



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. 2208

der Schweizerischen

Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall (Fastkollision)

zwischen dem Flugzeug Airbus A340-313,
HB-JMN, unter Flugplankennzeichen SWR 39

und dem Segelflugzeug ASW 20, HB-1519

vom 11. August 2012

in der TMA LSZH 2, 17 NM nordwestlich des
Flughafens Zürich

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 ist das Original und daher 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	6
Untersuchung	7
Kurzdarstellung	7
Ursachen	7
Sicherheitsempfehlungen	9
1 Sachverhalt	10
1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls	10
1.1.1 Allgemeines.....	10
1.1.2 Vorgeschichte.....	10
1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls.....	10
1.1.4 Ort des schweren Vorfalls.....	13
1.2 Angaben zu Personen	13
1.2.1 Besatzung SWR 39.....	13
1.2.1.1 Kommandant.....	13
1.2.1.1.1 Flugerfahrung.....	14
1.2.1.1.2 Besatzungszeiten.....	14
1.2.1.2 Copilot 1.....	14
1.2.1.2.1 Flugerfahrung.....	14
1.2.1.2.2 Besatzungszeiten.....	15
1.2.1.3 Copilot 2.....	15
1.2.1.3.1 Flugerfahrung.....	15
1.2.1.3.2 Besatzungszeiten.....	15
1.2.1.3.3 Zusätzliche Angaben.....	16
1.2.2 Besatzung Segelflugzeug.....	16
1.2.2.1 Pilot.....	16
1.2.2.1.1 Flugerfahrung.....	16
1.2.2.1.2 Zusätzliche Angaben.....	16
1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung.....	17
1.2.3.1 Flugverkehrsleiter.....	17
1.2.3.1.1 Allgemeines.....	17
1.2.3.1.2 Zusätzliche Angaben.....	17
1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen	18
1.3.1 Luftfahrzeug 1.....	18
1.3.2 Luftfahrzeug 2.....	18
1.3.2.1 Allgemeines.....	18
1.3.2.2 Cockpitausrüstung.....	19
1.4 Meteorologische Angaben	19
1.4.1 Allgemeine Wetterlage.....	19
1.4.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls.....	19
1.4.3 Astronomische Angaben.....	20
1.4.4 Webcambilder.....	20
1.5 Angaben zum Flughafen	21
1.5.1 Luftraumstruktur.....	21
1.5.1.1 Allgemeines.....	21
1.5.1.2 Flughafen Zürich.....	21
1.5.1.3 Segelflugplätze unter der TMA LSZH 1 und TMA LSZH 2.....	22
1.5.2 Flugverkehrsleitstelle Zürich.....	22
1.5.2.1 Anflugleitstelle.....	22
1.5.2.2 Arbeitsplätze.....	23
1.5.2.3 Arbeitsplatz FIN.....	24
1.6 Warnsysteme	25

1.6.1	Luftfahrzeugseitige Warnsysteme.....	25
1.6.1.1	Verkehrsflugzeug.....	25
1.6.1.2	Segelflugzeug.....	25
1.6.2	Bodenseitige Warnsysteme.....	25
1.7	Angaben zu verschiedenen Organisationen.....	26
1.7.1	Flugbetriebsunternehmen Swiss International Air Lines.....	26
1.7.2	Flugsicherungsunternehmen Skyguide.....	26
1.7.2.1	Anticipated Clearances.....	26
1.7.3	Segelflugbetrieb auf dem Segelfluggelände Bohlhof.....	27
1.7.3.1	Allgemeines.....	27
1.7.3.2	Segelflugpilot und Segelfluggemeinschaft Bohlhof e.V.....	27
1.8	Systemische Untersuchungen.....	28
1.8.1	Allgemeines.....	28
1.8.2	Anflüge mit dem Flugzeugmuster A340 zwischen dem 8. und 15. August 2012.....	28
1.8.3	Anflüge mit beliebigen Flugzeugmustern zwischen dem 1. und 7. Dezember 2012.....	29
1.8.4	Auswertung von Loggerdaten weiterer Segelflugzeuge.....	30
1.8.5	Weitere gefährliche Annäherungen.....	30
2	Analyse.....	32
2.1	Technische Aspekte.....	32
2.1.1	Allgemeines.....	32
2.1.2	Ausrüstung des Segelflugzeuges.....	32
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte.....	33
2.2.1	Allgemeines zu "see and avoid".....	33
2.2.2	Besatzung SWR 39.....	33
2.2.3	Segelflugpilot.....	34
2.2.3.1	Fliegerisches Verhalten.....	34
2.2.3.2	Meldepflicht.....	35
2.2.4	Betrieb von Segelflugzeugen.....	35
2.2.5	Flugverkehrsleitung.....	36
2.2.5.1	Persönlichkeitsfaktoren des Flugverkehrsleiters.....	36
2.2.5.2	Handlungen und Vorgänge.....	37
2.2.5.3	Systemische Aspekte.....	38
3	Schlussfolgerungen.....	41
3.1	Befunde.....	41
3.1.1	Technische Aspekte.....	41
3.1.2	Besatzungen.....	41
3.1.3	Mitarbeiter der Flugsicherung.....	41
3.1.4	Verlauf des schweren Vorfalls.....	41
3.1.5	Rahmenbedingungen.....	42
3.1.6	Organisatorische Aspekte.....	42
3.2	Ursachen.....	43
4	Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....	44
4.1	Sicherheitsempfehlungen.....	44
4.1.1	Allgemeines.....	44
4.1.2	Sicherheitsempfehlungen bezüglich Luftraumstruktur und Transponder.....	45
4.1.2.1	Sicherheitsdefizit.....	45
4.1.2.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 466.....	45
4.1.3	Sicherheitsempfehlungen beim Umgang mit Luftraumverletzungen.....	46
4.1.3.1	Sicherheitsdefizit.....	46
4.1.3.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 467.....	47
4.1.3.3	Sicherheitsempfehlung Nr. 468.....	47
4.1.4	Sicherheitsempfehlung zu einer Arbeitsweise bei der Flugsicherung.....	47
4.1.4.1	Sicherheitsdefizit.....	47

4.1.4.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 483.....	48
4.1.5	Sicherheitsempfehlung zur Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich.....	48
4.1.5.1	Sicherheitsdefizit.....	48
4.1.5.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 484.....	49
4.2	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....	49
4.2.1	Durch die Segelfluggemeinschaft Bohlhof.....	49
4.2.2	Durch das Flugsicherungsunternehmen Skyguide.....	49
Anlagen	51
Anlage 1:	Radaraufzeichnung des Flugweges der SWR 39	51
Anlage 2:	Flugweg der beiden Flugzeuge	52
Anlage 3:	Dreidimensionale Flugwege der beiden beteiligten Flugzeuge	53
Anlage 4:	Gefährliche Annäherung.....	54
Anlage 5:	Erkennbarkeit von Luftfahrzeugen	55
Anlage 6:	Radardatenaufzeichnung der SWR 39 während des Anfluges	56
Anlage 7:	Kontrollzone und Nahkontrollbezirke (TMA) rund um Zürich	57
Anlage 8:	Einteilung der Kontrollzone Zürich.....	58
Anlage 9:	Reservearbeitsplatz im APP (identisch mit Arbeitsplatz FIN)	59
Anlage 10:	Vertikaler Flugweg der SWR 39 ab FL 100	60
Anlage 11:	Vertikaler Flugweg der SWR 39 zwischen 7000 und 3000 ft QNH.....	61
Anlage 12:	Freigabe zum Sinkflug nach 4000 ft QNH	62
Anlage 13:	Vertikaler Flugweg von SWR 39 und 26 anderen Flugzeugen	63
Anlage 14:	Höhen beim Übergang der 26 Flüge von TMA LSZH 2 in TMA LSZH 1	65
Anlage 15:	Flughöhen der 1714 untersuchten Flüge	66
Anlage 16:	Laterale Flugwege SWR 169R und SWR 1801	68

Schlussbericht

Zusammenfassung

Luftfahrzeug 1	
Eigentümer	Maple Leaf Leasing 8 Limited, Cayman Islands
Halter	Swiss International Air Lines Limited, Schweiz
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	Airbus A340-313
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-JMN
Kommerzielle Flugnummer	LX 39
Flugplankennzeichen	SWR 39
Funkrufzeichen	<i>Swiss three niner</i>
Flugregeln	Instrumentenflugregeln (<i>instrument flight rules – IFR</i>)
Betriebsart	Linienflug
Abflugort	San Francisco (KSFO)
Bestimmungsort	Zürich (LSZH)
Luftfahrzeug 2	
Eigentümer	Privat
Halter	Privat
Hersteller	Alexander Schleicher GmbH & Co. Segelflugzeugbau
Luftfahrzeugmuster	ASW 20
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-1519
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>visual flight rules – VFR</i>)
Betriebsart	Übungsflug
Abflugort	Segelfluggelände Bohlhof D
Bestimmungsort	Segelfluggelände Bohlhof D
Ort	17 NM nordwestlich des Flughafens Zürich, deutsches Hoheitsgebiet
Datum und Zeit	11. August 2012, 13:32 UTC
ATS-Stelle	<i>Zurich Final</i> (FIN)
Luftraum	Klasse C
Geringster Abstand der beiden Luftfahrzeuge (gemäss Auswertungen der beiden Flugwege)	Annähernd auf gleicher Höhe, horizontal rund 260 m
Airprox-Kategorie	ICAO-Kategorie A (hohes Kollisionsrisiko)

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 11. August 2012 um 13:32 UTC. Die Meldung traf am 13. August 2012 bei der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) ein. Nach Vorabklärungen, wie sie für diese Art von schwerem Vorfall üblich sind, eröffnete die SUST am 7. September 2012 eine Untersuchung. Dies nachdem ihr die Deutsche Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) die Untersuchung dieses Ereignisses übertragen hatte. Die BFU ernannte einen bevollmächtigten Vertreter, der mit seinen Beratern an der Untersuchung mitwirkte.

Der Schlussbericht wird von der SUST veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Am 11. August 2012 befand sich ein Verkehrsflugzeug des Musters Airbus A340-313, eingetragen als HB-JMN, auf einem Linienflug von San Francisco nach Zürich. Nach einem ereignislosen Flug erhielt die Besatzung vom Flugverkehrsleiter *Zurich Final* (FIN) um 13:32:04 UTC die Freigabe, auf 4000 ft QNH abzusinken. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Luftraum der Klasse C im Nahkontrollbezirk (*terminal control area – TMA*) LSZH 2 auf einer Höhe von 6000 ft QNH, mit einer angezeigten Fluggeschwindigkeit von 245 Knoten (*knots indicated airspeed – KIAS*) und mit einer Sinkrate von 2500 ft/min.

Ein Segelflugzeug des Musters ASW 20, eingetragen als HB-1519, das um 12:59 UTC vom Segelfluggelände Bohlhof zu einem Übungsflug gestartet war, befand sich gleichzeitig an der südlichen Grenze in der TMA LSZH 2, auf einer Höhe von etwas über 4700 ft QNH.

Ein dritter Pilot der A340-313, der sich auf dem mittleren Beobachtersitz im Cockpit befand, sah während des Eindrehens in die Ebene des Landekurssenders überraschend dieses Segelflugzeug auf Kollisionskurs in gleicher Höhe. Er warnte die beiden mit der Flugführung betrauten Piloten, die ein markantes Ausweichmanöver einleiteten. Die Aufzeichnungen zeigen eine maximale Querlage von 36 Grad nach links und eine Vergrößerung der Längsneigung um rund fünf Grad, was eine Normalbeschleunigung von 1.6 g erzeugte. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt immer noch im Luftraum der Klasse C der TMA LSZH 2. Die Flughöhe betrug 4700 ft QNH, die Sinkrate 350 ft/min und die Geschwindigkeit 248 KIAS.

Gemäss Aufzeichnungen der beiden Flugwege passierten sich die beiden Luftfahrzeuge auf annähernd gleicher Höhe mit einem Abstand von rund 260 Meter.

Der Flugverkehrsleiter konnte das Segelflugzeug zu keinem Zeitpunkt wahrnehmen, da dieses nicht mit einem Transponder ausgerüstet war und somit vom Radar nicht erfasst werden konnte. Aus dem gleichen Grund sprachen die Sicherheitsnetze am Boden und in der Luft nicht an.

Nach dem Ausweichmanöver landete die SWR 39 um 13:38 UTC auf der Piste 14 in Zürich. Das Segelflugzeug setzte seinen Flug fort und landete um 13:59 UTC auf dem Segelfluggelände Bohlhof.

Ursachen

Diese Fastkollision ist darauf zurückzuführen, dass sich ein Segelflugzeug ohne entsprechende Freigabe in einem Luftraum der Klasse C befand, in dem ein Verkehrsflugzeug unterhalb der zulässigen Flughöhe für Instrumentenflüge (*minimum radar vector altitude*) geführt wurde.

Als direkte Ursache dieser Fastkollision wurden folgende Faktoren ermittelt:

- Fehlendes Risikobewusstsein des Segelflugpiloten.

- Der Flugverkehrsleiter erteilte eine Sinkflugfreigabe auf eine Höhe, die im Luftraum, in dem diese Freigabe erfolgte, unter der niedrigsten zulässigen Flughöhe für Instrumentenflüge lag, ohne dabei zu überwachen, dass diese Flughöhe nicht unterschritten wurde.

Als systemische Ursache wurde folgender Faktor ermittelt:

- Das Fehlen eines für Segelflugzeuge, Verkehrsflugzeuge und Flugsicherung kompatiblen Sicherheitssystems, das vor einer gefährlichen Annäherung hätte warnen können.

Als beitragender systemischer Faktor wurde Folgendes ermittelt:

- Das Flugsicherungsunternehmen erkannte nicht, dass bei erteilten Sinkflugfreigaben unter die *minimum radar vector altitude* diese gelegentlich unterschritten wurde.

Die folgenden Faktoren wurden weder als ursächlich noch als beitragend, aber als systemisch risikoreich erkannt (*factors to risk*):

- Die Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich ist komplex, was sie in der Benutzung durch Flugbesatzungen und für die Bewirtschaftung durch die Flugverkehrsleiter anspruchsvoll macht.
- Die Lufträume um den Flughafen Zürich mit ihrer vertikalen Ausdehnung sind so ausgelegt, dass auch verhältnismässig kleine Fehler bereits zu gefährlichen Situationen führen können.

Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung wurden fünf Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen.

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organization* – ICAO) richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, die 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 Verlauf wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, der Radardaten, der Flugdaten der SWR 39, der Aufzeichnungen aus dem Kollisionswarnsystem FLARM des Segelflugzeuges sowie die Aussagen von Besatzungsmitgliedern und des betroffenen Flugverkehrsleiters verwendet.

Der Flug der SWR 39 wurde nach Instrumentenflugregeln (*instrument flight rules* – IFR) und der Flug des Segelflugzeuges nach Sichtflugregeln (*visual flight rules* – VFR) durchgeführt.

Der schwere Vorfall ereignete sich im Sektor *Swiss radar area east* im Zuständigkeitsbereich des Flugverkehrsleiters *Zurich Final* (FIN). Der Sprechfunkverkehr fand auf der Frequenz von 125.325 MHz statt.

1.1.2 Vorgeschichte

Beim Flug SWR 39 handelte es sich um einen Linienflug von San Francisco (KSFO) nach Zürich (LSZH). Die Flugbesatzung bestand aus einer *augmented flight crew*¹, d.h. einem Kommandanten und zwei Copiloten. Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles war der Kommandant als assistierender Pilot (*pilot not flying* – PNF) und der Copilot 1 als fliegender Pilot (*pilot flying* – PF) eingesetzt. Der Copilot 2 hatte ungefähr 20 Minuten vor der Landung auf dem mittleren Beobachtersitz Platz genommen, um den Anflug im Cockpit mitzuverfolgen.

Beim Segelflugzeug handelte es sich um ein einsitziges Flugzeug für den Leistungssegelflug. Der Pilot führte einen Übungsflug ab dem Segelfluggelände Bohlhof durch.

In der Anflugeitstelle (*approach* – APP) Zürich waren zur Zeit des schweren Vorfalles alle fünf Arbeitsplätze besetzt. Es lagen keine technischen Einschränkungen vor. Nach Aussage des betroffenen Flugverkehrsleiters (*final* – FIN) herrschte bezüglich Verkehrsaufkommen *inbound rush*, die Frequenzbelastung war hoch, die Komplexität nicht erhöht.

1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalles

Am 11. August 2012 um 02:51:32 UTC startete das Flugzeug A340-313, mit dem Flugplankennzeichen SWR 39, eingetragen als HB-JMN, auf der Piste 28R in San Francisco (KSFO) zum Linienflug nach Zürich (LSZH). An Bord befanden sich drei Piloten, 12 Kabinenbesatzungsmitglieder und 215 Passagiere.

Der Segelflugpilot startete mit dem einsitzigen Segelflugzeug ASW 20, eingetragen als HB-1519, um 12:59 UTC im Flugzeugschlepp ab dem Segelfluggelände Bohlhof zu einem Übungsflug. Um 13:19:25 UTC flog er nördlich von Birkendorf unter die TMA LSZH 2 (vgl. Anlage 2), wo er thermische Aufwinde fand und auf eine Höhe von über 1450 m/M, entsprechen 4757 ft AMSL, stieg. Die Untergrenze der TMA LSZH 2 liegt bei 4500 ft AMSL.

Nach einem ereignislosen Flug meldete sich die Besatzung der SWR 39 um 13:24:14 UTC bei der Flugverkehrsleitstelle Sektor Zürich Nord wie folgt: "*Swiss radar grüezi, swiss three niner level one six zero maintaining.*" Das Flugzeug hat-

¹ *Augmented flight crew*: Damit bezeichnet das Flugbetriebsunternehmen eine erweiterte Flugbesatzung. Es gibt zwei Arten von *augmented flight crew*. Diese sind im *operation manual* (OM) A des Flugbetriebsunternehmens beschrieben (vgl. Kap. 1.7.1).

te zu diesem Zeitpunkt eine angezeigte Geschwindigkeit von 306 KIAS (*knots indicated airspeed*), abnehmend. Der Flugverkehrsleiter (FVL) antwortete mit: *"Guete Tag Swiss three niner, identified, continue RILAX, descend flight level one five zero, speed two ten."* Die Besatzung antwortete vier Sekunden später mit: *"Speed two ten, level one five zero, on course RILAX Swiss three niner."* Vierzig Sekunden später erteilte der FVL die Sinkfreigabe nach Flugfläche (*flight level – FL*) 130, was die Besatzung umgehend bestätigte. Zu diesem Zeitpunkt betrug die immer noch abnehmende Geschwindigkeit 279 KIAS.

Die Besatzung der SWR 39 meldete sich bei der Flugverkehrsleiterin (FVL) von *Zurich arrival* um 13:25:26 UTC wie folgt: *"Zurich arrival grüezi, Swiss three niner heavy, A-three fourty, descending level one three zero. We have TANGO, speed two two zero knots."* Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Sinkflug auf FL 157 mit einer abnehmenden Geschwindigkeit von 267 KIAS. Gemäss Aussage des Kommandanten wollte er mit der Angabe von *"220 knots"* bekannt geben, dass die SWR 39 eine *speed restriction* bekommen hatte. Für die FVL war es jedoch naheliegend, dass die SWR 39 diese Geschwindigkeit bereits eingenommen hatte. Die Flugverkehrsleiterin erwiderte umgehend: *"Swiss three niner Zurich arrival grüezi continue on present heading vectoring for ILS approach runway one four, expect no delay, maintain the speed."* Dies bedeutete für die Besatzung, dass sie die aktuelle Geschwindigkeit, die zu diesem Zeitpunkt rund 260 KIAS betrug, beibehalten könne. Die Besatzung bestätigte dies verzögerungslos wie folgt: *"Maintaining äh speed and äh one eight zero the heading and descending one three zero Swiss three niner."* Hierauf informierte die FVL die Besatzung, dass sie noch mit einem Flugweg von 48 Meilen bis zur Landung zu rechnen hätten und gab ihnen die Freigabe nach FL 100, die von der Besatzung unverzüglich quittiert wurde. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Sinkflug durch FL 154 und hatte eine angezeigte Geschwindigkeit von 259 KIAS. Um 13:29:17 UTC erfolgte eine weitere Sinkflugfreigabe nach FL 80, welche die Besatzung bestätigte. Um 13:29:55 UTC gab die FVL der SWR 39 folgende Kursanweisung: *"Swiss three niner turn right heading two four zero."* Um 13:30:36 UTC erhielt die Besatzung der SWR 39 die Freigabe: *"Swiss three niner descend to six thousand feet QNH one zero one niner"*. Das Flugzeug befand sich dabei im Sinkflug nach FL 80 und flog mit 250 KIAS. Die Besatzung betätigte diese Freigabe und wurde um 13:31:03 UTC angewiesen, auf die Frequenz von *Zurich Final* zu wechseln.

Die Besatzung der SWR 39 meldete sich um 13:31:21 UTC beim Flugverkehrsleiter (FVL) *Zurich Final* und erhielt um 13:31:24 UTC die Freigabe: *"Swiss three niner, Final, descend to five thousand feet"*, die von der Besatzung bestätigt wurde. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von 7450 ft QNH, hatte eine Sinkrate (*rate of descent – ROD*) von 1900 ft/min und eine Geschwindigkeit von 249 KIAS.

Das Segelflugzeug hatte in der Zwischenzeit bei Krenkingen die südliche Grenze der TMA LSZH 2 erreicht und befand sich um 13:30:33 UTC auf einer Höhe von ungefähr 1500 m/M, entsprechen 4921 ft AMSL. Der Segelflugpilot erklärte dazu später: *"Beim Kreisen habe ich die dort zulässige Höhe von 1376 m, [entsprechen 4514 ft], um ca. 50 bis 70 m überstiegen, weil ich etwas Höhe für den Weiterflug benötigte."*

Um 13:32:04 UTC erteilte der FVL der Besatzung die folgende Freigabe: *"Swiss three niner, turn left heading one seven zero, descend four thousand feet, cleared ILS approach runway one four, report established."* Das Flugzeug befand sich auf einer Höhe von 6000 ft QNH mit einer ROD von 2500 ft/min und einer Geschwindigkeit von 245 KIAS. Der Kommandant als assistierender Pilot (PNF) las diese Freigabe zurück und kontrollierte gleichzeitig die entsprechenden Ein-

gaben des Copiloten an der *flight control unit* (FCU). Wenige Sekunden später, um 13:32:23 UTC gab der FVL der Besatzung der SWR 39 die Anweisung "*Swiss three niner, reduce minimum clean speed² or less*". Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von 5050 ft mit einer ROD von etwas mehr als 2700 ft/min und einer Geschwindigkeit von 254 KIAS. Der Kommandant bestätigte die Anweisung des FVL wie folgt: "*Minimum clean or less, Swiss three niner.*"

Um 13:32:25 UTC flog das Segelflugzeug in Linkskreisen in der TMA LSZH 2, an der südlichen Grenze zur TMA LSZH 1, auf einer Höhe von ungefähr 1450 m/M, entsprechend 4757 ft AMSL. Der Segelflugpilot sah die Airbus A340-313 nach seinen Angaben aus einer Entfernung von ca. 5 bis 6 km am östlichen Rand des Steinatals südwärts fliegend herunterkommen. Um der Airbus A340-313 auszuweichen, leitete der Segelflugpilot um 13:32:32 UTC eine enge Rechtskurve ein und flog danach für kurze Zeit durch die TMA LSZH 1 in einer weiten Rechtskurve in Richtung Nordwest (vgl. Anlage 4).

Ungefähr gleichzeitig sah der Copilot 2 auf dem mittleren Sitz das Segelflugzeug und rief: "*Segelflieger!*". Copilot 1 und Kommandant, gewarnt durch den Ausruf des Copiloten 2 auf dem dritten Sitz, erkannten das Segelflugzeug annähernd gleichzeitig. Der Kommandant wies den Copiloten instinktiv und lautstark an zu reagieren. Dieser reagierte gleichzeitig mit einer markanten Steuereingabe. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von 4700 ft in der Übergangsphase zum Horizontalflug, die ROD war abnehmend bei 350 ft/min und die Geschwindigkeit betrug 248 KIAS. Die Aufzeichnungen zeigen um 13:32:40 UTC eine maximale Querlage von 36 Grad nach links und eine Vergrößerung der Längsneigung um rund fünf Grad, was eine Normalbeschleunigung von 1.6 g³ erzeugte. Gemäss Aufzeichnungen der beiden Flugwege passierten sich die beiden Luftfahrzeuge um 13:32:45 UTC auf annähernd gleicher Höhe mit einem Abstand von rund 260 m.

Unmittelbar nach dem Ausweichmanöver der Besatzung der SWR 39 drückte der Kommandant der SWR 39 den *event button*⁴ und meldete dem FVL: "*Swiss three niner, we have a close encounter here with a glider at four thousand seven hundred feet and we are proceeding back to the clearance.*" Der FVL bedankte sich für diese Information und sagte der Besatzung um 13:33:12 UTC: "*Swiss three niner, just about two miles north of your position, he was allowed at four thousand five hundred feet, just below the TMA, but then only three thousand feet.*" Der Kommandant intervenierte darauf hin um 13:33:22 UTC wie folgt: "*No, he was at four thousand seven hundred feet*", worauf der FVL fünf Sekunden später sagte: "*Ah, Swiss three niner, roger, then we'll file a report about that.*"

Die Besatzung setzte darauf den eingeleiteten Anflug fort und landete um 13:38 UTC auf der Piste 14 in Zürich.

Der Pilot des Segelflugzeuges setzte seinen Flug Richtung Segelfluggelände Bohlhof fort und landete dort um 13:59 UTC.

Der FVL *Zurich final* setzte seine Arbeit bis zur Schliessung des Arbeitsplatzes um ca. 14:30 UTC fort. Er erteilte der Besatzung der von Norden her kommen-

² Im vorliegenden Fall betrug die Mindestgeschwindigkeit ohne Auftriebshilfen (*minimum clean speed*) 227 KIAS. Dieser Wert ist abhängig vom Baumuster des Luftfahrzeuges und dessen Flugmasse. Der Flugverkehrsleiter kennt diese Geschwindigkeit nur ungefähr.

³ Mit "g" wird hier die Erdbeschleunigung bezeichnet, sie beträgt ungefähr 9.81 m/sec².

⁴ Durch das Drücken des *event button* wird im Flugdatenaufzeichnungsgerät (*flight data recorder* – FDR) ein Marker gesetzt, der es erlaubt, in den Aufzeichnungen rasch die nötigen Informationen zu finden und abzurufen.

den SWR 169R innerhalb der TMA LSZH 2 um 13:41:49 UTC die Freigabe auf 5000 ft QNH zu sinken und machte die Besatzung wenige Sekunden später mit einer Verkehrsinformation auf ein gemeldetes Segelflugzeug aufmerksam. Die Freigabe nach 4000 ft QNH erteilte der FVL erst, als sich die SWR 169R innerhalb der TMA LSZH 1 befand (vgl. Anlage 16). Der nachfolgenden, ebenfalls von Norden her kommenden SWR 1801 erteilte der FVL um 13:46:00 UTC eine Sinkfreigabe nach 4000 ft QNH, als sich diese noch innerhalb der TMA LSZH 2 befand. Die SWR 1801 überflog die Grenze zur TMA LSZH 1 auf einer Höhe von rund 6000 ft QNH (vgl. Anlage 16).

1.1.4 Ort des schweren Vorfalls

Geographische Position	17 NM nordwestlich des Flughafens Zürich
Datum und Zeit	11. August 2012, 13:32 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Höhe	4700 ft QNH

1.2 Angaben zu Personen

1.2.1 Besatzung SWR 39

1.2.1.1 Kommandant

Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1954
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 Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 4. Januar 1994.
Berechtigungen	Musterberechtigung Airbus A330/A340 als verantwortlicher Pilot, gültig bis 30. September 2013, resp. 3. März 2013. Radiotelefonie R/T in <i>english</i> . <i>language proficiency english level 4</i> , gültig bis 31. März 2014.
Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Flugzeug IR(A)
Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Licence proficiency check</i> (LPC) am 27. Februar 2012. <i>Operator proficiency check</i> (OPC) am 27. Juli 2012.
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkung VML (<i>shall wear multifocal lenses</i>), ausgestellt am 8. Februar 2012, gültig bis 25. Februar 2013.

1.2.1.1.1	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	15 020 h
	Davon als Kommandant	11 053 h
	Auf dem Vorfalldatum	1219 h
	Davon als Kommandant	1219 h
	Während der letzten 90 Tage	148 h
	Auf dem Vorfalldatum	58 h
1.2.1.1.2	Besetzungszeiten	
	Einsatzzeiten vor Vorfalldatum	9. August 2012: dienstfrei 10. August 2012: dienstfrei
	Flugdienstbeginn am Vorfalldatum	01:35 UTC
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles	11:57 h
1.2.1.2	Copilot 1	
	Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1977
	Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>airline transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)) nach JAR, erstmalig ausgestellt durch das BAZL am 18. Februar 2002.
	Berechtigungen	Musterberechtigung Airbus A330/A340 als Copilot, gültig bis 30. November 2012, resp. 31. Mai 2013. Radiotelefonie R/T in <i>english</i> . <i>language proficiency english level 4</i> , gültig bis 31. Mai 2017.
	Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Flugzeug IR(A)
	Letzte Befähigungsüberprüfung	LPC am 23. April 2011 OPC am 10. März 2012
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkung VDL (<i>shall wear corrective lenses</i>), ausgestellt am 25. Mai 2012, gültig bis 22. Juni 2013.
1.2.1.2.1	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	9430:36 h
	Davon als Kommandant	108:00 h
	Auf dem Vorfalldatum	1818:57 h
	Während der letzten 90 Tage	158:09 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	142:09 h

1.2.1.2.2	Besatzungszeiten	
	Einsatzzeiten vor dem Vorfalldag	9. August 2012: dienstfrei 10. August 2012: dienstfrei
	Flugdienstbeginn am Vorfalldag	01:35 UTC
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	11:57 h
1.2.1.3	Copilot 2	
	Person	Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1980
	Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>airline transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)) nach JAR, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 18. März 2009.
	Berechtigungen	Musterberechtigung A330/A340 als Copilot, gültig bis 30. Juni 2013, resp. 31. Dezember 2012. Radiotelefonie R/T in <i>english</i> . <i>language proficiency english level 5</i> , gültig bis 31. März 2016. <i>Multicrew cooperation instructor MPLI(A)</i> Fluglehrer Simulator (SFI)
	Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Flugzeug IR(A)
	Letzte Befähigungsüberprüfung	LPC am 13. Januar 2011 OPC am 7. Dezember 2011
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, keine Einschränkungen, ausgestellt am 24. August 2012, gültig bis 8. September 2013.
1.2.1.3.1	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	5206:54 h
	Davon als Kommandant	183:24 h
	Auf dem Vorfalldmuster	251:37 h
	Während der letzten 90 Tage	148:40 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster	121:14 h
1.2.1.3.2	Besatzungszeiten	
	Einsatzzeiten vor dem Vorfalldag	9. August 2012: dienstfrei 10. August 2012: dienstfrei
	Flugdienstbeginn am Vorfalldag	01:35 UTC
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	11:57 h

1.2.1.3.3 Zusätzliche Angaben

Der Copilot 2 hatte seine fliegerische Laufbahn auf Segelflugzeugen begonnen und hatte zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles 183 Flugstunden auf Segelflugzeugen absolviert.

1.2.2 Besatzung Segelflugzeug

1.2.2.1 Pilot

Person	Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1936
Lizenz	Führerausweis für Segelflugpiloten (<i>glider</i>) ausgestellt durch das BAZL am 3. Oktober 2011 nach ICAO, gültig bis 11. Oktober 2013 und basierend auf der <i>German glider license</i> , ausgestellt am 6. Januar 2004 durch das Regierungspräsidium Kassel/Germany
Berechtigungen	Klassenberechtigung für Reisemotorsegler (<i>touring motor glider</i> – TMG), erworben auf Basis eines Segelflugausweises Berechtigung Passagiere mitzuführen PAX (<i>glider</i>) <i>language proficiency German level 6</i> , unlimitiert gültig
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 2, Einschränkungen VDL (muss optimal korrigierende Sehhilfe tragen und ebensolche Ersatzbrille mitführen), ausgestellt durch die Luftfahrtbehörde des Bundeslandes Baden-Württemberg, Regierungspräsidium Freiburg (BWFR), am 21. Dezember 2011, gültig bis 3. Januar 2013

1.2.2.1.1 Flugerfahrung

Gesamthaft	2253 h
Anzahl Flüge	über 2400
Auf dem Vorfalldmuster	ca. 1200 h
Während der letzten 90 Tage	8:17 h
Davon auf dem Vorfalldmuster	4:23 h

1.2.2.1.2 Zusätzliche Angaben

Der Segelflugpilot war seit 1968 Mitglied der Segelfluggemeinschaft Bohlhof e.V. Ihm war die Luftraumstruktur rund um das Segelfluggelände Bohlhof vertraut. Wie eine Auswertung früherer Flüge zeigte, flog er zwischen dem 15. Juni 2011 und dem 11. August 2012 nachweislich bei fünf Flügen ohne Freigabe in die kontrollierten Lufträume TMA LSZH 2, TMA LSZH 6 und TMA LSZH 9 ein.

1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung

1.2.3.1 Flugverkehrsleiter

1.2.3.1.1 Allgemeines

Funktion	Zurich Final (FIN)
Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1982
Dienst am 9. August 2012	dienstfrei
Dienst am 10. August 2012	14:30 – 21:30 UTC
Dienst am Vorfalldatum	12:00 – 19:00 UTC
Lizenz	Lizenz für Flugverkehrsleiter, basierend auf Richtlinie 2006/23 der Europäischen Gemeinschaft, ausgestellt durch das BAZL am 27. September 2005, gültig bis 23. Mai 2013 <i>language endorsements. english level 5,</i> gültig bis 25. November 2014

1.2.3.1.2 Zusätzliche Angaben

Der Flugverkehrsleiter war am 31. Juli 2008 an einem schweren Vorfall auf den sich kreuzenden Pisten 16 und 28 des Flughafens Zürich beteiligt, bei dem er einem Flugzeug den Start auf Piste 28 bewilligte, nachdem er zuvor einem auf Piste 16 anfliegenden Flugzeug die Landeerlaubnis erteilt hatte. Die sofort erteilte Aufforderung an die auf der Piste 28 rollende Maschine, den Start abzubrechen, konnte die Situation entschärfen.

Die Untersuchung des damaligen Büros für Flugunfalluntersuchungen kam zu folgendem Schluss:

"Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Flugverkehrsleitung einem Flugzeug den Start auf Piste 28 bewilligte, während zuvor ein auf Piste 16 anfliegender Flugzeug eine Landefreigabe erhalten hatte und im Begriff war zu landen."

Im Anschluss an diesen schweren Vorfall wurde von Skyguide weder eine Nachbesprechung (*debriefing*) mit dem Flugverkehrsleiter durchgeführt, noch wurden irgendwelche weiteren Massnahmen getroffen. Ein *critical incident stress management* (CISM) fand nicht statt, weil der FVL darauf verzichtete.

Der Flugverkehrsleiter war am 15. März 2011 an einem weiteren schweren Vorfall auf den sich kreuzenden Pisten 16 und 28 beteiligt, bei dem er einem Flugzeug auf Piste 28 den Start bewilligte, nachdem er kurz zuvor einem Flugzeug auf Piste 16 die Startfreigabe erteilt hatte und dieses sich immer noch im Startlauf befand. Der durch die Besatzung des auf Piste 28 startenden Flugzeuges eingeleitete Startabbruch beim Erkennen des Flugzeuges auf Piste 16, konnte die Situation entschärfen.

Die Untersuchung der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle, Bereich Aviatik (SUST-AV), kam zu folgendem Schluss:

"Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass der betreffende Flugverkehrsleiter einem Flugzeug auf Piste 28 die Startfreigabe erteilte, obwohl sich auf Piste 16 ein weiteres Flugzeug, dem er kurz zuvor die Startfreigabe erteilt hatte, noch im Startlauf befand. Dies hatte zur Folge, dass es zwischen diesen Flugzeugen zu einer unbeabsichtigten Annäherung kam, die ein hohes Kollisionsrisiko aufwies."

Im Anschluss an diesen zweiten schweren Vorfall wurde der Flugverkehrsleiter nur noch in der Anflugleitstelle (APP) des Flughafens Zürich eingesetzt. Nach einer erfolgreichen Nachqualifizierung sollte im Januar 2013 wieder ein Einsatz im Kontrollturm Zürich erfolgen.

Eine Analyse der Unterlagen zur Auswahl und Ausbildung des Flugverkehrsleiters zeigte, dass dieser von Skyguide als gut bis sehr gut qualifiziert wurde. Nach dem Erwerb der entsprechenden Lizenz und Berechtigungen finden bei Skyguide die gesetzlich vorgegebenen Leistungsüberprüfungen statt. Eine Einstufung des gegenwärtigen Leistungsstandes, d.h. eine differenzierte Qualifikation, erfolgte nicht.

Anlässlich der Einvernahme des FVL zu diesem dritten schweren Vorfall, die am 19. Oktober 2012 stattfand, antwortete dieser auf die Frage der nachträglichen Betreuung durch das Flugsicherungsunternehmen: *"Für mich war der Fall nicht gravierend. Ich habe aus diesem Grunde nicht einmal den OIR [operational internal report] selber gemacht. Auch von Seiten der Skyguide her ist bisher nichts geschehen."*

Das Flugsicherungsunternehmen Skyguide meldete der SUST am 13. August 2012, dass es am 11. August 2012 zu einer Annäherung zwischen der SWR 39 und einem Segelflugzeug gekommen sei. Nach umfangreichen Vorabklärungen, (vgl. Kap. 1.7.3.2) eröffnete die SUST am 7. September 2012 die Untersuchung bezüglich einer Fastkollision und informierte Skyguide darüber. In der Folge hatte die Medienabteilung des Flugsicherungsunternehmens diesbezüglich verschiedene Medienanfragen zu beantworten. In dem mit der eigentlichen Flugsicherung befassten Teil des Unternehmens wurde man auf die Schwere des Ereignisses erst nach der Befragung des Flugverkehrsleiters im Oktober 2012 aufmerksam.

1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.3.1 Luftfahrzeug 1

Eintragungszeichen	HB-JMN
Luftfahrzeugmuster	A340-313
Charakteristik	Vierstrahliges Langstrecken-Verkehrsflugzeug
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Baujahr	1997
Eigentümer	Maple Leaf Leasing 8 Limited, Cayman Islands
Halter	Swiss International Air Lines Limited, Schweiz
Relevante Ausrüstung	Collins TCAS II (Version 7.0)

1.3.2 Luftfahrzeug 2

1.3.2.1 Allgemeines

Eintragungszeichen	HB-1519
Luftfahrzeugmuster	ASW 20
Charakteristik	Einsitziges Segelflugzeug in Faserverbundkunststoff (FVK) Bauweise für den Leistungssegelflug
Hersteller	Alexander Schleicher OHG Segelflugzeugbau
Baujahr	1980
Eigentümer	Privat
Halter	Privat
Relevante Ausrüstung	Kollisionswarngerät FLARM

1.3.2.2 Cockpitausrüstung

Das Segelflugzeug ASW 20 war wie folgt instrumentiert:



Abbildung 1: Instrumentenbrett der HB-1519 mit:

- ① Kollisionswarnsystem FLARM
- ② L-NAV Navigationscomputer
- ③ GPS-Navigations-System

Das Segelflugzeug war unter anderem mit einem Kollisionswarnsystem FLARM (Hardwareversion 6, Firmwareversion 4.07), einem Navigations-Computer des Typs L-NAV (Version 5.8) und einem GPS-Navigations-System LX 400 (Version 4.0) ausgerüstet. Es war kein Transponder eingebaut.

Der Navigations-Computer war mit dem GPS-Navigations-System gekoppelt und empfing somit die Positionsdaten vom GPS-Navigations-System. Am 11. August 2012 war am Navigations-Computer der Bildschirm für Überlandflug eingestellt.

Weder der Navigations-Computer noch das GPS-Navigations-System ermöglichen die Darstellung von elektronischen Karten. Die vertikalen und horizontalen Grenzen der einzelnen Lufträume wurden dem Piloten des Segelflugzeuges durch diese Geräte nicht angezeigt. Sie warnen den Piloten auch nicht bei Annäherungen an Luftraumgrenzen.

1.4 Meteorologische Angaben

1.4.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz lag am Rande eines Hochs mit Kern über der zentralen Nordsee. In der Höhe erstreckte sich ein schmaler Keil von den Balearen bis Südnorwegen.

1.4.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalles

Das Wetter war bei mässiger Bise sonnig. Die Radiosonde von Stuttgart zeigte im Mittagsprofil eine Inversion mit Basis auf 5290 ft AMSL. Über dem Flughafen Zürich wurden 1-2/8 Schönwetterquellwolken beobachtet mit einer Basis um 5900 ft AMSL. An der Inversionsbasis betrug die relative Feuchte knapp 90 Prozent. Auf 4700 ft AMSL lag sie bei rund 80 Prozent.

Die Inversionsbasis zeichnete sich durch eine dünne Schicht feuchten Dunstes aus. Oberhalb und unterhalb dieser Schicht war die Luft trockener. Am Flughafen Zürich betrug die Sichtweite sowohl um 12 als auch um 15 UTC 25 Kilometer.

Vom Feldberg im Schwarzwald liegen stündliche Beobachtungen der Sichtweite vor. Diese betrug um 13 UTC 50 km, um 14 UTC 55 km.

Wetter/Wolken 1-2/8 5900 ft AMSL
 Sicht 50 km
 Wind aus 050 Grad / 10-15 kt auf 4700 ft AMSL
 Temperatur/Taupunkt 15 °C / 7 °C auf 4700 ft AMSL
 Luftdruck 1019
 Gefahren keine

1.4.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand Azimut: 228° Höhe: 49°
 Beleuchtungsverhältnisse Tag

1.4.4 Webcambilder



Abbildung 2: Flughafen Zürich Dock E, Blick nach Norden, 11. August 2012, 13:30 UTC

Döttingen 350m ü. N.N. Panorama Unteres Aaretal 2012-08-11 DEUT 15:33:14
 www.kalikoetter.ch Blickrichtung Nordwest

Temp 2m 24.7 °C	Feuchte 54%	Luftdruck 1016.9 hPa	Wind 16 km/h SO	Solar 726 W/m ²	Regen 0.0 mm
um 06:50 13.1 °C	um 15:18 51 %	um 15:16 1016.9 hPa	max 36 km/h aus O-SO	max 807 W/m ²	23.4 mm / Monat
um 15:15 25.0 °C	um 06:56 93 %	um 00:12 1021.0 hPa	um 14:41	um 13:47	532.4 mm / Jahr

Abbildung 3: Döttingen Blickrichtung Nordwesten, 11. August 2012, 13:33 UTC

1.5 Angaben zum Flughafen

1.5.1 Luftraumstruktur

1.5.1.1 Allgemeines

Der kontrollierte Luftraum der Schweiz (FIR/UIR) ist in zwei Zuständigkeitsgebiete (*area of responsibility – AOR*) eingeteilt:

- *Control area (CTA) Zurich*
- *Control area (CTA) Geneva*

Innerhalb der FIR/UIR wird der Luftraum in vier Klassen C, D, E und G eingeteilt und entspricht weitgehend den Empfehlungen der ICAO. Die drei anderen ICAO-Luftraumklassen A, B und F, die von der Schweiz ebenfalls übernommen wurden, sind verfügbar, jedoch wurden momentan keine Teile des schweizerischen Luftraumes diesen Klassen zugeteilt.

Die Lufträume C, D und E sind kontrollierte Lufträume.

Ungefähr 45 Prozent des vom Flugsicherungsunternehmen Skyguide bewirtschafteten Luftraums liegt über ausländischem Staatsgebiet. Mehr als 40 Prozent der von Skyguide kontrollierten Flüge finden in diesem delegierten, ausländischen Luftraum statt.

1.5.1.2 Flughafen Zürich

Die den Flughafen Zürich umgebende Luftraumstruktur umfasst eine Kontrollzone (*control zone – CTR*) und zahlreiche Nahkontrollbezirke (*terminal control area – TMA*), die entsprechend nummeriert sind (vgl. Anlage 6). Diese TMA haben eine obere Grenze von Flugfläche (FL) 195. Die untere Grenze liegt je nach TMA bei 3000, 3500, 4500, 5500, 6500, 7500 respektive 8500 ft AMSL.

Der schwere Vorfall fand in der TMA LSZH 2 statt. Diese hat eine Untergrenze von 4500 ft AMSL und ist dem Luftraum der Klasse C zugeordnet (vgl. Anlage 7).

Im Luftraum der Klasse C wird von der Flugsicherung zwischen IFR/IFR- sowie zwischen IFR/VFR-Verkehr Staffeln gewährleistet. Der reine VFR-Verkehr kann als zugewiesener Dienst Verkehrsinformationen erhalten und es werden ihm auf Anfrage Ausweichempfehlungen übermittelt.

In der TMA LSZH 2 des Flughafens Zürich (wie auch in den anderen TMA) erfolgt gemäss Skyguide die Regelung bezüglich vertikaler Staffeln so, wie sie im ICAO Annex 11 – *Air Traffic Services* – im Kapitel 2.10.3.1 *control areas* unter anderem wie folgt empfohlen ist:

"2.10.3.2.1 The lower limit of a control area should, when practicable and desirable in order to allow freedom of action for VFR flights below the control area, be established at a greater height than the minimum specified in 2.9.3.2.

2.10.3.2.2 When the lower limit of a control area is above 900 m (3000 ft) MSL it should coincide with a VFR cruising level of the tables in Appendix 3 to Annex 2 [dabei handelt es sich um die Halbkreisregel]."

Da die TMA LSZH 2 eine Untergrenze von 4500 ft AMSL, also über 3000 ft AMSL hat, können IFR-Flüge, die nur auf Höhen in Tausendern freigegeben werden, in der TMA LSZH 2 durch den Flugverkehrsleiter bis auf 5000 ft AMSL freigegeben werden, was zu einer minimalen Separation von 500 ft führt.

Die entsprechenden Höhenbegrenzungen sind im AIP Switzerland (LSZH AD 2.24.13-1) wie folgt publiziert:

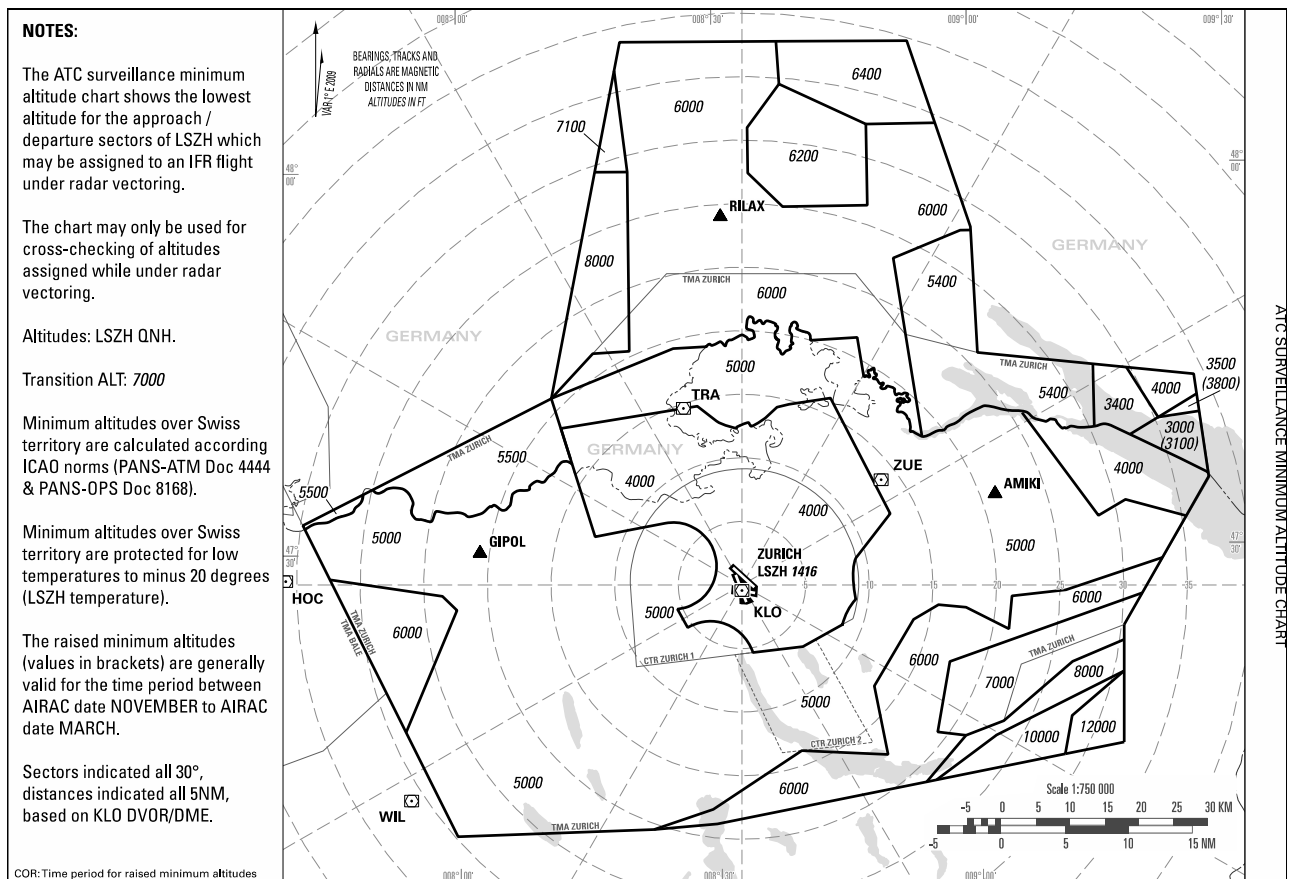


Abbildung 4: ATC surveillance minimum altitude chart

1.5.1.3 Segelflugplätze unter der TMA LSZH 1 und TMA LSZH 2

Die TMA LSZH 1 und die TMA LSZH 2 sind Lufträume der Klasse C. Die TMA LSZH 1 erstreckt sich von 3000 ft AMSL bis auf eine Höhe von FL 195. Die TMA LSZH 2 erstreckt sich von 4500 ft AMSL bis auf eine Höhe von FL 195 (vgl. Anlage 7).

Unter der TMA LSZH 1 liegt das Segelfluggelände Bohlhof mit dem für Segelflugzeuge temporär reservierten Gebiet (*temporary reserved area* – TRA) LS-T72. Die TRA LS-T72 erstreckt sich von der Untergrenze der TMA LSZH 1 bis auf eine Höhe von 3500 ft AMSL und grenzt im Norden an die TMA LSZH 2 (vgl. Anlage 8).

In der TMA LSZH 2 liegt an der Grenze zur TMA LSZH 1 der Segelflugplatz Schaffhausen mit der TRA LS-T70 "SCHAFFHAUSEN NORTH" und der TRA LS-T71 "SCHAFFHAUSEN SOUTH", die noch ein Stück in die TMA LSZH 1 hineinragt. Die TRA LS-T70 reicht von der Untergrenze der TMA LSZH bis auf eine Höhe von 6500 ft AMSL und die TRA LS-T71 von der Untergrenze der TMA LSZH bis auf eine Höhe von 5000 ft AMSL (vgl. Anlage 8).

1.5.2 Flugverkehrsleitstelle Zürich

1.5.2.1 Anflugleitstelle

Die Anflugleitstelle (*approach* – APP) ist im Gebäude der Flugverkehrsleitstelle Zürich zusammen mit der Bezirksverkehrsleitstelle (ACC) der Skyguide in Dübendorf im gleichen Betriebsraum angesiedelt.

Das Zuständigkeitsgebiet des APP Zürich weist ein *vertical limit* von Flugfläche 125 auf. Die *lateral limits* sind der folgenden Abbildung 5 zu entnehmen.

ZB APP/DEP LDG 14/16
TKOF 28/16

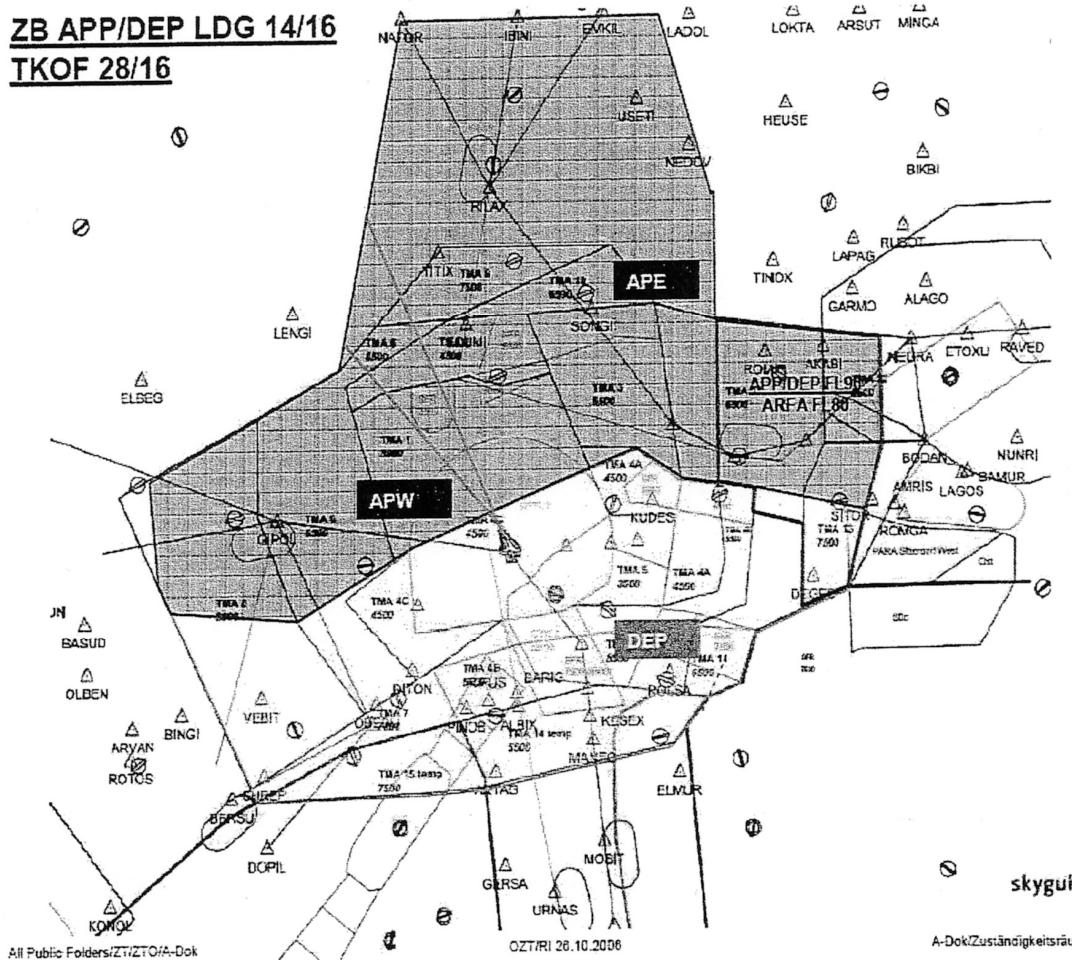


Abbildung 5: Zuständigkeitsgebiete gemäss *air traffic management manual* (ATMM) Zürich TWR/APP (section 4 – approach)

1.5.2.2 Arbeitsplätze

Die Anflugleitstelle weist folgende fünf Arbeitsplätze (*working positions*) auf:

- *coordinator approach* (CAP)
- *approach west* (APW): zuständig für Luftfahrzeuge, die via Haltepunkt (*holding point*) GIPOL den Flughafen Zürich anfliegen
- *approach east* (APE): zuständig für Luftfahrzeuge, die via Haltepunkte (*holding point*) AMIKI und RILAX den Flughafen Zürich anfliegen
- *departure* (DEP): zuständig für abfliegende Luftfahrzeuge
- *final* (FIN): zuständig für Luftfahrzeuge im Endanflug

Der Arbeitsplatz FIN befindet sich in der Mitte zwischen den Arbeitsplätzen APW (links) und APE (rechts).

Die wichtigsten Aufgaben des FIN beinhalten:

- Flugverkehrskontrolle über alle Flugzeuge, die von den Arbeitsplätzen APE und APW an ihn übergeben wurden
- Optimierung der Staffelung im Endanflug
- Übergabe der IFR-Anflüge gemäss Absprache an den nächsten zuständigen Arbeitsplatz ADC1 oder ADC2

1.5.2.3 Arbeitsplatz FIN

Die Flugziele auf dem Radarbildschirm des Flugverkehrsleiters FIN (vgl. Anlage 9) werden mit einem Symbol, das die momentane Position angibt und einer sogenannten Etikette (*label*) in grüner Farbe dargestellt. Dem Symbol folgend wird mittels grünen Punkten der laterale Flugweg der letzten paar Sekunden angezeigt.

Auf der Etikette (*label*) erfolgen Angaben über das Flugzeugmuster, Rufzeichen, Gewichtskategorie des Flugzeuges sowie Flugfläche resp. Flughöhe. Der Flugverkehrsleiter kann mit Hilfe des *cursor* folgendes anwählen: mittels Pfeil die Steig- oder Sinkrate (*rate of climb – ROC, rate of descent – ROD*), und die Geschwindigkeit über Grund.

Zur Darstellung auf dem Radarbildschirm sagte der betroffene FVL: *"Anticipated clearances werden mit Hilfe eines Speedvektors erstellt, der uns zeigt, wo sich das Luftfahrzeug in einer, zwei oder drei Minuten befinden wird. Der Speedvektor zeigt geradeaus in der momentanen Flugrichtung. Mittels der aktuellen Sinkrate kann ich so abschätzen, wo und wie hoch das Flugzeug in einer, zwei oder drei Minuten sein wird. In der Regel nutze ich diese Funktion für eine Vorhersage für die nächste Minute."*

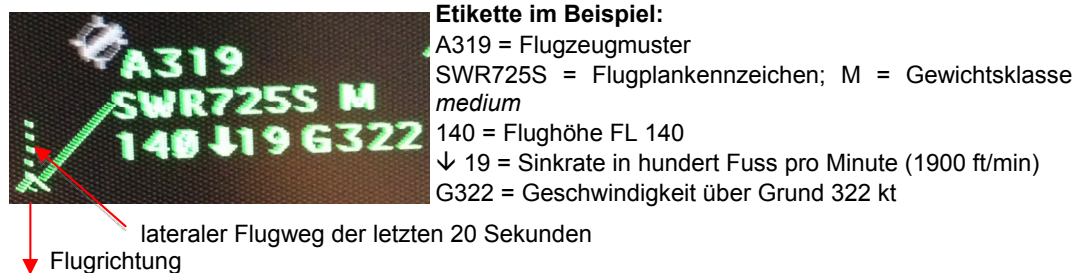


Abbildung 6: Darstellung eines Luftfahrzeuges auf dem Radarbildschirm

Mittels Radardatenaufzeichnung (*legal recording*) des Flugverkehrs werden alle Flugbewegungen von Skyguide aufgezeichnet und 30 Tage lang archiviert. Falls erforderlich können die Aufzeichnungen auch länger gespeichert und zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt abgerufen werden. So konnten alle Flugbewegungen zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls in Echtzeit wieder abgespielt und dargestellt werden. Festzuhalten ist dabei, dass sich die aufgezeichneten Flugzeugetiketten von den originalen Etiketten unterscheiden. Zusätzlich kann ein Flugverkehrsleiter auf seinem Bildschirm persönliche Anzeige-Einstellungen vornehmen, die auf dem *legal recording* jedoch nicht aufgezeichnet werden. Was dem FVL jedoch immer angezeigt wird, sind die Höhe, die Geschwindigkeit und das Flugplankennzeichen des Luftfahrzeuges. Die Etikette auf dem Bild des *legal recording* zeigt sich wie folgt:

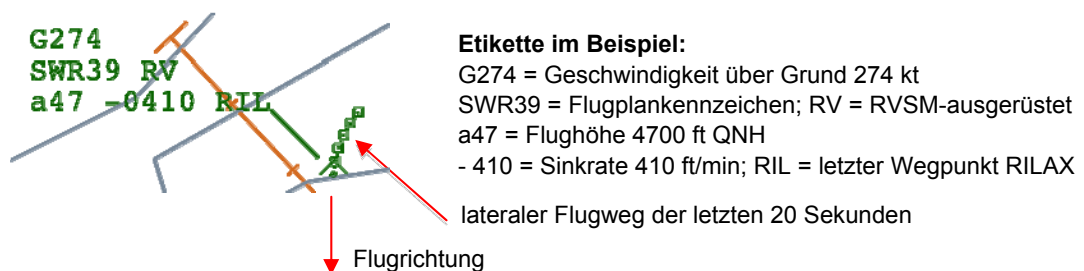


Abbildung 7: Darstellung eines Luftfahrzeuges im *legal recording*

Die Anzeigen des Fluges SWR 39 im Zeitraum des schweren Vorfalls sind in Anlage 6 festgehalten.

1.6 Warnsysteme

1.6.1 Luftfahrzeugseitige Warnsysteme

1.6.1.1 Verkehrsflugzeug

Das Flugzeug HB-JMN der Swiss International Air Lines war mit einem Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystem (*traffic alert and collision avoidance system – TCAS*⁵) Collins TCAS II (Version 7.0) ausgerüstet.

Das System ist unabhängig von bodenseitigen Systemen. Es sendet Signale aus und bestimmt aufgrund von Radarantwort-Signalen der Transponder anderer Luftfahrzeuge deren relative Position und Bewegungsvektor. Daraus errechnet es den Punkt der nächsten Annäherung (*closest point of approach – CPA*). Bei einer Annäherung eines anderen Luftfahrzeuges, das in der beschriebenen Weise mit dem System kommunizieren kann, erfolgt zunächst akustisch und optisch eine Verkehrsinformation (*traffic advisory – TA*), bei fortschreitender, gefährlicher Annäherung wird ein akustischer und optischer Ausweichbefehl (*resolution advisory – RA*) generiert.

Da das Segelflugzeug nicht mit einem Transponder ausgerüstet war, konnte es vom TCAS der A340 nicht erkannt werden und dementsprechend konnte das TCAS keine Ausweichbefehle oder Verkehrshinweise generieren.

1.6.1.2 Segelflugzeug

Für Segelflugzeuge gibt es im schweizerischen und im deutschen Luftraum keine generelle Pflicht zum Mitführen eines betriebsbereiten Transponders.

Die meisten Segelflugzeuge sind auf freiwilliger Basis mit einem Kollisionswarnsystem FLARM ausgerüstet. Bei einer akuten Kollisionsgefahr mit einem anderen Luftfahrzeug, das mit einem FLARM-Gerät ausgerüstet ist, generiert das FLARM-Gerät sowohl eine akustische als auch eine optische Kollisionswarnung. Im Gegensatz zum TCAS gibt ein FLARM-Gerät keine Ausweichbefehle (*resolution advisory*). Es ist auch nicht in der Lage, Luftfahrzeuge zu erfassen, die ausschliesslich mit einem Transponder ausgerüstet sind.

1.6.2 Bodenseitige Warnsysteme

Die Flugverkehrskontrolle Zürich (ACC/APP) ist unter anderem mit einem Konfliktwarnsystem (*short term conflict alert system – STCA*) ausgerüstet. Es basiert auf der Sekundärradar-Verfolgung und generiert sowohl eine optische als auch eine akustische Warnung, wenn innerhalb eines bestimmten Zeitraums zwei Luftfahrzeuge einen im System definierten Sicherheitsabstand unterschreiten.

Im vorliegenden Fall konnte das STCA zu keinem Zeitpunkt ansprechen, weil das Radarsystem der Flugsicherung das Segelflugzeug nicht erfassen konnte, da dieses über keinen Transponder verfügte. Somit unterblieb auch eine Konfliktwarnung des Systems an den Flugverkehrsleiter.

⁵ 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.

1.7 Angaben zu verschiedenen Organisationen

1.7.1 Flugbetriebsunternehmen Swiss International Air Lines

Das Flugbetriebsunternehmen hat die Verfahrensvorschriften für den Betrieb ihrer Luftfahrzeuge unter anderem in ihren Betriebshandbüchern (*operation manual* – OM) OM A und OM B festgelegt.

Im OM A wird im Kapitel 7.1.5.2 wie folgt beschrieben was unter *augmented flight crew* zu verstehen ist:

"A flight crew which comprises more than the minimum number required for the operation of the aircraft and in which each flight crew member can leave his post and be replaced by another appropriately qualified flight crew member.

- *Part augmentation: The crew is augmented by 1 pilot;*
- *Full augmentation: The crew is augmented by 2 pilots"*

Bezüglich den Pflichten des zusätzlichen Flugbesatzungsmitglieds ist im OM A, im Kapitel 4.1.3.3.2, Folgendes festgehalten:

"The augmented flight crew shall participate at the pre-flight planning and briefing. An augmented flight crew remains together and acts as one crew until the flight duty ends for all together (e.g. flight has landed at destination). An in-flight relieved flight crew member remains in the active crew and must be ready to take over a duty again in case of:

- *sickness of colleague;*
- *intermediate landing;*
- *diversion.*

Therefore, no alcohol shall be consumed by a relieved flight crew member until the duty for the whole crew is terminated."

Wie die gegenseitige Ablösung, respektive Arbeitsteilung bei erweiterten Flugbesatzungen vorgesehen ist, wird in den entsprechenden Unterlagen des Flugbetriebsunternehmens nicht explizit geregelt. Dies ist Sache der jeweiligen *augmented flight crew*. Dies trifft auch zu für den Einsatz des *augmented flight crew members* während Start und Landung. Gemäss übereinstimmender Aussage der Besatzung ist es jedoch generell so, dass das zusätzliche Besatzungsmitglied im Sinne einer zusätzlichen Überwachung während Start und Landung im Cockpit sitzt.

1.7.2 Flugsicherungsunternehmen Skyguide

1.7.2.1 Anticipated Clearances

Im Rahmen der Untersuchung erwähnten sowohl der in den schweren Vorfall involvierte Flugverkehrsleiter als auch weitere Fluglotsen und Vertreter der Sicherheitsabteilung das Prinzip der sog. „*anticipated clearances*“. Auf Nachfrage erklärten die betreffenden Personen, dass damit beispielsweise eine Sinkflugfreigabe auf 4000 ft QNH gemeint sei, die noch über einem Gebiet erteilt werde, über dem nur bis 5000 ft QNH abgesunken werden könne. Die Freigabe könne aber trotzdem erteilt werden, wenn sichergestellt sei, dass das entsprechende Luftfahrzeug während des Sinkfluges nicht unter die jeweils gültige Höheneinschränkung – hier also beispielsweise 5000 ft QNH – sinke und erst dort die freigegebene Höhe erreiche, wo es diese auch erreichen dürfe. Es zeigte sich, dass der Ausdruck "*anticipated clearance*" im ATMM Switzerland weder festgehalten noch definiert ist. Einzig erwähnt ist der Begriff "*anticipated separation*" und zwar im Zusammenhang mit Abflug- und Landefreigaben (ATMM CH, *section 9 "aerodrome control"*, Punkte 4.9.7 und 4.10.4). Auch Schulungsunterlagen zu

Im Rahmen der Untersuchung des schweren Vorfalles verlangte die Deutsche Bundesstelle für Flugunfalluntersuchung (BFU) von der Segelfluggemeinschaft Bohlhof die Herausgabe der Flugwegaufzeichnungen von sämtlichen Flugzeugen, die am 11. August 2012 ab dem Segelfluggelände Bohlhof gestartet oder gelandet waren. Die Aufzeichnungen aus dem FLARM-Gerät der HB-1519 wurden der BFU trotz dieser Aufforderung nicht zugestellt.

Die Sicherheitsuntersuchungsbehörden beider Länder mussten aufwändige Recherchen anstellen, um schliesslich das Segelflugzeug und den Piloten ausfindig zu machen. Nachdem der Kontakt mit dem Segelflugpiloten hergestellt war, kooperierte dieser vollumfänglich mit der SUST.

Aufgrund dieser Faktenlage verlangte die BFU von der Segelfluggemeinschaft Bohlhof erneut die Aufzeichnungen aus dem FLARM-Gerät der ASW 20. Daraufhin stellte die Segelfluggemeinschaft der BFU die Aufzeichnung des Fluges vom 11. August 2012 zur Verfügung. Weitere Aufzeichnungen dieses Flugzeuges waren bei der Segelfluggemeinschaft nicht mehr vorhanden.

Im Rahmen von systemischen Untersuchungen konnten weitere, durch Logger aufgezeichnete Flüge von Segelflugzeugen aus dem Jahr 2012 und 2013 ausgewertet werden, die von der Segelfluggemeinschaft Bohlhof betrieben wurden (vgl. Kap. 1.8.4).

1.8 Systemische Untersuchungen

1.8.1 Allgemeines

Die Untersuchung des schweren Vorfalles, einer Annäherung mit hohem Kollisionsrisiko, zeigte, dass die Luftraumstruktur rund um den Flughafen Zürich eine Rolle spielte. Dabei fallen vor allem folgende Punkte auf: Die TMA LSZH weist eine komplizierte Struktur bestehend aus zahlreichen Sektoren mit unterschiedlichen Untergrenzen und vertikalen Abgrenzungen auf. Zusätzlich befinden sich unter der TMA von Zürich zwei Segelflugplätze, Schaffhausen und Bohlhof, deren TRA LS-T70, LS-T71 und LS-T72, in die TMA LSZH hineinreichen.

Um die Luftraumstruktur mit den daraus resultierenden Konsequenzen besser beurteilen zu können, wurden Anflüge von Norden herkommend untersucht, die die TMA LSZH 2 durchquerten, bevor sie in die TMA LSZH 1 einflogen.

1.8.2 Anflüge mit dem Flugzeugmuster A340 zwischen dem 8. und 15. August 2012

Es wurden 26 Anflüge mit dem gleichen Flugzeugmuster A340, von Norden herkommend und auf die Piste 14 anfliegend, untersucht. Alle diese untersuchten Flüge durchquerten die TMA LSZH 2, bevor sie in die TMA LSZH 1 einflogen (vgl. Anlage 12).

In der Mehrzahl der untersuchten Flüge zeigte sich, dass die Freigabe an die Besatzungen, auf 4000 ft QNH abzusinken, im Luftraum der Klasse C der TMA LSZH 2 erfolgte (vgl. Anlage 12), der sich von 4500 ft bis auf FL 195 erstreckt. Flug 21 erhielt die Freigabe auf 4000 ft QNH abzusinken bereits nördlich der TMA LSZH 2 und die Flüge 6, 9, 11 und 17 erhielten dieselbe erst innerhalb der TMA LSZH 1.

Gemäss ATMM Switzerland (vgl. Kapitel 1.5.1) beträgt der vertikale Mindestabstand zur Untergrenze des Luftraumes 500 ft. Der FVL muss diesen Mindestabstand gewährleisten. Das heisst, die Untergrenze, die ein nach Instrumentenflugregeln fliegendes Luftfahrzeug in der TMA LSZH 2 nicht unterschreiten darf, beträgt 5000 ft QNH. Erteilt der FVL einem Luftfahrzeug eine Höhe, die tiefer ist als diese Untergrenze, muss er den vertikalen Flugweg insofern überwachen, dass die 5000 ft QNH innerhalb der TMA LSZH 2 nicht unterschritten werden.

Die Auswertung der obengenannten 26 Flüge zeigt, dass diese Untergrenze im Falle der SWR 39 unterschritten wurde. In allen andern Fällen betrug die aktuelle Höhe der Flugzeuge beim Übergang der TMA LSZH 2 zur TMA LSZH 1 zwischen 7500 ft QNH und 5000 ft QNH (vgl. Anlage 13).

1.8.3 Anflüge mit beliebigen Flugzeugmustern zwischen dem 1. und 7. Dezember 2012

Auf Basis der Radaraufzeichnungen von Skyguide wurden sämtliche Anflüge zwischen dem 1. und 7. Dezember 2012 untersucht, die von Norden herkommend in die TMA LSZH 1 einflogen.

Bei der Untersuchung wurde für jeden der insgesamt 1714 Anflüge die Position berechnet, wo der jeweilige Flugweg die Flughöhe von 5000 ft QNH erstmals erreichte. Es wurde untersucht, ob diese Durchstosspositionen (in der horizontalen Ebene mit einer Höhe von 5000 ft QNH) ausserhalb (siehe Abbildung 18) oder innerhalb (siehe Abbildung 19) der lateralen Begrenzung der TMA LSZH 2 lagen. In der Tabelle (in Abbildung 8) sind die Resultate dieser Untersuchung zusammengefasst.

Datum	Anflüge Total	5000 ft ausserhalb TMA 2	5000 ft innerhalb TMA 2	kein Durchstosspunkt	innerhalb TMA 2 [%]
01.12.2012	199	192	1	6	0.5%
02.12.2012	216	213	3	0	1.4%
03.12.2012	328	311	17	0	5.2%
04.12.2012	161	159	2	0	1.2%
05.12.2012	283	279	3	1	1.1%
06.12.2012	271	264	7	0	2.6%
07.12.2012	256	242	14	0	5.5%
Insgesamt	1714	1660	47	7	2.8%

Abbildung 8: Auswertung der Durchstosspunkte der untersuchten Anflüge

Die sieben Anflüge in der Spalte „kein Durchstosspunkt“ waren innerhalb der TMA LSZH 1 bereits unter der Flughöhe von 5000 ft QNH und durchquerten vorher die TMA LSZH 2 nicht. Sie wurden beim Berechnen des Prozentanteils nicht berücksichtigt.

Für die 47 Anflüge, die innerhalb der TMA LSZH 2 erstmals die Flughöhe von 5000 ft QNH erreichten, wurde die Höhe beim Durchflug der Grenze zwischen TMA LSZH 2 und TMA LSZH 1 berechnet.

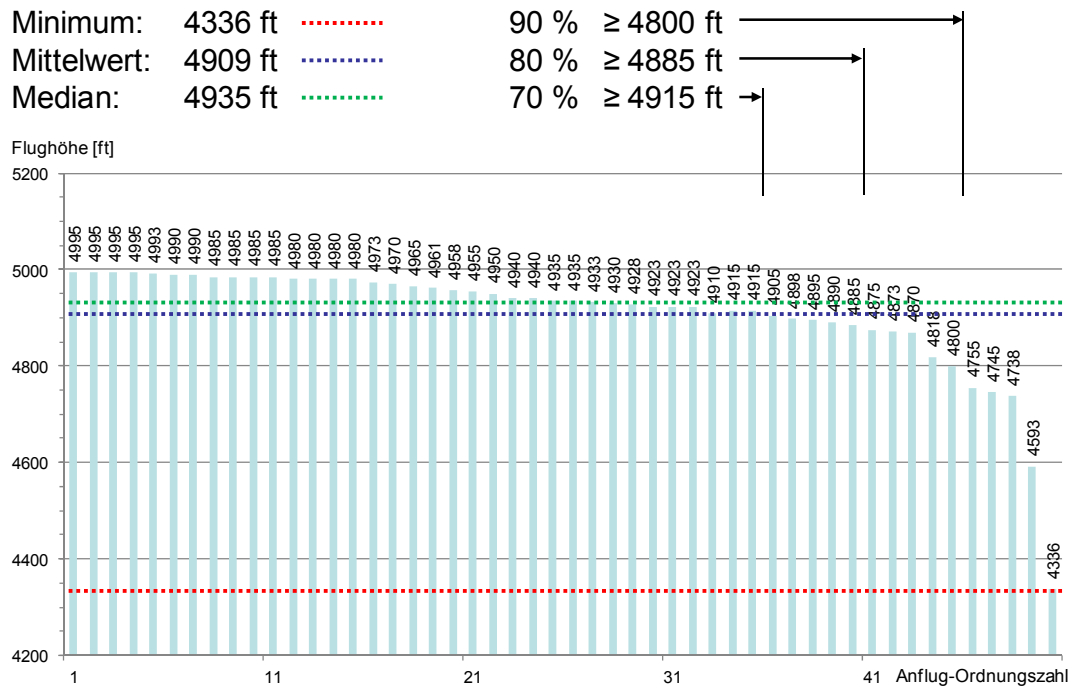


Abbildung 9: Darstellung der Auswertung der Flughöhen beim Durchflug der Grenze zwischen TMA LSZH 2 und TMA LSZH 1 der 47 Anflüge, die innerhalb der TMA LSZH 2 unter 5000 ft QNH sanken.

1.8.4 Auswertung von Loggerdaten weiterer Segelflugzeuge

Von der Segelfluggemeinschaft Bohlhof wurden im Rahmen der Untersuchung Flugdaten von Segelflugzeugen aus den Jahren 2012 und 2013 angefordert und ausgewertet, um zumindest einige Angaben darüber zu erhalten, ob weitere Luftraumverletzungen durch Segelflugzeuge im Bereich der TMA Zürich stattgefunden haben. Es wurden 224 Flugwegdateien ausgewertet und folgendes festgestellt:

- Im Jahr 2012 fanden vier Luftraumverletzungen im Bereich der TMA 1 statt, wobei die Höhenbegrenzung dieses Luftraumes um 45 bis 150 m überschritten wurde.
- Im Jahr 2013 wurden drei Luftraumverletzungen nachgewiesen, wobei ebenfalls die TMA 1, aber auch die TMA 2 und die TMA 6 betroffen waren. Es fanden Höhenüberschreitungen von 100 bis 275 m statt.

1.8.5 Weitere gefährliche Annäherungen

Verschiedene Aussagen im Laufe der Untersuchung liessen den Schluss zu, dass dieser schwere Vorfall kein Einzelfall gewesen war. Nachforschungen zeigten, dass in den letzten Jahren verschiedene gefährliche Annäherungen im Zusammenhang mit Segelflugzeugen erfasst wurden. Die folgende Aufzählung beschränkt sich auf bekannte Fälle innerhalb des kontrollierten Luftraumes um den Flughafen Zürich. Verschiedene Hinweise deuten darauf hin, dass nebst diesen dokumentierten Fällen noch eine grössere Dunkelziffer vorhanden ist.

10. Mai 2008

Eine Airbus A321 befand sich unter Radarführung in der TMA LSZH 2 im Anflug auf die Piste 14. Auf einem Steuerkurs von 70 Grad und auf einer Höhe von 6200 ft QNH sichtete die Besatzung ein Segelflugzeug 1 bis 2 Meilen entfernt und auf

Kollisionskurs, auf einer Höhe von 6500 ft QNH. Die Besatzung meldete: "(...) *no TCAS indication from glider. Too late for any avoiding action (...).*"

25. September 2009

Eine Boeing B737 befand sich unter Radarführung in der TMA LSZH 8 (vgl. Anlage 7) im Sinkflug auf FL 80. Die Besatzung meldete: "(...) *Passing FL 86 we noticed glider exactly on our right wing (...).*"

21. April 2010

Ein Verkehrsflugzeug befand sich unter Radarführung in der TMA LSZH 2 im Anflug auf Piste 14. Auf einem Steuerkurs von 60 Grad und auf einer Höhe von 6000 ft wurde die Besatzung informiert, dass sie aus Separationsgründen durch den *localizer* geführt werde. Die Besatzung sah unvermittelt vor sich ein Segelflugzeug. Im Bericht steht unter anderem: "(...) *there was no TCAS information (...) traffic passed on their left side approximately at 100 m at the same altitude (...)*" Es geschah so schnell, dass keine Reaktion durch die Besatzung mehr möglich war.

22. Mai 2010

Eine Airbus A320 befand sich unter Radarführung in der TMA LSZH 6 im Anflug auf Piste 16. Auf einer Flughöhe von FL 70 meldete die Besatzung: "(...) *sighted a glider at our ten o'clock position in a turn towards us. Distance about 400 m at the bottom of the cloud base. The glider tightened the turn and we came close to about 200 m. I was ready to disengage the A/P [autopilot] when we observed the glider to turn away (...).*"

3. April 2011

Eine Cessna in der TMA LSZH 4B auf einem Fotoflug und auf einer Flughöhe von 6100 ft QNH meldet einen "*close encounter*" unter anderem wie folgt: "(...) *we saw a glider between Rüschlikon and Thalwil just below us on our right hand side. ... we have estimated the glider to be about 50 meters below and between 50 meters and 100 meters on our right (...)*". Das Segelflugzeug war nicht mit einem Transponder ausgerüstet oder hatte ihn zumindest nicht eingeschaltet.

15. April 2011

Ein Verkehrsflugzeug RJ1H befand sich unter Radarführung in der TMA LSZH 6 auf dem Gegenanflug für einen Instrumentenanflug auf Piste 14. Die Flughöhe betrug 6000 ft QNH. Die Besatzung meldete die gefährliche Annäherung unter anderem wie folgt: "(...) *Two gliders straight ahead at same altitude (...) they probably got aware of us, as they rapidly descended and flew away direction east (...).*"

12. Juni 2011

Ein Geschäftsreiseflugzeug Learjet befand sich im Luftraum TMA LSZH 6 für einen Anflug auf Piste 14, als der Pilot eine gefährliche Annäherung mit einem Segelflugzeug auf einer Höhe von 6000 ft QNH meldete. Das Segelflugzeug war auf dem Radar nicht sichtbar.

15. Juni 2011

Ein Verkehrsflugzeug befand sich unter Radarführung im Luftraum TMA LSZH 6. Ein Segelflugpilot meldete eine gefährliche Annäherung mit diesem Flugzeug unter anderem wie folgt: "(...) *ich befand mich zwischen Schluchsee Rothaus und Bonndorf, die Basis lag bei ca. 2000 – 2100 M. (...) ich kreiste in der Thermik auf etwa 1800 m [5900 ft] und war gerade Richtung Nord, als ich unvermittelt ein zweistrahliges Linienflugzeug dicht vor mir und ca. 200 Meter unterhalb sah (...).*"

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Allgemeines

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

2.1.2 Ausrüstung des Segelflugzeuges

Das Verkehrs- und Kollisionswarnsystem FLARM, mit dem die HB-1519 ausgerüstet war, wird seit dem Jahr 2004 vorwiegend in der Segelfliegerei eingesetzt. Es funktioniert ausschliesslich zwischen Luftfahrzeugen, die mit einem funktionsfähigen FLARM ausgestattet sind. Den Besatzungen solcher Luftfahrzeuge gibt es Hinweise über die Verkehrslage, warnt sie optisch und akustisch vor sich annähernden Luftfahrzeugen sowie zusätzlich vor Luftfahrthindernissen. Das TCAS der A340 konnte demnach die ausschliesslich mit FLARM ausgerüstete HB-1519 nicht erkennen und umgekehrt konnte das FLARM-System die Transpondersignale der A340 nicht erkennen. Seit einiger Zeit können Segelflugzeuge zusätzlich mit Signal-Empfängern/Decodern für *automatic dependent surveillance – broadcast* (ADS-B) ausgerüstet werden. Mit solchen Empfängern werden alle auf 1090 MHz gesendeten Transpondersignale im Umkreis von bis zu 250 km empfangen. Wenn ein ADS-B-Empfänger mit einem FLARM-System gekoppelt ist, werden die Signale von Mode-S-Transpondern äquivalent zu FLARM-Signalen verarbeitet. In diesem Fall wäre die Annäherung der Airbus A340 vom FLARM-System angezeigt worden.

Die HB-1519 war mit einem Navigations-Computer und einem GPS-Navigations-System älterer Bauart ausgerüstet. Im Gegensatz zu diesen Systemen verfügen moderne Bordrechner für Segelflugzeuge über Kartendarstellungen, deren Detaillierung und Informationen je nach Bedürfnis vom Piloten eingestellt werden können. Die Luftraumgrenzen sind für einen Segelflugpiloten darauf sowohl lateral wie auch vertikal einfach zu erkennen. Zudem warnen solche Bordrechner bei lateralen und vertikalen Annäherungen an Luftraumgrenzen optisch und akustisch. Bei einer optischen Warnung wird zum Beispiel der betroffene Luftraum – im vorliegenden Fall die TMA LSZH 2 – rot eingefärbt und eine Stimme warnt zusätzlich mit folgendem Hinweis „*hundert Meter unter Luftraum Charlie*“. Solche Warnungen müssen dann vom Piloten bestätigt werden, damit sie nicht ständig wiederholt werden. Fliegt man in einen solchen Luftraum ein, was in anderen Fällen mit einer entsprechenden Freigabe durchaus üblich ist, geht aus der Kartendarstellung im Bordrechner deutlich hervor, dass man sich innerhalb des entsprechenden Luftraums befindet.

Moderne Bordrechner können zudem auch die Verkehrslage, wie sie vom Kollisionswarnsystem FLARM und von ADS-B-Empfängern geliefert wird, auf dem Bildschirm in der Karte darstellen. Wenn die HB-1519 mit einem solchen Bordrechner und einem gekoppeltem ADS-B-Empfänger ausgerüstet gewesen wäre, hätte der Segelflugpilot die anfliegende Airbus A340 auf seinem Bildschirm mit der relativen Höhendifferenz sehen können.

Das wesentliche Problem beim Einsatz von Transpondern in Segelflugzeugen war in der Vergangenheit der Stromverbrauch. Moderne Mode-S-Transponder sind kompakt, leicht und haben eine geringe Leistungsaufnahme. Solche Geräte sind für den Einsatz in Segelflugzeugen geeignet. Aus diesem Grund werden Segelflugzeuge durch ihre Besitzer zunehmend mit Mode-S-Transpondern ausgerüstet. Wenn in der HB-1519 ein Mode-S-Transponder eingeschaltet gewesen wäre, hätte das TCAS die Besatzung der A340 vor dem Segelflugzeug auf Kollisionskurs

sionskurs gewarnt, das Segelflugzeug wäre für den Flugverkehrsleiter auf seinem Radarbildschirm erkennbar gewesen und das STCA hätte dem ihm eine Konfliktwarnung gegeben.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Allgemeines zu "see and avoid"

Im Abschlussbericht BEKLAS (**B**essere **E**rkennbarkeit kleiner **L**uftfahrzeuge als **S**chutz vor Kollisionen) zum Projekt "Erkennbarkeit von Segelflugzeugen und kleinen motorisierten Luftfahrzeugen" des deutschen Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen wurde festgehalten, dass das im Luftverkehr bekannte Prinzip zur Kollisionsvermeidung "see and avoid" durch die anatomisch festgelegte Leistungsfähigkeit des menschlichen Auges an seine Grenzen stösst.

Drei Sekunden bevor der Segelflugpilot eine enge Rechtskurve einleitete betrug die Distanz zur Airbus A340-313 gemäss den Flugwegaufzeichnungen 2.2 km. Der Segelflugpilot gab an, dass er das Verkehrsflugzeug in einer Entfernung von ca. 5 bis 6 km erkannt habe. Da das Verkehrsflugzeug zu diesem Zeitpunkt auf das Segelflugzeug zuflog (siehe Anlage 5) war es für den Segelflugpiloten schwierig, die Distanz zur Airbus A340-313 und dessen Flugweg einzuschätzen. Um 13:32:32 UTC leitete der Segelflugpilot ein Ausweichmanöver ein. Dreizehn Sekunden später, zum Zeitpunkt des geringsten Abstandes zwischen den beiden Flugzeugen, befand sich das Segelflugzeug lediglich 250 m von der Position entfernt, an der das Ausweichmanöver begonnen wurde. Dies macht deutlich, dass die Handlungsmöglichkeiten zur Vermeidung einer Kollision in einem vergleichsweise langsam fliegenden Luftfahrzeug gering sind.

Für die Besatzung des Verkehrsflugzeuges war es sehr schwierig das Segelflugzeug zu erkennen, da die Wahrnehmung kleiner Objekte, die nur geringen Kontrast gegenüber dem Hintergrund aufweisen, kaum möglich ist. Im vorliegenden Fall war es für die Erkennung des Segelflugzeuges sicher günstig, dass sich dieses im Kurvenflug befand und seine Querlage abrupt änderte, da der Mensch bewegte Objekte besser wahrnehmen kann als unbewegte. Ganz entscheidend für die Erkennbarkeit und Wahrnehmung von anderen Luftfahrzeugen ist die gezielte Erwartungshaltung der beobachtenden Person. Dies dürfte auch im vorliegenden Fall, bei dem sich der zweite Copilot auf die Luftraumbeobachtung konzentrieren konnte, entscheidend für das Erkennen des Segelflugzeuges gewesen sein.

Vom Einleiten der Ausweichmanöver bis zum Zeitpunkt der nächsten Annäherung vergingen weniger als 15 Sekunden. Eine Betrachtung der Flugwege der beiden Luftfahrzeuge in dieser Zeitspanne zeigt, dass weder das eine noch das andere Ausweichmanöver alleine für die Vermeidung einer Kollision ausschlaggebend war.

2.2.2 Besatzung SWR 39

Als sich die Besatzung bei der Flugverkehrsleitstelle Zürich Nord gemeldet hatte, bekam sie vom Flugverkehrsleiter (FVL) die Anweisung, nach FL 150 abzusinken und die Geschwindigkeit auf 210 KIAS zu reduzieren. Die Besatzung hatte zu diesem Zeitpunkt bereits begonnen, die Geschwindigkeit von über 300 KIAS zu reduzieren. Durch die weitere Sinkfreigabe erfolgte die Geschwindigkeitsreduktion zwangsläufig relativ langsam. Als sich die Besatzung dann rund eine Minute später bei Zürich *arrival* mit: "... speed two two zero knots." meldete, hatte das Flugzeug eine Geschwindigkeit von 267 KIAS. Der Kommandant wollte damit zum Ausdruck bringen, dass die SWR 39 vorgängig eine *speed restriction* erhalten hatte. Rückblickend äusserte der Kommandant die Ansicht, dass ein Funk-

spruch wie *"reducing speed two two zero knots"* wohl klarer gewesen wäre. Den Umstand, dass der Kommandant dabei 220 Knoten und nicht wie von ACC Nord verlangt, 210 Knoten angegeben hatte, begründete er mit dem Hinweis, dass die Besatzung vermeiden wollte, bereits so früh die Auftriebshilfen ausfahren zu müssen. Weiter war die Besatzung der Ansicht, dass eine Abweichung von 10 Knoten tolerierbar sei. Als die Besatzung kurz darauf von Zürich *arrival* die Freigabe erhielt *"(...) expect no delay, maintain the speed (...)"* bedeutete dies für sie, dass die momentane Geschwindigkeit beibehalten werden konnte. Diese betrug 260 KIAS und wurde schliesslich beim Durchfliegen von FL 100 auf 250 KIAS reduziert. Die Geschwindigkeit wurde in der Folge weder vom FVL *Zurich arrival* noch vom FVL *Zurich final*, bei dem sich die Besatzung rund sechs Minuten später meldete, beanstandet und es wurde auch diesbezüglich keine andere Freigabe mehr erteilt. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Flugbesatzung der SWR 39 bezüglich der Geschwindigkeitsvorgaben missverständlich mit der Flugsicherung kommuniziert hat. Dieses Missverständnis und die daraus resultierenden Geschwindigkeiten hatten allerdings keinen Einfluss auf die Entstehung der Fastkollision. Ungefähr 35 Sekunden vor der gefährlichen Annäherung erteilte der Flugverkehrsleiter der SWR 39 die Freigabe, unter die niedrigste zulässige Flughöhe für Instrumentenflüge (*minimum radar vector altitude*) zu sinken.

Die Besatzung handelte sicherheitsbewusst, indem sie den dritten Piloten während des Anfluges im Cockpit als Beobachter einsetzte. Damit wurden die vorhandenen Ressourcen optimal eingesetzt. Der fliegende und der assistierende Pilot waren zum Zeitpunkt der Fastkollision primär auf die Instrumente konzentriert, weil das Flugzeug sich im *intercept* auf die ILS 14 befand. In einer solchen Phase tritt erfahrungsgemäss eine hohe Arbeitsbelastung auf, weil beispielsweise der Abbau von Höhe und Geschwindigkeit und das Flugführungssystem intensiv überwacht werden müssen. Die Konzentration auf diese Arbeiten im Cockpit lässt tendenziell wenig Kapazität für die Luftraumüberwachung.

Die aufmerksame Beobachtung des Luftraumes durch den dritten Piloten und die unverzügliche Warnung ermöglichten es dem Copiloten 1, rasch zu reagieren. Denkbar ist, dass dem Piloten auf dem Beobachtersitz die Erfahrung als Segelflugpilot geholfen hat, das Segelflugzeug rechtzeitig zu erkennen. Das markante Ausweichmanöver war der Situation angemessen und half eine mögliche Kollision zu verhindern. Die Fortsetzung des Anfluges sowie die Meldung der gefährlichen Begegnung zeigen, dass die Zusammenarbeit im Cockpit trotz der eindrucklichen Fastkollision gut funktioniert hat.

2.2.3 Segelflugpilot

2.2.3.1 Fliegerisches Verhalten

Der Segelflugpilot der HB-1519 war seit dem Jahre 1968 Mitglied der Segelfluggemeinschaft Bohlhof e.V. Von seinen zahlreichen Flügen ab dem Segelfluggelände Bohlhof war er mit den geografischen Gegebenheiten und der komplexen Luftraumstruktur im Norden des internationalen Flughafens Zürich gut vertraut. Trotzdem flog er schon zwischen dem 15. Juni 2011 und dem 11. August 2012 nachweislich bei fünf Flügen ohne Freigabe in die kontrollierten Lufträume TMA LSZH 2, TMA LSZH 6 und TMA LSZH 9 ein.

Beim Flug am 11. August 2012, bei dem es zur gefährlichen Annäherung mit der Airbus A340 kam, wollte der Segelflugpilot einen lokalen Übungsflug ausführen. Auf seinem relativ kurzen Flug in der Umgebung seines Heimatflugfeldes Bohlhof wusste der Segelflugpilot zu jeder Zeit, wo er sich befand und kannte die seitlichen und vertikalen Luftraumgrenzen. Als er an der nördlichen Grenze der TMA LSZH 1 in den kontrollierten Luftraum TMA LSZH 2 einflog, liess er sich wahr-

scheinlich von einem Thermikaufwind verführen und stieg über die erlaubte Flughöhe von 4500 ft AMSL, da er nicht mit einem so tief anfliegenden Verkehrsflugzeug rechnete. Für den Weiterflug war die durch den Einflug in den kontrollierten Luftraum zusätzlich gewonnene Höhe nicht notwendig.

Als der Segelflugpilot die sich annähernde Airbus A340 sah, reagierte er unverzüglich, indem er aus den Linkskreisen, in denen er sich befand, eine Rechtskurve mit grosser Querlage einleitete. Mit diesem intuitiven Flugmanöver versuchte er sich vom potentiellen Kollisionspunkt mit der A340 zu entfernen. Dieses Ausweichen vergrösserte den Abstand zum Flugweg des Verkehrsflugzeugs, wobei aufgrund der grossen Geschwindigkeitsdifferenz die Möglichkeiten eines Segelflugzeuges, aus dem Gefahrenbereich zu fliegen, gering sind.

Einige Sekunden später, als die horizontale Distanz zwischen der A340 und dem Segelflugzeug mit rund 260 m am geringsten war, sah er das Linienflugzeug nicht, da die A340 das Segelflugzeug hinter diesem passierte. In Folge des Ausweichmanövers flog die HB-1519 für kurze Zeit in die TMA LSZH 1 ein, deren Untergrenze noch tiefer als die der TMA LSZH 2 liegt. Dieser Umstand hat allerdings im Zusammenhang mit der Fastkollision keine Bedeutung.

2.2.3.2 Meldepflicht

Für den 76-jährigen Segelflugpiloten war die Fastkollision mit der A340 ein gravierendes Ereignis. Obwohl er nach der Landung auf dem Flugfeld Bohlhof niemanden vom Ereignis berichtete, liess es ihm im Nachhinein keine Ruhe. Vom Standpunkt der Flugsicherheit aus war der Segelflugpilot verpflichtet, die Fastkollision zu melden. Dabei ist festzuhalten, dass der Gesetzgeber für solche schweren Vorfälle ausdrücklich eine Meldepflicht an die Sicherheitsuntersuchungsbehörde vorsieht. Eine Meldung über anonyme und freiwillige Meldesysteme mag für kleinere Ereignisse durchaus sinnvoll sein, Unfälle und schwere Vorfälle sind aber in jedem Fall der Sicherheitsuntersuchungsbehörde zu melden.

Erst einige Tage nach dem schweren Vorfall, als aufgrund der ersten Abklärungen der SUST auf dem Segelfluggelände Bohlhof die Flugdaten aller Flugzeuge durch die Vereinsorgane ausgelesen wurden, informierte der Pilot die Vereinsleitung über seine Beteiligung an der Fastkollision. Die Tatsache, dass auch danach weder die Vereinsleitung noch der Pilot selbst die Beteiligung am Vorfall gemeldet hatten, verzögerte die Untersuchung zunächst. Der Versuch, einen sicherheitskritischen Vorfall zu verheimlichen, ist mit Blick auf eine wirkungsvolle Prävention problematisch.

Als der betroffene Segelflugpilot durch die SUST schliesslich auf anderen Wegen ermittelt werden konnte und von dieser kontaktiert wurde, war er sofort einsichtig und kooperativ. In der Zusammenarbeit zwischen dem Piloten und der SUST zeigte sich, was allgemein festgestellt werden kann, dass der Informationsaustausch mit neutralen Fachleuten zur Aufarbeitung eines schweren Vorfalls für direkt Beteiligte wichtig ist.

2.2.4 Betrieb von Segelflugzeugen

Der Betrieb von Transpondern in Segelflugzeugen hat den Vorteil, dass Segelflugzeuge sowohl von luftfahrzeugseitigen Warnsystemen der kommerziellen Luftfahrt, wie auch von bodenseitigen Warnsystemen der Flugverkehrskontrollen, erkannt werden. Zusätzlich beeinflusst er das Verhalten der Segelflugpiloten punkto Luftraumverletzungen in ähnlicher Weise positiv, wie beim Fliegen an Segelflugmeisterschaften.

So gilt gemäss dem Reglement für Schweizer Segelflugmeisterschaften (Stand 1. Januar 2013) bei Luftraumverletzungen eine Nulltoleranz. Jeder Flugweg

muss durch einen von der *international gliding commission* (IGC) homologierten Logger aufgezeichnet werden und wird von der Wettbewerbsleitung ausgewertet. Luftraumverletzungen werden anhand der Flugwegaufzeichnungen nach Abzug einer vertikalen Messtoleranz von 10 Metern und einer lateralen Messtoleranz von 30 Metern bewertet und wie folgt bestraft: Bei einer erstmaligen Luftraumverletzung an einem Wettbewerb wird der Ort, wo die Luftraumverletzung begangen wurde, als Landeort gewertet und als Maximalstrafe kann ein Pilot für den entsprechenden Wettbewerbstag disqualifiziert werden. Da man mit solchen Strafen in der Rangliste sofort weit nach hinten gerät, ist jeder Wettbewerbspilot äusserst bedacht, keine Luftraumverletzung zu begehen.

Beim beliebten *online contest* (OLC), bei dem jährlich tausende Segelflüge von Piloten freiwillig ins Internet gestellt werden, gibt es einen ähnlichen, positiven Effekt wie bei den Segelflugmeisterschaften. Dadurch, dass jedermann den Flugweg mit dem Flughöhenverlauf eines publizierten Fluges einsehen kann, entsteht eine gewisse soziale Kontrolle, die zu erhöhter Wachsamkeit betreffend Vermeidung von Luftraumverletzungen führt. Segelflugpiloten, die mit einem eingeschalteten Transponder unterwegs sind, verhalten sich ähnlich vorsichtig, da die Möglichkeit zur Auswertung der Radaraufzeichnungen jederzeit gegeben ist.

Um ähnliche, schwere Vorfälle zu verhindern, sollten besonders gefährdete Lufträume mit Pufferzonen umgeben werden, in denen sich ausschliesslich Luftfahrzeuge bewegen dürften, die mit einem funktionsfähigen und eingeschalteten Transponder ausgerüstet sind. Solche so genannte *transponder mandatory zones* (TMZ) sollten die Kontrollzonen und Nahkontrollbezirke umgeben und um diese Lufträume vertikale und laterale Pufferzonen bilden.

Durch die Einführung von TMZ würden vermehrt Segelflugzeuge mit Mode-S-Transpondern ausgerüstet. Dies wäre auch ausserhalb von TMZ mit Vorteilen verbunden. Die Transponder könnten situativ in Betrieb genommen werden. Zum Beispiel würde beim Abgleiten aus grosser Höhe durch einen Luftraum mit Flugverkehr nach Instrumentenflugregeln (*instrument flight rules* – IFR) oder beim Fliegen in der Nähe eines kontrollierten Luftraumes die Wahrscheinlichkeit einer gefährlichen Annäherung mit anderen Luftfahrzeugen erheblich vermindert. Überall dort, wo der Betrieb eines Transponders in einem Segelflugzeug nicht notwendig ist, zum Beispiel beim Hangfliegen in Gebirgstälern, müsste er nicht eingeschaltet bleiben, da moderne Transponder schon Augenblicke nach dem Einschalten funktionsfähig sind.

2.2.5 Flugverkehrsleitung

2.2.5.1 Persönlichkeitsfaktoren des Flugverkehrsleiters

Der betroffene Flugverkehrsleiter zeichnet sich, wie sich bereits in früheren Untersuchungen gezeigt hat, durch eine engagierte Arbeitshaltung und eine kooperativ-freundliche Einstellung aus. Dieser Eindruck bestätigte sich auch bei den mit ihm durchgeführten Befragungen.

Es ist somit weniger die Frage einer zu oberflächlichen und zu lockeren Einstellung, wenn zugleich zu beobachten ist, dass es Momente oder Phasen gibt, in denen seine Aufmerksamkeit etwas zu sehr fokussiert ist. Dies im Unterschied zu einer "schwebenden Aufmerksamkeit", die sich dadurch auszeichnet, dass auch Ereignisse, die sich gewissermassen am Rande des Gesichtsfeldes oder ausserhalb der gebündelten Interessenzuwendung abspielen, nicht vollständig ausgeblendet werden. Auf diese Weise kann ein sich plötzlich veränderndes Ablaufmuster dieser Ereignisse das Bewusstsein erreichen.

Abläufe, die sich mit grosser Wahrscheinlichkeit voraussehen lassen, entlasten die Aufmerksamkeit, beziehungsweise den Überwachungsaufwand. Dennoch

bleibt es eine Wahrscheinlichkeit und ist keine Gewissheit, so dass auch bei solchen Abläufen immer noch ein gewisses Mass an Aufmerksamkeitszuwendung erforderlich ist. Fehlt diese, wird in unzulässig optimistischer Einstellung das Restrisiko ausgeschlossen.

Dies ist dementsprechend auch bei der vorweggenommenen *clearance* ("anticipated clearance")⁶ erforderlich, die dem Vernehmen nach bei Skyguide angewendet wird.

Bei der Befragung des FVL berief sich dieser denn auch auf diese Arbeitsweise und vermochte sie einleuchtend wie folgt zu begründen: Sie verbessere den Arbeitsfluss auf Seiten sowohl der Flugverkehrsleitung als auch der Flugbesatzung und erhöhe damit die Kapazität und Effizienz.

Unausgesprochen schwingt dabei die Haltung mit, dass man dies im Sinne einer guten Dienstleistung so mache. Was ursprünglich als Arbeitserleichterung gedacht war, rückt aufgrund des eigenen Anspruchsniveaus in den Vordergrund. Dass diese Arbeitsweise auch ein gewisses Risiko birgt, tritt dabei in den Hintergrund.

Es ist diesem FVL ein Anliegen, seine Arbeit als kompetenter und geschätzter Experte auszuführen, weil es ohnehin seiner Wesensart entspricht, engagiert und freundlich-kooperativ zu sein. Es ist nicht auszuschliessen, dass seine Vorgeschichte ihn zusätzlich motiviert hat, seine Fähigkeit deutlich unter Beweis zu stellen.

Paradoxerweise birgt aber gerade dies ein gewisses Fehlerrisiko, weil es eine nicht-situationsgerechte Prioritätensetzung begünstigen kann, wie sich dies beim schweren Vorfall aufzeigen lässt: Nach einer Vorwegnahme der *clearance* beobachtete der FVL den weiteren Flugverlauf von SWR 39 nur noch mit verminderter oder ausgebliebener Aufmerksamkeit. Ganz so, als ob dieser Teil seiner Aufgabe bereits abgehakt und abgeschlossen gewesen wäre. Dies geht gewissermassen davon aus, dass sich alles so abspielt, wie es idealerweise der Fall wäre. Wie sich in der Folge zeigte, war dies ein irreführender Optimismus.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der vom FVL angewandten *anticipated clearance* zumindest phasenweise eine mangelnde *situation awareness* (Situationsbewusstsein) gegenüber steht. Bestätigt wird dieser Eindruck durch seine spätere Aussage: "Für mich war der Fall nicht gravierend (...)".

Dies zeigt sich mit unterschiedlicher Deutlichkeit im nachstehenden Kapitel 2.2.5.2 "Handlungen und Vorgänge". Die Aussagen des FVL lassen Fragen offen und hinterlassen den Eindruck einer teilweise unvollständigen, unzutreffenden oder widersprüchlichen Lagebeurteilung. Das lässt den Schluss zu, dass Überblick und *situation awareness* nicht durchwegs gewährleistet waren.

2.2.5.2 Handlungen und Vorgänge

Sofern der FVL auf seinem Radarbildschirm die Anzeigen so gewählt hatte, wie er es in der Regel tat (vgl. Kapitel 1.5.2.3) so wurde ihm nebst der Geschwindigkeit auch die Sinkrate (*rate of descent* – ROD) des Flugzeuges SWR 39 angezeigt. Als er der Besatzung der SWR 39 um 13:32:23 UTC die Anweisung zu einer Geschwindigkeitsreduktion gab, hatte das Flugzeug auf dem Radarbildschirm des FVL eine Höhe von 5300 ft und eine Sinkrate von rund 2700 ft/min. Es war somit vorhersehbar, dass der minimale Abstand von 500 ft zur Untergrenze der TMA LSZH 2 von 4500 ft unterschritten würde. Da der FVL auf diesen Umstand

⁶ Der FVL hat in seiner Einvernahme immer von "anticipated clearance" gesprochen. Vgl. dazu auch Kap. 1.7.2.1.

nicht reagierte, muss angenommen werden, dass er weder die Flughöhe noch die Sinkrate der SWR 39 bewusst wahrgenommen hatte.

Als die Besatzung dem FVL die gefährliche Annäherung um 13:32:45 UTC meldete, bedankte sich dieser für die Information und erklärte zusätzlich: *"Swiss three niner, just about two miles north of your position, he was allowed at 4500 feet, just below the TMA, but then only 3000 feet."* Diese Antwort lässt den Schluss zu, dass der FVL nicht realisierte, dass innerhalb der TMA LSZH 2 eine gefährliche Annäherung stattgefunden hatte. Es schien für ihn selbstverständlich zu sein, dass der Pilot des Segelflugzeuges die Untergrenze von 4500 ft nicht überschritten hatte. Die Erklärung an die Besatzung diente, so auch die Aussage des FVL, lediglich dazu, der Besatzung die Struktur der TMA bekannt zu geben. Diese Antwort war für die Besatzung nicht hilfreich und möglicherweise sogar missverständlich, erweckte sie doch den Eindruck, der Flugverkehrsleiter habe auf seinem Radarbildschirm das Segelflugzeug erkennen können.

Das Verhalten des FVL bei den kurz nach dem schweren Vorfall anfliegenden Flugzeugen zeigt aber, dass ihm die gefährliche Annäherung zumindest teilweise bewusst wurde. Er erteilte der Besatzung des nachfolgend anfliegenden Flugzeuges SWR 169R um 13:42:02 UTC eine entsprechende Information über das Segelflugzeug, was sicherheitsbewusst war. Ob dieser Umstand auch dazu beigetragen hat, dass der FVL der Besatzung der SWR 169R eine Sinkflugfreigabe innerhalb der TMA LSZH 2 nur bis 5000 ft QNH erteilte, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Die Besatzung des übernächsten Fluges SWR 1801 erhielt vom FVL vier Minuten später allerdings wieder eine Sinkflugfreigabe nach 4000 ft QNH innerhalb der TMA LSZH 2 (vgl. Anlage 16). Das Flugzeug überflog die Grenze zwischen TMA LSZH 2 und TMA LSZH 1 jedoch höher als 5000 ft QNH.

2.2.5.3 Systemische Aspekte

Die komplexe Luftraumstruktur rund um den Flughafen Zürich stellt hohe Anforderungen an die Flugverkehrsleiter, die diesen Luftraum bewirtschaften. Die Bewirtschaftung wird zusätzlich erschwert durch die sich unter den TMA LSZH 1 und LSZH 2 befindenden Segelflugplätze, weil um diese zusätzliche TRA LS-T70 bis 72 definiert wurden, die eine obere Höhenbeschränkung aufweisen, die über der unteren Begrenzung des Luftraumes der Klasse C der TMA LSZH 1 und LSZH 2 liegen. Hinzu kommt die Tatsache, dass Flugzeuge, die sich unterhalb der unteren Grenze der TMA LSZH 1 und LSZH 2 bewegen, keinen Transponder besitzen müssen. Sie sind demzufolge für den FVL nicht erkennbar und können vom Sekundärradar auch nicht erfasst werden.

Die Untersuchung zeigte, dass 23 der 26 ausgewerteten Anflüge von Airbus A340 sowie der Flug SWR 39 die Sinkfreigabe nach 4000 ft QNH innerhalb der TMA LSZH 2 erhalten hatten, die dem Luftraum der Klasse C zugeordnet ist und eine Untergrenze von 4500 ft QNH aufweist. Mit der vorgesehenen Höhendifferenz von mindestens 500 ft wäre die tiefste zulässige Flughöhe demzufolge in diesem Luftraum 5000 ft QNH. Die frühzeitige Freigabe, nach 4000 ft QNH abzusinken, ist insofern kein Widerspruch, da sie dem Dienstleistungsgedanken der FVL gegenüber den anfliegenden Besatzungen entspricht, die früh genug eine Sinkfreigabe erhalten wollen, damit sie, wenn immer möglich, mit einem kontinuierlichen Sinkflug absinken können. Dieser Dienstleistungsgedanke der FVL ermöglicht auf der einen Seite einen optimalen Verkehrsfluss, setzt aber auf der anderen Seite eine erhöhte Überwachung des anfliegenden Flugzeuges voraus.

In diesem Zusammenhang ist wohl auch die Idee der *"anticipated clearance"* zu sehen, wobei zunächst einmal anzumerken ist, dass dabei nicht eine Freigabe "antizipiert", also prognostiziert oder erwartet, sondern eine Freigabe aufgrund

eines erwarteten oder prognostizierten vertikalen Flugweges erteilt wird. Des Weiteren fällt auf, dass die Vorstellungen der einzelnen Flugverkehrsleiter im Unternehmen bezüglich dieser Art von Freigabe auseinandergehen. Dies erstaunt nicht, ist doch das Erteilen einer *"anticipated clearance"* in den Arbeitsrichtlinien und Vorschriften von Skyguide nirgends beschrieben. Ebenso konnte von Skyguide keine Schulungsunterlagen oder sonstigen verbindlichen Angaben zu diesem Vorgehen geliefert werden. Neben einer unklaren Vorstellung, die bezüglich dieses Verfahrens im Flugsicherungsunternehmen herrschte, zeigen der vorliegend untersuchte schwere Vorfall bzw. die weiter unten diskutierten Radardaten von anderen Flügen, dass das Erteilen einer Freigabe aufgrund eines erwarteten Flugweges in gewissen Fällen von den Flugverkehrsleitern nicht sicher beherrscht wird.

Des Weiteren ist anzumerken, dass im Gegensatz zum FVL, der die Luftraumstruktur auf seinem Bildschirm hat, die anfliegende Besatzung eines Verkehrsflugzeuges diese in der Regel nicht kennt. Sie ist auch meistens nicht auf den Navigationsbildschirmen im Cockpit darstellbar, so auch nicht auf den zurzeit in Betrieb stehenden Flugzeugen der Swiss. Die einzige Restriktion für eine anfliegende Besatzung ist deshalb die freigegebene Höhe, die nicht unterschritten werden darf.

Die Untersuchung hat weiter gezeigt, dass, ausgenommen bei SWR 39, bei allen 26 untersuchten Flügen, die innerhalb der TMA LASZH 2 eine Freigabe auf 4000 ft QNH erhalten hatten, die minimale Höhendifferenz von 500 ft, also eine Mindesthöhe von 5000 ft QNH, nicht unterschritten wurde. Bemerkenswert ist, dass die Flüge 6, 9, 11 und 17 innerhalb der TMA LSZH 2 von den diensttuenden FVL eine Höhenrestriktion von 5000 ft QNH erhalten hatten und die Freigabe nach 4000 ft QNH erst erfolgte, nachdem sie die Grenze zur TMA LSZH 1 überflogen hatten (vgl. Anlage 7 und 8).

Im Weiteren zeigen die untersuchten A340-Anflüge, dass bei 20 dieser 26 Flüge der vertikale Abstand 1000 ft oder mehr betrug. Diese Flüge hätten also auch der von der ICAO vorgegebenen vertikalen Standard-Mindeststaffelung (*vertical separation minimum – VSM*) von 1000 ft entsprochen (vgl. Anlage 13).

Von den insgesamt 1714 untersuchten Anflügen verschiedener Luftfahrzeugmuster zwischen dem 1. und 7. Dezember 2012, wurde die Flughöhe von 5000 ft QNH innerhalb der lateralen Grenzen der TMA LSZH 2 bei 47 Anflügen (= 2.8 Prozent) unterschritten. Bei diesem Anteil muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Flughöhe, beim Durchflug der Grenze zwischen TMA LSZH 2 und TMA LSZH 1, bei 74.5 Prozent dieser 47 Anflüge über 4900 ft QNH lag. Wenn man 100 ft Höhendifferenz als Messfehlertoleranz annimmt, wurden 12 (= 0.7 Prozent) der 1714 untersuchten Anflüge innerhalb der TMA LSZH 2 zu tief geführt.

Mit diesem prozentualen Anteil der zu tief geführten Anflüge alleine kann die Wahrscheinlichkeit für eine Kollision zwischen einem geführten Flugzeug im Anflug und einem anderen Luftfahrzeug in der TMA LSZH 2 nicht abgeschätzt werden. Alleine die dokumentierten, gefährlichen Annäherungen mit Segelflugzeugen zeigten jedoch, dass eine Kollision möglich ist. Berücksichtigt man zudem die vielen weiteren vorgekommenen Annäherungen mit Motorflugzeugen und Gleitschirmen, so stellt das Unterschreiten einer minimalen Höhendifferenz von 500 ft bezüglich der Untergrenze der TMA durch das Erteilen von zu tiefen Freigaben ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar. Der Umstand, dass dies offenbar im Flugsicherungsunternehmen nie erkannt wurde, hat wahrscheinlich dazu beigetragen, dass der betreffende Flugverkehrsleiter wie auch einige seiner Kollegen gewohnt waren, Sinkflugfreigaben so zu erteilen, dass gelegentlich in der TMA

LSZH 2 die *minimum radar vectoring altitude* von IFR-Verkehr unterschritten wurde.

Bei Luftraumverletzungen durch Luftfahrzeuge ohne Transponder verfügen weder die Flugverkehrsleitung noch die Besatzungen der geführten Flugzeuge über eine technische Unterstützung zur Erkennung einer sich anbahnenden Kollision. Deshalb müssen insbesondere Piloten von Segelflugzeugen ohne funktionstüchtigen Transponder alles daran setzen, die Untergrenzen der kontrollierten Lufträume absolut zu respektieren. Die überwiegende Mehrheit der Segelflugpiloten ist verantwortungsbewusst und kann dies mit den heutigen technischen Hilfsmitteln in Eigenverantwortung problemlos einhalten. Segelflug-Verbände, -Vereine und -Flugplätze sollten dennoch flankierende Massnahmen ergreifen, um Piloten, die über ein mangelhaftes Risikobewusstsein verfügen, zu identifizieren. Das stichprobenartige Auslesen von Loggern und Kollisionswarngeräten durch die Segelflugorganisationen ist mit vertretbarem Aufwand machbar und für verantwortungsbewusste Piloten mit keinerlei Unannehmlichkeiten verbunden.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Verkehrsflugzeug HB-JMN war zum Verkehr VFR/IFR zugelassen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.
- Das Flugzeug A340-313 war mit einem TCAS II ausgerüstet, das Ausweichbefehle (RA) generieren kann.
- Das Segelflugzeug ASW 20 war mit einem Kollisionswarngerät FLARM ausgerüstet. Das FLARM kann keine Ausweichbefehle (RA) generieren.
- Die beiden Systeme TCAS II und FLARM sind nicht kompatibel.

3.1.2 Besatzungen

- Die Piloten der HB-JMN waren im Besitz der für den Flug notwendigen Ausweise.
- Der Pilot des Segelfluges war im Besitz der für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen aller beteiligten Piloten während des Vorfalles vor.

3.1.3 Mitarbeiter der Flugsicherung

- Der Flugverkehrsleiter besass die für die Ausübung seiner Tätigkeit notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen des Flugverkehrsleiters zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles vor.

3.1.4 Verlauf des schweren Vorfalles

- Das Verkehrsflugzeug HB-JMN, eine A340-313 befand sich im Anflug auf die Piste 14 des Flughafens Zürich.
- Die Besatzung erhielt vom Flugverkehrsleiter (FVL) *Zurich Final* (FIN) um 13:32:04 UTC die Freigabe, auf 4000 ft QNH abzusinken.
- Das Verkehrsflugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Luftraum der Klasse C des Nahkontrollbezirkes (*terminal control area – TMA*) LSZH 2 des Flughafens Zürich, auf einer Höhe von 6000 ft QNH, einer Sinkrate (*rate of descent – ROD*) von 2500 ft/min und einer Geschwindigkeit von 245 KIAS.
- Als die Besatzung des Verkehrsflugzeuges vier Sekunden später diese Freigabe bestätigte, hatte das Flugzeug eine Höhe von 5800 ft QNH und eine ROD von 3170 ft/min.
- Als der FVL der Besatzung des Verkehrsflugzeuges um 13:32:23 UTC die Anweisung gab, die Geschwindigkeit zu reduzieren, befand sich dieses auf einer Höhe von 5050 ft QNH, mit einer ROD von etwas mehr als 2700 ft/min und einer Geschwindigkeit von 254 KIAS.
- Ein Segelflugzeug ASW 20, das auf dem Segelfluggelände Bohlhof zu einem Übungsflug gestartet war, befand sich an der südlichen Grenze in der TMA LSZH 2 auf einer Höhe von etwas über 4700 ft QNH.

- Der dritte Pilot der A340-313, der auf dem mittleren Sitz im Cockpit sass, sah während des Eindrehens in die Ebene des Landekurssender plötzlich dieses Segelflugzeug, das sich auf gleicher Höhe auf Kollisionskurs befand und warnte die beiden anderen Piloten.
- Um 13:32:35 UTC leitete die Besatzung der A340-313 ein markantes Ausweichmanöver ein. Die Aufzeichnungen zeigen eine maximale Querlage von 36 Grad nach links und eine Vergrösserung der Längsneigung um rund fünf Grad, die eine Normalbeschleunigung von 1.6 g erzeugte.
- Die A340-313 befand sich zu diesem Zeitpunkt immer noch im Luftraum der Klasse C der TMA LSZH 2, auf einer Höhe von 4700 ft QNH, einer ROD von 350 ft/min und einer Geschwindigkeit von 248 KIAS.
- Der Segelflupilot hatte die A340-313 kurz vorher ebenfalls erblickt und drei Sekunden vorher, um 13:32:32 UTC als Ausweichmanöver eine bruske Rechtskurve eingeleitet.
- Gemäss Aufzeichnungen der beiden Flugwege passierten sich die beiden Luftfahrzeuge um 13:32:45 UTC auf annähernd gleicher Höhe mit einem Abstand von rund 260 m.

3.1.5 Rahmenbedingungen

- Der im Luftraum der Klasse C für die Staffelung verantwortliche FVL konnte das Segelflugzeug nicht wahrnehmen, da dieses nicht über einen Transponder verfügte und vom Sekundärradar nicht erfasst werden konnte. Auch die Primärradarstationen waren nicht in der Lage, das Segelflugzeug zu erfassen.
- Das TCAS II der Airbus A340 konnte keinen Ausweichbefehl generieren, da das Segelflugzeug nicht mit einem Transponder ausgerüstet war.
- Das Konfliktwarnsystems (*short term conflict alert system* – STCA) konnte den FVL nicht vor der gefährlichen Annäherung der beiden Luftfahrzeuge warnen, da das Segelflugzeug nicht mit einem Transponder ausgerüstet war.
- Die Anwendung der ICAO-Empfehlungen für vertikale Mindestabstände lassen es zu, dass in der TMA LSZH 2 der vertikale Mindestabstand zwischen IFR- und VFR-Verkehr 500 ft beträgt. Im Gegensatz dazu beträgt die vertikale Mindeststaffelung (*vertical separation minimum* – VSM) zwischen zwei IFR-Flügen in der Regel mindestens 1000 ft.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den schweren Vorfall.

3.1.6 Organisatorische Aspekte

- Im Flugsicherungsunternehmen war es gängige Praxis, den Verkehrsflugzeugen in der TMA LSZH 2 Sinkflugfreigaben unter die niedrigste zulässige Flughöhe für Instrumentenflug (*minimum radar vector altitude*) zu erteilen. Dieses Verfahren wurde von Skyguide als "*anticipated clearance*" bezeichnet, war aber nirgends dokumentiert.
- Eine Untersuchung von 1714 Anflügen auf Piste 14 zeigte, dass die niedrigste zulässige Flughöhe in der TMA LSZH 2 für Instrumentenflüge in 0.7 % der Fälle um mehr als 100 ft unterschritten wurde. Es wurden Unterschreitungen bis zu 660 ft festgestellt.

3.2 Ursachen

Diese Fastkollision ist darauf zurückzuführen, dass sich ein Segelflugzeug ohne entsprechende Freigabe in einem Luftraum der Klasse C befand, in dem ein Verkehrsflugzeug unterhalb der zulässigen Flughöhe für Instrumentenflüge (*minimum radar vector altitude*) geführt wurde.

Als direkte Ursache dieser Fastkollision wurden folgende Faktoren ermittelt:

- Fehlendes Risikobewusstsein des Segelflugpiloten.
- Der Flugverkehrsleiter erteilte eine Sinkflugfreigabe auf eine Höhe, die im Luftraum, in dem diese Freigabe erfolgte, unter der niedrigsten zulässigen Flughöhe für Instrumentenflüge lag, ohne dabei zu überwachen, dass diese Flughöhe nicht unterschritten wurde.

Als systemische Ursache wurde folgender Faktor ermittelt:

- Das Fehlen eines für Segelflugzeuge, Verkehrsflugzeuge und Flugsicherung kompatiblen Sicherheitssystems, das vor einer gefährlichen Annäherung hätte warnen können.

Als beitragender systemischer Faktor wurde Folgendes ermittelt:

- Das Flugsicherungsunternehmen erkannte nicht, dass bei erteilten Sinkflugfreigaben unter die *minimum radar vector altitude* diese gelegentlich unterschritten wurden.

Die folgenden Faktoren wurden weder als ursächlich noch als beitragend, aber als systemisch risikoreich erkannt (*factors to risk*):

- Die Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich ist komplex, was sie in der Benutzung durch Flugbesatzungen und für die Bewirtschaftung durch die Flugverkehrsleiter anspruchsvoll macht.
- Die Lufträume um den Flughafen Zürich mit ihrer vertikalen Ausdehnung sind so ausgelegt, dass auch verhältnismässig kleine Fehler bereits zu gefährlichen Situationen führen können.

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, die 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 Allgemeines

Als die wesentlichen Elemente des Sachverhalts dieser Fastkollision vorlagen, führte im März 2013 die Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle gemeinsam mit dem bevollmächtigten Vertreter der Bundesrepublik Deutschland ausgedehnte Diskussionen mit den Verkehrskreisen, die vom schweren Vorfall oder von allfälligen Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit direkt oder indirekt betroffen waren. Die folgenden Organisationen nahmen an diesen Besprechungen teil:

Aerocontrol, Bundesamt für Zivilluftfahrt, Civil Aviation Safety Officer (CASO) des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Deutscher Aeroclub, Flughafen Zürich AG, Segelfluggemeinschaft Bohlhof, Schweizerischer Segelflugverband, Skyguide, Swiss Air Line Pilots Association, Swiss International Airlines Ltd.

Dieses Treffen galt auch als Konsultation der beteiligten Verkehrskreise bezüglich möglicher Sicherheitsempfehlungen, wie dies in Art. 17 Abs. 1 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt und zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG, die am 1. Februar 2012 auch in der Schweiz in Kraft gesetzt wurde, vorgeschrieben ist. In der Folge wurde am 16. Mai 2013 dem Bundesamt für Zivilluftfahrt ein Zwischenbericht mit den Sicherheitsempfehlungen 466 bis 468 (vgl. Kap. 4.1.2 bis 4.1.3) überwiesen. Sowohl die Information an die beteiligten Verkehrskreise, als auch der Zwischenbericht und die darin enthaltenen Sicherheitsempfehlungen sollten es den betroffenen Organisationen ermöglichen, unverzüglich und nicht erst nach Erscheinen des Schlussberichts Verbesserungsmassnahmen bezüglich der Flugsicherheit ergreifen zu können.

Nach Abschluss der Untersuchung wurden nochmals zwei Sicherheitsdefizite festgestellt, die in Verbindung mit begründeten Vorschlägen der beteiligten Ver-

kehrskreise zu den Sicherheitsempfehlungen 483 und 484 führten (vgl. Kap. 4.1.4 und 4.1.5).

4.1.2 Sicherheitsempfehlungen bezüglich Luftraumstruktur und Transponder

4.1.2.1 Sicherheitsdefizit

Am 11. August 2012 befand sich ein Verkehrsflugzeug des Musters Airbus A340-313, eingetragen als HB-JMN, auf einem Linienflug von San Francisco nach Zürich. Nach einem ereignislosen Flug erhielt die Besatzung vom Flugverkehrsleiter *Zurich Final* (FIN) um 13:32:04 UTC die Freigabe, nach 4000 ft QNH abzusinken. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Luftraum der Klasse C im Nahkontrollbezirk (*terminal control area – TMA*) LSZH 2 auf einer Höhe von 6000 ft QNH, mit einer angezeigten Fluggeschwindigkeit von 245 Knoten (*knots indicated airspeed – KIAS*) und mit einer Sinkrate von 2500 ft/min. Der Luftraum der Klasse C erstreckte sich in der TMA LSZH 2 von 4500 ft AMSL bis auf FL 195.

Ein Segelflugzeug des Musters ASW 20, eingetragen als HB-1519, das um 12:59 UTC vom Segelfluggelände Bohlhof zu einem Übungsflug gestartet war, befand sich gleichzeitig an der südlichen Grenze in der TMA LSZH 2, auf einer Höhe von etwas über 4700 ft QNH.

Ein dritter Pilot der A340-313, der sich auf dem mittleren Beobachtersitz im Cockpit befand, sah während des Eindrehens in die Ebene des Landekursenders überraschend dieses Segelflugzeug auf Kollisionskurs in gleicher Höhe. Er warnte die beiden mit der Flugführung betrauten Piloten und ein markantes Ausweichmanöver wurde eingeleitet. Die Aufzeichnungen zeigen eine maximale Querlage von 36 Grad nach links und eine Vergrößerung der Längsneigung um rund fünf Grad, was eine Normalbeschleunigung von 1.6 g erzeugte. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt immer noch im Luftraum C der TMA LSZH 2. Die Flughöhe betrug 4700 ft QNH, die Sinkrate 350 ft/min und die Geschwindigkeit 248 KIAS.

Gemäss Aufzeichnungen der beiden Flugwege passierten sich die beiden Luftfahrzeuge auf annähernd gleicher Höhe mit einem Abstand von rund 260 m.

Das Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystem (*traffic alert and collision avoidance system – TCAS*) der A340-313 konnte weder einen Verkehrshinweis (*traffic advisory – TA*) geben noch einen Ausweichbefehl (*resolution advisory – RA*) generieren, da das Segelflugzeug nicht mit einem Transponder ausgerüstet war.

Aus dem gleichen Grund konnte das Radarsystem der Flugsicherung das Segelflugzeug nicht erfassen, was dazu führte, dass einerseits der Flugverkehrsleiter (FVL) dieses zu keinem Zeitpunkt wahrnehmen konnte und andererseits das Konfliktwarnsystem (*short term conflict alert system – STCA*) der Flugsicherung den FVL nicht vor der gefährlichen Annäherung warnen konnte.

4.1.2.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 466

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden von Nachbarstaaten um die Schweizer Flughäfen herum Lufträume festlegen, in denen sich ausschliesslich Luftfahrzeuge bewegen dürfen, die mit einem funktionsfähigen und eingeschalteten Transponder ausgerüstet sind (*transponder mandatory zones – TMZ*). Diese TMZ sollten die Kontrollzonen und Nahkontrollbezirke umfassen und gegenüber diesen Lufträumen vertikale oder horizontale Pufferzonen bilden.

4.1.3 Sicherheitsempfehlungen beim Umgang mit Luftraumverletzungen

4.1.3.1 Sicherheitsdefizit

Am 11. August 2012 befand sich ein Verkehrsflugzeug des Musters Airbus A340-313, eingetragen als HB-JMN, auf einem Linienflug von San Francisco nach Zürich. Nach einem ereignislosen Flug erhielt die Besatzung vom Flugverkehrsleiter *Zurich Final* (FIN) um 13:32:04 UTC die Freigabe, nach 4000 ft QNH abzusenken. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Luftraum der Klasse C im Nahkontrollbezirk (*terminal control area* – TMA) LSZH 2 auf einer Höhe von 6000 ft QNH, mit einer angezeigten Fluggeschwindigkeit von 245 Knoten (*knots indicated airspeed* – KIAS) und mit einer Sinkrate von 2500 ft/min. Der Luftraum der Klasse C erstreckte sich in der TMA LSZH 2 von 4500 ft AMSL bis auf FL 195.

Ein Segelflugzeug des Musters ASW 20, eingetragen als HB-1519, das um 12:59 UTC vom Segelfluggelände Bohlhof zu einem Übungsflug gestartet war, befand sich gleichzeitig an der südlichen Grenze in der TMA LSZH 2, auf einer Höhe von etwas über 4700 ft QNH.

Ein dritter Pilot der A340-313, der sich auf dem mittleren Beobachtersitz im Cockpit befand, sah während des Eindrehens in die Ebene des Landekursenders überraschend dieses Segelflugzeug auf Kollisionskurs in gleicher Höhe. Er warnte die beiden mit der Flugführung betrauten Piloten und ein markantes Ausweichmanöver wurde eingeleitet. Die Aufzeichnungen zeigen eine maximale Querlage von 36 Grad nach links und eine Vergrößerung der Längsneigung um rund fünf Grad, was eine Normalbeschleunigung von 1.6 g erzeugte. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt immer noch im Luftraum C der TMA LSZH 2. Die Flughöhe betrug 4700 ft QNH, die Sinkrate 350 ft/min und die Geschwindigkeit 248 KIAS.

Gemäss Aufzeichnungen der beiden Flugwege passierten sich die beiden Luftfahrzeuge auf annähernd gleicher Höhe mit einem Abstand von rund 260 m.

Im Rahmen der Untersuchung wurden folgende sicherheitskritische Feststellungen gemacht:

- Im Bereich des Anfluges auf die Pisten 14 und 16 des Flughafens Zürich fanden in den letzten Jahren regelmässig und in verhältnismässig grosser Zahl Luftraumverletzungen durch mit Transponder ausgerüstete Luftfahrzeuge der allgemeinen Luftfahrt statt.
- Das Flugsicherungsunternehmen Skyguide meldete der SUST am 13. August 2012, dass es am 11. August 2012 zu einer Annäherung zwischen der SWR 39 und einem Segelflugzeug gekommen sei. Nach umfangreichen Vorabklärungen eröffnete die SUST am 7. September 2012 die Untersuchung bezüglich einer Fastkollision und informierte Skyguide darüber. In der Folge hatte die Medienabteilung des Flugsicherungsunternehmens diesbezüglich verschiedene Medienanfragen zu beantworten. In dem mit der eigentlichen Flugsicherung befassten Teil des Unternehmens wurde der Fastkollision keine Beachtung geschenkt und man wurde auf die Schwere des Ereignisses erst nach der Befragung des Flugverkehrsleiters durch die SUST im Oktober 2012 aufmerksam.
- Bei früheren Flügen des betroffenen Segelfluggpiloten wie auch während Flügen anderer Segelfluggpiloten, die im Bereich der Nahkontrollbezirke und der Kontrollzone des Flughafens Zürich durchgeführt wurden, fanden Luftraumverletzungen statt, die erst im Rahmen dieser Untersuchung erkannt wurden.
- Die Segelfluggemeinschaft, in welcher der in die Fastkollision verwickelte Segelfluggpilot Mitglied war, erfasste die Luftraumverletzungen ihrer Mitglie-

der nicht systematisch und meldete Ereignisse, die ihr bekannt waren, nicht an die zuständigen Behörden.

- Eine systematische Erfassung von Luftraumverletzungen, wie sie bezüglich Luftfahrzeugen geschieht, die mit Transponder ausgerüstet sind, findet beim Betrieb von Segelflugzeugen und anderen Luftfahrzeugen, die über keinen Transponder verfügen müssen, nicht statt. Es ist deshalb von einer beträchtlichen Dunkelziffer von solchen Luftraumverletzungen auszugehen, deren Ursachen nicht eruiert werden kann.

Diese Mängel sollten mit folgenden Sicherheitsempfehlungen behoben werden.

4.1.3.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 467

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gemeinsam mit den massgeblichen Luftfahrtverbänden und gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden von Nachbarstaaten insbesondere im Bereich von grösseren Schweizer Flughäfen wirksame Massnahmen ergreifen, die sicherstellen, dass Piloten der allgemeinen Luftfahrt die Grenzen von kontrollierten Lufträumen konsequent respektieren.

4.1.3.3 Sicherheitsempfehlung Nr. 468

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gemeinsam mit der Flugsicherung Skyguide, den massgeblichen Luftfahrtverbänden und gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden von Nachbarstaaten Massnahmen entwickeln, die sicherstellen, dass auch Luftraumverletzungen von Luftfahrzeugen, die nicht mit Transponder ausgerüstet sind, systematisch erfasst und die damit verbundenen Risiken verringert werden können.

4.1.4 Sicherheitsempfehlung zu einer Arbeitsweise bei der Flugsicherung

4.1.4.1 Sicherheitsdefizit

Am 11. August 2012 befand sich ein Verkehrsflugzeug des Musters Airbus A340-313, eingetragen als HB-JMN, auf einem Linienflug von San Francisco nach Zürich. Nach einem ereignislosen Flug erhielt die Besatzung vom Flugverkehrsleiter *Zurich Final* (FIN) um 13:32:04 UTC die Freigabe, nach 4000 ft QNH abzusinken. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Luftraum der Klasse C im Nahkontrollbezirk (*terminal control area* – TMA) LSZH 2 auf einer Höhe von 6000 ft QNH, mit einer angezeigten Fluggeschwindigkeit von 245 Knoten (*knots indicated airspeed* – KIAS) und mit einer Sinkrate von 2500 ft/min. Der Luftraum der Klasse C erstreckte sich in der TMA LSZH 2 von 4500 ft AMSL bis auf FL 195.

Ein Segelflugzeug des Musters ASW 20, eingetragen als HB-1519, das um 12:59 UTC vom Segelfluggelände Bohlhof zu einem Übungsflug gestartet war, befand sich gleichzeitig an der südlichen Grenze in der TMA LSZH 2, auf einer Höhe von etwas über 4700 ft QNH.

Ein dritter Pilot der A340-313, der sich auf dem mittleren Beobachtersitz im Cockpit befand, sah während des Eindrehens in die Ebene des Landekursenders überraschend dieses Segelflugzeug auf Kollisionskurs in gleicher Höhe. Er warnte die beiden mit der Flugführung betrauten Piloten und ein markantes Ausweichmanöver wurde eingeleitet. Die Aufzeichnungen zeigen eine maximale Querlage von 36 Grad nach links und eine Vergrösserung der Längsneigung um rund fünf Grad, was eine Normalbeschleunigung von 1.6 g erzeugte. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt immer noch im Luftraum C der TMA LSZH 2. Die Flughöhe betrug 4700 ft QNH, die Sinkrate 350 ft/min und die Geschwindigkeit 248 KIAS.

Gemäss Aufzeichnungen der beiden Flugwege passierten sich die beiden Luftfahrzeuge auf annähernd gleicher Höhe mit einem Abstand von rund 260 m.

Im Rahmen der Untersuchung wurde festgestellt, dass beim Flugsicherungsunternehmen Skyguide die Praxis bestand, eine sog. "*anticipated clearance*" zu erteilen, wobei hierbei zu präzisieren ist, dass dabei nicht eine Freigabe "antizipiert", also prognostiziert oder erwartet, sondern eine Freigabe aufgrund eines erwarteten oder prognostizierten vertikalen Flugweges erteilt wird. Dies führte sowohl im vorliegend untersuchten schweren Vorfall als auch im sonstigen Betrieb dazu, dass gelegentlich unter der Annahme eines bestimmten Flugweges eine Sinkfreigabe erteilt wurde, die zu einer Unterschreitung der tiefsten zulässigen Höhe für Instrumentenflüge in der TMA LSZH 2 führte. Das Konzept dieser "*anticipated clearances*" war in den betrieblichen Unterlagen des Flugbetriebsunternehmens nirgends beschrieben und es existierten auch keine Schulungsunterlagen dazu. Skyguide begründete dies damit, dass es sich hier um eine Arbeitsweise handle und nicht um ein Verfahren. Dies führte zu einer unterschiedlichen Handhabung bzw. Auffassung dieses Konzepts durch die einzelnen Flugverkehrsleiter. Sowohl der vorliegend untersuchte schwere Vorfall wie auch die im Rahmen der Untersuchung ausgewerteten Radardaten von anderen Flügen, zeigen, dass das Erteilen einer Freigabe aufgrund eines erwarteten Flugweges in gewissen Fällen von den Flugverkehrsleitern nicht sicher beherrscht wird.

4.1.4.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 483

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gemeinsam mit der Flugsicherung Skyguide das Konzept der "*anticipated clearances*" prüfen und Massnahmen treffen, die sicherstellen, dass Flüge nach Instrumentenflugregeln, unter Einhaltung einer Freigabe, nicht auf Höhen oder in Lufträume gelangen, die für sie nicht vorgesehen sind.

4.1.5 Sicherheitsempfehlung zur Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich

4.1.5.1 Sicherheitsdefizit

Am 11. August 2012 befand sich ein Verkehrsflugzeug des Musters Airbus A340-313, eingetragen als HB-JMN, auf einem Linienflug von San Francisco nach Zürich. Nach einem ereignislosen Flug erhielt die Besatzung vom Flugverkehrsleiter *Zurich Final* (FIN) um 13:32:04 UTC die Freigabe, nach 4000 ft QNH abzusinken. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt im Luftraum der Klasse C im Nahkontrollbezirk (*terminal control area* – TMA) LSZH 2 auf einer Höhe von 6000 ft QNH, mit einer angezeigten Fluggeschwindigkeit von 245 Knoten (*knots indicated airspeed* – KIAS) und mit einer Sinkrate von 2500 ft/min. Der Luftraum der Klasse C erstreckte sich in der TMA LSZH 2 von 4500 ft AMSL bis auf FL 195.

Ein Segelflugzeug des Musters ASW 20, eingetragen als HB-1519, das um 12:59 UTC vom Segelfluggelände Bohlhof zu einem Übungsflug gestartet war, befand sich gleichzeitig an der südlichen Grenze in der TMA LSZH 2, auf einer Höhe von etwas über 4700 ft QNH.

Ein dritter Pilot der A340-313, der sich auf dem mittleren Beobachtersitz im Cockpit befand, sah während des Eindrehens in die Ebene des Landekursenders überraschend dieses Segelflugzeug auf Kollisionskurs in gleicher Höhe. Er warnte die beiden mit der Flugführung betrauten Piloten und ein markantes Ausweichmanöver wurde eingeleitet. Die Aufzeichnungen zeigen eine maximale Querlage von 36 Grad nach links und eine Vergrösserung der Längsneigung um rund fünf Grad, was eine Normalbeschleunigung von 1.6 g erzeugte. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt immer noch im Luftraum C der TMA LSZH

2. Die Flughöhe betrug 4700 ft QNH, die Sinkrate 350 ft/min und die Geschwindigkeit 248 KIAS.

Gemäss Aufzeichnungen der beiden Flugwege passierten sich die beiden Luftfahrzeuge auf annähernd gleicher Höhe mit einem Abstand von rund 260 m.

Im Rahmen der Untersuchung wurde nicht nur bezüglich des vorliegend untersuchten schweren Vorfalls sondern auch im Zusammenhang mit Luftraumverletzungen generell festgestellt, dass die Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich sowohl an die Besatzungen von Luftfahrzeugen als auch an die Flugverkehrsleiter hohe Anforderungen stellt. Die Fragmentierung des Luftraums führt zu zahlreichen vertikalen und horizontalen Luftraumgrenzen, die auch bei sorgfältiger Arbeitsweise aller beteiligten Verkehrskreise nur schwer einzuhalten sind. Damit stellt diese Luftraumstruktur ein systemisches Risiko dar, weil es sich letztlich auf eine fehlerfreie Arbeitsweise abstützt, was mit Blick auf die normalen menschlichen Begrenzungen von falschen Annahmen ausgeht. Wie der vorliegend untersuchte schwere Vorfall auch zeigt, sind die Lufträume so ausgelegt, dass auch verhältnismässig kleine Fehler bereits zu gefährlichen Situationen führen können, was ein wenig fehlertolerantes Konzept belegt.

4.1.5.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 484

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden von Nachbarstaaten und unter Einbezug der betroffenen Verkehrskreise die Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich prüfen und Massnahmen treffen, welche die Nutzung des Luftraumes vereinfachen bzw. fehlertoleranter machen.

4.2 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.2.1 Durch die Segelfluggemeinschaft Bohlhof

Zusätzlich zu bereits bestehenden Massnahmen um Verletzungen von TMA und CTR Zürich zu vermeiden, hat die Segelfluggemeinschaft Bohlhof ab Frühjahr 2013 die folgenden Regelungen getroffen:

- *"Es werden unregelmässige, nicht angekündigte Loggerkontrollen aller auf dem Bohlhof fliegenden Flugzeuge durchgeführt.*
- *Werden dabei Luftraumverstösse festgestellt, wird der entsprechende Flugzeugführer einer Nachschulung unterzogen und sein Logger wird zukünftig nach jedem Flug kontrolliert. Im Wiederholungsfalle wird ein Flugverbot als verantwortlicher Flugzeugführer auf dem Bohlhof ausgesprochen.*
- *Einrichten eines "anonymen" Reporting-Systems zur erleichterten Meldung von Vorkommnissen."*

In einem weiteren Schreiben vom 18. März 2014 teilt die Segelfluggemeinschaft Bohlhof mit, dass die Luftfahrzeuge so ausgerüstet wurden, dass im Jahre 2014 alle Segelflüge ab dem Bohlhof mittels Logger-Aufzeichnungen kontrolliert werden können.

4.2.2 Durch das Flugsicherungsunternehmen Skyguide

In einem Schreiben vom 18. Februar 2014 teilt das Flugsicherungsunternehmen mit, dass es auf Grund des schweren Vorfalls folgende Massnahmen getroffen hat:

1. *"Dieser Vorfall wurde als Beispiel im Tower/Approach Refresher (9.9.-27.9.2013) vorgetragen. In diesem Rahmen sind dann die Themen*

"Anticipated Clearances" und MVAs [minimum vectoring altitudes] behandelt worden.

- 2. Austausch und Behandlung dieses Vorfalles zusammen mit Swiss International Airlines; eine erste Bearbeitung hat am 2.4.2013 zusammen mit Swiss stattgefunden. Swiss und Skyguide übernehmen voneinander die Informationen aus den internen Untersuchungsberichten zur Bearbeitung in den eigenen Schulungsgefässen. Bei Skyguide wurden die Informationen seitens Piloten im obenerwähnten Tower/Approach Refresher vorgetragen.*
- 3. Im Nachgang zu diesem Vorfall wurden in allen operationellen Units der Skyguide die Bereiche, in welchen "Anticipated Clearances" angewendet werden, erfasst und analysiert. In den Fällen, bei denen ein Arbeiten ohne die Anwendung von "Anticipated Clearances" keinen negativen Einfluss auf die Arbeitsbelastung hat, wird eine Änderung der bisherigen Arbeitspraxis durchgeführt werden. In den Fällen, bei denen ein Arbeiten ohne die Anwendung von "Anticipated Clearances" einen negativen Einfluss auf die Arbeitsbelastung hat, wird eine Änderung der bisherigen Arbeitspraxis geprüft und wenn möglich angestrebt."*

Payerne, 19. August 2014

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).

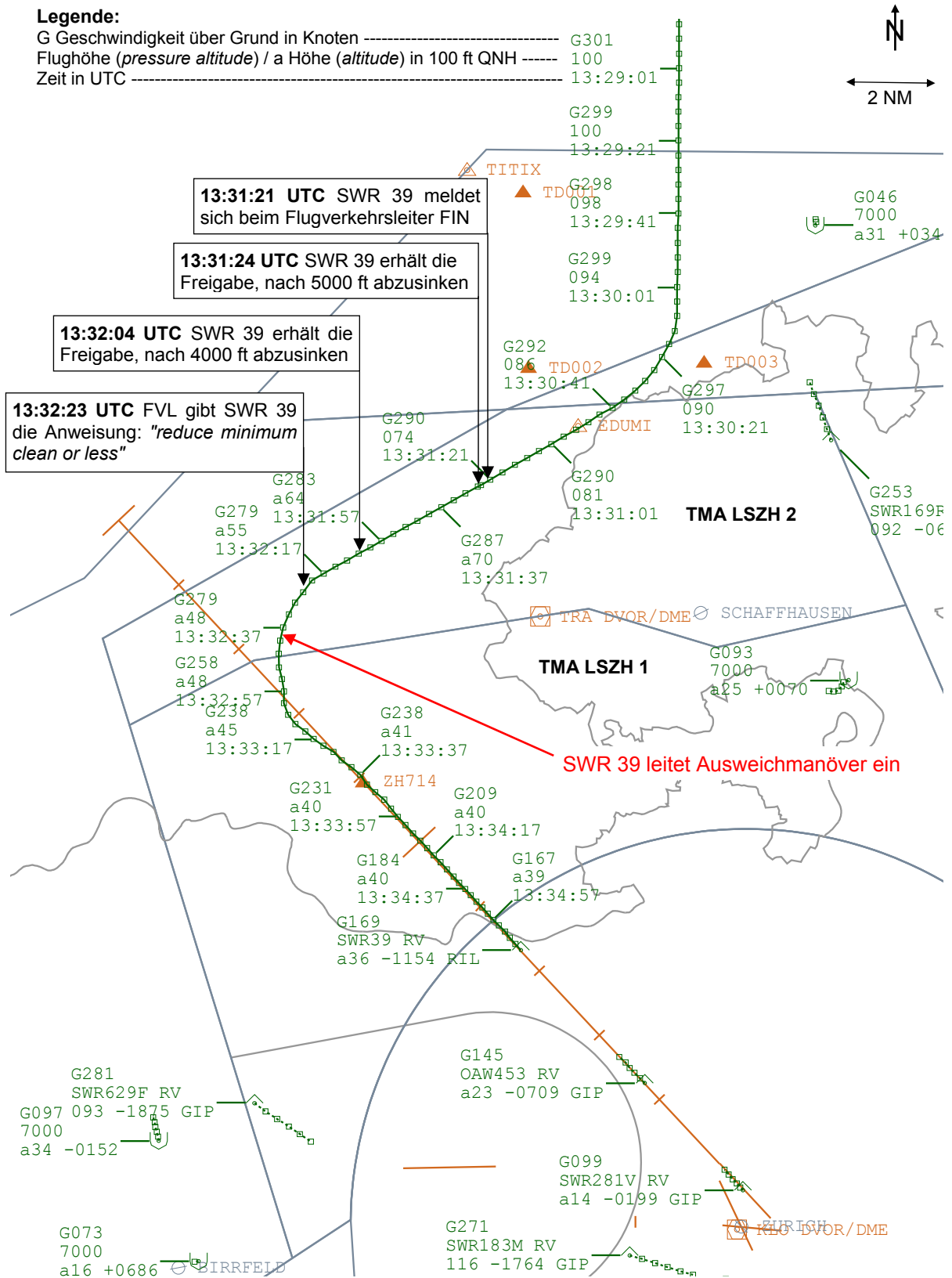
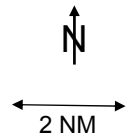
Bern, 14. August 2014

Anlagen

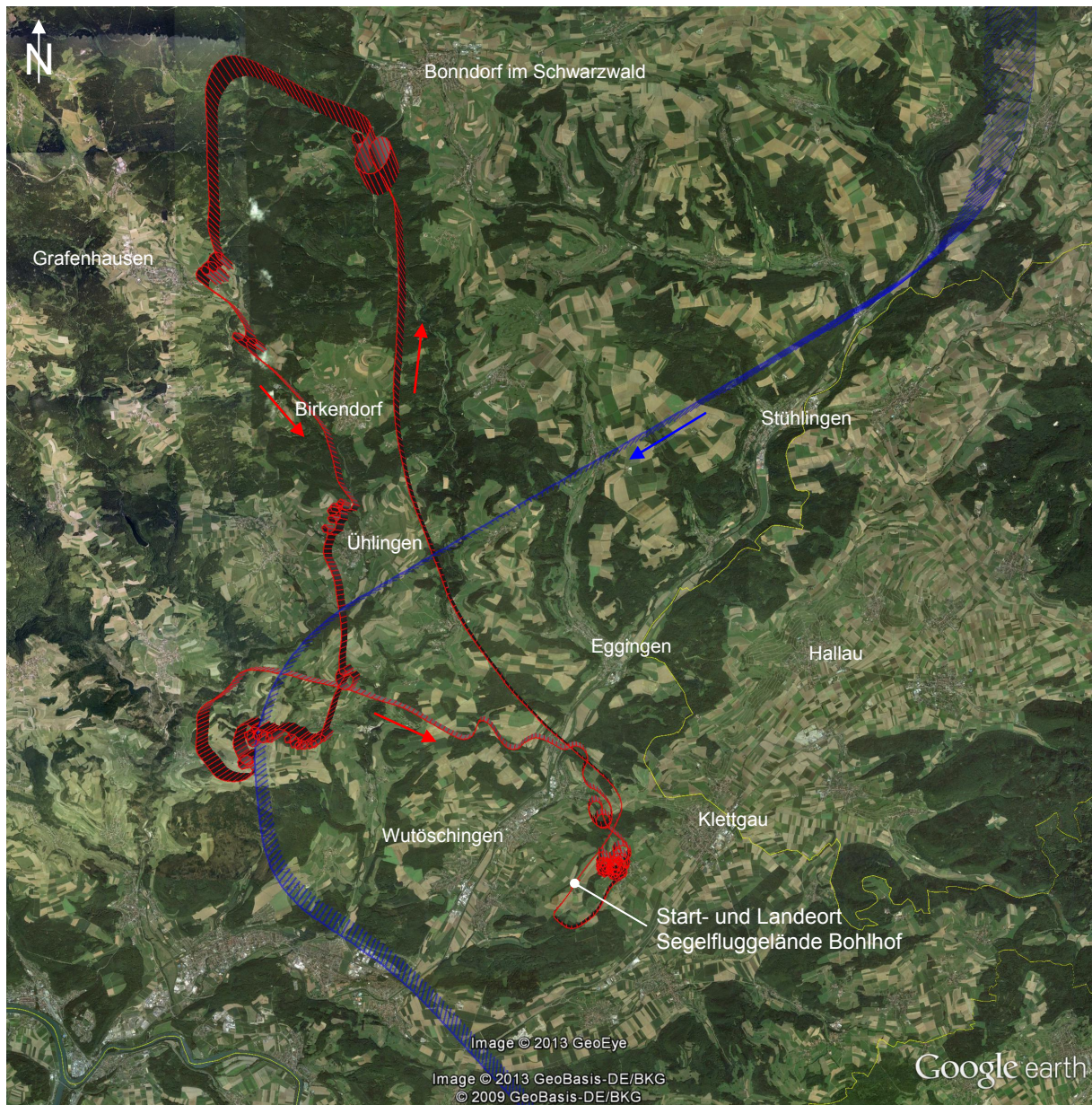
Anlage 1: Radaraufzeichnung des Flugweges der SWR 39

Legende:

G Geschwindigkeit über Grund in Knoten ----- G301
 Flughöhe (pressure altitude) / a Höhe (altitude) in 100 ft QNH ----- 100
 Zeit in UTC ----- 13:29:01

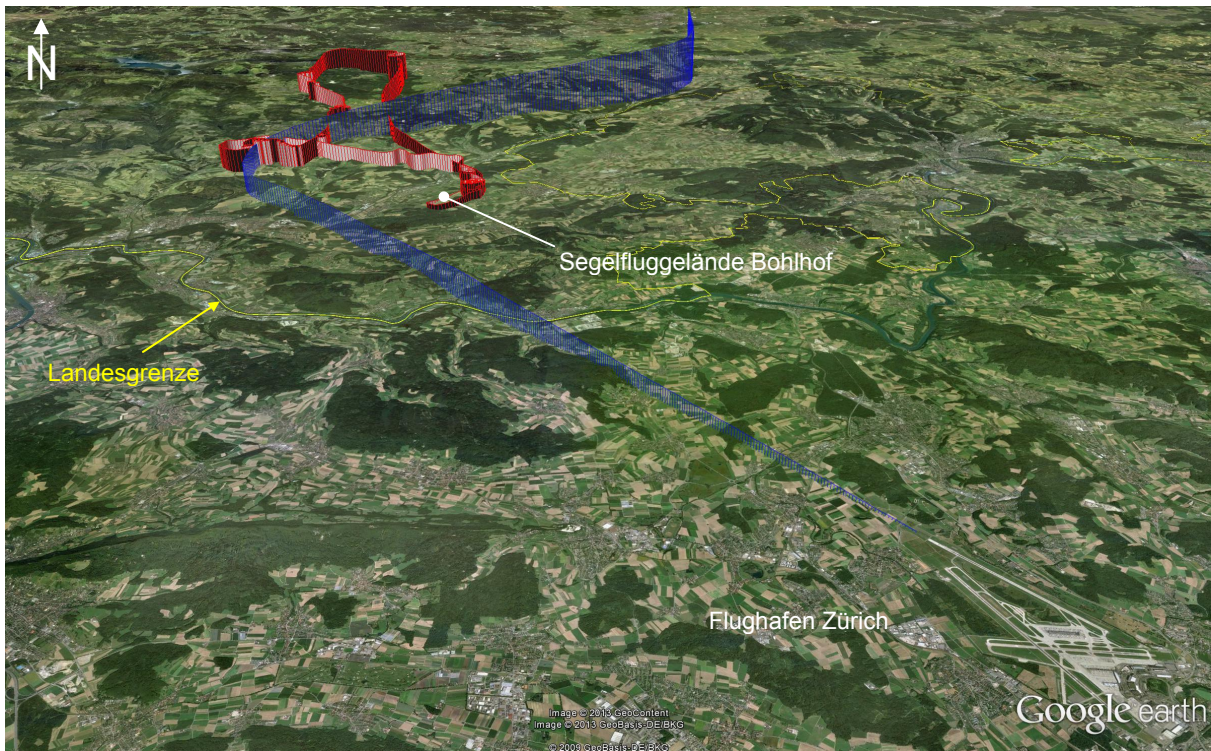


Anlage 2: Flugweg der beiden Flugzeuge

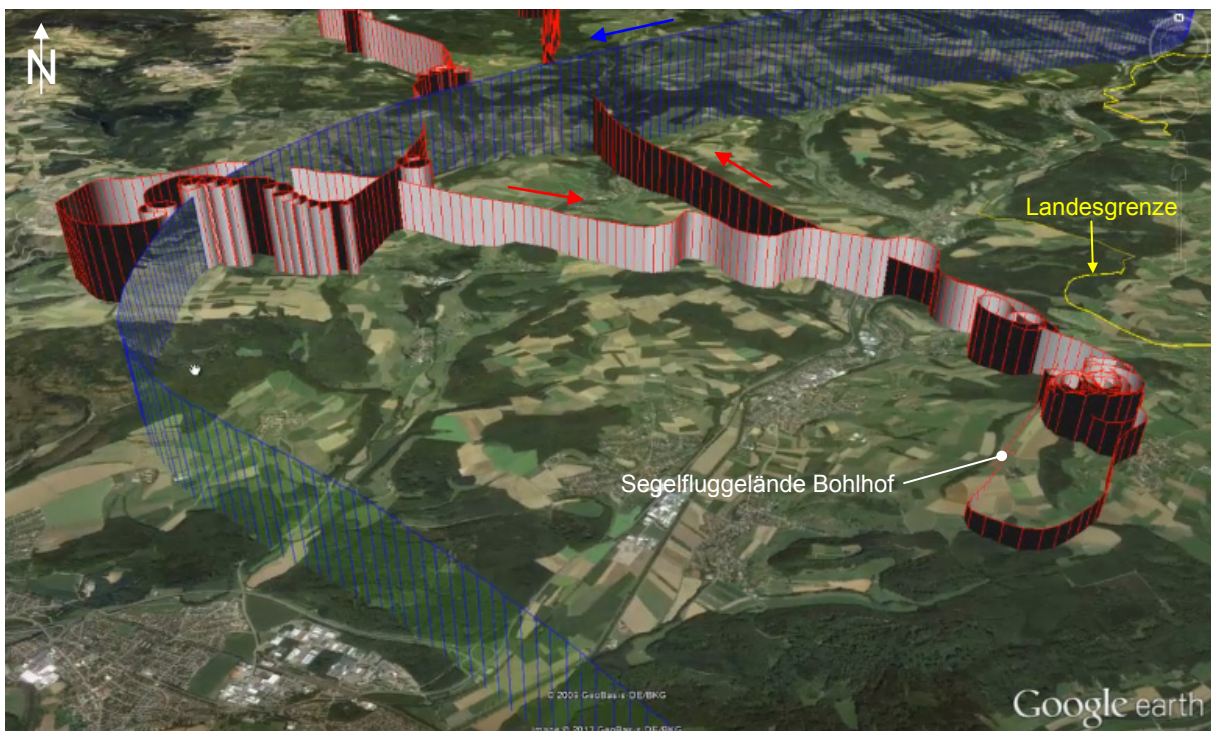


- Flugweg des Segelflugzeuges HB-1519, Start um 12:59:21 UTC, Landung um 13:59:37 UTC
- Flugweg der A340-313 HB-JMN in der Anflugphase, von Norden herkommend

Anlage 3: Dreidimensionale Flugwege der beiden beteiligten Flugzeuge



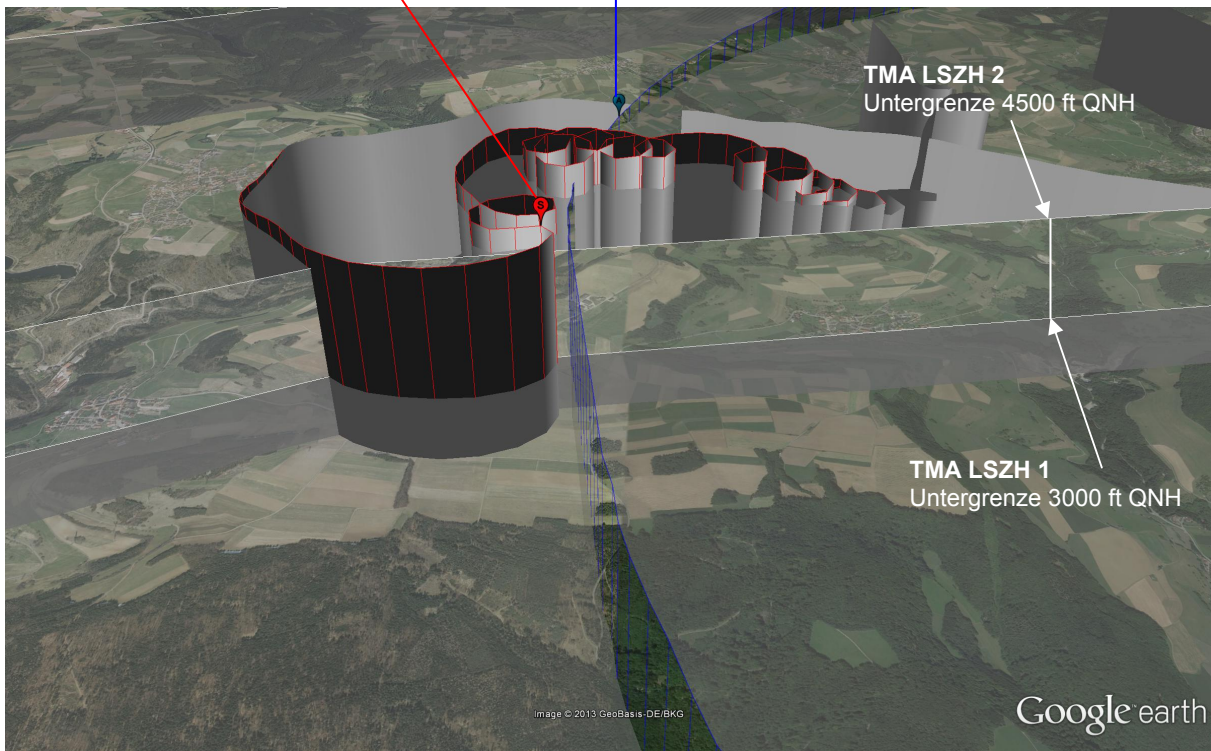
- Flugweg des Segelflugzeuges HB-1519
- Flugweg der A340-313 HB-JMN



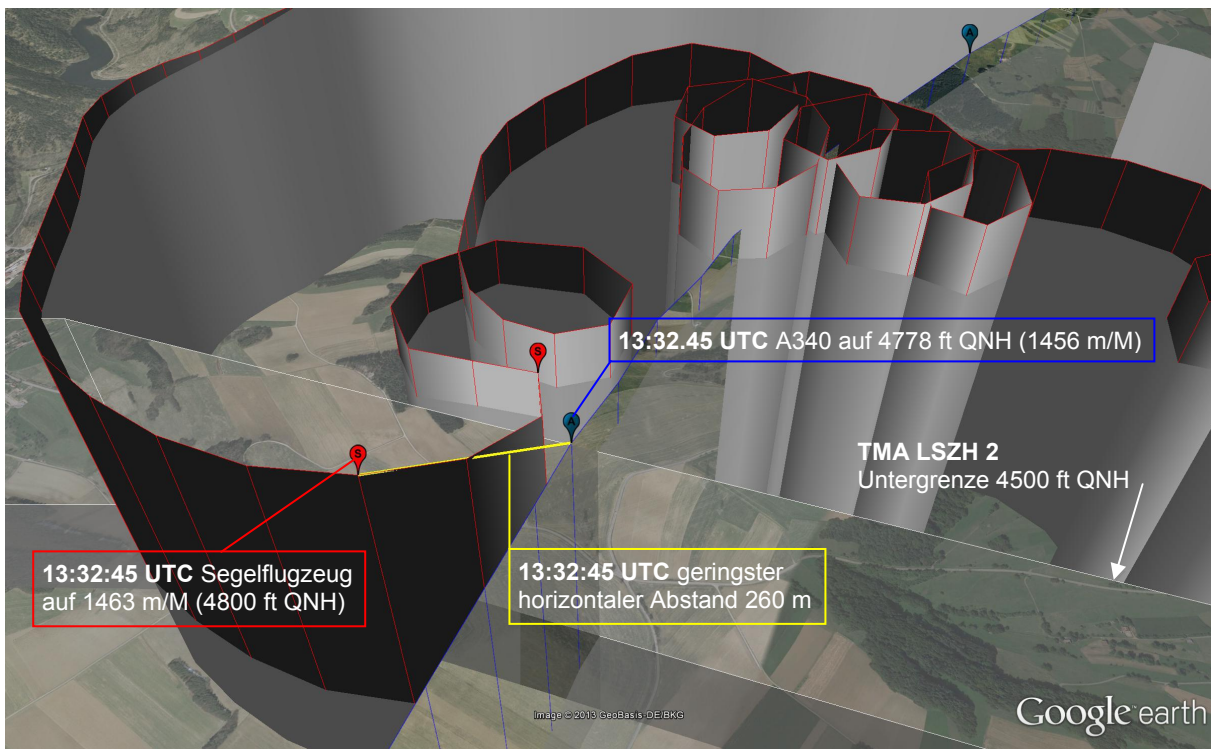
Anlage 4: Gefährliche Annäherung

13:32:32 UTC Segelflugpilot leitet Ausweichmanöver ein

13:32:35 UTC Besatzung A340 leitet Ausweichmanöver ein



- Flugweg des Segelflugzeuges HB-1519
- Flugweg der A340-313 HB-JMN
- Überschreitung der TMA Untergrenze



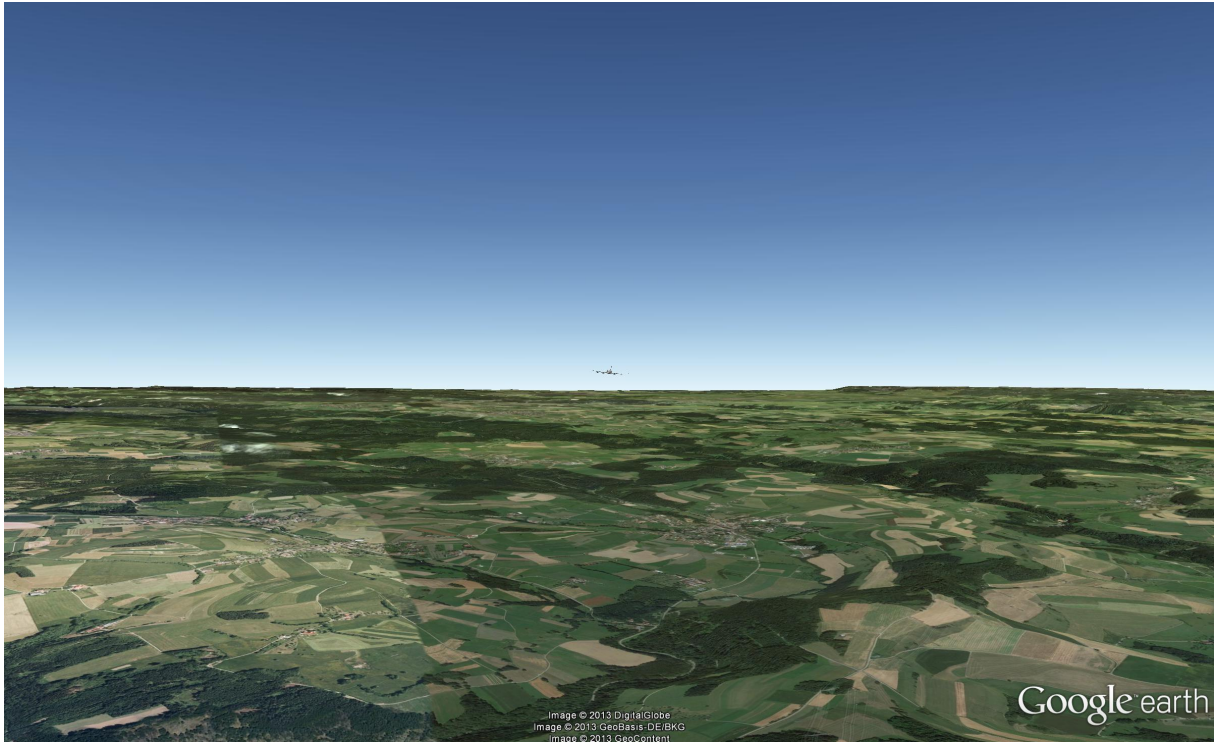
Anlage 5: Erkennbarkeit von Luftfahrzeugen

Abbildung 10: Wahrscheinliche Sicht auf die Airbus A340-313 aus der Position des Segelflugzeuges um 13:32:32 UTC

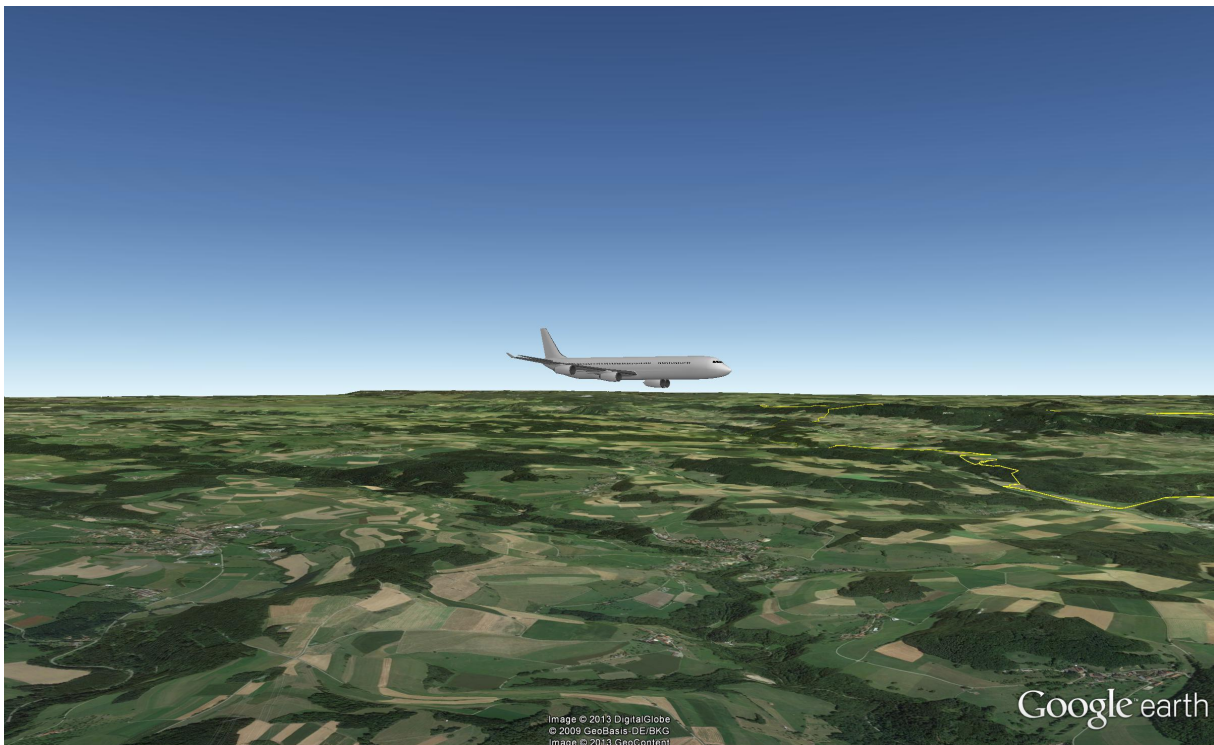
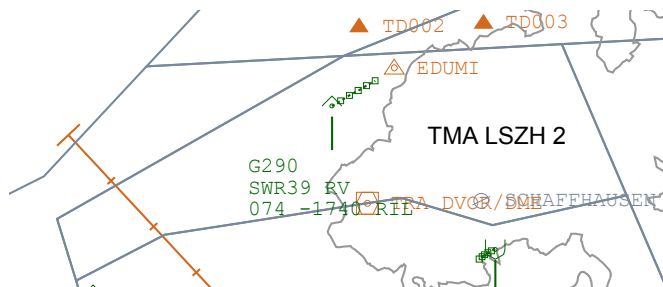


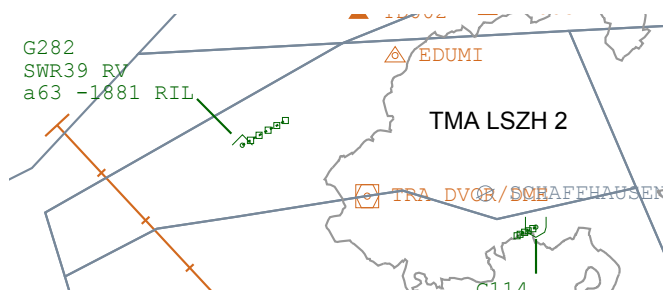
Abbildung 11: Wahrscheinliche Sicht auf die Airbus A340-313 aus der Position des Segelflugzeuges um 13:32:45 UTC

Anlage 6: Radardatenaufzeichnung der SWR 39 während des Anfluges

**Radarbild von 13:31:22 UTC**

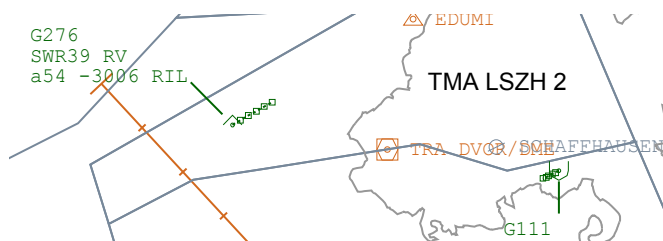
SWR 39 hat sich um 13:31:21 UTC beim FVL gemeldet und erhält um 13:31:24 UTC die Freigabe, nach 5000 ft abzusinken

Geschwindigkeit über Grund 290 kt
FL 74
1740 ft/min ROD

**Radarbild von 13:32:04 UTC**

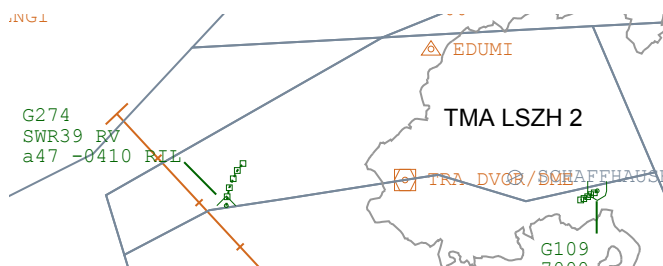
SWR 39 erhält vom FVL eine Kursanweisung und die Freigabe, nach 4000 ft abzusinken.

Geschwindigkeit über Grund 282 kt
6300 ft QNH
1881 ft/min ROD

**Radarbild von 13:32:21 UTC**

SWR 39 erhält vom FVL um 13:32:23 UTC die Anweisung, die Geschwindigkeit auf *minimum clean* zu reduzieren.

Geschwindigkeit über Grund 276 kt
5400 ft QNH
3006 ft/min ROD

**Radarbild von 13:32:45 UTC**

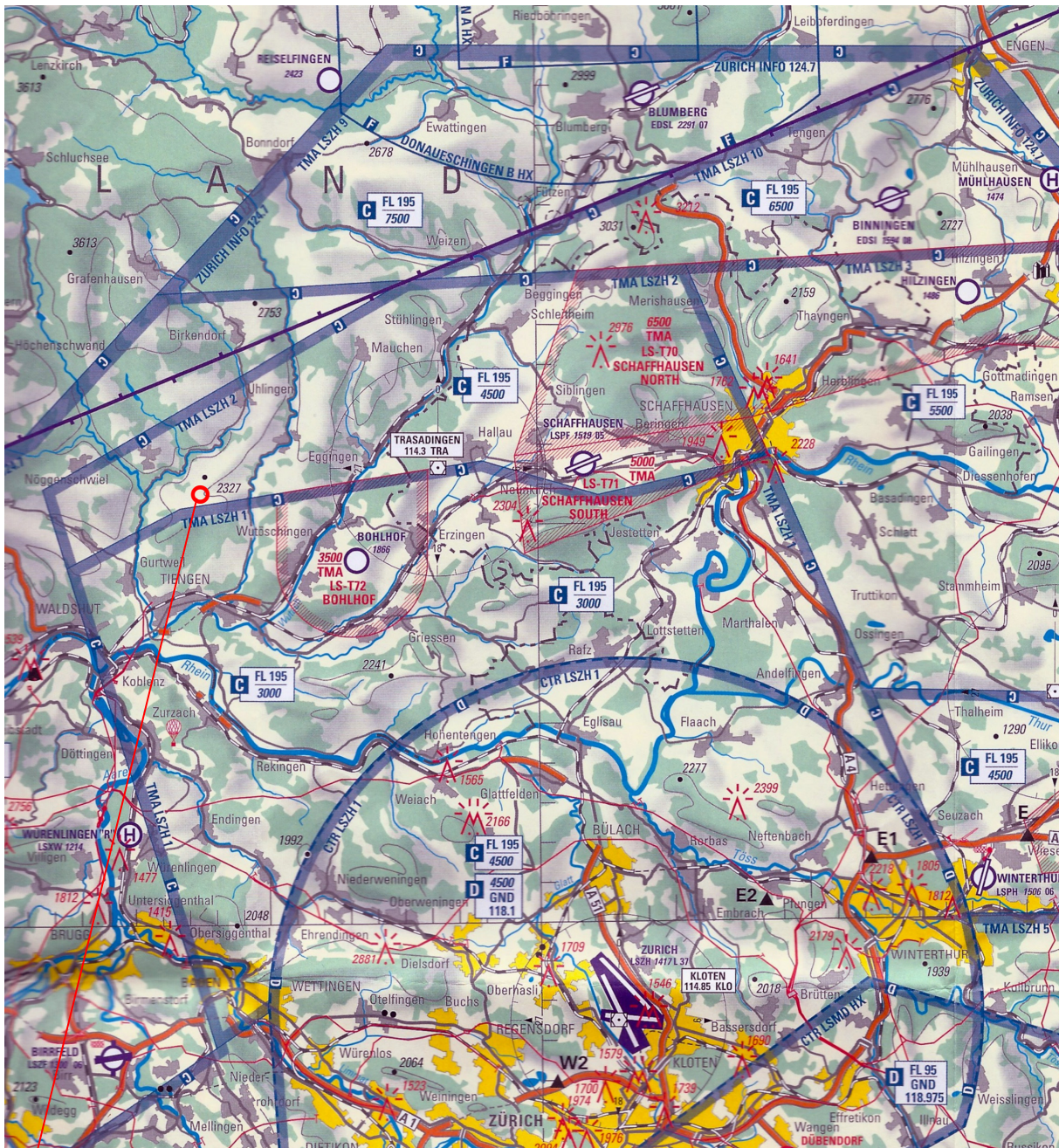
SWR 39 meldet nach dem eingeleiteten Ausweichmanöver dem FVL die gefährliche Begegnung

Geschwindigkeit über Grund 274 kt
4700 ft QNH
410 ft/min ROD

Anlage 7: Kontrollzone und Nahkontrollbezirke (TMA) rund um Zürich



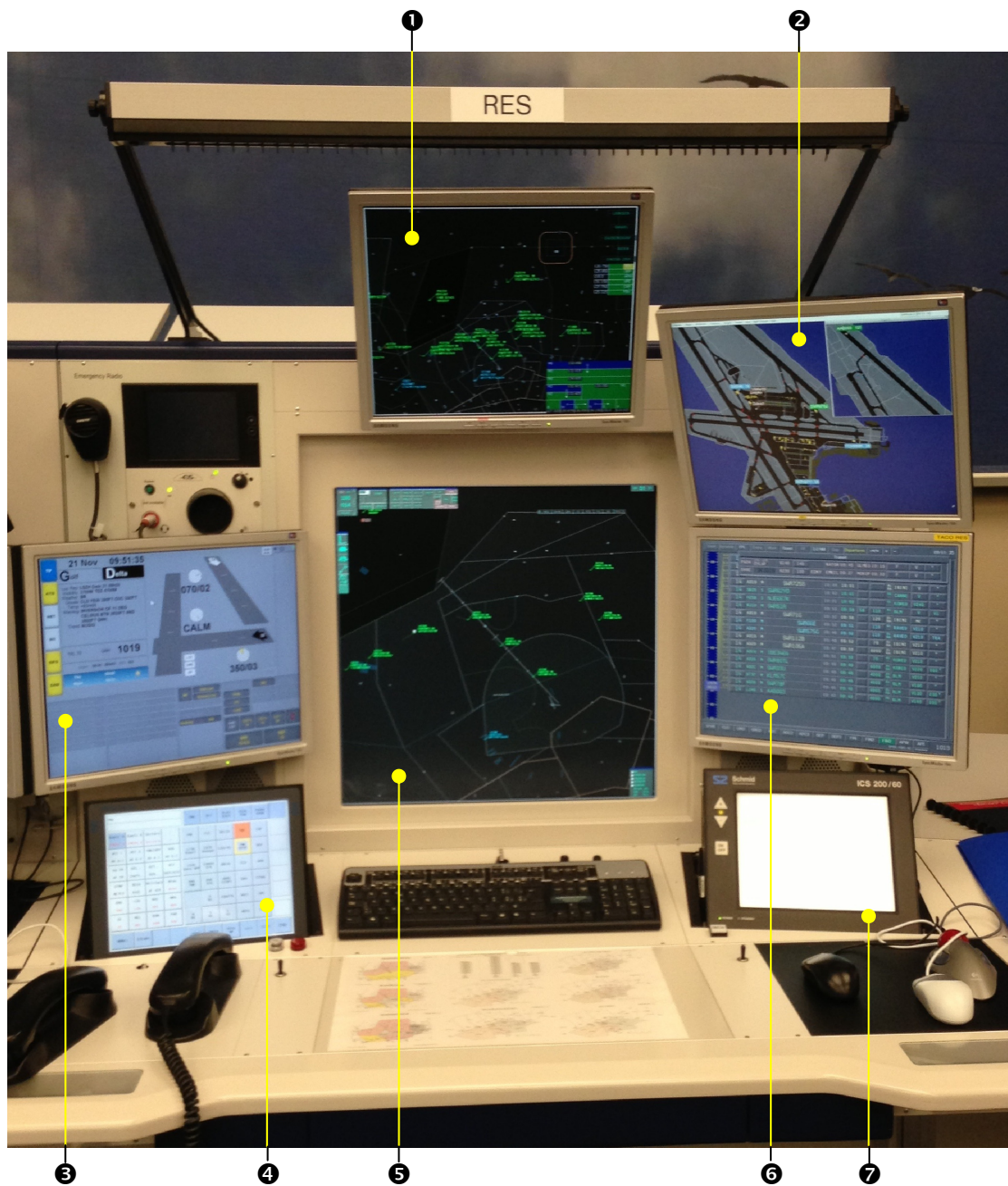
Anlage 8: Einteilung der Kontrollzone Zürich



Kopie der AREA CHART ICAO, 2012 MAR 08, 3rd edition

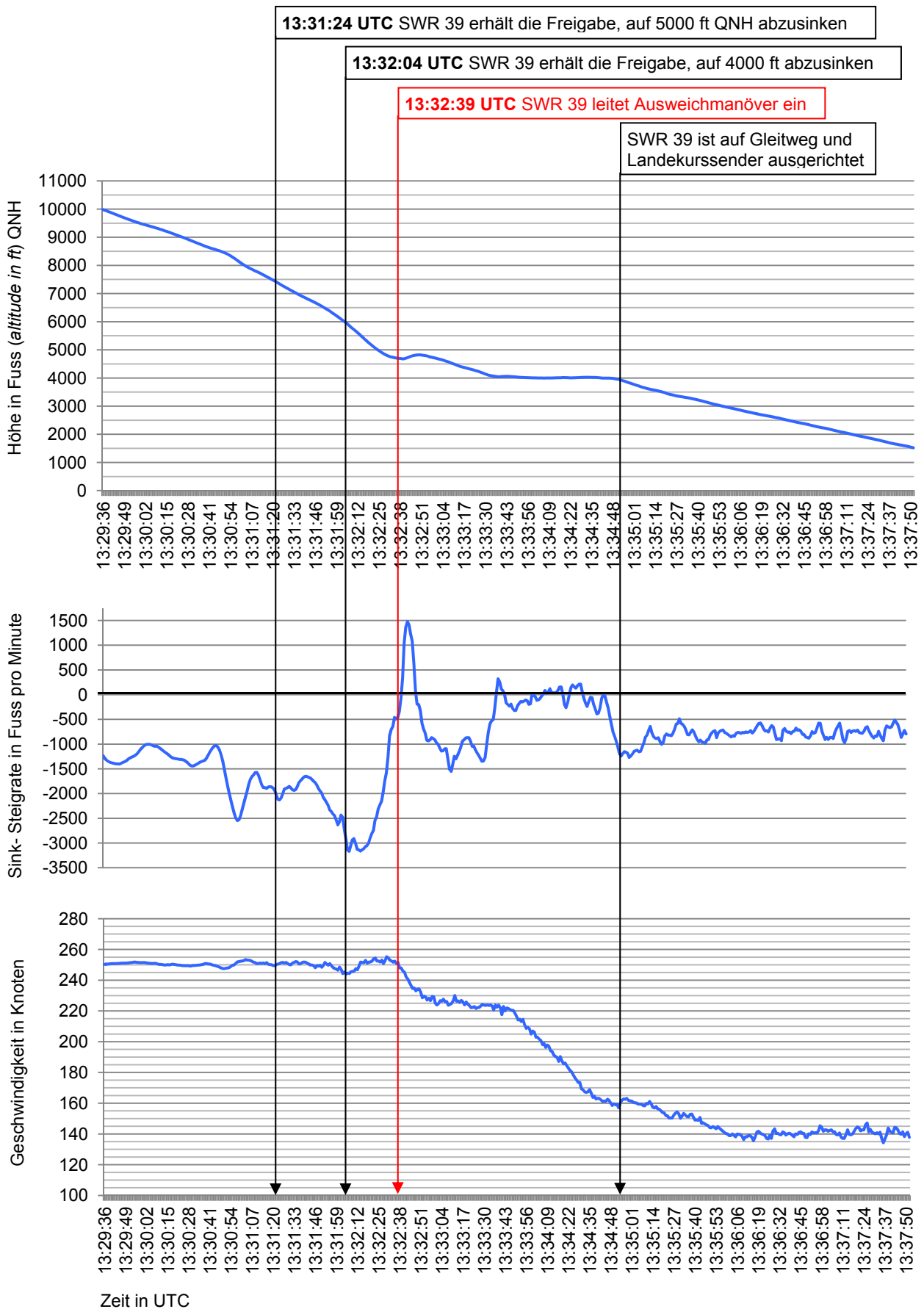
○ Ort des schweren Vorfalles

Anlage 9: Reservearbeitsplatz im APP (identisch mit Arbeitsplatz FIN)

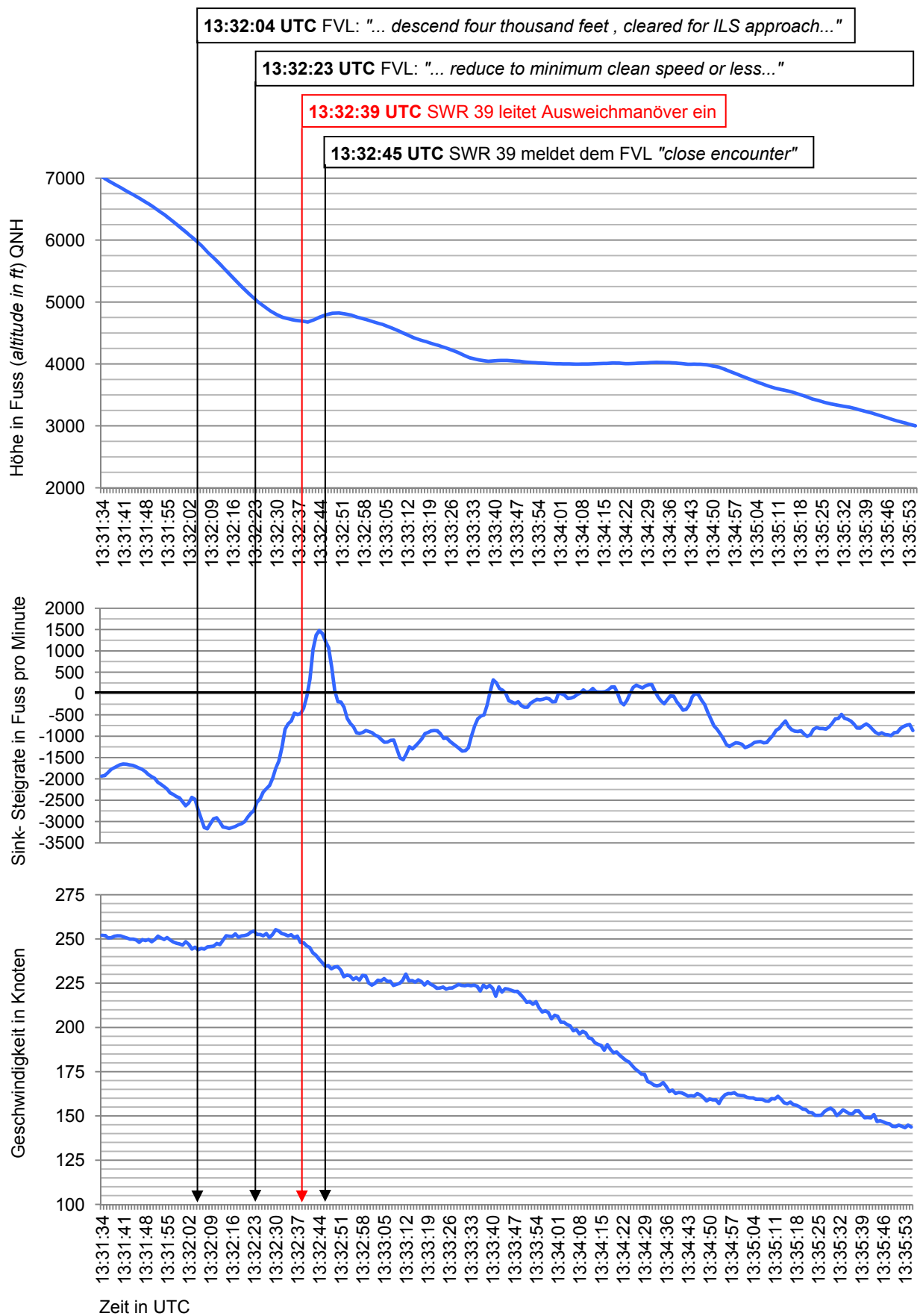


Nr.	Gerät	Funktion / Verwendung
①	Oberer Radarbildschirm	Radarbild der Luftlage (Bereich durch den FVL wählbar)
②	SAMAX	(<i>swiss airport movement area control system</i>) Bodenradar mit integriertem RIMCAS
③	INCH	(<i>information system Schweiz</i>) Darstellung von Wetter, Pistenzustand, Zeit, etc.
④	Telefon	Koordination mit diversen Stellen wie zum Beispiel APE, TWR etc.
⑤	Hauptradarbildschirm	Radarbild des Endanflugsektors (Bereich durch den FVL wählbar)
⑥	TACO	(<i>tower and approach coordination system</i>) Elektronische Darstellung aller Flugpläne
⑦	Funksteuerung	Einwählen der benutzten Frequenzen

Anlage 10: Vertikaler Flugweg der SWR 39 ab FL 100



Anlage 11: Vertikaler Flugweg der SWR 39 zwischen 7000 und 3000 ft QNH



Anlage 12: Freigabe zum Sinkflug nach 4000 ft QNH

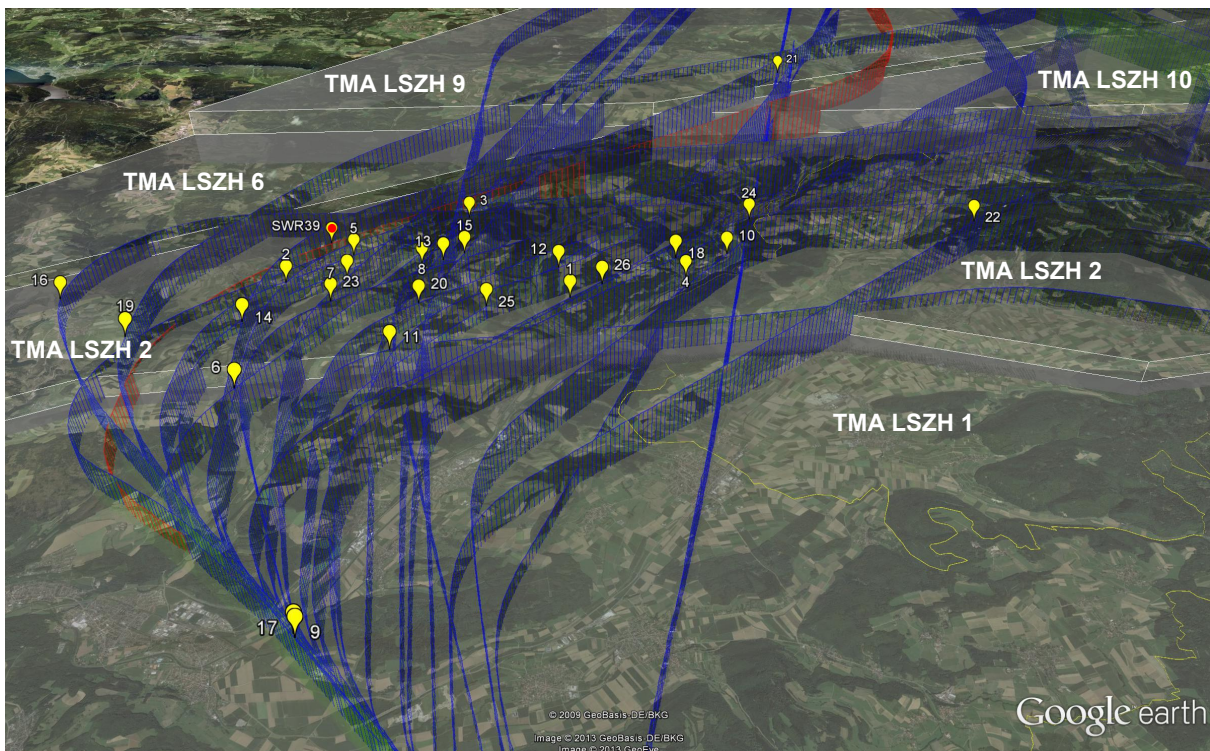


Abbildung 12: Der "gelbe Tropfen" zeigt jeweils die Position und die Flugnummer auf dem entsprechenden dreidimensional dargestellten Flugweg, bei der die Besatzung nach Erhalt der entsprechenden Freigabe die Flughöhe 4000 ft QNH gewählt hat. Flug 21 hat die Freigabe nach 4000 ft QNH nördlich der TMA LSZH 2 erhalten und die Flüge 6, 9, 11 und 17 innerhalb der TMA LSZH 1.

Die folgende Tabelle zeigt die jeweilige Flughöhe (*altitude* – ALT), die Sinkrate (*rate of descent* – ROD) und die Geschwindigkeit (*knots indicated airspeed* – KIAS) des entsprechenden Flugzeuges beim Erhalt der Freigabe auf 4000 ft QNH abzusinken.

Flug	ALT ft QNH	ROD ft/min	KIAS
SWR 39	6000	2500	245
1 ^{*)}	6100	2000	229
2 ^{*)}	6300	1300	210
3 ^{*)}	6600	2600	250
4 ^{*)}	5400	1600	235
5 ^{*)}	6100	550	199
6	5500	500	206
7 ^{*)}	6500	900	210
8 ^{*)}	6300	1500	216
9	5000	250	177
10 ^{*)}	6900	1000	223
11	5000	200	179
12 ^{*)}	6700	700	222
13 ^{*)}	6900	1600	211
14 ^{*)}	6100	1400	216
15 ^{*)}	7200	1600	225
16 ^{*)}	6000	300	185
17	5000	0	172
18 ^{*)}	7800	800	226
19 ^{*)}	6300	800	184
20 ^{*)}	6000	0	178
21	8200	1200	233
22 ^{*)}	7200	1300	220
23 ^{*)}	6300	1200	191
24 ^{*)}	7100	1100	235
25 ^{*)}	5400	400	190
26 ^{*)}	6800	1500	220

^{*)} Erhalt der Freigabe innerhalb der TMA LSZH 2.

Anlage 13: Vertikaler Flugweg von SWR 39 und 26 anderen Flugzeugen

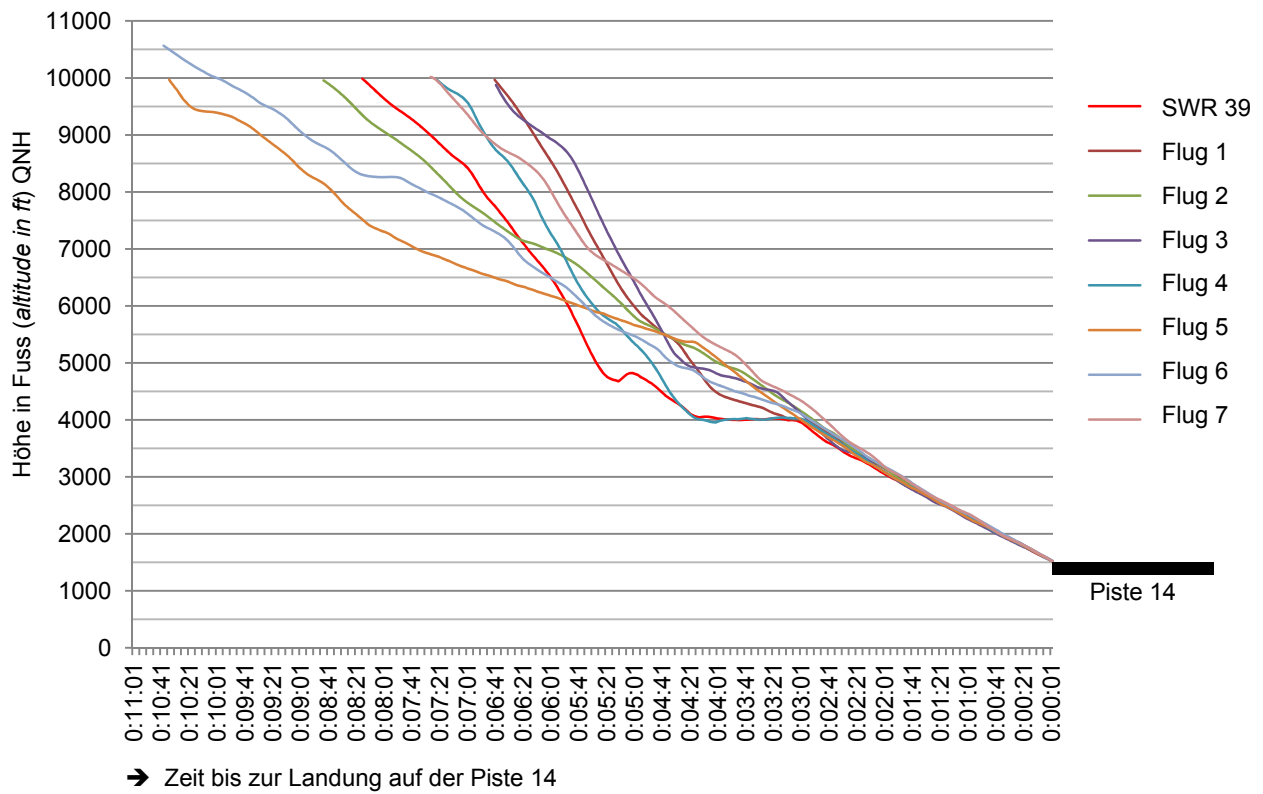


Abbildung 13: SWR 39 (rot) und Flug 1 bis 7. Die Flüge 2, 4 und 5 weisen einen steileren Sinkflug auf, als Flug SWR 39.

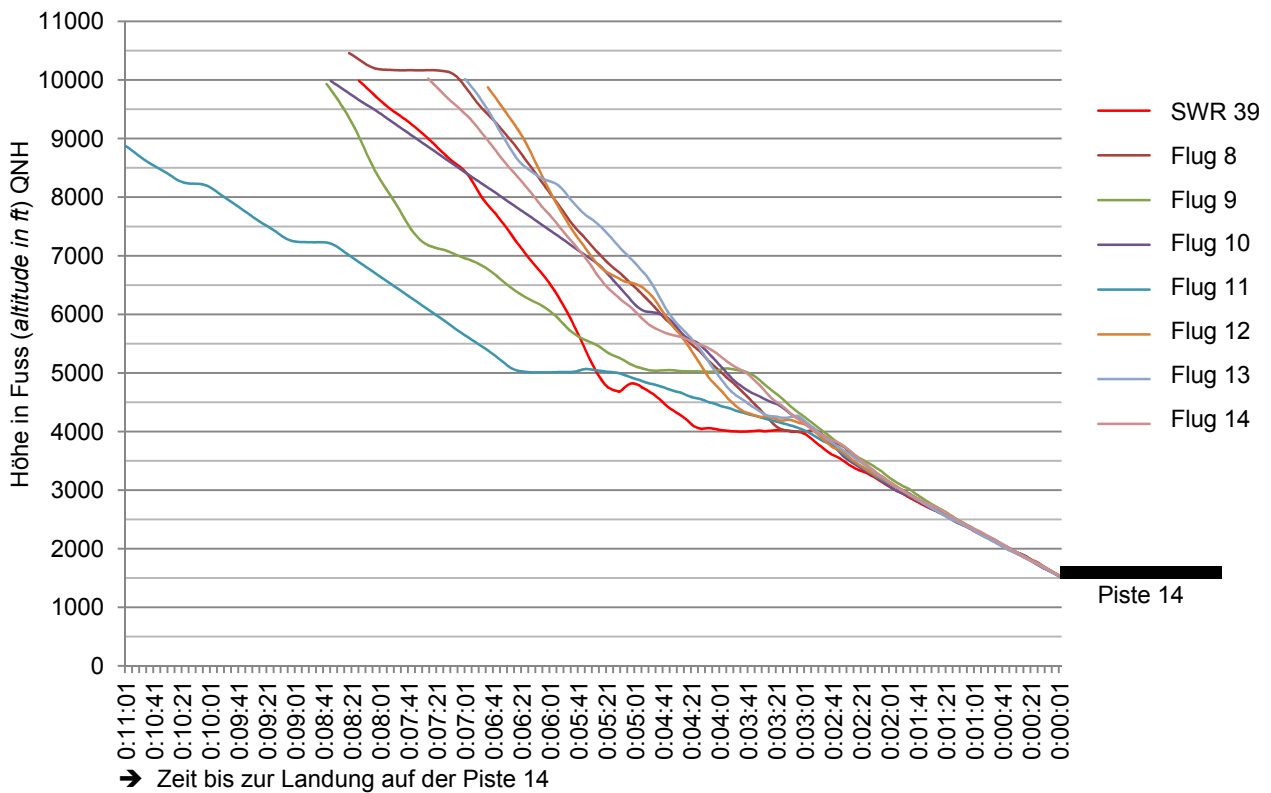


Abbildung 14: SWR 39 (rot) und Flug 8 bis 14. Die Flüge 9 und 11 bekamen in der TMA LSZH 2 eine Freigabe auf nur 5000 ft QNH.

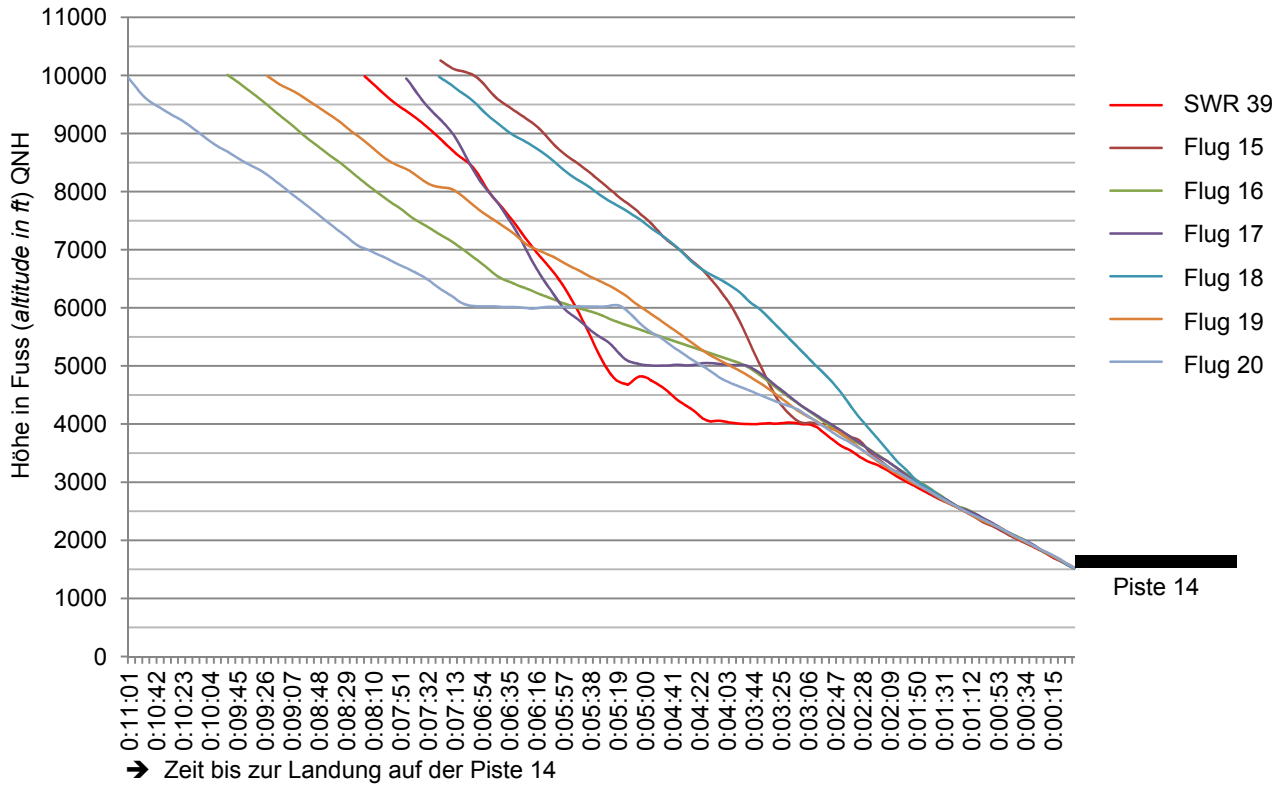


Abbildung 15: SWR 39 (rot) und Flug 15 bis 20. Flug 20 hatte die Freigabe auf 4000 ft QNH, blieb aber auf 6000 ft im Horizontalflug, bis der Gleitweg des Instrumentenlandesystems (ILS) erfasst wurde.

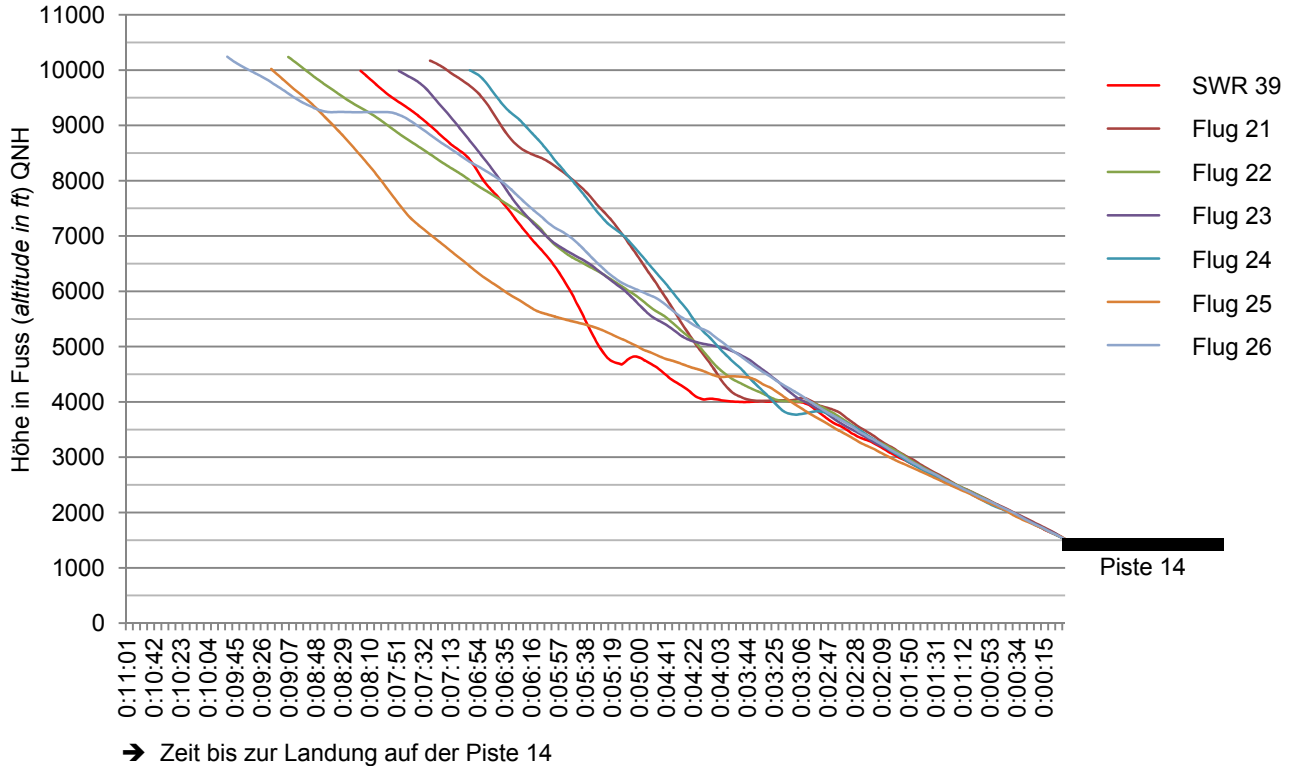


Abbildung 16: SWR 39 (rot) und Flüge 21 bis 26. Flug 21 weist ein praktisch identisches Sinkflugprofil auf wie SWR 39.

Anlage 14: Höhen beim Übergang der 26 Flüge von TMA LSZH 2 in TMA LSZH 1

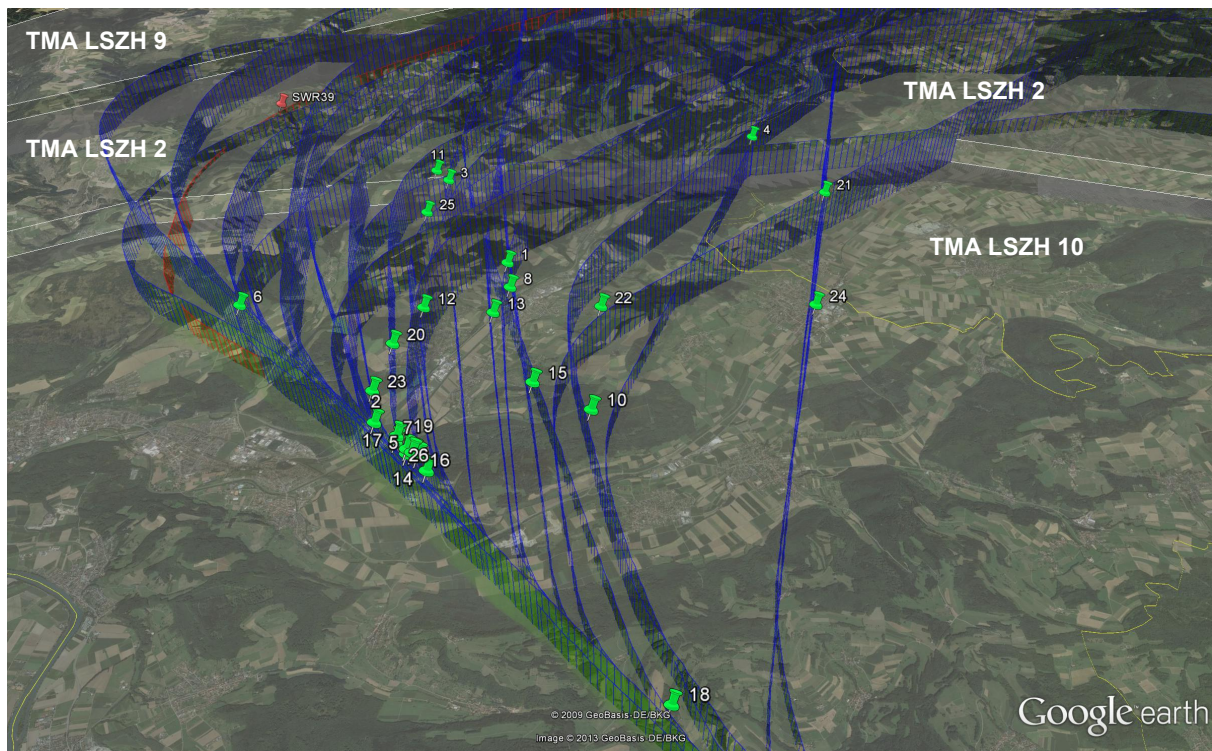


Abbildung 17: Die "grüne Stecknadel" zeigt jeweils die Position und die Flugnummer auf dem entsprechenden dreidimensional dargestellten Flugweg, bei der die Flugzeuge im Sinkflug die Flughöhe von 5000 ft QNH durchflogen haben. Ausser SWR 39 haben alle Flüge die Höhe von 5000 ft QNH innerhalb der TMA LSZH 1 durchflogen und waren deshalb in der TMA LSZH 2 über 5000 ft QNH.

Die folgende Tabelle zeigt die jeweilige Flughöhe (*altitude – ALT*), die Sinkrate (*rate of descent – ROD*) und die Geschwindigkeit (*knots indicated airspeed – KIAS*) des entsprechenden Flugzeuges beim Übergang von der TMA LSZH 2 zur TMA LSZH 1. Die Angaben haben eine Genauigkeit von plus/minus 100 ft.

Flug	ALT ft QNH	ROD ft/min	KIAS
SWR 39	4831	1860	253
1 ^{*)}	5778	1792	229
2 ^{*)}	5942	1352	209
3 ^{*)}	5206	2764	249
4 ^{*)}	5039	1684	234
5 ^{*)}	5833	588	199
6	5638	1008	227
7 ^{*)}	6223	1208	207
8 ^{*)}	5762	1628	213
9	5121	840	223
10 ^{*)}	6303	1632	222
11	5164	1092	223
12 ^{*)}	6346	280	219
13 ^{*)}	6246	2188	205
14 ^{*)}	5939	1140	218
15 ^{*)}	6842	1232	221
16 ^{*)}	5737	752	176
17	5224	856	229
18 ^{*)}	7456	952	225
19 ^{*)}	6369	696	188
20 ^{*)}	5971	24	180
21	5391	2348	230
22 ^{*)}	6409	816	210
23 ^{*)}	6160	1256	193
24 ^{*)}	6087	1820	227
25 ^{*)}	5291	408	189
26 ^{*)}	6470	1608	222

^{*)} Erhalt der Freigabe auf 4000 ft QNH abzusinken innerhalb der TMA LSZH 2.

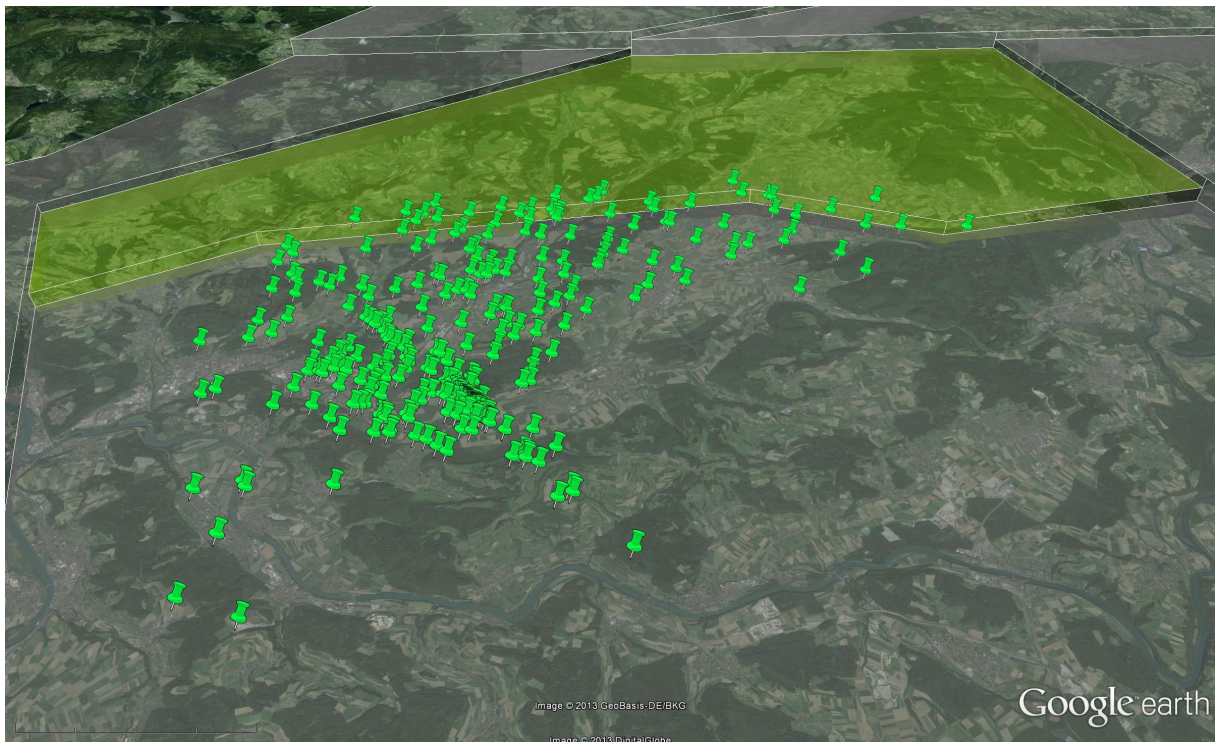
Anlage 15: Flughöhen der 1714 untersuchten Flüge

Abbildung 18: 311 Anflüge am 3. Dezember 2012 mit Positionen ausserhalb der TMA LSZH 2 beim erstmaligen Unterschreiten der Flughöhe von 5000 ft QNH.

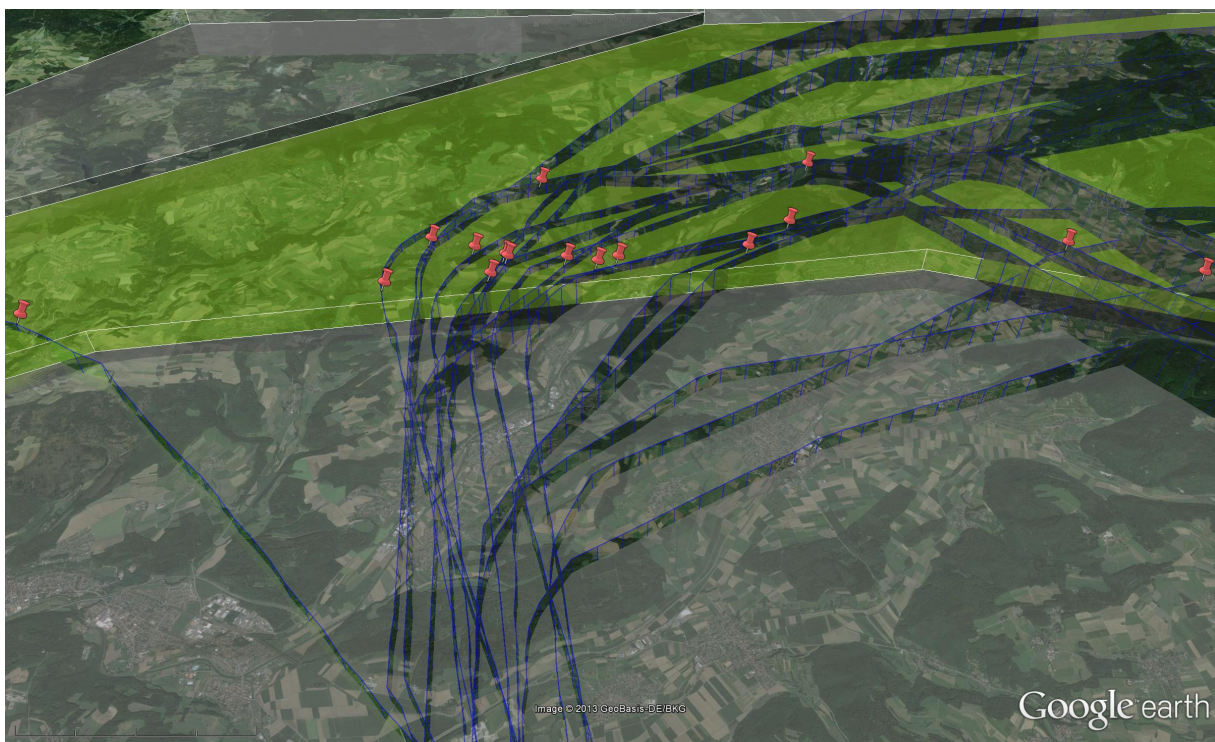


Abbildung 19: 17 Anflüge am 3. Dezember 2012 mit Positionen innerhalb der TMA LSZH 2 beim erstmaligen Unterschreiten der Flughöhe von 5000 ft QNH.



Abbildung 20: Beispielflugweg aus der Untersuchung mit einer Position (rote Nadel) innerhalb der TMA LSZH 2 beim erstmaligen Unterschreiten der Flughöhe von 5000 ft QNH und der Flughöhe beim Durchflug (gelber Tropfen) der Grenze zwischen TMA LSZH 2 und TMA LSZH.

Anlage 16: Laterale Flugwege SWR 169R und SWR 1801

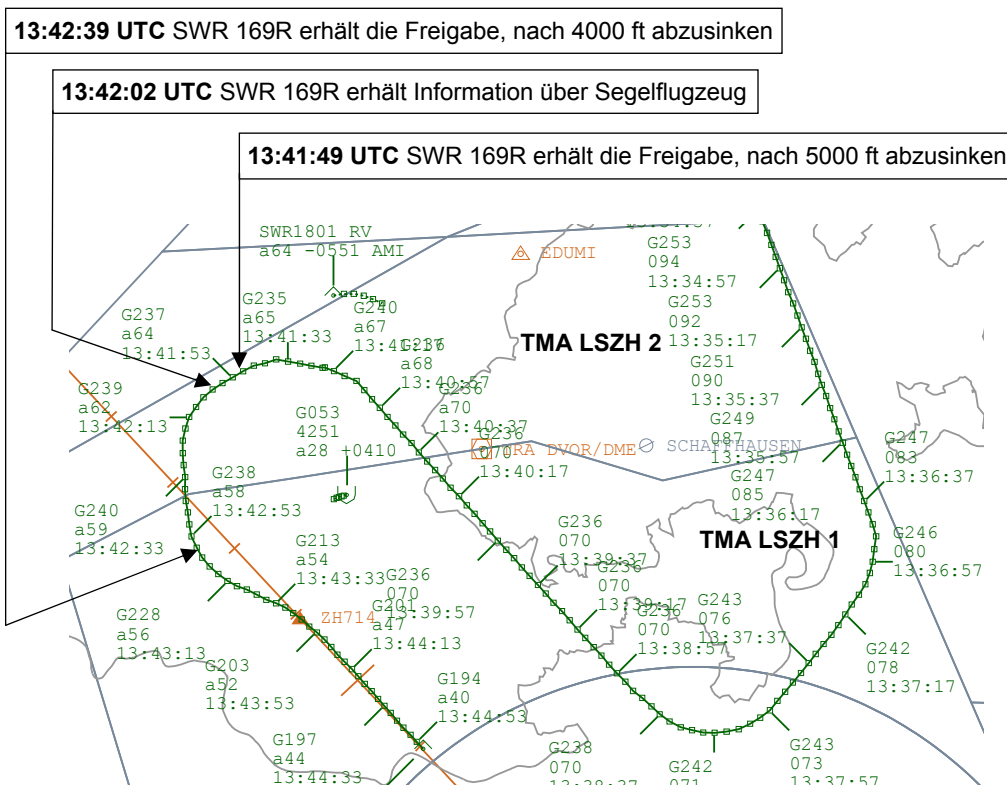


Abbildung 21: lateraler Flugweg der SWR 169R

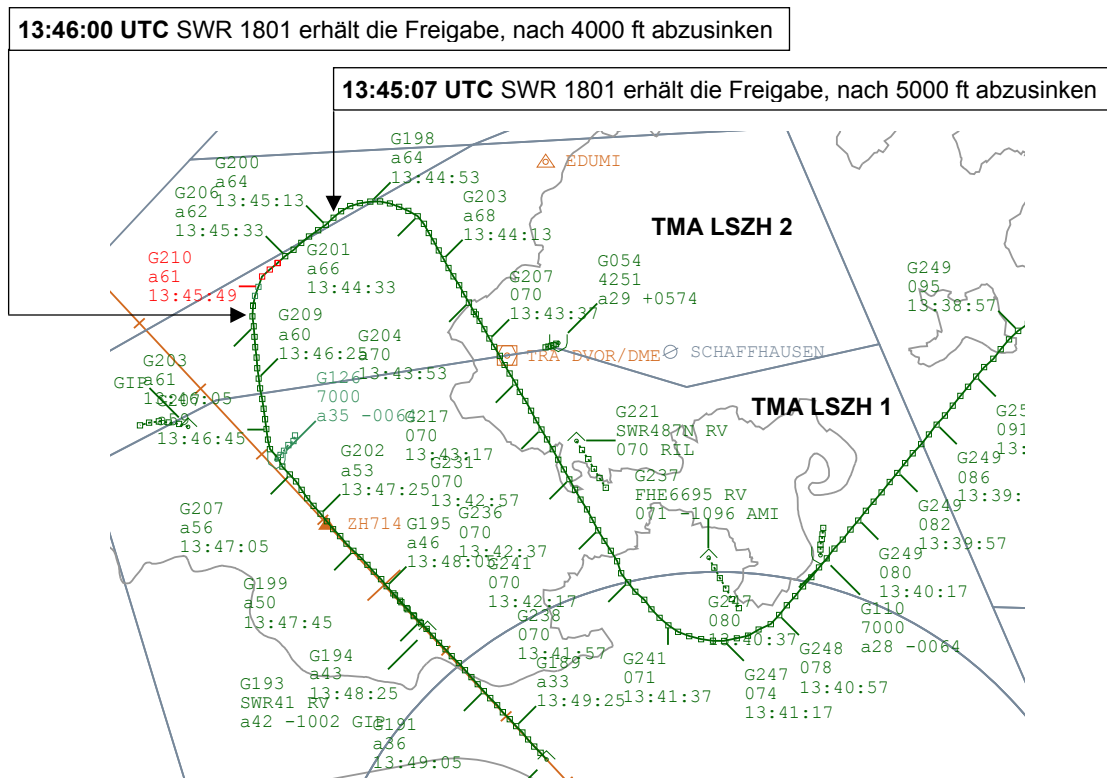


Abbildung 22: lateraler Flugweg der SWR 1801