in airspace class E; and*
- c) *aerodrome traffic at controlled aerodromes without aerodrome control zones.*

Phrase ATC clearances in a clear, positive and concise manner."

"1.4 CONTENTS

1.4.1 GENERAL

Clearances shall contain the following items in the order listed:

- a) *aircraft identification;*
- b) *clearance limit;*
- c) *route of flight (e.g. SID, ATS routes, STAR);*
- d) *level(s); and*
- e) *any necessary instruction or information (e.g. SSR transponder code, approach or departure manoeuvres, speed restrictions, vertical speed control instructions, time of expiry of the clearance)*

Phraseology:

- *CLEARED TO (clearance limit) VIA (route description or FLIGHT PLANNED ROUTE) (level) (restrictions)"*

Bezüglich Standardphraseologie bei einem ersten Funkkontakt zwischen einem Luftfahrzeug und einer Flugverkehrsleitstelle galten u.a. die folgenden Vorgaben (Auszug aus dem *ATMM Geneva ACC, General ACC procedures ENR A-3*):

"A.2.1 ATC CLEARANCE

An ATC clearance does not include a clearance limit, except in the case of a special event (restrictions, traffic congestion etc.). However, the route clearance should include the first reporting point of the receiving FIR/UIR.

ATC clearance format :

- *Aircraft call sign*
- *"Identified"*
- *Route*
- *Flight level*

Examples :

"SPEEDWAY FIVE ONE TWO, IDENTIFIED, CLEARED (VIA) MILPA – MEDAM – TORINO, (MAINTAIN) FLIGHT LEVEL THREE THREE ZERO".

Im ATMM Zurich ACC Volume 2 sind diesbezüglich keine Angaben vorhanden.

1.10 Sicherheitsnetze

1.10.1 Enhanced Surveillance

Der Transponder im Funktionsmodus „*Mode S enhanced surveillance (EHS)*“ übermittelt eine Anzahl Flugzeugparameter „*downlink aircraft parameters*“ (DAP) an die Radarstationen der Flugsicherung. Einer dieser Parameter ist die jeweilige im Flugführungssystem gewählte Flughöhe (*selected altitude*).

In einem *air traffic management (ATM)*-System mit entsprechender technischer Auslegung können diese Daten ausgewertet und dazu benützt werden, Fehlerquellen zu eliminieren. Dazu werden die Werte im Flugführungssystem eines Flugzeugs mit den entsprechenden im ATM-System verglichen und im Falle einer Differenz wird ein Alarm ausgelöst.

Systeme dieser Art sind in einigen wenigen europäischen Ländern betrieblich verfügbar und befinden sich in der Schweiz in einem fortgeschrittenen Planungsstadium.

1.10.2 Airborne collision avoidance system ¹

Seit dem 1. Januar 2000 ist es in Europa für gewerbsmässige Flüge von turbinengetriebenen Flugzeugen mit einer höchstzulässigen Abflugmasse von mehr als 15 000 kg oder mit mehr als 30 Sitzen obligatorisch, ein Kollisionswarnsystem vom Standard ACAS II mitzuführen.

Seit dem 1. Januar 2005 ist es zudem für Flugzeuge mit einer höchstzulässigen Abflugmasse von mehr als 5700 kg oder mit mehr als 19 Sitzen obligatorisch, ein Kollisionswarnsystem vom Standard ACAS II mitzuführen.

¹ Die Bezeichnung des grundlegenden Konzepts dieses Kollisionsverhinderungssystems lautet *Airborne collision avoidance system (ACAS)*. 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.

- a) Ein *airborne collision avoidance system* (ACAS) ist ein im Flugzeug fest eingebautes System, welches auf Sekundärradartranspondersignalen basiert und unabhängig von bodenseitigen Systemen arbeitet. Es gibt dem Piloten Hinweise und Ausweichenweisungen, um möglichen Konflikten mit anderen Flugzeugen, welche ebenfalls mit Sekundärradartransponder ausgerüstet sind, auszuweichen.
- b) ACAS II ist ein *airborne collision avoidance system*, welches zu den Verkehrshinweisen (*traffic advisories*) auch noch vertikale Ausweichenweisungen (*resolution advisories*) ausgibt.
- c) Eine „*resolution advisory*“ (RA) ist eine Anweisung an die Besatzung, einen Steig- oder Sinkflug mit dem Ziel zu fliegen, genügenden Abstand von allen sich gefährlich nahe befindlichen Flugzeugen herzustellen resp. einen Steig-, Sink- oder Horizontalflug so zu fliegen, dass ein bestimmter vertikaler Mindestabstand erreicht wird.
- d) Eine „*traffic advisory*“ (TA) ist ein Hinweis welche die Besatzung darauf aufmerksam machen soll, dass ein Luftfahrzeug in der Nähe eine mögliche Gefahr darstellen könnte.

1.10.3 Konfliktwarnsystem der Flugsicherung

Für den Fall, dass die Flugwege von zwei oder mehr Flugzeugen zu einer Unterschreitung der Mindestabstände führen, existiert bei der Flugsicherung ein Konfliktwarnsystem (*short term conflict alert* – STCA). Dieses warnt den Flugverkehrsleiter und erfordert gegebenenfalls sein Eingreifen.

Die Konfliktwarnsysteme der Bezirksleitstellen von Genf und Zürich verwenden für die Alarmauslösung unterschiedliche Parameter. Dies erklärt, warum die Systeme im vorliegenden Fall nicht gleichzeitig ansprachen.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel vor, die den schweren Vorfall hätten beeinflussen können.

Bei vertikalen Annäherungen bildet das Konfliktwarnsystem der Flugsicherung (*short term conflict alert* – STCA) nur ein sehr beschränkt wirksames Sicherheitsnetz. Im vorliegenden schweren Vorfall trat die erste Warnung im Sektor M2 in Zürich um 08:36:52 UTC und in den Sektoren INSE und L12 in Genf um 08:36:59 UTC, also rund 35 Sekunden resp. 28 Sekunden vor der gefährlichen Annäherung auf. Von 08:36:57 UTC an generierte das TCAS der GWI 2529 Ausweichanweisungen. Um 08:36:59 UTC begann das TCAS der HHN 201 Ausweichanweisungen anzugeben. Damit trat die STCA Warnung fast gleichzeitig mit den Ausweichanweisungen des letzten Sicherheitsnetzes (TCAS) auf. Den Flugverkehrsleitern blieb deshalb keine Zeit die sich anbahnende gefährliche Annäherung wirksam zu entschärfen.

Ein frühzeitiges Erkennen des sich anbahnenden Konflikts wurde zudem dadurch erschwert, dass die beiden Flugzeuge durch verschiedene Sektoren auf unterschiedlichen Frequenzen geführt wurden. Dazu kam, dass die Koordination und der Überblick dadurch beeinträchtigt waren, dass die beiden Flugzeuge in den verschiedenen Sektoren zum Teil nicht dargestellt wurden.

Aus folgenden Gründen wurden beide Flüge nur auf den Radardisplays der Sektoren L12 und M2 dargestellt:

- Im Sektor WEST verliess die HHN 201 nach Passieren von FL 245 den vertikalen Zuständigkeitsbereich und wurde nicht mehr dargestellt.
- Im Sektor M2 wurden sowohl die GWI 2529 wie auch die HHN 201 dargestellt. Die Flugwege beider Flüge führten durch dessen Zuständigkeitsbereich. Der schwere Vorfall ereignete sich innerhalb des Sektors M2.
- Im Sektor INSE wurde nur die HHN 201 dargestellt. Das Flugzeug befand sich zwar frühzeitig oberhalb dieses Sektors, der Flug war aber aufgrund des festgelegten Ablaufes diesem Sektor zugeteilt. Erst mit der Auslösung des STCA Alarms wurde auch die GWI 2529 dargestellt.
- Im Sektor L12 waren beide Flüge dargestellt. Aufgrund der zeitlichen Abfolge kreuzten sich die Flüge aber ausserhalb dieses Sektors.

Die Bezirksleitstelle Genf war zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls technisch nicht in der Lage, die vom Transponder in Mode S EHS der GWI 2529 übermittelte gewählten Flugfläche 250 mit der im ATM System eingegebenen Flugfläche 280 zu vergleichen. Im vorliegenden Fall hätte diese aufgetretene Differenz bereits mehr als drei Minuten vor dem schweren Vorfall zur Auslösung eines Alarms geführt. Dieser Alarm hätte es den Flugverkehrsleitern mit grosser Wahrscheinlichkeit erlaubt, frühzeitig einzugreifen und den sich anbahnenden Konflikt im Ansatz zu entschärfen. Damit fehlte bei der Flugsicherung ein wichtiges Sicherheitsnetz, was zur Entstehung der gefährlichen Annäherung beigetragen hat.

Der Nutzen eines solchen Sicherheitsnetzes ist auf internationaler Ebene als wichtiges zukünftiges Hilfsmittel zur Erkennung von Fehleingaben und damit zur Verhinderung solcher Vorfälle anerkannt. In Europa befindet sich seine Entwicklung in einem fortgeschrittenen Stadium und die Einführungsphase hat in einzelnen Bezirks- und Anflugleitstellen begonnen. Bei der schweizerischen Flugsicherung verfügen seit Juni 2012 alle Sektoren über die durch Transponder im Mode S EHS übermittelten Parameter.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugverkehrsleitung

2.2.1.1 Sektor L12 der Bezirksleitstelle Genf

Aufgrund eines sich abzeichnenden Stafflungsproblems im Sektor M2 der ACC Zürich, koordinierte der *radar planner* mit dem Sektor L12 in Genf für die in nord-östlicher Richtung absinkende GWI 2529 eine Kursänderung um 15 Grad nach links. Dies führte das Flugzeug in den Teil des Luftraumes in welchem sich grundsätzlich der in südwestlicher Richtung fliegende Verkehr abwickelt. In Anbetracht der Einschränkungen des Luftraumes durch die Aktivität der Luftwaffe war dies eine naheliegende Lösung, welche aber die Komplexität der Verkehrslage wie auch die notwendigen Koordinationen erhöhte.

Der Flugverkehrsleiter RE des Sektors L12 in Genf übergab die GWI 2529, nachdem er sie für den Sinkflug auf FL 250 freigegeben hatte, noch in seinem Zuständigkeitsbereich, dem Sektor M2 in Zürich. Die Tatsache, dass er gleichzeitig mit der Freigabe auf FL 250 an die Besatzung der GWI 2529 die Flugfläche 280 in das Radarsystem eingegeben hatte, bemerkte er nicht. Der Flugverkehrsleiter konnte später nicht erklären, warum er die GWI 2529 auf FL 250 freigegeben hatte. Diese Flughöhe entsprach nicht der Vereinbarung (*letter of agreement*) zwischen den Bezirksleitstellen Genf und Zürich und hätte dementsprechend eine vorgängige Koordination mit Zürich erfordert.

Aus Gründen der Verkehrsorganisation werden für Flüge, die sich ihren Zielflughäfen nähern und somit ihren Sinkflug beginnen müssen, maximale Flugflächen zur Übergabe zwischen Sektoren bzw. Bezirksleitstellen vereinbart. Um die Anzahl der Koordinationen einzuschränken sind, soweit möglich, die tiefsten Flugflächen im jeweiligen Zuständigkeitsbereich des übergebenden Sektors vereinbart. Im zusammengelegten Sektor L12 entspricht dies der Flugfläche FL 250 und ein grosser Teil der absinkenden Flüge verlässt den Sektor auf dieser Flugfläche. In diesem Sinne stellt die Flugfläche 280 als Ausflughöhe eine Ausnahme dar. Diese entspricht dabei aber der generell zwischen Genf und Zürich vereinbarten Höhe für Flüge mit dem Zielflughafen Stuttgart.

Ein Erklärungsansatz ergibt sich aus der Frage, ob beim Flugverkehrsleiter eine vorübergehend wirksame Konditionierung aufgrund eines repetitiven Vorganges erfolgt war. Dies würde konkret heissen, dass es durch wiederholtes Aussprechen oder Hören des Begriffs „FL250“ zu einer Automatisierung gekommen war. Eine solche bedeutet in vielen Fällen einen Effizienz- und Produktivitätsvorteil, wenn kognitive Ressourcen für andere Aufgaben freigehalten werden und somit die Belastung des Arbeitsgedächtnisses möglichst gering gehalten wird.

Generell lässt sich dazu sagen, dass das gleichzeitige Vorhandensein automatisierter Routineabläufe und bewusster Überlegungen zum Berufsalltag der Flugverkehrsleiter gehört. Im Interesse der Ökonomie und Flexibilität bildet sich im Laufe der Berufserfahrung ein auf diese Anforderungen zugeschnittener Arbeitsstil heraus, der innerhalb des vorgegebenen Rahmens individuelle Nuancen aufweist.

Bezogen auf den oben erwähnten Irrtum führt dieser Erklärungsansatz zum Ergebnis, dass dem Flugverkehrsleiter ein Fehler unterlief, weil er in seiner bewussten Aufmerksamkeit zu wenig auf das betreffende Ereignis fokussiert war. Gemäss unserem hypothetischen Ansatz unterlief ihm als Folge davon, dass er in einer Art repetitiven Verhaltens unbeabsichtigt den zuvor mehrmals zur Sprache gekommenen FL 250 nannte.

Wenn man von einem generell professionell-routinemässigen Verhalten ausgeht und damit von einem teilweise automatisierten Verhalten, bewirkte dies auf der

sensomotorischen Ebene ein korrektes, auf der verbalen Ebene hingegen ein davon abweichendes, falsches Ergebnis, ausgelöst durch einen sich überlagernden, kurze Zeit wirksamen, irreführenden Automatismus.

Es ist aber auch denkbar, dass der bewusste Aufmerksamkeitsfokus einseitig auf die Eingabe von FL 280 gerichtet war, während die verbale Ebene ausgeblendet wurde. Dies begünstigte eine Einwirkung seitens des repetitiven, unzweckmässigen Automatismus.

Ein weiterer Erklärungsansatz für dieses Verhalten erschliesst sich aus der psychoanalytischen Theorie, die besagt, dass die unbeabsichtigte Nennung eines falschen Begriffes oder auch eines falschen Zahlenwertes nicht zufällig ist. Zuweilen verrät es unmittelbar einen unterdrückten Nebengedanken, was jedoch beim Flugverkehrsleiter RE des Sektors L12 nicht offensichtlich ist.

Um das unbewusste Motiv der Fehlennung zu verstehen wäre deshalb die Anwendung der psychoanalytischen Befragungstechnik erforderlich. Dabei ginge es nicht nur um den Fehler an sich, sondern auch spezifisch darum, weshalb es gerade diese Flugfläche war, welche irrtümlich genannt wurde. Angenommen, man würde bei dieser Befragung fündig, würde dies einen Einblick geben, was im vorliegenden Fall zu einer Diskrepanz zwischen bewussten und unbewussten Intentionen geführt hat. Darüber hinaus weisende Erkenntnisse wären indessen nicht zu erwarten, so dass im Rahmen der Untersuchung eine solche Befragung nicht in Betracht gezogen wurde.

Psychische und mentale Koordinationsleistungen können durch den Einfluss von Faktoren wie Müdigkeit oder Stress beeinträchtigt werden und so das Risiko von Irrtümern und Fehlhandlungen vergrössern. Auch eine Beeinträchtigung des psychischen Gleichgewichts absorbiert Energie und verringert damit die für anspruchsvolle Koordinationsleistungen erforderliche Flexibilität. Die Untersuchung des schweren Vorfalls hat keine Hinweise ergeben, die auf eine Beeinträchtigung des psychischen Gleichgewichts hindeuten würden.

Schliesslich kann auch noch ein einfacher ergonomischer Grund für diesen Arbeitsfehler des Flugverkehrsleiters angeführt werden: Grundsätzlich ist die Fähigkeit des Menschen, gleichzeitig mehrere Tätigkeiten auszuführen, beschränkt. Genau betrachtet ist es unmöglich, sich gleichzeitig mit voller Konzentration mehr als einem Vorgang zu widmen. Die Mehrfachtätigkeit weist persönlichkeitsabhängige Unterschiede auf und lässt ganz allgemein Limiten erkennen. Da bei gleichzeitiger Ausführung mehrerer Tätigkeiten auf antrainierte und zur Routine gewordene Abläufe zurückgegriffen werden muss, steigt in solchen Phasen auch die Gefahr von Routinefehlern. Wenn immer möglich sollten deshalb Tätigkeiten zeitlich leicht verschoben ausgeführt werden. Bei der Führung von modernen Verkehrsflugzeugen werden ergonomische Grundsätze, die der Fehlerreduktion dienen sollen, schon seit langem konsequent in die Gestaltung der Arbeitsabläufe integriert. So wird beispielsweise die Besatzung eines solchen Luftfahrzeuges ausgebildet und trainiert, nach Erhalt einer Freigabe durch die Flugverkehrsleitung diese Anweisung in das Flugführungssystem einzugeben und erst dann den vom System nun dargestellten Zahlenwert aktiv abzulesen um die Freigabe der Flugsicherung zu bestätigen. Damit wird eine Arbeitsweise praktiziert, welche sicherstellt, dass nicht einfach routinemässig eine Anweisung aus dem Gedächtnis zurückgelesen wird, sondern es entsteht ein Regelkreis (*closed loop*), der die überwiegende Anzahl der Fehleingaben schon im Ansatz zu eliminieren hilft. Die von der Flugverkehrsleitung praktizierte Arbeitsweise, eine freigegebene Flugfläche per Mausklick ins Radardisplay einzugeben und gleichzeitig die Freigabe an die Besatzung per Funk zu übermitteln (*click as you speak*) berücksichtigt hingegen solche einfachen ergonomischen Prinzipien nicht und bietet

nur eingeschränkte Möglichkeiten, einen an sich einfachen Arbeitsfehler frühzeitig zu erkennen. Damit stellen diese Arbeitsabläufe einen systemisch-beitragenden Faktor dieses schweren Vorfalls dar.

Die Luftwaffe führte zu diesem Zeitpunkt eine Übung durch, welche eine verschlechterte Wahrnehmung des Luftbildes *degraded air picture* simulierte. Dies hatte zur Folge, dass Transpondercodes, welche normalerweise für die zivile Flugsicherung ausgeblendet werden, auf dem Radarbild dargestellt wurden. Das Radarbild enthielt somit Informationen welche nicht zur Verkehrsabwicklung nötig waren. Dadurch erhöhte sich die Anforderung an die Konzentration des RE und als Konsequenz seine Arbeitslast.

Für die beiden Flugverkehrsleiter RP *coach* und *trainee* bestand keine Möglichkeit, visuell auf die Differenz zwischen erteilter Freigabe und der Eingabe in das Radarsystem aufmerksam zu werden. Sie waren zudem mit Koordinationsaufgaben im Zusammenhang mit der Übung der Luftwaffe beschäftigt und hörten dadurch die tatsächliche Sinkflugfreigabe auf FL 250 durch den Flugverkehrsleiter RE nicht mit. Die Konfiguration mit Doppelbesetzung des Arbeitsplatzes RP kann einerseits als Vorteil erscheinen, da eine zusätzliche Person die Funkgespräche mithören kann; andererseits muss dem Umstand Rechnung getragen werden, dass sich der *trainee* in einer Lernphase befindet und dadurch die anfallenden Koordinationen etwas länger dauern und diese unter Umständen mit dem *coach* erörtert werden müssen.

2.2.1.2 Der Sektor M2 der Bezirksleitstelle Zürich

Beim ersten Funkaufruf durch die Besatzung der GWI 2529 am Sektor M2 in Zürich realisierte die Flugverkehrsleiterin RE nicht, dass die Besatzung der GWI 2529 einen Sinkflug bis FL 250 und nicht die für die Übergabe vorgesehene Flugfläche 280 meldete. Die zu diesem Zeitpunkt auf dem Radardisplay angezeigte aktuelle Flughöhe von etwas über FL 300 lag im erwarteten Bereich. In Folge der vorhergegangenen Koordination erwartete sie, dass die Besatzung der GWI 2529 ihr bei der ersten Kontaktaufnahme standardmässig die freigegebene Flugfläche sowie im Besonderen die Kursabweichung nach links melden würde. Die Funkmeldung beinhaltete jedoch lediglich die freigegebene Flugfläche, was die FVL zu einer entsprechenden Nachfrage betreffend der Kursabweichung veranlasste. Diese Fokussierung auf einen Teilaspekt des Funkspruches hatte möglicherweise zur Folge, dass sie die gemeldete Flugfläche nicht korrekt wahrnahm und sie somit die Differenz zwischen koordinierter und freigegebener Flugfläche nicht bemerkte. Ein anderer Erklärungsansatz ist die Erwartungshaltung, dass die GWI 2529 nach Flugfläche 280 absinken werde, was begünstigte, dass sie die durch den vorherigen Sektor irrtümlich erteilte Freigabe nach FL 250 anlässlich des Erstaufrufs der Besatzung nicht bemerkte.

Im Weiteren muss festgehalten werden, dass die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 die Vorgaben des Flugsicherungsunternehmens bezüglich Standardphraseologie nicht anwendete. So hält das ATMM Switzerland generell fest, dass eine Freigabe der Flugsicherung u.a. auch die freigegebene Flughöhe umfassen muss. In gleicher Weise hält dies auch das ATMM der ACC Genf fest, wobei dort noch präzisiert wird, dass dies insbesondere beim Erteilen einer Freigabe nach einem ersten Funkaufruf so zu geschehen hat. Im ATMM der ACC Zürich fehlen diesbezügliche Regelungen. Auch wenn es merkwürdig erscheint, dass solche grundsätzlichen Abläufe in den zwei Bezirksleitstellen der Flugsicherung unterschiedlich geregelt sind, so erklärt das Fehlen der entsprechenden Regelung im ATMM der ACC Zürich allein das Verhalten der Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 nicht. Der Grund dürfte vielmehr darin liegen, dass es bei der Flugsicherung gängige Praxis geworden ist, zur Verminderung der Frequenzbelastung ge-

wisse Teile einer Standardfreigabe zu unterlassen. Im vorliegenden Fall führte dies allerdings dazu, dass eine weitere Möglichkeit, den Arbeitsfehler, der in der ACC Genf unterlaufen war, durch eine vollständige und korrekte Freigabe zu korrigieren, verloren ging.

Als das Radardisplay später eine Flughöhe von FL 272 anzeigte, bemerkte die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 erstmals, dass sich die GWI 2529 im Sinkflug bereits unter FL 280 befand. Die HHN 201 war ihr zu diesem Zeitpunkt bekannt, der Flug befand sich im Zuständigkeitsbereich ihres Sektors und wurde auf dem Radardisplay dargestellt. Die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 realisierte sofort den Konflikt zwischen den beiden Flügen und versuchte reflexartig den Sinkflug der GWI 2529 auf FL 270 zu stoppen. Diese intuitive Reaktion der Flugverkehrsleiterin ist verständlich. Erschwerend wirkte sich aus, dass sich die HHN 201 nicht auf ihrer Frequenz befand. Auf welche Flughöhe die HHN 201 freigegeben war wusste sie nicht. Weil die GWI 2529 standardmässig auf Flugfläche 280 hätte absinken sollen, nahm sie an, dass die HHN 201 höchstens auf FL 270 steigen und nach der Kreuzung mit der GWI 2529 den Steigflug fortsetzen würde.

Viel Zeit für eine Lösungsmöglichkeit blieb nicht. Die Flugzeuge näherten sich einander mit etwa 13.5 NM pro Minute bei einer Distanz von etwa 10 NM. Der Flugverkehrsleiter RP des Sektors M2 wurde durch einen Anruf des Genfer Sektors L12 auf den Konflikt aufmerksam. Dieser informierte ihn, dass die HHN 201 auf FL 270 steige. Gemeinsam vereinbarten sie, sowohl die GWI2529 wie auch die HHN 201 je in deren Flugrichtung nach links drehen zu lassen um den Konflikt etwas zu entschärfen. Noch während des Telefongespräches informierte der Flugverkehrsleiter RP des Sektors M2 die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 über das Gespräch, worauf diese der GWI 2529 die Anweisung gab, eine Linkskurve einzuleiten. Diese Anweisung führte dazu, dass die GWI 2529 rund acht Sekunden vor der Kreuzung eine Kurve nach links begann. In Genf war aber zu dieser Zeit nicht der Sektor L12 in Kontakt mit der HHN 201 sondern der Sektor INSE der ACC Genf. Um die HHN 201 ebenfalls in ihrer Flugrichtung nach links drehen zu lassen, musste der Sektor L12 den Sektor INSE über diese Abmachung informieren, was um 08:36:59 UTC geschah. In der Folge konnte die Abmachung vom Flugverkehrsleiter RP des Sektors INSE dem Flugverkehrsleiter RE offenbar nicht mehr übermittelt werden, so dass dieser aufgrund seiner eigenen Lagebeurteilung der HHN 201 um 08:37:16 UTC die Anweisung nach rechts zu drehen gab, was die Annäherung tendenziell verschärfte.

2.2.1.3 Der Sektor West der Bezirksleitstelle Zürich

Die HHN 201 befand sich ungefähr nördlich des Funkfeuers WIL, als die Besatzung das baldige Erreichen der Flugfläche 230 meldete. Der Sektor West in Zürich übergab daraufhin das Flugzeug an den Genfer Sektor INSE damit die Besatzung den Steigflug baldmöglichst fortsetzen konnte. Dieses Verfahren entsprach der gängigen Praxis und wurde häufig im Grenzbereich der Zuständigkeiten angewandt.

2.2.1.4 Der Sektor INSE der Bezirksleitstelle Genf

Die Flugverkehrsleiter am Sektor INSE hatten die Aufgabe, den in Zürich gestarteten Flug HHN 201 durch ihren Sektor in Richtung seiner Reiseflughöhe steigen zu lassen. Sie mussten dabei unter anderem die Staffelung zwischen einem Flug mit Zielflughafen Genf und einem Flug, der in Genf gestartet war, gewährleisten. Zu diesem Zweck hatten Koordinationen stattgefunden, die es erlaubten, den Flug HHN 201 in den Höhen- und Zuständigkeitsbereich des darüberliegenden Sektors L12 der Bezirksleitstelle Genf steigen zu lassen. Da die in das ATM-

Systems eingegebene Flugfläche für die sinkende GWI 2529 von FL 280 und jene für die steigende HHN 201 von FL 270 keinen Konflikt darstellten, wurde vom System kein Alarm ausgelöst. Diese Staffelung der beiden Flüge war von den FVL des Sektors L12, in deren Verantwortungsbereich sich die freigegebenen Flughöhen befanden, mittels den erwähnten elektronischen und telefonischen Koordinationen korrekt geplant.

Da der Einflug der GWI 2529 in den Sektor INSE nicht vorgesehen war, hatte dieser systembedingt keine Kenntnis seiner Flugdaten und der Flug wurde somit auf den Radarschirmen auch nicht entsprechend dargestellt. Als plötzlich ein Alarm des STCA eintrat, erkannten die FVL, dass zwischen der ihnen bekannten HHN 201 und einem ihnen bislang unbekanntem Flug, der jetzt auf ihren Radarschirmen als GWI 2529 auftrat und mit welchem sie keinen Funkkontakt hatten, ein Konflikt bestand. Die einzige Interventionsmöglichkeit um die gefährliche Annäherung zu entschärfen bestand darin, der HHN 201 entsprechende Weisungen zu erteilen, was auch unverzüglich geschah. Da sich die GWI 2529 zu diesem Zeitpunkt noch über der HHN 201 befand war es naheliegend dieser eine Weisung zum unverzüglichen Absinken zu erteilen, gefolgt von einer Kursänderung nach rechts als zusätzlich Massnahme. Der Sektor INSE wurde wie vorgängig dargelegt zwar noch über die Koordination des Ausweichmanövers zwischen den Sektoren L12 und M2 informiert. Aus zeitlichen Gründen konnten diese geplanten Massnahmen aber vom Flugverkehrsleiter RE des Sektors INSE nicht mehr umgesetzt werden.

Aufgrund der kurzen Vorwarnzeit und der raschen Abfolge der Ereignisse entschied sich der Flugverkehrsleiter RE des Sektors INSE schliesslich der HHN 201 keine weiteren Anweisungen zu geben und diese anzuhalten, den Anweisungen des TCAS zu befolgen. Hierzu muss angefügt werden, dass er solche Anweisungen des TCAS nur vermuten konnte, hatte ihm die Besatzung der HHN 201 bislang doch noch keine Angaben über das Vorliegen solcher Anweisungen gemacht.

2.2.2 Flugbesatzungen

2.2.2.1 Besatzung GWI 2529

Der Erstaufwurf der GWI 2529 auf der Frequenz der zusammengelegten Sektoren M2 erfolgte um 08:35:18 UTC, d.h. eine Minute und 26 Sekunden bevor das TCAS der GWI 2529 eine TCAS *traffic advisory* auslöste. Anlässlich dieses Erstaufwurfes der GWI 2529 hätte die Besatzung zusätzlich zur freigegebenen Höhe den aktuell geflogenen Kurs gegenüber magnetisch Norden (*magnetic heading*) melden müssen, was sie aber unterliess. Dies hat gemäss Angabe der Flugverkehrsleiterin möglicherweise dazu geführt, dass sie sich einseitig auf diese nicht gemeldete Kursangabe konzentrierte und dabei die Höhenangabe nicht korrekt wahrnahm.

Ab 08:36:42 UTC entstand im Cockpit der GWI 2529 durch folgende Ereignisse innert kürzester Zeit eine hohe Arbeitslast:

- Um 08:36:42 UTC erfolgte die Anweisung von Sektor M2 „*resume own navigation to ARSUT*“.
- Um 08:36:44 UTC, noch während der Übermittlung der Anweisung „*resume own navigation to ARSUT*“, wurde die TCAS *traffic advisory* ausgelöst. Die Besatzung der GWI 2529 reagierte auf diese Anweisung um 08:36:48 UTC mit dem Funkspruch „*stand-by*“.
- Fünf Sekunden später, um 08:36:49 UTC, erfolgte die Frage *des radar executive* M2 „*please ah confirm maintain level two seven zero?*“. Diese Anwei-

sung kam für die Besatzung unerwartet, weil sie nicht der zu diesem Zeitpunkt freigegebenen Flugfläche 250 entsprach. Zudem kam diese Anweisung in fragender Form an, entsprach aber eigentlich einer Anweisung und wurde von der Besatzung auch als solche verstanden. Der Funkspruch verlangte von der Besatzung eine Interpretation, d.h. einen bewussten Denkvorgang um zu verstehen, was tatsächlich in dieser Situation von ihr verlangt wurde. Diese Besonderheit, zusammen mit der verlangten Kursänderung nach dem Wegpunkt ARSUT sowie dem gleichzeitigen aktiven Verkehrshinweis des TCAS führte zu einer hohen Arbeitsbelastung. Der Copilot in seiner Funktion als *pilot flying* schaltete den Autopiloten aus und führte das Flugzeug auf FL 270 in den Horizontalflug. Das Ausschalten des Autopiloten, um das Flugzeug so rasch als möglich in den Horizontalflug zu bringen zeigt, dass die Besatzung der Situation gewachsen war und rasch folgerichtige Massnahmen ergreifen konnte.

- Um 08:36:55 UTC bestätigte die Besatzung der GWI 2529 „*maintaining level two seven zero*“. Noch während der Übermittlung dieser Bestätigung und bevor der Autopilot wieder eingeschaltet werden konnte eskalierte die Situation weiter, indem um 08:36:57 UTC die *radar executive* M2 die Anweisung „*turn left by three zero degrees, due to traffic*“ erteilte und gleichzeitig das TCAS der GWI 2529 eine Ausweichenweisung „*maintain vertical speed, crossing, maintain*“ ausgab.
- Einige Sekunden später, um 08:37:07 UTC wiederholte die *radar executive* M2 die Anweisung noch einmal „*turn left immediately!*“. Ihr war zu diesem Zeitpunkt nicht bewusst, dass die GWI 2529 der *TCAS resolution advisory* folgte, unter anderem sicher auch deshalb, weil die Besatzung bis zu diesem Zeitpunkt, d.h. 10 Sekunden nach Auslösung der Ausweichenweisung, den für die Benachrichtigung der Flugsicherung erforderlichen Funkspruch „*TCAS RA*“ noch nicht abgesetzt hatte. Angesichts der hohen Arbeitsbelastung der Besatzung ist diese Verzögerung verständlich. Die Besatzung der GWI 2529 setzte zu diesem Zeitpunkt die Prioritäten gemäss dem anerkannten fliegerischen Grundsatz „*fly - navigate – communicate*“.
- Um 08:37:12 UTC bestätigte die Besatzung der GWI 2529 „*turning left, ah, we have a TCAS RA*“ und nutzte somit das Bestätigen dieser Anweisung dazu, eine aktive Ausweichenweisung zu melden. Damit war die *radar executive* M2 über diesen wesentlichen Umstand informiert und enthielt sich in der Folge weiterer Anweisungen bis zur Entschärfung der gefährlichen Annäherung.
- Um 08:37:25 UTC, d.h. 28 Sekunden nach Auslösung der ersten *TCAS resolution advisory*, änderte die Art der Ausweichenweisung auf „*increase descent, increase descend!*“. Die Besatzung folgte dieser Anweisung des TCAS entsprechend.
- Um 08:37:31 UTC befahl das TCAS der GWI 2529 einen *mode reversal*, das heisst die Umkehr der Ausweichrichtung. Auf das „*increase descent!*“ hin wurde nun eine Ausweichenweisung „*climb climb now, climb climb now!*“ ausgegeben. Ungefähr zu diesem Zeitpunkt passierten die beiden Flugzeuge den Punkt der nächsten Annäherung. Im Verlauf des Überganges in den Steigflug gab das TCAS um 08:37:39 UTC die Meldung „*clear of conflict*“ aus, d.h. der Abstand zwischen den beiden Flugzeugen war wieder zunehmend.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Besatzung des Fluges GWI 2529 den Anforderungen entsprechend ausgebildet und trainiert war und die vom TCAS verlangten Verhaltensmuster sofort abrufen und umsetzen konnte.

te. Sie folgte den Ausweichenweisungen des TCAS unverzüglich und im verlangten Mass.

2.2.2.2 Besatzung HHN 201

Die Besatzung der HHN 201 bestand aus zwei Piloten, welche beide über eine Ausbildung als Bordkommandant verfügten.

Gemäss Aussage der Besatzung bemerkte diese auf ihrer TCAS-Anzeige ein sich näherndes Flugzeug und wollte die Flugsicherung darauf aufmerksam machen, was aber aufgrund der starken Frequenzbelastung nicht möglich gewesen sei. Eine Analyse der Frequenzbelastung zeigt aber, dass die Frequenz des Sektors INSE in den letzten zwei Minuten vor dem schweren Vorfall zu weniger als der Hälfte der Zeit belegt war. Eine solche Meldung der Besatzung wäre unüblich gewesen und durch kein Verfahren verlangt worden. Eine Besatzung weiss in der Regel nicht, auf welche Flughöhe ein auf dem TCAS Display dargestelltes Flugzeug freigegeben ist und ob es nicht 1000 ft oder mehr über oder unter der für das eigene Flugzeug freigegebenen Flughöhe in den Horizontalflug übergeht.

Als das TCAS der HHN 201 einen Verkehrshinweis ausgab, schaltete die Besatzung den Autopiloten aus. Ein *traffic advisory* soll die Besatzung soweit alarmieren, als dass sie sich für ein aktives Ausweichmanöver vorbereitet. Das Ausschalten des Autopiloten allein auf einen Verkehrshinweis hin erhöht die Arbeitsbelastung der Besatzung unnötig und macht deshalb mit Blick auf eine umsichtige und sicherheitsbewusste Flugführung keinen Sinn.

Als um 08:36:59 UTC das TCAS der HHN 201 eine Ausweichenweisung „*climb crossing climb, climb crossing climb*“ auslöste, folgte die Besatzung der HHN 201 dieser Anweisung, leitete aber gemäss ihren Angaben aufgrund der Anzeige des TCAS *displays* gleichzeitig eine Linkskurve ein, welche das Flugzeug auf einen um 20 Grad veränderten Kurs hätte bringen sollen. Das sofortige Befolgen der *resolution advisory* in der vertikalen Achse war korrekt und bildet die Basis des Konzepts, welches dem TCAS zu Grunde liegt. Hingegen widerspricht es dem Grundkonzept des TCAS zusätzlich laterale Ausweichmanöver zu fliegen, ist doch dieses System darauf ausgelegt, als letztes Auffangnetz eine Kollision durch koordinierte Ausweichmanöver in der Vertikalen zu verhindern. Die Radarzeichnungen zeigen allerdings keine diesbezügliche Kursänderung.

Um 08:37:06 UTC d.h. sieben Sekunden nach Auslösung der ersten Ausweichenweisung des TCAS, wies der *radar executive* des Sektors Genf INSE die HHN 201 an unverzüglich abzusinken, indem er sie anwies „*descend immediately to flight level two six zero, descend immediately to flight level two six zero*“, was die Besatzung so bestätigte. Die Besatzung der HHN201 brach den vom TCAS weiterhin geforderten und im *vertical speed indicator* mittels optischer Anzeige verlangten Steigflug von 1500 – 2000 ft/min ab und ging in einen Sinkflug über. Die einen Steigflug verlangende *resolution advisory* war noch bis 08:37:31 UTC aktiv, d.h. die Besatzung der HHN 201 führte ihr Flugzeug von der Sinkflugaufforderung der Flugsicherung um 08:37:06 UTC an während 25 Sekunden entgegengesetzt zur Ausweichenweisung des TCAS, wobei die Anzeige des *vertical speed indicators* im roten Bereich eine zusätzliche Warnung bot. Durch dieses Verhalten, das Flugzeug gemäss den Anweisungen des Flugverkehrsleiters und im Widerspruch zu einer *resolution advisory* des TCAS zu fliegen, schaltete die Besatzung der HHN 201 de facto das TCAS als letztes Sicherheitsnetz aus, was dazu führte, dass die beiden Flugzeuge am *closest point of approach* einen vertikalen Abstand aufwiesen, welcher deutlich unter jenem lag, der durch das TCAS Konzept als Mindestabstand zugrunde gelegt wird.

Das Konzept des TCAS geht zudem davon aus, dass vom Eintreten einer TCAS *resolution advisory* die TCAS-Computer der involvierten Flugzeuge die Lösung des Problems, d.h. die jeweilige vertikale Ausweichrichtung sowie das Mass des vertikalen Ausweichmanövers über den Mode-S-Datalink untereinander koordinieren und die Flugsicherung, sobald sie über die Auslösung einer Ausweichanweisung informiert ist, keinen Einfluss mehr nimmt. Die Besatzung der HHN 201 bestätigte im Zeitraum von der Auslösung der TCAS *resolution advisory* um 08:36:59 UTC zweimal Anweisungen der Flugsicherung, welche einerseits der Ausweichanordnung des TCAS entgegen liefen und andererseits die Möglichkeit geboten hätten, die Bemerkung „TCAS RA“ anzubringen und somit die Flugsicherung darauf aufmerksam zu machen, dass die Zuständigkeit zur Sicherstellung der Separation nun an die Flugbesatzungen übergegangen war und diese daran waren den TCAS-Anweisungen zu folgen.

Bemerkenswerterweise unterschritt die Besatzung der HHN 201 im Verlaufe des Sinkfluges, welcher entgegen einer aktiven, einen Steigflug verlangenden TCAS *resolution advisory* durchgeführt wurde, die vom *radar executive* des Sektors Genf INSE angewiesene Höhe von FL260 um ca. 400 ft.

Ab 08:37:31 UTC, dem Zeitpunkt des *mode reversals*, wies das TCAS der HHN 201 diese mit einer RA vom Typ „*monitor vertical speed*“ an, mit der aktuellen Sinkrate weiter zu sinken, was die Besatzung, welche das Flugzeug bereits in den Sinkflug gesteuert hatte, so ausführte.

Um 08:37:38 UTC gab das TCAS der HHN 201 „*clear of conflict*“ aus und um 08:37:43 UTC meldete die Besatzung der Flugsicherung „*now at level 250, request further*“.

Die Besatzung der HHN 201 bestand aus zwei Kadermitgliedern der Firma Hahn Air, die unter anderem auch für die Erstellung und die Umsetzung der den Flugbetrieb regelnden Vorschriften wie z.B. dem OM A zuständig waren. In diesem OM A sind weite Teile, welche den Umgang mit TCAS regeln, durch Auszüge aus dem *ACAS II Bulletin Nr. 5* der europäischen Flugsicherungsorganisation Eurocontrol dokumentiert (Anlage 1 und Kapitel 1, 1.9.1.2). In diesem Bulletin wird der Zusammenstoss von zwei Flugzeugen über Überlingen/Deutschland im Jahr 2002 thematisiert. Zu diesem Unfall hat unter anderem geführt, dass eine der involvierten Besatzungen nicht einer TCAS *resolution advisory* gefolgt war, sondern den entgegelaufenden Anweisungen der Flugsicherung.

Mit Blick auf ihre Zuständigkeit bezüglich dieses wichtigen Betriebshandbuches, kann als sicher angenommen werden, dass den Flugbesatzungsmitgliedern der HHN 201 die relevanten Textboxen des OM A

- „*Pilots shall follow the RA even if there is a conflict between the RA and an ATC instruction to manoeuvre*“

und

- „*Pilots shall not manoeuvre in the opposite sense of an RA*“

zum Zeitpunkt der gefährlichen Annäherung zumindest mental bekannt waren. Trotzdem zeigt der schwere Vorfall eindrücklich, dass sie nicht in der Lage waren, auf diese Kenntnisse zurückzugreifen und diese in zielgerichtete Handlungen umzusetzen. Der Grund für diese Unfähigkeit kann nicht bei einem Überraschungsmoment oder einer unzureichenden mentalen Vorbereitung zu finden sein, denn diese einfachen Reaktionsmuster sind geradezu darauf ausgelegt, dass sie aus der Überraschung heraus zuverlässig und zeitgerecht abgerufen werden können. Vielmehr deutet alles darauf hin, dass die Besatzung der HHN 201 grundsätzlich nur ungenügend mit dem Umgang mit TCAS vertraut war.

Auch wenn das für die periodischen Leistungsüberprüfungen eingesetzte Trainingscenter bescheinigte, dass die Besatzung der HHN 201 im Simulator mehrfach mit TCAS Szenarien konfrontiert worden sei, stellte sich dieses Training im Lichte des vorliegenden schweren Vorfalls als wirkungslos heraus.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Beide Flugzeuge waren zum Verkehr nach IFR zugelassen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel, die den Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

3.1.2 Besatzung

- Die Piloten besaßen die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen der Piloten während des Vorfalles vor.
- Die Besatzung der GWI 2529 hatte zu keiner Zeit Sichtkontakt mit der HHN 201
- Die Besatzung der HHN 201 konnte die von links nach rechts und von oben nach unten kreuzende GWI 2529 erkennen

3.1.3 Mitarbeiter der Flugsicherung

- Die Flugverkehrsleiter besaßen die für die Ausübung ihrer Tätigkeit notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen der Flugverkehrsleiter zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles vor.

3.1.4 Flugverlauf

- Zwischen 08:33:45 UTC und 08:36:19 UTC erhielt die HHN 201 im Sektor INSE sukzessive Freigaben zum Steigflug auf FL 270.
- Um 08:34:10 UTC erhielt die GWI 2529 im Sektor L12 in Genf die Freigabe zum Absinken von FL 320 auf FL 250.
- Um 08:34:19 UTC erfolgte die Eingabe der Flugfläche 250 in das Flugführungssystem des Flugzeuges Airbus A319 mit der Flugnummer GWI 2529.
- Um 08:35:01 UTC wurde die GWI 2529 angewiesen, sich auf der Frequenz des Sektors M2 der ACC Zürich zu melden.
- Um 08:35:18 UTC meldete sich die GWI 2529 erstmals im Sektor M2 in Zürich mit der Meldung: „... *descending level two five zero*“.
- Um 08:36:47 UTC forderte der Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 in Genf den Flugverkehrsleiter RP des Sektors M2 in Zürich auf, den Sinkflug der GWI 2529 zu stoppen: „*Stop den Germanwings two five two niner, unser hotel hotel november geht auf zwei siebzig*“. Der Flugverkehrsleiter RP des Sektors M2 informierte daraufhin den Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 in Genf, dass die ACC Zürich den GWI 2529 nach links drehen lassen werde.
- Um 08:36:49 UTC rief die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 die GWI 2529 mit der Frage auf: „...*confirm maintain level two seven zero?*“.
- Um 08:36:52 UTC löste das STCA in Zürich einen Alarm aus.
- Um 08:36:57 UTC löste das TCAS der GWI 2529 eine *corrective resolution advisory* aus.

- Um 08:36:57 UTC wies die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 die GWI 2529 an, den Steuerkurs um 30° nach links zu ändern. Von der Besatzung der GWI 2529 erfolgte keine Antwort.
- Um 08:36:59 UTC löste das STCA in den Sektoren INSE und L12 in Genf einen Alarm aus.
- Um 08:36:59 UTC löste das TCAS der HHN 201 eine *corrective resolution advisory* aus.
- Um 08:36:59 UTC telefonierte der Flugverkehrsleiter RP des Sektors L12 an den Flugverkehrsleiter RP des Sektors INSE und forderte ihn auf, die HHN 201 unverzüglich nach links zu drehen: „*Hotel, hotel, november, à gauche, à gauche, toute de suite!*“
- Um 08:37:07 UTC erteilte die Flugverkehrsleiterin RE des Sektors M2 nochmals die Anweisung an die GWI 2529 nach links wegzudrehen „*Germanwings two five two niner turn left immediately*“.
- Um 08:37:08 UTC erhielt die HHN 201 vom Flugverkehrsleiter RE des Sektors INSE die Weisung unverzüglich auf FL 260 abzusinken.
- Die Besatzung der HHN 201 leitete einen Sinkflug auf FL 260 ein, während dem die TCAS *resolution advisory* „*Climb, crossing, climb*“ weiterhin aktiv war.
- Um 08:37:12 UTC bestätigte die Besatzung der GWI 2529 das Einleiten einer Linkskurve „*Turning left, ah, we have a TCAS RA, Germanwings two five two niner*“ und informierte die Flugverkehrsleitung des Sektors M2 der ACC Zürich, dass sie einer TCAS Ausweichanweisung folge „...*we have a TCAS RA, ...*“
- Um 08:37:18 UTC erhielt die HHN 201 vom Flugverkehrsleiter RE des Sektors INSE die Weisung den Steuerkurs nach rechts auf 320° zu ändern.
- Um 08:37:25 UTC erhielt die HHN 201 vom Flugverkehrsleiter RE des Sektors INSE die Weisung den Aufforderungen des TCAS zu folgen.
- Um 08:37:31 UTC änderten die TCAS-Computer der beiden beteiligten Flugzeuge die Ausweichrichtungen.
- Um 08:37:39 UTC gaben die TCAS Computer der beiden beteiligten Flugzeuge die Meldung „*clear of conflict*“ aus.

3.1.5 Rahmenbedingungen

- Die Luftwaffe führte zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls eine Übung durch, was für die zivile Flugsicherung zu Einschränkungen und zu einer erhöhten Arbeitslast führte.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den schweren Vorfall.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Flugsicherung einem Flugzeug eine Freigabe erteilte, die zu einer gefährlichen Annäherung mit einem anderen Flugzeug führte. Der Umstand, dass eine der Flugbesatzungen anschliessend die Ausweichenweisungen des *traffic alert and collision avoidance systems* (TCAS) nur anfänglich befolgte und stattdessen den Anweisungen der Flugverkehrsleitung folgte, führte dazu, dass die Annäherung eine hohe Kollisionsgefahr aufwies.

Als ursächlich für den schweren Vorfall wurden die folgenden Faktoren ermittelt:

- Der Flugverkehrsleiter gab die für diesen Flug vorgesehene Flugfläche als Freigabe in das System der Flugsicherung ein, erteilte aber per Funk eine andere Sinkflugfreigabe.
- Keiner der fünf Flugverkehrsleiter, die sich mit der Führung des betreffenden Flugzeuges befassten, bemerkte die Diskrepanz zwischen der Sinkflugfreigabe im System und der über Funk übermittelten Flughöhe.
- Die Flugbesatzung befolgte die Anweisung der Flugverkehrsleitung statt der anderslautenden Ausweichenweisung des TCAS weiter zu folgen.

Die Entstehung des schweren Vorfalls wurde durch die folgenden Faktoren begünstigt:

- Eine Übung der Luftwaffe führte bei der zivilen Flugsicherung zu einer erhöhten Arbeitslast und einer erschwerten Übersicht.
- Die Verwendung einer nicht-standardgemässen Phraseologie durch die Flugverkehrsleitung.

Die folgenden Faktoren haben systemisch zur Entstehung des schweren Vorfalls beigetragen:

- Der Flugsicherung stand kein technisches Sicherheitsnetz zur Verfügung, welches in der Lage gewesen wäre, den Arbeitsfehler eines Flugverkehrsleiters rechtzeitig anzuzeigen.
- Arbeitsabläufe bei der Flugsicherung, welche durch Routine begünstigte Arbeitsfehler schwer erkennbar machte.

4 Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der ICAO richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, welche darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl ist jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen (VFU) bezüglich der Umsetzung folgende Regelung vor:

„Art. 32 Sicherheitsempfehlungen

¹ Das UVEK richtet, gestützt auf die Sicherheitsempfehlungen in den Berichten der SUST sowie in den ausländischen Berichten, Umsetzungsaufträge oder Empfehlungen an das BAZL.

² Das BAZL informiert das UVEK periodisch über die Umsetzung der erteilten Aufträge oder Empfehlungen.

³ Das UVEK informiert die SUST mindestens zweimal jährlich über den Stand der Umsetzung beim BAZL.“

4.1 Sicherheitsempfehlungen

4.1.1 Sicherheitsdefizit

Ein Flugverkehrsleiter in der Bezirksleitstelle Genf erteilte der Besatzung eines Fluges auf FL 320 unter seiner Kontrolle eine Freigabe für einen Sinkflug auf FL 250. Gleichzeitig gab er FL 280 in sein System ein, was der zwischen den Bezirksleitstellen koordinierten Übergabehöhe entsprach. Weder er noch seine Kollegen am Sektor bemerkten die Diskrepanz zwischen der über Funk erteilten und der ins System eingegebenen Flughöhe. Die Besatzung gab die über Funk erteilte Freigabe korrekt in ihr System ein und meldete sich kurz darauf bei der Bezirksleitstelle Zürich im Sinkflug auf FL 250. Die beiden Flugverkehrsleiter in Zürich erwarteten den Flug auf FL 280 und bemerkten nicht, dass die Besatzung FL 250 meldete. In der Folge kam es zu einer gefährlichen Annäherung mit einem Flug der sich in entgegengesetzter Richtung im Steigflug auf FL 270 befand.

Beide Flugzeuge waren mit einem Transponder ausgerüstet, welcher unter anderem die im System des Flugzeuges eingestellte Flughöhe an die Radarstationen übermittelte. Diese Daten können jedoch bislang von der schweizerischen Flugsicherung aus technischen Gründen nicht genutzt werden, um die in das System der Flugverkehrsleitung eingegebene Höhenfreigabe mit derjenigen in das System des Flugzeuges eingegeben zu vergleichen und im Falle einer Diskrepanz einen Alarm auszulösen.

4.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 462

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte sicherstellen, dass in der schweizerischen Flugsicherung ein System implementiert wird, welches in der Lage ist, bei einer Diskrepanz zwischen der Höhenfreigabe der Flugsicherung (*cleared flight level*), und der Einstellung im Luftfahrzeug (*selected altitude*), einen Alarm auszulösen.

4.2 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.2.1 Umgang mit Mitarbeitern nach einem schweren Vorfall

Unmittelbar nach dem schweren Vorfall wurde der Flugverkehrsleiter RE des Sektors L12 abgelöst und anschliessend bis zum 5. Juli 2011 vom Dienst suspendiert. In dieser Zeit trat er einen bereits geplanten Urlaub an. Nach seiner Rückkehr nahm er die Arbeit am 6. Juli 2011 mit einem *coach* wieder auf und arbeitete drei Tage, bevor er am 9. Juli 2011 eine Leistungsüberprüfung absolvierte, die er aber aufgrund von sicherheitsrelevanten Ereignissen nicht bestand. In der Folge wurde der betroffene Flugverkehrsleiter nachgeschult und nach Bestehen der entsprechenden Leistungsüberprüfung wieder in seiner angestammten Funktion eingesetzt. Im Rahmen der Untersuchung des schweren Vorfalles vom 15. März 2011 war festgestellt worden, dass die Prozesse von Skyguide bezüglich dem Umgang mit Mitarbeitern, die an Unfällen und schweren Vorfällen beteiligt waren, sicherheitskritische Mängel aufweisen, so dass sich die SUST gezwungen sah, diesbezüglich eine Sicherheitsempfehlung auszusprechen (vgl. Schlussbericht Nr. 2136). Im vorliegenden Fall wurde das seither eingeführte Verfahren erstmals versuchsmässig angewendet und es entsteht der Eindruck, dass damit gegenüber früher eine Verbesserung erzielt werden konnte.

4.2.2 Sicherheitsnetze

Die schweizerische Flugverkehrsleitung Skyguide ist in einer fortgeschrittenen Projektphase mit dem Ziel *Mode S Enhanced Surveillance* zu verwirklichen. Ein erster Schritt dazu war die Einführung einer Überwachungshilfe, *monitoring aid*, im Juni 2012, welche die im Flugzeug eingestellte Flughöhe in der entsprechenden Etikette auf dem Radarbild darstellt.

Payerne, 17. Juli 2013

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle

Dieser Schlussbericht wurde von der Geschäftsleitung der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 3 Abs. 4g der Verordnung über die Organisation der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle vom 23. März 2011).

Bern, 17. Oktober 2013

Anlagen

Anlage 1: Auszug aus dem ‚ACAS Bulletin Nr.5‘ vom Oktober 2004



Event 1: Mid-air collision near Überlingen

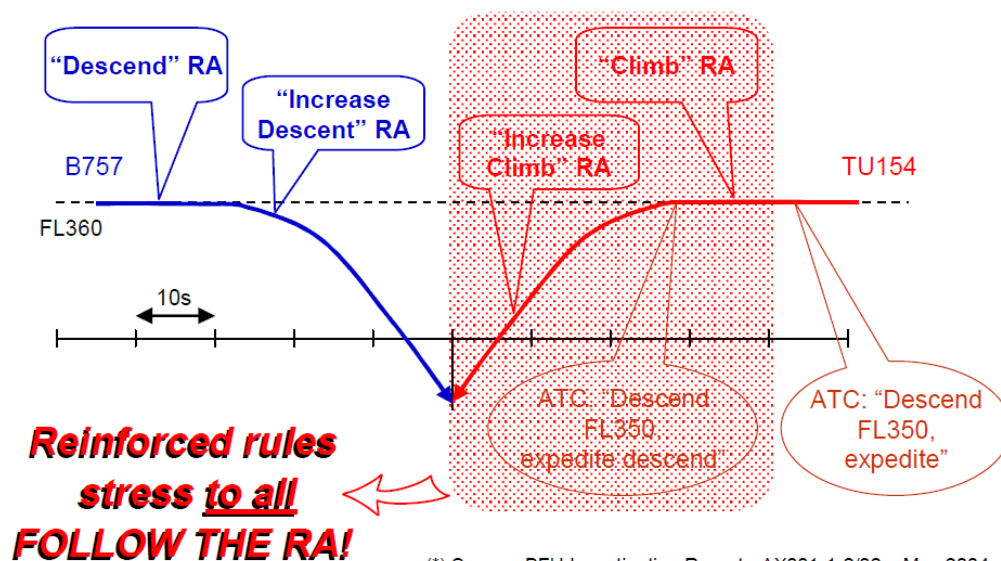
A B757, heading North, and a TU154, heading West, are level at FL360 in confliction on crossing tracks.

The controller instructs, late, the TU154 to expedite descent to FL350. As the flight crew starts to descend, a “Climb” RA is triggered by TCAS II. **Despite the “Climb” RA, the TU154 flight crew continues to descend** in accordance with their operations manual (the TCAS description wording was such that ATC instruction had the highest priority in collision avoidance).

A coordinated “Descend” RA is generated in the B757. The flight crew responds correctly and follows the RA. As the descent starts, the B757 TCAS strengthens to an “Increase Descent” RA, which is also correctly followed by the flight crew.

Because the TU154 flight crew has not acknowledged his instruction, **the controller repeats the instruction to expedite descent to FL350.** This time, the flight crew acknowledges and increases the rate of descent. **Despite an “Increase Climb” RA, the TU154 flight crew continues to descend** and the aircraft collide at 34890 ft.

The investigation of the accident by BFU (*) concluded that **one of the two immediate causes is that the TU154 flight crew manoeuvred in the opposite sense of the TCAS “Climb” RA** as they descended in response to the controller instruction. This is shown in the diagram below.



(*) Source: BFU Investigation Report - AX001-1-2/02 – May 2004

Anlage 1, Fortsetzung

Editorial

Recent experience, including the lessons from the Überlingen mid-air collision, confirms that ICAO standard ACAS operational procedures needed to be reinforced. Revised ACAS procedures and pilot training guidelines are now included in ICAO PANS-OPS Doc 8168. Other ICAO documentation, including PANS-ATM Doc 4444, is also being reviewed to ensure consistency and completeness.

In Europe, complementary action is being taken by JAA to ensure that JAR-OPS ACAS provisions and associated guidance material are in line. Furthermore, the Strategic Safety Action Plan (SSAP) requires, as a high priority, action to be taken by aviation regulatory authorities, air navigation service providers, and airspace users to confirm that these ACAS regulations and procedures are correctly implemented and applied. IATA and other airspace user organisations support these initiatives. Every effort must be made to ensure that the relevant operations manuals include up-to-date ACAS procedures, and that appropriate training is provided to ensure that pilots and controllers are able to apply these standard ACAS procedures consistently.

The ACAS II equipment, known as TCAS II, is an independent airborne safety net. Nevertheless, to ensure that its operational effectiveness is maximised, both pilots and controllers need to understand ACAS II operational principles, and correctly apply the standard operational procedures.

*John Law
Acting Mode S and ACAS
Programme Manager,
EUROCONTROL
October 2004*

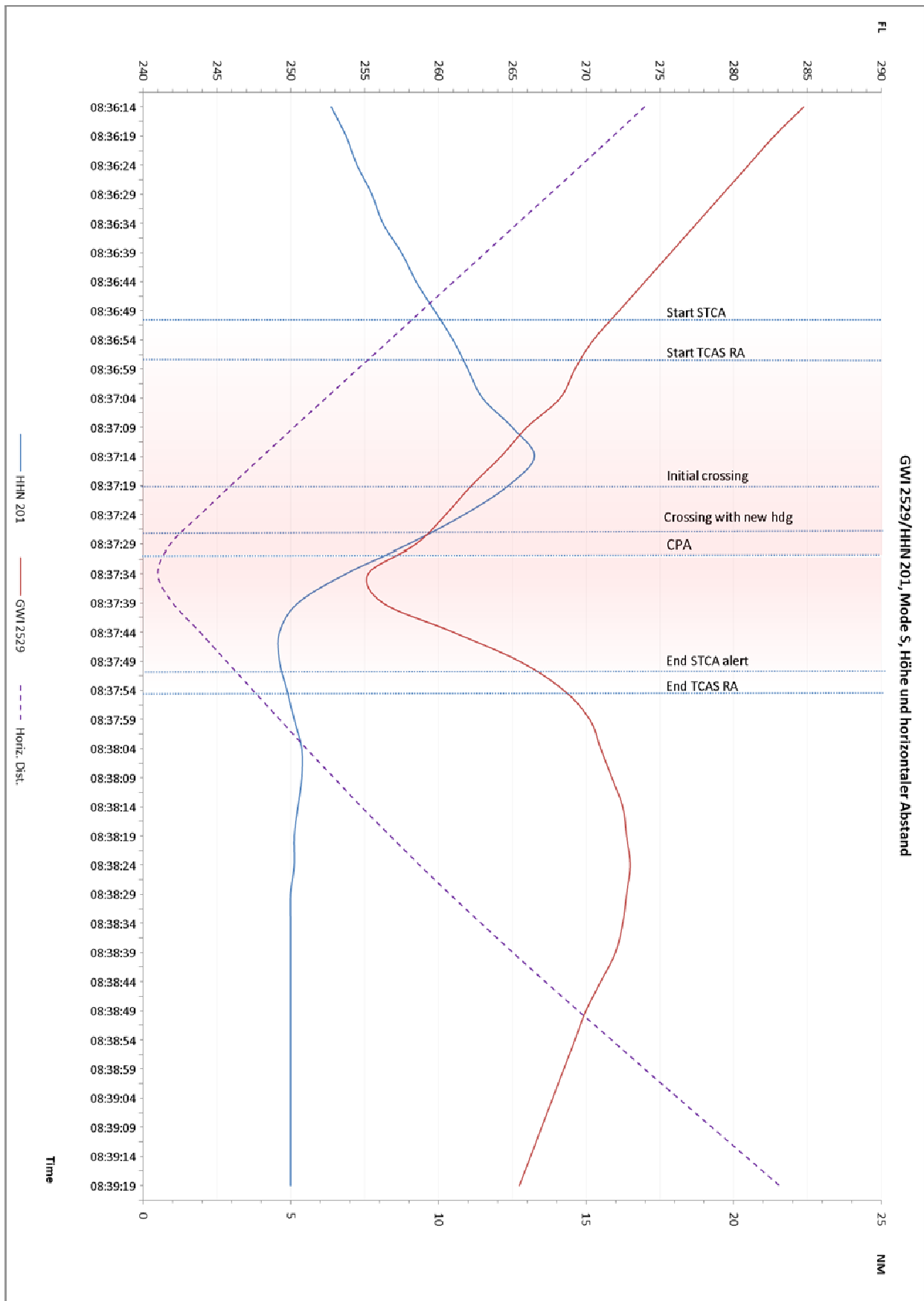
Regulation context for the RA procedure

Following a near accident in Japan, ICAO took action to revise PANS-OPS; at the time of the Überlingen accident, this work was in progress.

In late 2003, a revised version of the PANS-OPS - Doc 8168 was published. It strengthens and clarifies provisions in ICAO documentation concerning the operation of ACAS II, particularly provisions on pilot responses to RAs.

The only correct way to implement this new regulation is through training. Therefore, it is imperative that the ACAS training of both controllers and pilots is made a priority.

Anlage 2: Mode S, Höhe und horizontaler Abstand



Anlage 3: STCA log, vertikale und horizontale Abstände

