



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISl
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Schlussbericht Nr. 2374 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall (Airprox)
zwischen dem Verkehrsflugzeug Airbus A20N, G-TTND,
betrieben durch British Airways unter dem
Flugplankennzeichen BAW14R,
und dem Flugzeug Rockwell Commander 112, HB-NCB,
vom 13. Oktober 2019
18 NM nordwestlich des Flughafens Zürich

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

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

Gemäss Artikel 3.1 der 12. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 5. November 2020, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt (LFG; SR 748.0) vom 21. Dezember 1948 (Stand am 1. Mai 2022) 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 Sicherheitsuntersuchung. 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 Angaben beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Zeitpunkt des schweren Vorfalls.

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

Überblick.....	5
Untersuchung.....	6
Kurzdarstellung.....	6
Ursachen.....	6
Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise	7
1 Sachverhalt.....	8
1.1 Verlauf und Ort des schweren Vorfalls.....	8
1.1.1 Verlauf des schweren Vorfalls	8
1.1.2 Ort und Zeit des schweren Vorfalls.....	9
1.2 Angaben zu Personen.....	10
1.2.1 Flugbesatzung G-TTND	10
1.2.2 Pilot HB-NCB	10
1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung.....	11
1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen.....	11
1.3.1 Luftfahrzeug 1	11
1.3.2 Luftfahrzeug 2	11
1.4 Meteorologische Angaben.....	12
1.4.1 Allgemeine Wetterlage	12
1.4.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Vorfalls	12
1.4.3 Astronomische Angaben	12
1.5 Navigationshilfen	12
1.6 Kommunikation	12
1.7 Angaben zum Luftraum	12
1.7.1 Luftraumstruktur um die Landesflughäfen	12
1.7.2 Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich.....	13
1.7.3 Staffelung innerhalb des Nahkontrollbezirks sowie an der unteren Luftraumgrenze	13
1.8 Flugschreiber	14
1.9 Versuche und Forschungsergebnisse.....	14
1.10 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung.....	14
1.11 Zusätzliche Angaben	14
1.11.1 Entwicklung der Luftraumverletzungen in der Schweiz.....	14
1.11.2 Luftraumverletzungen in den Jahren 2018 und 2019.....	15
1.11.3 Sicherheitsempfehlungen aus früheren Zwischenfällen.....	17
1.11.4 Keine Transponderpflicht und Einführung von Transponderzonen	18
1.11.5 Neugestaltung des Luftraums und der Aviatikinfrastruktur (AVISTRAT)	18
1.12 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken.....	19
2 Analyse	20

2.1	Technische Aspekte.....	20
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte.....	20
2.2.1	Flugverkehrsleitung	20
2.2.2	Flugbesatzung der BAW14R	20
2.2.3	Pilot der HB-NCB	20
2.3	Sicherheitsempfehlungen zur Kollisionsverhütung	21
3	Schlussfolgerungen.....	23
3.1	Befunde.....	23
3.1.1	Technische Aspekte	23
3.1.2	Flugbesatzungen und Mitarbeiter der Flugsicherung	23
3.1.3	Flugverlauf	23
3.1.4	Rahmenbedingungen	23
3.2	Ursachen.....	24
4	Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	25
4.1	Sicherheitsempfehlungen.....	25
4.1.1	Gefährliche Annäherung infolge Luftraumverletzungen	25
4.2	Sicherheitshinweise.....	26
4.3	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	26
Anlage 1: Luftraumverletzungen des kontrollierten Luftraums um den Flughafen Genf (LSGG) in den Jahren 2018 und 2019		28
Anlage 2: Gefährliche Annäherungen (Airprox) im Schweizer Luftraum in den Jahren 2008 bis 2019		29

Zusammenfassung

Überblick

Luftfahrzeug 1

Eigentümer	British Airways, Harmondsworth, Vereinigtes Königreich
Halter	British Airways, Harmondsworth, Vereinigtes Königreich
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	Airbus A20N (A320 neo)
Eintragungsstaat	Vereinigtes Königreich von Grossbritannien und Nordirland
Eintragszeichen	G-TTND
Flugnummer	BA716
Flugplankennzeichen	BAW14R
Funkrufzeichen	<i>Speedbird One Four Romeo</i>
Flugregeln	Instrumentenflugregeln (<i>Instrument Flight Rules – IFR</i>)
Betriebsart	Verkehrsfliegerei
Abflugort	London Heathrow (EGLL)
Zielort	Zürich (LSZH)

Luftfahrzeug 2

Eigentümer	Gamma Air, Bodenacherstrasse 19, 8604 Volketswil
Halter	Gamma Air, Bodenacherstrasse 19, 8604 Volketswil
Hersteller	Rockwell International
Luftfahrzeugmuster	Rockwell Commander 112
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-NCB
Flugnummer	-
Flugplankennzeichen	-
Funkrufzeichen	<i>Hotel Bravo November Charlie Bravo</i>
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules – VFR</i>)
Betriebsart	Privat
Abflugort	Locarno (LSZL)
Zielort	Donaueschingen-Villingen (EDTD)
Ort	18 NM nordwestlich des Flughafens Zürich, Deutsches Hoheitsgebiet
Datum und Zeit	13. Oktober 2019, 15:32 UTC
Flugsicherungsstelle	Anflugleitstelle des Flughafens Zürich
Luftraum	Klasse C

Geringster Abstand der beiden Luftfahrzeuge	1.2 NM horizontal, 425 ft vertikal
Vorgeschriebene Mindeststaffelung	3 NM horizontal oder 1000 ft vertikal bzw. 500 ft an der unteren Luftraumgrenze zum Luftraum der Klasse E
Airprox-Kategorie	ICAO ¹ -Kategorie B: Risikoeinstufung, in der die Sicherheit eines Luftfahrzeugs beeinträchtigt gewesen sein könnte.

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 13. Oktober 2019 um 15:32 UTC. Die Meldung traf um 15:15 UTC am Folgetag ein. Die Untersuchung wurde am 19. November 2019 durch die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) eröffnet. Die SUST informierte die Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit (*European Union Aviation Safety Agency* – EASA) sowie folgende Staaten über den schweren Vorfall: Deutschland, Vereinigtes Königreich, Frankreich und die Vereinigten Staaten von Amerika. Das Vereinigte Königreich ernannte einen bevollmächtigten Vertreter, der an der Untersuchung mitgewirkt hat. Da es sich um einen Zwischenfall im Luftraum über Deutschland handelte, der von der schweizerischen Flugsicherung Skyguide bewirtschaftet wurde (*delegated services*), delegierte Deutschland die Untersuchung an die Schweiz.

Für die Untersuchung standen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- Radar- und Sprechfunkaufzeichnungen;
- Auskünfte des Piloten bzw. der Besatzung.

Der vorliegende Schlussbericht wird durch die SUST veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Am späteren Nachmittag des 13. Oktober 2019 befand sich ein Verkehrsflugzeug der British Airways mit dem Flugplankennzeichen BAW14R im Anflug auf den Flughafen Zürich und wurde hierzu von der zugehörigen Anflugleitstelle unter Radarführung auf den Endanflug geführt.

Zur gleichen Zeit befand sich ein vierplätziges Motorflugzeug, eingetragen als HB-NCB, westlich des Flughafens Zürich auf einer Flughöhe unterhalb des Nahkontrollbezirkes auf nördlichem Kurs unterwegs nach dem Flugplatz Donauessingen (EDTD).

Nach einer Sinkflugfreigabe auf die innerhalb dieses Sektors des Nahkontrollbezirkes niedrigste Flughöhe für einen IFR-Flug wurde der Flugverkehrsleiter auf seinem Radardisplay auf ein unbekanntes Flugzeug aufmerksam, das sich im Steigflug der BAW14R näherte. In der Folge gab das bodenseitige Konfliktwarnsystem eine diesbezügliche Warnung aus, worauf der Flugverkehrsleiter die Besatzung der BAW14R anwies, nach rechts auf einen Steuerkurs von 120 Grad zu drehen.

Die beiden Flugzeuge kreuzten sich in einer Distanz von 1.2 NM mit einem Höhenunterschied von 425 ft und setzten in der Folge den Flug an ihren Bestimmungsort ohne weitere Ereignisse fort.

Ursachen

Der schwere Vorfall, bei dem es im Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich zu einer gefährlichen Annäherung zwischen einem Verkehrsflugzeug im Anflug unter Radarführung der Flugsicherung und einem im Reiseflug nach Sichtflugregeln befindlichen vierplätzigem Motorflugzeug kam, ist darauf zurückzuführen, dass der Pilot des Motorflugzeuges ohne Bewilligung der Flugverkehrsleitung im Steigflug in den Luftraum des Nahkontrollbezirkes einflog.

¹ ICAO: *International Civil Aviation Organization*, internationale Zivilluftfahrtorganisation

Die geringe vertikale Segregation von 500 ft an der unteren Luftraumgrenze des Nahkontrollbezirkes zwischen den Lufträumen der Klasse E und C wurde als risikoerhöhender Faktor (*factor to risk*) ermittelt.

Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise

Mit diesem Schlussbericht wird eine Sicherheitsempfehlung ausgesprochen.

1 Sachverhalt

1.1 Verlauf und Ort des schweren Vorfalls

1.1.1 Verlauf des schweren Vorfalls

Am 13. Oktober 2019 um 15:26:58 UTC meldete sich die Besatzung einer Airbus A20N der British Airways mit dem Flugplankennzeichen BAW14R bei der Anflugleitstelle Zürich West (*Zurich Arrival West*). An Bord befanden sich 153 Passagiere. Der Flugverkehrsleiter (FVL) erteilte der Besatzung eine erste Sinkflugfreigabe und eine Geschwindigkeitsreduktion. Um 15:29:10 UTC erhielt die Besatzung eine Richtungsänderung auf einen Steuerkurs von 070 Grad und eine weitere Sinkflugfreigabe auf Flugfläche (*Flight Level* – FL) 070.

Zu dieser Zeit war ein vierplätziges Motorflugzeug vom Typ Rockwell Commander 112, eingetragen als HB-NCB, unterwegs auf einem Sichtflug von Locarno (LSZL) nach Donauessingen (EDTD). Nebst dem Piloten befanden sich zwei Passagiere an Bord. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt westlich des Flughafens Zürich auf einer Flughöhe von rund 5000 ft QNH² und steuerte einen nördlichen Kurs. Die Maximalhöhe für Sichtflüge ohne Einflugbewilligung in diesem Bereich entsprach der Untergrenze des Nahkontrollbezirks (*Terminal Area* – TMA) Zürich (LSZH) 6 und betrug 5500 ft. Der Pilot stand in Funkkontakt mit der Fluginformationszentrale (*Flight Information Center* – FIC) Zürich Information und hatte sich um 15:25:30 UTC über Birrfeld (LSZF) auf 4400 ft gemeldet. Er beabsichtigte, gegen Ende des Sektors 6 der TMA den Steigflug auf 5500 ft AMSL³ zu stoppen (vgl. Abbildung 1).

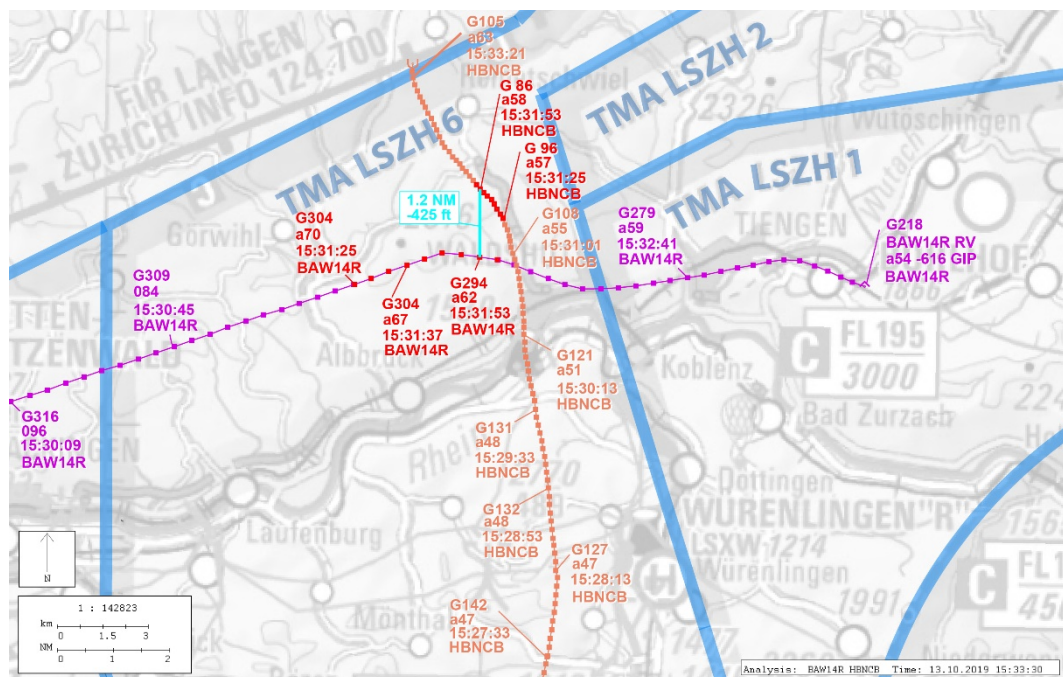


Abbildung 1: Flugwege der BAW14R (violett) sowie der HB-NCB (orange) gemäss Radaraufzeichnungen mit Positionen alle vier Sekunden unter Angabe der Geschwindigkeit über Grund (G) in Knoten, der Flugflächen bzw. Druckhöhe (a) in Hektofuss und der Zeit in UTC. Die rot gefärbten Punkte und Etiketten stellen den Zeitraum dar, in dem die Warnung des bodenseitigen Konfliktwarnsystems ausgegeben wurde. Die geringste Distanz zwischen den beiden Flugzeugen ergab sich um 15:31:53 UTC (türkis), Quelle der Basis-karte: Bundesamt für Landestopografie.

² QNH: Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der Standardatmosphäre

³ AMSL: *Above Mean Sea Level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

Um 15:30:45 UTC erteilte der FVL der Besatzung der BAW14R eine weitere Sinkflugfreigabe auf 6000 ft QNH, was in der TMA 6 die niedrigste Flughöhe für einen IFR-Flug darstellte. Wenige Sekunden später wurde der FVL durch die *VFR Display Priority* (VDP)⁴ auf seinem Radardisplay auf ein Flugzeug aufmerksam, das um 15:31:01 UTC die Flughöhe von 5500 ft im Steigflug durchflog und sich auf Annäherungskurs mit der BAW14R befand. Um 15:31:25 UTC gab das bodenseitige Konfliktswarnsystem (*Short Term Conflict Alert* – STCA) eine erste Warnung aus.

Es handelte sich dabei um die HB-NCB, deren Pilot inzwischen auf 5700 ft QNH gestiegen war, ohne es zu merken. Sofort wies der FVL die Besatzung der BAW14R um 15:31:29 UTC an, nach rechts auf einen Steuerkurs von 120 Grad zu drehen und erteilte eine entsprechende Verkehrsinformation über das unbekannte VFR-Flugzeug. An Bord des Verkehrsflugzeuges gab es keine Warnung des Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystems (*Traffic Alert and Collision Avoidance System* – TCAS).

Die beiden Flugzeuge kreuzten sich in einer Distanz von 1.2 NM mit einem Höhenunterschied von 425 ft. Anschliessend erteilte der FVL der Besatzung der BAW14R eine Freigabe für eine Linkskurve auf Kurs 080 Grad, während die HB-NCB ihren Steigflug innerhalb der TMA LSZH 6 bis 6300 ft fortsetzte. Der FVL orientierte die Besatzung der BAW14R, dass er einen Rapport erstellen werde. BAW14R landete anschliessend ereignislos in Zürich, während HB-NCB ihren Flug nach Donaueschingen ohne weitere Ereignisse fortsetzte.

Wie der Pilot der HB-NCB später angab, habe er mittels einer elektronischen Navigationssoftware und einer ICAO-Luftfahrkarte als Backup navigiert. Er habe das Verkehrsflugzeug nie gesehen; ebenso hatte die Besatzung der BAW14R keinen Sichtkontakt zum Motorflugzeug.

Nach Angabe des FVL war die Arbeitsbelastung zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls niedrig. Von Seiten des Mitarbeiters der Fluginformationszentrale sind im Verlauf der gefährlichen Annäherung keine weiteren Funksprüche an den Piloten der HB-NCB aufgezeichnet. Im Zeitraum von 15:25 UTC bis 15:33 UTC stand der Mitarbeiter der Fluginformationszentrale mit acht weiteren Luftfahrzeugen in Funkkontakt.

1.1.2 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Geographische Position	18 NM nordwestlich des Flughafens Zürich
Datum und Zeit	13. Oktober 2019, 15:32 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Koordinaten	655 000 / 277 000 (<i>Swiss Grid</i> 1903) N 47° 38' 29" / E 008° 10' 14" (WGS ⁵ 84)
Höhe	Rund 6000 ft AMSL

⁴ Die VDP hebt die Radaretikette eines unerlaubt in die TMA einfliegenden Flugzeuges auf dem Bildschirm des Flugverkehrsleiters hervor.

⁵ WGS: *World Geodetic System*, geodätisches Referenzsystem: Der Standard WGS 84 wurde durch Beschluss der ICAO im Jahr 1989 für die Luftfahrt übernommen.

1.2 Angaben zu Personen**1.2.1 Flugbesatzung G-TTND****1.2.1.1 Kommandant**

Person	Britischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1970	
Lizenz	Verkehrspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Airline Transport Pilot Licence Aeroplane</i> – ATPL(A)) nach der Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit (<i>European Union Aviation Safety Agency</i> – EASA), ausgestellt durch die zivile Luftfahrtbehörde (<i>Civil Aviation Authority</i> – CAA) des Vereinten Königreichs	
Flugerfahrung	Gesamthaft	11 000 h
	Auf dem Vorfalldmuster	7850 h
	Während der letzten 90 Tage	96 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster	96 h

Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle gespielt hat.

1.2.1.2 Copilot

Person	Britischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1989	
Lizenz	Berufspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Commercial Pilot Licence Aeroplane</i> – CPL(A)) nach EASA, ausgestellt durch die CAA des Vereinten Königreichs	
Flugerfahrung	Gesamthaft	1011 h
	Auf dem Vorfalldmuster	282 h
	Während der letzten 90 Tage	200 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster	194 h

Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle gespielt hat.

1.2.2 Pilot HB-NCB

Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1966	
Lizenz	Privatpilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Private Pilot Licence Aeroplane</i> – PPL(A)) nach EASA, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)	
Flugerfahrung	Gesamthaft	686:06 h
	Auf dem Vorfalldmuster	158:40 h
	Während der letzten 90 Tage	4:20 h
	Davon auf dem Vorfalldmuster	4:20 h

Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle gespielt hat.

1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung

Funktion	Anflugverkehrsleiter West
Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1966
Dienstbeginn Vorfalldatum	14:20 UTC
Lizenz	Ausweis für Flugverkehrsleiter (<i>Air Traffic Controller Licence</i>) basierend auf der Verordnung (EU) Nr. 805/2011 der Europäischen Kommission, ausgestellt durch das BAZL
Rating/Endorsement	<i>Aerodrome Control Instrument</i> (ADI/TWR), <i>Aerodrome Radar Control</i> (ADI/RAD) sowie <i>Approach Radar Control</i> (APS/SRA) gültig bis 20. Oktober 2022

Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der Flugverkehrsleiter seinen Dienst ausgeruht und gesund antrat. Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle spielte.

1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.3.1 Luftfahrzeug 1

Eintragungszeichen	G-TTND
Luftfahrzeugmuster	Airbus A20N (A320 neo)
Charakteristik	Zweistrahliges Kurz- und Mittelstreckenverkehrsflugzeug
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Eigentümer	British Airways, Harmondsworth, Vereinigtes Königreich
Halter	British Airways, Harmondsworth, Vereinigtes Königreich
Relevante Ausrüstung	Transponder, Verkehrswarn- und Kollisionsverhindungssystem
Relevante Einschränkungen	Keine

1.3.2 Luftfahrzeug 2

Eintragungszeichen	HB-NCB
Luftfahrzeugmuster	Rockwell Commander 112
Charakteristik	Einmotoriger vierplätziger Tiefdecker mit einziehbarem Fahrwerk
Hersteller	Rockwell International
Eigentümer	Gamma Air, Bodenacherstrasse 19, 8604 Volketswil
Halter	Gamma Air, Bodenacherstrasse 19, 8604 Volketswil
Relevante Ausrüstung	Transponder, kein Kollisionswarngerät
Relevante Einschränkungen	Keine

1.4 Meteorologische Angaben

1.4.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich auf der Vorderseite eines Tiefs mit Kern über den Britischen Inseln in einem offenen Warmsektor.

1.4.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Vorfalls

Das Wetter war sonnig, der Himmel wolkenlos. Die meteorologische Sicht betrug rund 70 km.

Wetter	sonnig
Wolken	wolkenlos
Sicht	70 km
Wind auf 1800 m AMSL	250 Grad, um 35 kt
Temperatur und Taupunkt auf 1800 m AMSL	15 °C / 5 °C
Luftdruck (QNH)	1016 hPa (Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO-Standardatmosphäre)
Gefahren gemäss Flugwetterprognose von MeteoSchweiz, gültig von 12 bis 18 UTC	Dem Jura entlang, teils auch über dem Flachland mässige Südwestwindturbulenz zwischen 3000 ft AMSL und FL 080. Über den Alpen zum Teil mässige Süd- bis Südwestwindturbulenz zwischen FL 050 und FL 140.

1.4.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut 246°	Höhe 11°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.5 Navigationshilfen

Nicht betroffen

1.6 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen dem Piloten der HB-NCB und der FIC bzw. zwischen der Besatzung der BAW14R und der Anflugleitstelle Zürich West wickelte sich ordnungsgemäss und ohne Schwierigkeiten ab.

1.7 Angaben zum Luftraum

1.7.1 Luftraumstruktur um die Landesflughäfen

Zum Schutz des nach IFR an- und abfliegenden Flugverkehrs sind die schweizerischen Landesflughäfen von einem kontrollierten Luftraum umgeben. Dieser umfasst zum einen eine Kontrollzone (*Control Zone* – CTR) der Luftraumklasse D, die bis auf den Boden reicht, und zum anderen einen Nahkontrollbezirk (*Terminal Control Area* – TMA) der Luftraumklasse C, der typischerweise in mehrere Gebiete (Sektoren) unterteilt ist. Der kontrollierte Luftraum beinhaltet auch deutsches bzw. französisches Hoheitsgebiet, das von der schweizerischen Flugsicherung Skyguide bewirtschaftet und deshalb als delegierter Verkehrsdienst (*delegated services*) der Flugsicherung bezeichnet wird.

1.7.2 Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich

Die TMA Zürich ist in 15 Sektoren aufgeteilt, wobei der Sektor 4 weiter in die Untersektoren 4A, 4B und 4C unterteilt ist. Sie sind nummeriert und weisen unterschiedliche Untergrenzen auf. Der schwere Vorfall ereignete sich im Sektor 6 der TMA Zürich mit einer Untergrenze von 5500 ft AMSL und FL 195 als Obergrenze (vgl. Abbildung 2).

Die beiden Sektoren 14 und 15 sowie die CTR 2 sind in der Regel nur an Tagesrandzeiten aktiv.

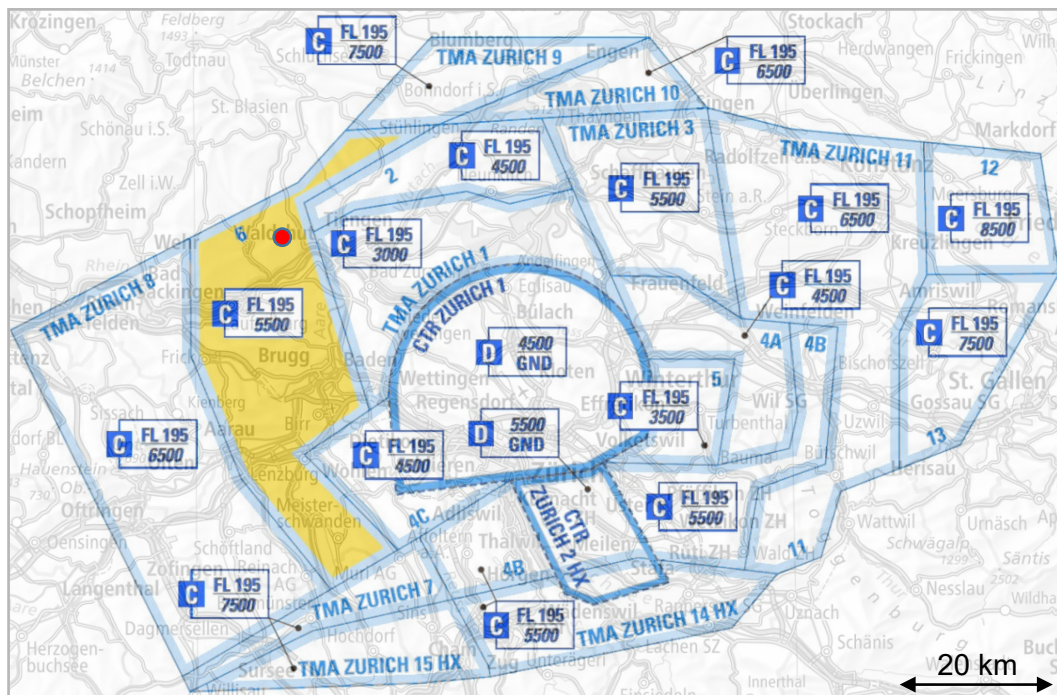


Abbildung 2: Darstellung aus dem VFR-Manual, welche die Kontrollzone und den Nahkontrollbezirk um den Flughafen Zürich (LSZH) mit seinen Sektoren (blau umrandet) sowie dem Ort des schweren Vorfalls (roter Punkt) innerhalb des Sektors 6 (gelb hervorgehoben) mit einer Untergrenze von 5500 ft AMSL zeigt, Quelle der Basiskarte: Bundesamt für Landestopografie.

1.7.3 Staffelung innerhalb des Nahkontrollbezirks sowie an der unteren Luftraumgrenze

Nach den technischen Richtlinien der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) sind im Luftraum Charlie (C) (vgl. Abbildung 2) Flüge nach IFR und VFR erlaubt, wobei alle Flüge mit Flugverkehrsleitung durchgeführt und IFR-Flüge von anderen IFR/VFR-Flügen vertikal mit 1000 ft gestaffelt werden. VFR-Flüge werden gleichermassen von IFR-Flügen gestaffelt und erhalten Verkehrsinformationen in Bezug auf andere VFR-Flüge.

Die ICAO empfiehlt, dass eine über 3000 ft AMSL liegende Untergrenze eines TMA-Sektors mit der Reiseflughöhe gemäss der VFR-Halbkreisregel⁶ übereinstimmen soll.

Das bedeutet, dass z.B. bei einer TMA-Untergrenze von 5500 ft AMSL wie im Fall der TMA LSZH 6 die tiefst liegende IFR-Flughöhe 6000 ft AMSL beträgt und somit eine vertikale Segregation (Pufferzone) von 500 ft zum darunterliegenden Verkehr im Luftraum Echo (E) angewendet wird (vgl. Abbildung 3).

⁶ Halbkreisregel: Bei einem missweisenden Kurs (*magnetic course*) über Grund von 0° bis 179° liegt die VFR-Reiseflughöhe bei FL 55/75/95, bei einem missweisenden Kurs von 180° bis 359° entsprechend bei FL 65/85/105.

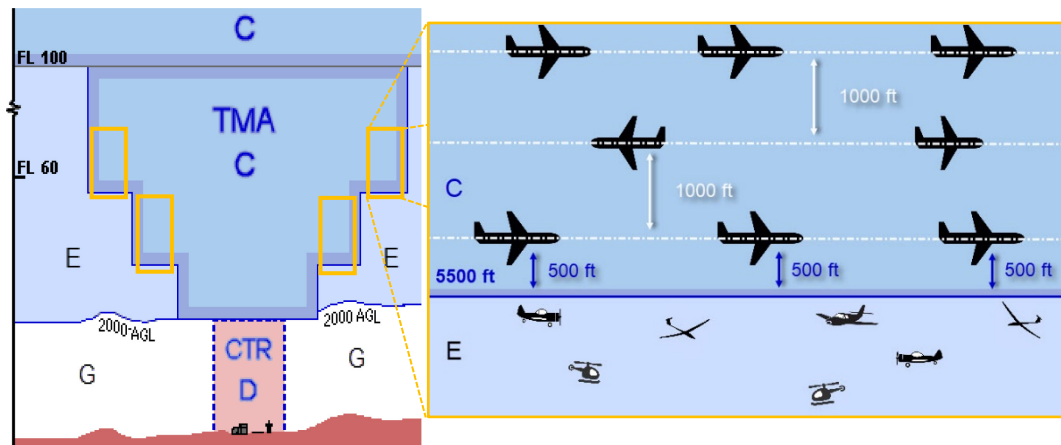


Abbildung 3: Vertikale Staffelung von 1000 ft (weisse Doppelpfeile) innerhalb eines Nahkontrollbezirks (Terminal Control Area – TMA) der Luftraumklasse C sowie 500 ft (blaue Doppelpfeile) zum darunterliegenden Luftraum der Klasse E

1.8 Flugschreiber

Nicht betroffen

1.9 Versuche und Forschungsergebnisse

Nicht betroffen

1.10 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

Nicht betroffen

1.11 Zusätzliche Angaben

1.11.1 Entwicklung der Luftraumverletzungen in der Schweiz

Gemäss den Angaben des BAZL führten von den 201 Luftraumverletzungen (*airspace infringements*) des Jahres 2007 im schweizerischen und dem von der Schweiz bewirtschafteten Luftraum 8 Fälle zu einer gefährlichen Annäherung (*Airprox*), bei der die eigene sowie die Sicherheit korrekt fliegender Flugzeuge – in 5 Fällen handelte es sich um Verkehrsflugzeuge – gefährdet wurde. In weiteren 34 Vorfällen stufte das BAZL die Luftraumverletzung als "hohes Risiko" ein. Im Zug dieser hohen Zahl von Luftraumverletzungen setzte das BAZL eine Kampagne zur Erhöhung des Sicherheitsbewusstseins (*safety awareness campaign*) an und gab für die Piloten der allgemeinen Luftfahrt sicherheitsrelevante Anleitungen und Empfehlungen ([SAND⁷-2008-001](#)) zur Vermeidung von Luftraumverletzungen. Eine weitere Plattform ist [Stay Safe Online](#), worin laufend Beiträge zum Thema Luftraumverletzung und deren Vermeidung zu finden sind.

Die in den Folgejahren 2008 bis 2019 vom Flugsicherungsdienstanbieter Skyguide gemeldeten Luftraumverletzungen schwanken um einen Mittelwert von etwas über 300 Meldungen pro Jahr (vgl. Abbildung 4).

Im Vergleich zum Jahr 2018 mit 282 Luftraumverletzungen gab es in der Schweiz im Jahr 2019 insgesamt 318 dem BAZL gemeldete Luftraumverletzungen; dies bedeutet einen Anstieg gegenüber dem Vorjahr um 12.7 %.

⁷ SAND: Safety Awareness Notification Data (https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/de/dokumente/Fachleute/Sicherheits- und Risikomanagement/top_ten_tips_fuerpilotenderallgemeinenluftfahrt.pdf – zuletzt besucht am 5. Juli 2022).

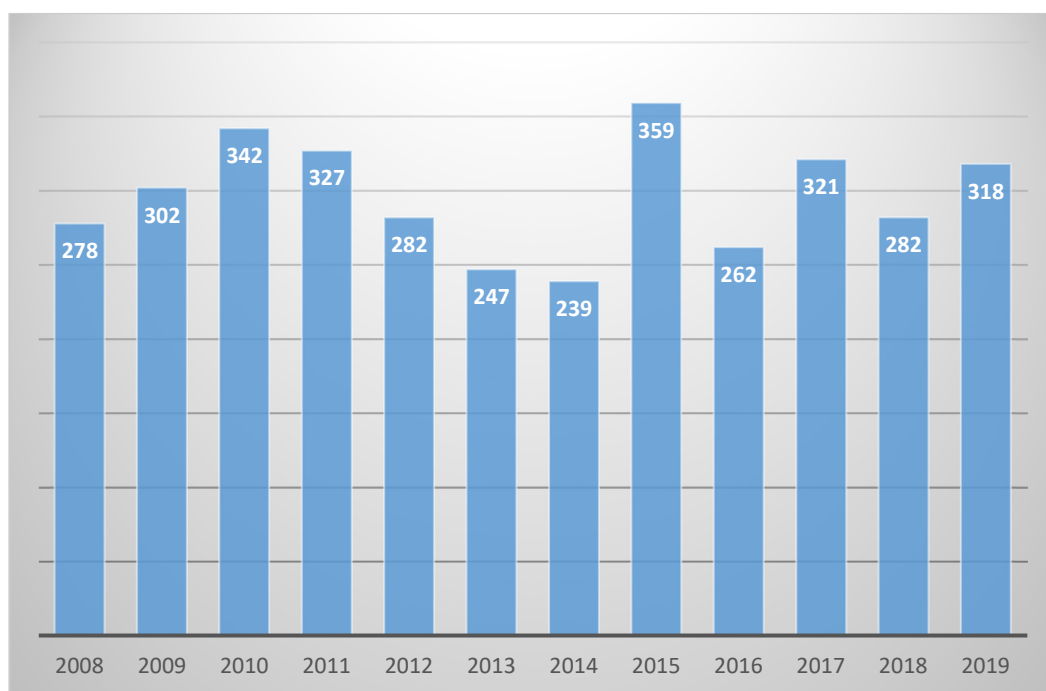
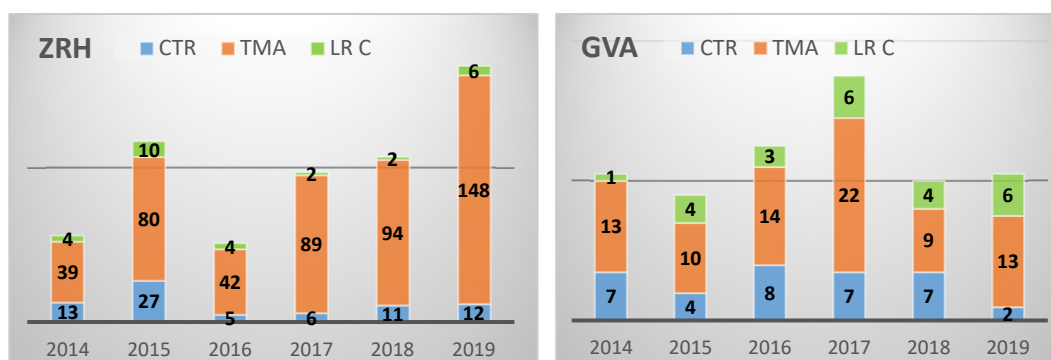


Abbildung 4: Von Skyguide an das BAZL gemeldete Luftraumverletzungen in der Schweiz in den Jahren 2008 bis 2019

Um die beiden Landesflughäfen Zürich (ZRH) und Genf (GVA) herum zeigt sich die Entwicklung der an das BAZL gemeldeten Luftraumverletzungen über die letzten sechs Jahre wie folgt (vgl. Abbildungen 5).



Abbildungen 5: Luftraumverletzungen in den Jahren 2014 bis 2019 um die Landesflughäfen Zürich (ZRH) und Genf (GVA), unterteilt in nicht bewilligte Einfüge in die Kontrollzone (blau), den Nahkontrollbezirk (orange) und in den Luftraum der Klasse C ab FL 100 und FL 130 resp. FL 150 bei MIL OFF⁸ (grün).

1.11.2 Luftraumverletzungen in den Jahren 2018 und 2019

1.11.2.1 Verletzungen des kontrollierten Luftraums um den Flughafen Zürich

Die SUST erhielt im Jahr 2018 insgesamt 101 Meldungen zu Luftraumverletzungen der TMA bzw. der CTR des Flughafens Zürich. Die einzelnen Sektoren sind dabei unterschiedlich betroffen und in der Abbildung unten farblich wiedergegeben (vgl. Abbildung 6). Bei 49 dieser Luftraumverletzungen betrug die vertikale Eindringhöhe weniger als 500 ft. Rund ein Drittel der beteiligten Luftfahrzeuge war nicht in der Schweiz eingetragen.

⁸ MIL OFF: *military off*, ausserhalb der militärischen Flugbetriebszeiten entspricht FL 150 der Untergrenze des darüber liegenden Luftraumes Charlie.

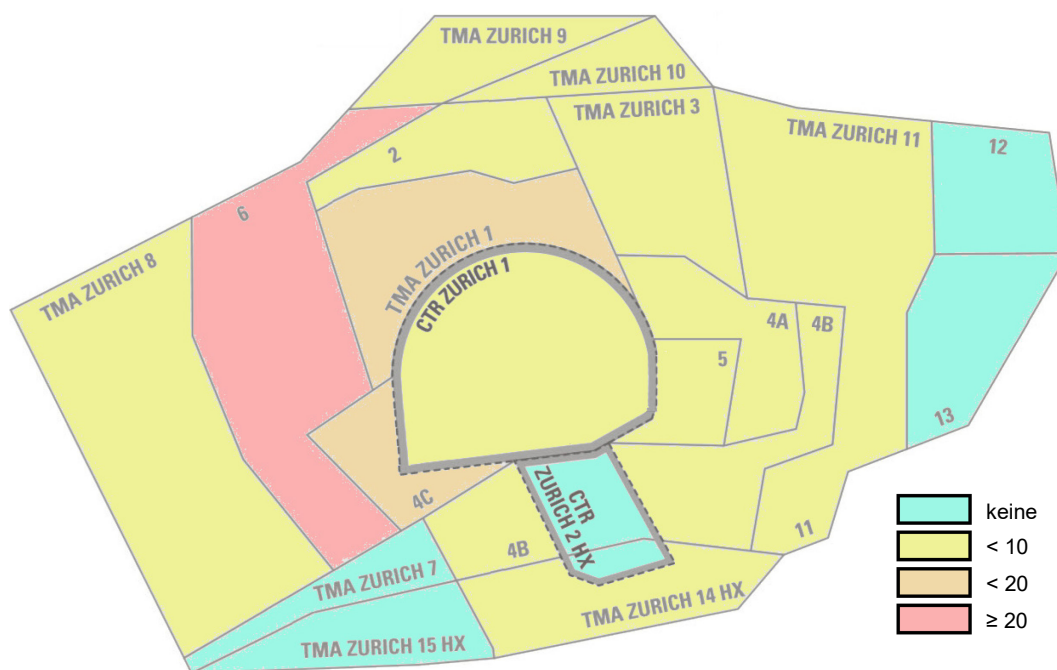


Abbildung 6: Darstellung der 101 Luftraumverletzungen in den Sektoren des kontrollierten Luftraums um den Flughafen Zürich während des Jahres 2018

Im Jahr 2019 betrug die Zahl der bei der SUST eingegangenen Meldungen zu Luftraumverletzungen der TMA bzw. CTR des Flughafens Zürich insgesamt 176. Die einzelnen Sektoren sind dabei unterschiedlich betroffen und in der Abbildung unten farblich wiedergegeben (vgl. Abbildung 7). Bei 80 dieser Luftraumverletzungen betrug die vertikale Eindringhöhe weniger als 500 ft. 39 der beteiligten Lufthfahrzeuge waren im Ausland immatrikuliert.

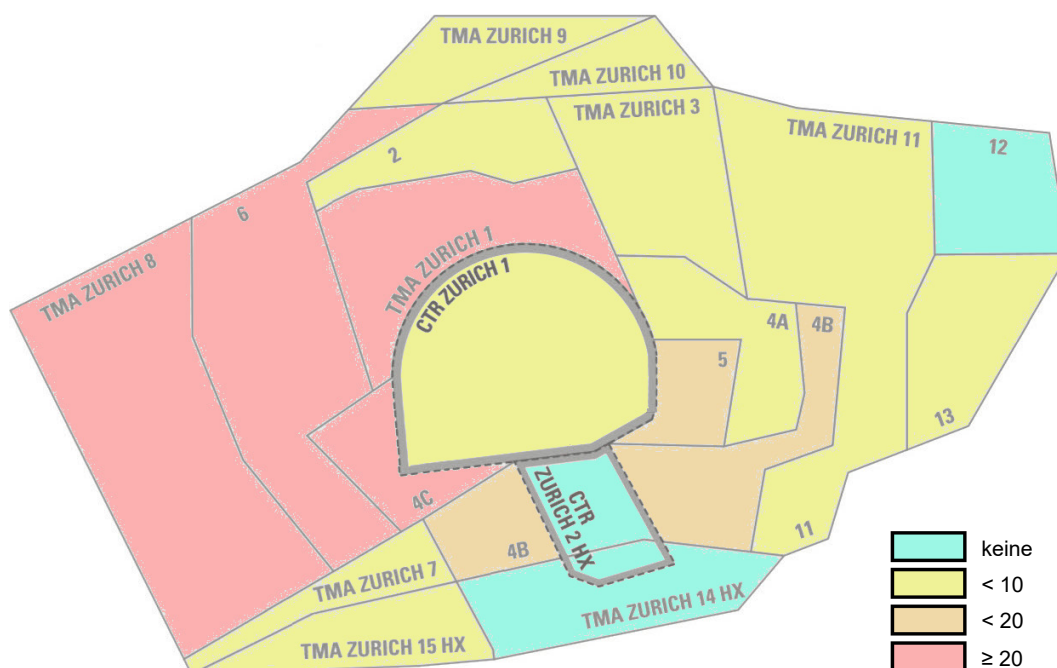


Abbildung 7: Darstellung der 176 Luftraumverletzungen in den Sektoren des kontrollierten Luftraums um den Flughafen Zürich während des Jahres 2019

1.11.2.2 Verletzungen des kontrollierten Luftraums um den Flughafen Genf

Im Jahr 2018 erhielt die SUST insgesamt 11 Meldungen zu Luftraumverletzungen der TMA bzw. der CTR des Flughafens Genf. Die einzelnen Sektoren sind dabei unterschiedlich betroffen und in der Abbildung 8 der Anlage 1 farblich dargestellt. Bei 3 dieser Luftraumverletzungen betrug die vertikale Eindringhöhe weniger als 500 ft. In 10 Fällen waren die beteiligten Luftfahrzeuge nicht in der Schweiz eingetragen.

Die im Folgejahr der SUST gemeldeten Luftraumverletzungen der TMA bzw. CTR des Flughafens Genf belaufen sich auf 19. Die einzelnen Sektoren sind dabei unterschiedlich betroffen und in der Abbildung 9 der Anlage 1 farblich wiedergegeben. In zwei Fällen betrug die vertikale Eindringhöhe weniger als 500 ft. 14 der beteiligten Luftfahrzeuge waren nicht in der Schweiz registriert.

1.11.3 Sicherheitsempfehlungen aus früheren Zwischenfällen

Die Untersuchung einer Fastkollision zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Segelflugzeug im Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich vom 11. August 2012 (vgl. [Schlussbericht Nr. 2208](#)) zeigte als systemisches Risiko unter anderem eine wenig fehlertolerante Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich auf. In Form eines Zwischenberichtes sprach die SUST am 17. Mai 2013 an das BAZL Sicherheitsempfehlungen (SE) zur Festlegung von Transponderzonen (SE [Nr. 466](#)), zur Ergreifung von Massnahmen, damit Piloten Luftraumgrenzen respektieren (SE [Nr. 467](#)), zur systematischen Erfassung von Luftraumverletzungen (SE [Nr. 468](#)) sowie zur Prüfung und Vereinfachung der Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich (SE [Nr. 484](#)) aus. Diese stützten sich, wie gesetzlich vorgesehen, auf eine breite Konsultation sowohl der direkt beteiligten Verkehrskreise als auch des Bundesamts für Zivilluftfahrt (BAZL) sowie des *Civil Aviation Safety Officer* (CASO) des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK). Die Konsultation bzw. die Publikation des Zwischenberichts sollte es den betroffenen Organisationen ermöglichen, noch vor Erscheinen des Schlussberichtes Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit zu ergreifen.

Rund drei Jahre später kam es am 3. Juni 2015 im Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich zu einer gefährlichen Annäherung zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Heissluftballon, der sich ohne Freigabe einer Flugverkehrsleitstelle, aber mit eingeschaltetem Transponder im Nahkontrollbezirk aufhielt (vgl. [Schlussbericht Nr. 2294](#)). Im Zuge der Untersuchung stellte sich im Kontakt mit annähernd den gleichen beteiligten Verkehrskreisen heraus, dass kaum konkrete Massnahmen zu den vorliegenden Sicherheitsempfehlungen getroffen worden waren.

Im besagten Schlussbericht wies die SUST nochmals eindringlich darauf hin, dass die hinlänglich bekannten Kollisionsrisiken zwischen Grossluftfahrzeugen und Luftfahrzeugen der allgemeinen Luftfahrt nach wie vor Bestand haben. Dies zum einen aufgrund der komplexen, kaum fehlertoleranten Luftraumstruktur, zum anderen aufgrund einer fehlenden, generellen Transponderpflicht für Luftfahrzeuge der Sport- und Leichtaviatik, wodurch sowohl die Sicherheitsnetze bei der Flugsicherung als auch in den Verkehrsflugzeugen unwirksam werden können. Im Zuge dessen empfahl die SUST erneut, im Sinne der Sicherheitsempfehlung (SE) [Nr. 466](#), die Einführung einer die Kontrollzonen und Nahkontrollbezirke umfassenden Transponderzone (*Transponder Mandatory Zone* – TMZ). Für diese in technisch-betrieblicher Hinsicht einfache sowie kostengünstige Verbesserungsmöglichkeit hatte sich ein Grossteil der damals konsultierten Verkehrskreise ausgesprochen.

In Ergänzung dazu wurden im gleichen Schlussbericht Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen, die u.a. das Mitführen eines betriebsbereiten und eingeschalteten

Transponders für alle Luftfahrzeuge (SE [Nr. 518](#)), die Neugestaltung der Lufträume mit ausreichender Dimensionierung um die Schweizer Flughäfen herum (SE [Nr. 519](#)) sowie Massnahmen zur Warnung von Flugverkehrsleitern vor nicht bewilligten Einfügen in kontrollierte Lufträume (SE [Nr. 520](#)) zum Inhalt hatten.

1.11.4 Keine Transponderpflicht und Einführung von Transponderzonen

Das BAZL führte im Frühjahr 2019 eine Vernehmlassung zur Einführung eines flächendeckenden Transponder-Obligatoriums für alle Luftfahrzeuge⁹ im gesamten Luftraum der Klasse E durch. Wie das BAZL festhält, sei ein solches zwar von der Flugsicherung Skyguide, dem Ballonverband oder dem Dachverband Aerosuisse begrüsst, vom Schweizerischen Aero-Club und mehreren Segelflugorganisationen jedoch abgelehnt worden.

Gemäss BAZL sei das Betreiben von Transpondern grundsätzlich ein taugliches Mittel zur Verbesserung der Sicherheit, weshalb die Einführung von Transponderzonen (*Transponder Mandatory Zones* – TMZ) an Orten erhöhten Risikos von gefährlichen Annäherungen zwischen IFR- und VFR-Verkehr vorgesehen sei.

Hingegen verzichtete das BAZL aufgrund der Ergebnisse seiner Lagebeurteilung auf das ursprünglich vorgesehene flächendeckende Transponder-Obligatorium¹⁰ einschliesslich der Sport- und Leichtaviatik sowie auf die Ausdehnung auf den gesamten Luftraum der Klasse E.

Auf Basis der Luftraumverletzungen aus den Jahren 2018 und 2019 (vgl. Kapitel 1.11.2) sowie der gemeldeten Ereignissen bis zum 20. April 2020 wurde eine Evaluation der Hotspots bezüglich möglicher Kollisionen zwischen IFR/VFR-Mischverkehr im Luftraum der Klasse G und E in der gesamten FIR¹¹ der Schweiz durchgeführt. In der Folge wurde am 30. Dezember 2021 im [AIC 007/2021 B](#)¹² die Einführung der ersten TMZ mit freiwilliger Hörbereitschaft per 24. März 2022 unter dem Namen TMZ *Northeast* (TMZ NE) im Gebiet unterhalb der TMA LSZH 11, 12 und 13, entlang der Landesgrenze und südlich der CTR des Flugplatzes St. Gallen-Altenrhein (LSZR) bis an die Alpen/Mittellandlinie publiziert.

1.11.5 Neugestaltung des Luftraums und der Aviatikinfrastruktur (AVISTRAT)

Mitte 2016 erteilte das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) dem BAZL den Auftrag, den Schweizer Luftraum sowie die Aviatikinfrastruktur (Flugsicherungsinfrastruktur und Flugplätze) neu zu gestalten. Dieses Vorhaben wird vom BAZL mittels eines Programms unter dem Namen «Luftraum- und Aviatikinfrastruktur-Strategie Schweiz» oder kurz «AVISTRAT-CH» verfolgt. Der mit dem Jahr 2035 vorgegebene Zeithorizont sei dabei so zu verstehen, dass das zu erstellende System den antizipierten Nutzerbedürfnissen («*fit for purpose*») des Jahres 2035 zu genügen habe.

⁹ <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/sicherheit/infrastruktur/flugsicherung-und-luftraum/transponder.html> – zuletzt besucht am 5. Juli 2022

¹⁰ Eine Transponderpflicht in Lufträumen der Klasse E besteht für motorisierte Luftfahrzeuge nach Sichtflugregeln ab einer Flughöhe von mehr als 7000 ft AMSL. Piloten nicht motorgetriebener Flugzeuge werden nach den gemeinsamen europäischen Luftverkehrsregeln (*Standardised European Rules of the Air* – SERA) 13001(c) ermutigt, den Transponder während des Fluges auch ausserhalb des Luftraums einzuschalten, wo der Betrieb eines Transponders vorgeschrieben ist.

¹¹ FIR: *Flight Information Region*, Fluginformationsgebiet

¹² AIC: *Aeronautical Information Circular*, Luftfahrtinformationsblatt online publiziert von Skyguide unter [AIC Serie B - skybriefing](#) – zuletzt besucht am 5. Juli 2022

Wie das BAZL auf seiner Homepage¹³ ausführt, zeigten verschiedene Indikatoren, wie zum Beispiel eine steigende Anzahl Luftraumverletzungen, u.a. durch überforderte Piloten, sowie zunehmende Verspätungen im kommerziellen Luftverkehr, dass das bestehende System den aktuellen Bedürfnissen nicht mehr gerecht werde.

In enger Zusammenarbeit mit den Verkehrskreisen seien in einer ersten Phase des Projektes die vielfältigen Bedürfnisse der Luftraumnutzer und aviatischen Dienstleistungserbringer im Rahmen von insgesamt über 40 Workshops erhoben worden. Mit der Ende 2019 verabschiedeten Vision werde ein Bild der Zukunft gezeichnet, das alle heutigen, aber auch künftige Luftraumnutzer einbezieht. Dank einer flexiblen Architektur werden neue Nutzerbedürfnisse und Technologien künftig viel rascher integriert werden können. Auch punkto Kosten müsse das neue System hohen Ansprüchen in Sachen Effizienz und Transparenz genügen. Letztlich sollten Auswirkungen auf die Umwelt so gering wie möglich ausfallen.

In der nächsten Phase "Strategie" gelte es nun, Schritte zu definieren, die sich an dieser Vision ausrichten. Ziel sei es, eine modellhafte Beschreibung des zukünftigen Luftraum- und Aviatikinfrastruktur-Systems der Schweiz zu erarbeiten. Angesichts der Komplexität und der diversen Dimensionen, die es zu berücksichtigen gelte, sei dies eine anspruchsvolle Aufgabe, die einige Zeit in Anspruch nehmen würde.

Nach Auskunft des BAZL ist für das erste Halbjahr 2021 die Konsolidierungsphase der geplanten Strategie angesetzt und im 2. Halbjahr 2021 die Kommunikation der gewählten Strategie vorgesehen. Nach Abschluss des Strategieprojektes Ende 2021 und anschliessender Umsetzungsplanung ist der Start erster Umsetzungsprojekte nicht vor Ende 2022 zu erwarten. Wie lange diese somit initiierten Umsetzungsprojekte dauern werden, sei aus heutiger Sicht nicht zu beurteilen. Die Dauer der Umsetzungsphase würde stark dadurch beeinflusst werden, wie sehr Infrastrukturprojekte zur Strategieumsetzung notwendig seien. Gegebenenfalls würde die Umsetzung wahrscheinlich weit über das Jahr 2035 hinausgehen. Damit sei aber nicht ausgeschlossen, dass es nicht auch Umsetzungsprojekte geben werde, die bereits viel früher Wirkung zeigen werden.

1.12 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Nicht betroffen

¹³ <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/themen/luftfahrtpolitik/avistrat.html> – zuletzt besucht am 5. Juli 2022

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

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

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugverkehrsleitung

Wie der Flugverkehrsleiter angab, wurde er auf seinem Radardisplay des Motorflugzeuges HB-NCB gewahr, als dieses die Flughöhe von 5500 ft durchstieg, die der Untergrenze des Sektors 6 der TMA Zürich (TMA LSZH 6) entsprach (vgl. Abbildung 2). Ab diesem Zeitpunkt wurde aufgrund der Funktion des *VFR Display Priority* (VDP) die Radaretikette auf dem Bildschirm farblich hervorgehoben, wodurch der FVL auf den Einflug der HB-NCB in die TMA noch vor der Warnung des bodenseitigen Konfliktwarnsystems (*Short Term Conflict Alert* – STCA) aufmerksam wurde. Die Wirkung der VDP-Funktion, die als Antwort auf die Sicherheitsempfehlung [Nr. 520](#) entwickelt worden ist, war im vorliegenden Fall der Übersicht des FVL über die Verkehrslage zuträglich.

Nach der Ausgabe der STCA-Warnung um 15:31:25 UTC wies der FVL die Besatzung der BAW14R umgehend an, auf einen Steuerkurs von 120 Grad zu drehen und erteilte eine entsprechende Verkehrsinformation über das unbekannte VFR-Flugzeug (vgl. Abbildung 1). Damit handelte er sicherheitsbewusst und trug zur Entschärfung des vorliegend untersuchten schweren Vorfalls bei.

Nach Angabe des FVL war die Arbeitsbelastung zum Zeitpunkt der gefährlichen Annäherung niedrig, was eine frühzeitige Situationserfassung begünstigte.

2.2.2 Flugbesatzung der BAW14R

Die Flugbesatzung der BAW14R, die keinen Sichtkontakt zum VFR-Verkehr hatte, folgte den Anweisungen des FVL. Dadurch gab das bordeigene Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystem (*Traffic Alert and Collision Avoidance System* – TCAS) keine Warnung aus.

2.2.3 Pilot der HB-NCB

Der Pilot der HB-NCB nahm sich vor, bis zur nördlichen Begrenzung des Sektors 6 der TMA Zürich nicht höher als 5500 ft AMSL zu steigen, was darauf schliessen lässt, dass ihm grundsätzlich die Untergrenze der TMA LSZH 6 bekannt war. Im Weiteren stand er in Funkkontakt mit der FIC *Zurich Information* und navigierte anhand einer elektronischen Navigationssoftware und einer ICAO-Luftfahrkarte, die er als Backup mitführte. Er machte somit Gebrauch von allen zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln, um einen VFR-Flug ohne Luftraumverletzung durchführen zu können.

Nichtsdestotrotz flog die HB-NCB in die TMA LSZH 6 ein und näherte sich im Steigflug der BAW14R.

Typische tieferliegende Gründe für Luftraumverletzungen sind:

- mangelndes Situationsbewusstsein (*situational awareness*) für die Existenz eines Luftraums infolge fehlender oder veralteter Navigationskarten bzw. ungenügender Ausrüstung;
- mangelndes Bewusstsein über die Aktivierung einer zeitlichen Luftraumbeschränkung;

- ungenügende Kommunikation oder Missverständnisse bzw. Fehlinterpretationen von Anweisungen einer Flugverkehrsleitstelle;
- ein Ausweichmanöver infolge schlechten Wetters;
- die Fehlvorstellung, dass noch eine gewisse Toleranz akzeptierbar sei.

Die zugrundeliegenden Fakten liefern jedoch keine Anhaltspunkte, dass einer dieser vorgenannten Gründe im vorliegenden Fall eine Rolle gespielt hat. Der Pilot der HB-NCB muss letzten Endes der Flughöhe nicht die nötige Aufmerksamkeit geschenkt haben, weshalb er ohne Bewilligung in den Luftraum des Nahkontrollbezirkes einflog und sich der BAW14R im Steigflug näherte, was kausal in der Entstehung des schweren Vorfalls war.

Der Mitarbeiter beim FIC leistet Fluginformations- und Alarmdienst, aber keine Flugverkehrsleitung. Er überwacht den Flugverkehr nicht permanent, interveniert jedoch bei zufällig festgestellten Luftraumverletzungen.

2.3 Sicherheitsempfehlungen zur Kollisionsverhütung

Hinsichtlich der an die SUST gemeldeten Luftraumverletzungen der Jahre 2018 und 2019 fällt auf, dass in etwa der Hälfte aller Fälle die Eindringhöhe in den Nahkontrollbezirk (*Terminal Control Area* – TMA) um den Flughafen Zürich bei weniger als 500 ft liegt (vgl. Kapitel 1.11.2.1). Im direkten Vergleich zu den Luftraumverletzungen der TMA um den Flughafen Genf (LSGG) ist dieser Anteil deutlich höher. Aufgrund der geringen vertikalen Segregation von 500 ft zwischen dem geführten Flugverkehr innerhalb der TMA und dem darunterliegenden Verkehr im Luftraum der Klasse E (vgl. Kapitel 1.7.3), geht mit diesen Luftraumverletzungen ein erhöhtes Risiko einer gefährlichen Annäherung (Airprox) einher, da insbesondere die Reaktionszeit für den Flugverkehrsleiter zu intervenieren und einen allfälligen Konflikt zu entschärfen, gering ist. Dieser Umstand wurde im vorliegenden Schlussbericht als systemisches Risiko (*factor to risk*) identifiziert, das in der Entstehung und den Verlauf des vorliegend untersuchten schweren Vorfalls jedoch keine Rolle spielte, da der Pilot der HB-NCB den Steigflug auch über einer Eindringhöhe von 500 ft ungehindert fortsetzte.

Die Zahl der Luftraumverletzungen mit Luftfahrzeugen ohne Transponder sind nicht erfasst. Sie stellen per se ein erhöhtes Risiko dar, da die auf Transponder basierten Sicherheitsnetze wie beispielsweise das TCAS oder das STCA bzw. VDP nicht zum Tragen kommen. Dieser Umstand wurde in der Untersuchung über die gefährliche Annäherung zwischen einem Gleitschirm und zwei Verkehrsflugzeugen vom 8. Mai 2013 als systemische Ursache ermittelt (vgl. [Schlussbericht Nr. 2218](#)) und es wurde darin auf die bereits als Sicherheitsempfehlung (SE) ausgesprochene Einführung von Transponderzonen (SE [Nr. 466](#)) verwiesen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zu einer Fastkollision zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Segelflugzeug im Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich vom 11. August 2012 (vgl. [Schlussbericht Nr. 2208](#)) sowie zu einer gefährlichen Annäherung zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Heissluftballon vom 3. Juni 2015 (vgl. [Schlussbericht Nr. 2294](#)) führten zu mehreren, an das BAZL gerichtete Sicherheitsempfehlungen im Zusammenhang mit Sicherheitsdefiziten, die durch Luftraumverletzungen entstehen (vgl. Kapitel 1.11.3). Die Sicherheitsempfehlungen (SE) hinsichtlich wirksamer Massnahmen zur Eindämmung von Luftraumverletzungen (SE [Nr. 467](#)) sowie deren konsequenten Erfassung (SE [Nr. 468](#)) sind bis dato nicht umgesetzt. Eine Einführung des Transponders-Obligatoriums für alle Luftfahrzeuge gemäss SE [Nr. 518](#), also einschliesslich der Luftfahrzeuge der Sport- und Leichtaviatik, hat das BAZL aufgrund seiner Lagebeurteilung nach Durchführung der Vernehmlassung im Frühjahr 2019 nicht umgesetzt.

Die Einführung von Transponderzonen (*Transponder Mandatory Zones* – TMZ) liegt als Empfehlung (SE [Nr. 466](#)) seit dem Zwischenbericht vom 17. Mai 2013 beim BAZL vor. Die Einführung der ersten TMZ mit freiwilliger Hörbereitschaft per 24. März 2022 wurde am 30. Dezember 2021 im [AIC 007/2021 B](#) publiziert (vgl. Kapitel 1.11.4).

In Erwägung, dass sich Luftraumverletzungen vornehmlich um die Landesflughäfen ereignen (vgl. Kapitel 1.11.2), gilt es, insbesondere diese Lufträume zu schützen. In den Vereinigten Staaten beispielweise besteht seit Jahrzehnten eine Transponderpflicht im Umkreis von 30 NM um die grossen Flughäfen.

Basierend auf der SE [Nr. 520](#) trug das BAZL mit der Einführung von *VFR Display Priority* (VDP) zur Warnung der Flugverkehrsleiter vor nicht bewilligten Einflügen in kontrollierte Lufträume einen wesentlichen Beitrag zur frühzeitigen Erkennung von potentiell gefährlichen Annäherungen bei, wie der vorliegende Fall aufzeigt (vgl. Kapitel 2.2.1). Allerdings setzt dies voraus, dass Luftfahrzeuge mit einem eingeschalteten Transponder betrieben werden.

Das vom BAZL ins Leben gerufene Projekt «AVISTRAT-CH» als Folge des Auftrags des UVEK im Jahr 2016 zur Neugestaltung des Schweizer Luftraums sowie der Aviatikinfrasturktur (vgl. Kapitel 1.11.5) greift auch den Gedanken der Sicherheitsempfehlung zur Neugestaltung der Lufträume mit ausreichender Dimensionierung um die Schweizer Flughäfen herum (SE [Nr. 519](#) bzw. [Nr. 484](#)) auf. Erste Umsetzungsprojekte sind nicht vor Ende 2022 zu erwarten, die vollständige Umsetzung nicht vor 2035.

Die Zeitreihe der gemeldeten Luftraumverletzungen seit 2008 (vgl. Abbildung 4) zeigt, dass es nach wie vor jährlich zu mehreren hundert Luftraumverletzungen kommt, deren mögliche Konsequenzen einer Kollision ein signifikantes Sicherheitsdefizit darstellen. Im gleichen Zeitraum ist eine Zunahme bzw. eine hohe Anzahl gefährlicher Annäherungen (Airprox) im Schweizer Luftraum festzustellen (vgl. Anlage 2).

Angesichts dieser hohen Zahl an Luftraumverletzungen sowie mit Blick auf die zu erwartende zunehmende Nutzung der Lufträume und das erst im Jahr 2035 vollständig umgesetzte Grossprojekt AVISTRAT-CH rechtfertigt sich das Aussprechen einer weiteren Sicherheitsempfehlung (vgl. Kapitel 4.1.1).

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Verkehrsflugzeug Airbus A20N mit dem Flugplankennzeichen BAW14R war zum IFR-Verkehr, das vierplätzig Motorflugzeug Rockwell Commander 112, eingetragen als HB-NCB, zum Verkehr nach VFR zugelassen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestehende, technische Mängel beider Flugzeuge, die den Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

3.1.2 Flugbesatzungen und Mitarbeiter der Flugsicherung

- Die beiden Besatzungsmitglieder der BAW14R sowie der Pilot der HB-NCB besaßen die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Der Flugverkehrsleiter besaß die für die Ausübung seiner Tätigkeit notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche oder ermüdungsbedingte Beeinträchtigungen der Piloten und des Flugverkehrsleiters während des schweren Vorfalls vor.

3.1.3 Flugverlauf

- Am 13. Oktober 2019 meldete sich die Besatzung der BAW14R auf einem Linienflug von London (EGLL) nach Zürich (LSZH) um 15:26:58 UTC erstmals bei der Anflugleitstelle Zürich.
- Gleichzeitig befand sich die HB-NCB auf einem Sichtflug von Locarno (LSZL) nach Donaueschingen (EDTD).
- Um 15:25:30 UTC meldete sich der Pilot der HB-NCB über dem Flugplatz Birrfeld auf 4400 ft QNH bei der Fluginformationszentrale Zürich und stieg unterhalb der TMA LSZH 6 kontinuierlich weiter. Die Obergrenze des Luftraums der Klasse E beträgt in diesem Bereich 5500 ft AMSL.
- Um 15:30:45 UTC erhielt die Besatzung BAW14R vom FVL der Anflugleitstelle die Freigabe für einen Sinkflug nach 6000 ft QNH.
- Wenige Sekunden später wurde der FVL durch sein *VFR Display Priority* (VDP) auf die in die TMA LSZH 6 steigende HB-NCB aufmerksam.
- Um 15:31:25 UTC gab das bodenseitige Konfliktwarnsystem (*Short Term Conflict Alert* – STCA) eine Warnung aus.
- Vier Sekunden später wies der FVL die Besatzung der BAW14R an, nach rechts auf einen Steuerkurs von 120 Grad auszuweichen und gab eine Verkehrsinformation betreffend die HB-NCB.
- Um 15:31:53 UTC kreuzten sich die beiden Flugzeuge in einer Distanz von 1.2 NM mit einem Höhenunterschied von 425 ft.
- Die Besatzung der BAW14R bzw. der Pilot der HB-NCB setzten ihre Flüge an die jeweiligen Bestimmungsorte ohne weitere Ereignisse fort.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf die Entstehung des schweren Vorfalls.

3.2 Ursachen

Eine Sicherheitsuntersuchungsstelle muss sich zum Erreichen ihres Präventionszwecks zu Risiken und Gefahren äussern, die sich im untersuchten Zwischenfall ausgewirkt haben und die künftig vermieden werden sollten. In diesem Sinne sind die nachstehend verwendeten Begriffe und Formulierungen ausschliesslich aus Sicht der Prävention zu verstehen. Die Bestimmung von Ursachen und beitragenden Faktoren bedeutet damit in keiner Weise eine Zuweisung von Schuld oder die Bestimmung von verwaltungsrechtlicher, zivilrechtlicher oder strafrechtlicher Haftung.

Der schwere Vorfall, bei dem es im Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich zu einer gefährlichen Annäherung zwischen einem Verkehrsflugzeug im Anflug unter Radarführung der Flugsicherung und einem im Reiseflug nach Sichtflugregeln befindlichen vierplätzigem Motorflugzeug kam, ist darauf zurückzuführen, dass der Pilot des Motorflugzeuges ohne Bewilligung der Flugverkehrsleitung im Steigflug in den Luftraum des Nahkontrollbezirkes einflog.

Die geringe vertikale Segregation von 500 ft an der unteren Luftraumgrenze des Nahkontrollbezirkes zwischen den Lufträumen der Klasse E und C wurde als risikoerhöhender Faktor (*factor to risk*) ermittelt.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) sowie Artikel 17 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 richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, der darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind 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 Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

„Art. 48 Sicherheitsempfehlungen

¹ Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.

² Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.

³ Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.“

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes oder von ausländischen Aufsichtsbehörden unter www.sust.admin.ch und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

4.1.1 Gefährliche Annäherung infolge Luftraumverletzungen

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 13. Oktober 2019 kam es im Nahkontrollbezirk des Flughafens Zürich zwischen einem Verkehrsflugzeug der British Airways und einem vierplätzi- gen Motorflugzeug westlich des Flughafens Zürich zu einer gefährlichen Annäherung, weil das Motorflugzeug ohne Freigabe in den Nahkontrollbezirk eingeflogen war.

Luftraumverletzungen dieser Art treten pro Jahr mehrere hundert Male auf. Diese hohe Anzahl sowie die möglichen Konsequenzen einer Kollision wird als signifi- kantes Risiko eingestuft.

Zum Sicherheitsdefizit tragen insbesondere Situationen bei, in denen Grossflug- zeuge der Verkehrsluftfahrt und nach Sichtflugregeln betriebene Luftfahrzeuge der allgemeinen Luftfahrt sich annähern, weil letztere ohne Freigabe der Flugsiche- rung in Lufträume eindringen, die primär dem Verkehr nach Instrumentenflugre- geln dienen.

So ist im Zeitraum 2008 bis 2019 auch eine Zunahme gefährlicher Annäherungen (Airprox) im Schweizer Luftraum festzustellen.

Die SUST identifizierte dieses Sicherheitsdefizit bereits in zahlreichen Untersuchungen und sprach an das BAZL folgende Sicherheitsempfehlungen (SE) aus:

SE	Themenbereich	Datum	Umsetzungsstand
Nr. 466	Festlegung von Transponderzonen	16.05.2013	Teilweise umgesetzt
Nr. 467	Massnahmen, dass Luftraumgrenzen respektiert werden	16.05.2013	Nicht umgesetzt
Nr. 468	Systematische Erfassung von Luftraumverletzungen (auch ohne Transponder) und Verringerung der damit verbundenen Risiken	16.05.2013	Nicht umgesetzt
Nr. 484	Prüfung und Vereinfachung der Luftraumstruktur um den Flughafen Zürich	19.08.2014	Nicht umgesetzt
Nr. 518	Mitführen eines betriebsbereiten und eingeschalteten Transponders für alle Luftfahrzeuge	20.03.2017	Nicht umgesetzt
Nr. 519	Neugestaltung der Lufträume mit ausreichender Dimensionierung um die Schweizer Flughäfen herum	20.03.2017	Nicht umgesetzt
Nr. 520	Massnahmen zur Warnung von Flugverkehrsleitern vor nicht bewilligten Einflügen in kontrollierte Lufträume	20.03.2017	Umgesetzt

Tabelle 1: Massnahmen in Form von Sicherheitsempfehlungen (SE) der SUST zu Luftraumverletzungen und den damit einhergehenden Risiken

Das BAZL beabsichtigt, dieses Sicherheitsdefizit im Rahmen des Grossprojektes «Luftraum- und Aviatikinfrastruktur-Strategie Schweiz» (AVISTRAT-CH¹⁴) zu beseitigen. Dessen vollständige Umsetzung ist jedoch nicht vor 2035 zu erwarten.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 574

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte vor der vollständigen Umsetzung des Projektes AVISTRAT-CH und zeitnah durch geeignete Massnahmen, unter anderem durch Massnahmen im Bereich der bereits ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen Nr. 466, 467, 468, 484, 518 und 519, sicherstellen, dass das Risiko einer gefährlichen Annäherung als Folge einer Luftraumverletzung reduziert wird.

4.2 Sicherheitshinweise

Keine

4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Gemäss BAZL gibt es derzeit zahlreiche Projekte und Arbeitsgruppen, die gestützt auf SUST-Untersuchungsberichte und ausgesprochene Sicherheitsempfehlungen die Situation analysieren und zukünftige Lufträume und Verfahren ausarbeiten.

¹⁴ <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/themen/luftfahrtpolitik/avistrat.html> – zuletzt besucht am 5. Juli 2022

Die nachfolgenden Projekte umfassen gemäss BAZL Massnahmen, die es im Zusammenhang mit der Umsetzung der Sicherheitsempfehlungen bereits getroffen hat.

Die Neugestaltung des Schweizer Luftraums sowie der Aviatikinfrasturktur läuft seit 2016 unter dem Programm [AVISTRAT-CH](#). Nach der Vision (2019) wurde dieses Jahr (2022) die mit den wichtigsten Stakeholdern erarbeitete Strategie abgeschlossen.

Nach einem umfassenden Stakeholder-Involvement wurde aus Verhältnismässigkeitsgründen auf ein flächendeckendes Transponderobligatorium verzichtet. Daraufhin wurde im April 2020 das Projekt zur Einführung von *Transponder Mandatory Zones* (TMZs) gestartet; basierend auf Vorfällen wurden geografische Hotspot identifiziert, wobei anhand von Risiko-Analysen ermittelt wird, ob eine TMZ nötig ist und ob die Risiken damit adäquat mitigiert werden können.

Das Projekt zur Neugestaltung des Luftraums um den Flughafen Zürich wurde im Jahr 2018 wiederaufgenommen. Seitdem wurden drei Luftraumentwürfe vom BAZL in Zusammenarbeit mit der Flugsicherung Skyguide erarbeitet. Nach intensiver Konsultation der Stakeholder konnten die widersprüchlichen Bedürfnisse und Forderungen der Luftraumnutzenden im dritten Luftraumentwurf eingearbeitet werden. Zur Prüfung, ob das angestrebten Sicherheitsniveau erfüllt ist, wurde der Luftraumentwurf mittels einer Kollisionsrisikomodellierung geprüft. Dabei ist festzuhalten, dass das Knowhow über flugdatenbasierte Simulation in der Schweiz zuerst aufgebaut werden musste. Es ist im Moment vorgesehen, dass die Neugestaltung des Luftraums Zürich in März 2024 implementiert wird.

Des Weiteren werden die Kontrollzone (CTR), der Nahverkehrsbereich (TMA) sowie die Flugbeschränkungsgebiete (LS-R) für Segelflieger ausserhalb TMA's in Sion voraussichtlich in März 2024 angepasst. Im Moment werden neue Instrumentenflugverfahren in Sion entwickelt, welche dann nach dem Prinzip «*Airspace follows Procedures*» geschützt werden.

Aus diesen Projekten sind bis zur Veröffentlichung dieses Berichts folgende konkrete Punkte umgesetzt worden:

Im Sommer 2015 hat das BAZL eine Sensibilisierungskampagne zur Verhinderung von Luftraumverletzungen auf 19 Flugplätzen im Süddeutschen Raum durchgeführt.

Im März 2022 wurde die erste *Transponder Mandatory Zone* in der Schweiz errichtet. Diese TMZ wurde nach umfangreichen Konsultationen und Risikoanalysen in der Nordostschweiz etabliert.

Die Umsetzung weiterer Punkte aus diesen Projekten und Arbeitsgruppen liegt in der Zukunft.

Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 10 lit. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

Bern, 5. Juli 2022

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

Anlage 1: Luftraumverletzungen des kontrollierten Luftraums um den Flughafen Genf (LSGG) in den Jahren 2018 und 2019

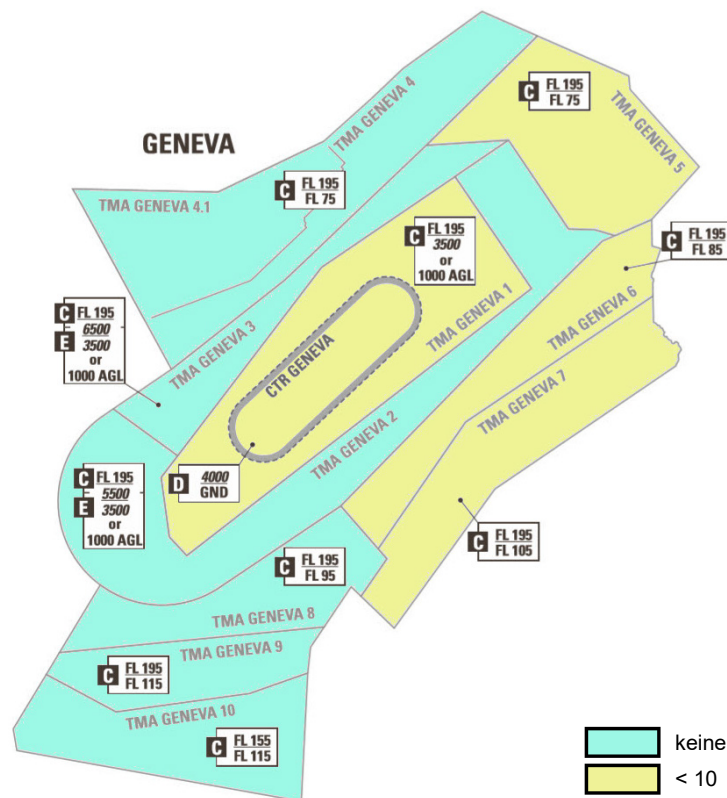


Abbildung 8: Darstellung der insgesamt 11 der SUST gemeldeten Luftraumverletzungen in den Sektoren des kontrollierten Luftraums um den Flughafen Genf während des Jahres 2018

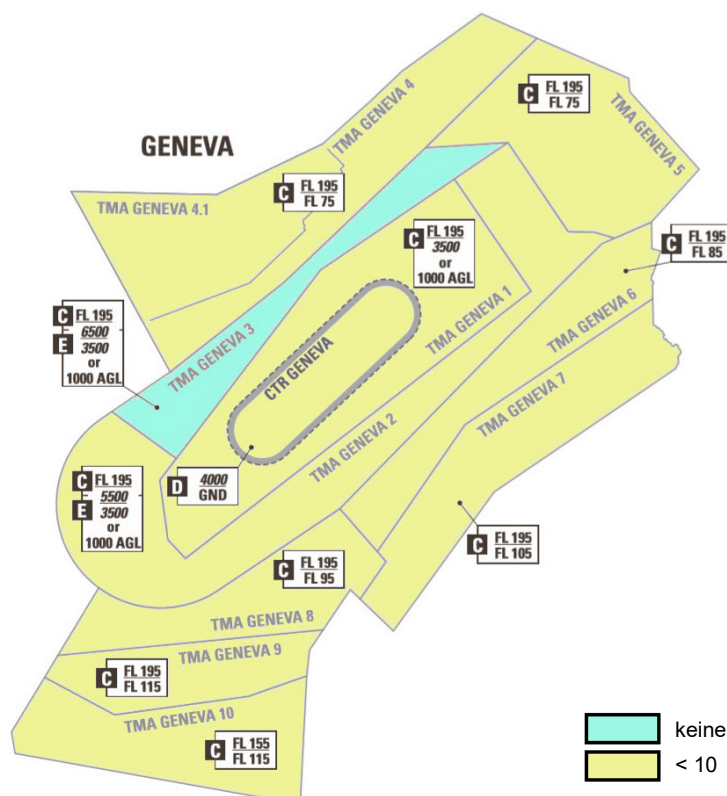


Abbildung 9: Darstellung der insgesamt 19 der SUST gemeldeten Luftraumverletzungen in den Sektoren des kontrollierten Luftraums um den Flughafen Genf während des Jahres 2019

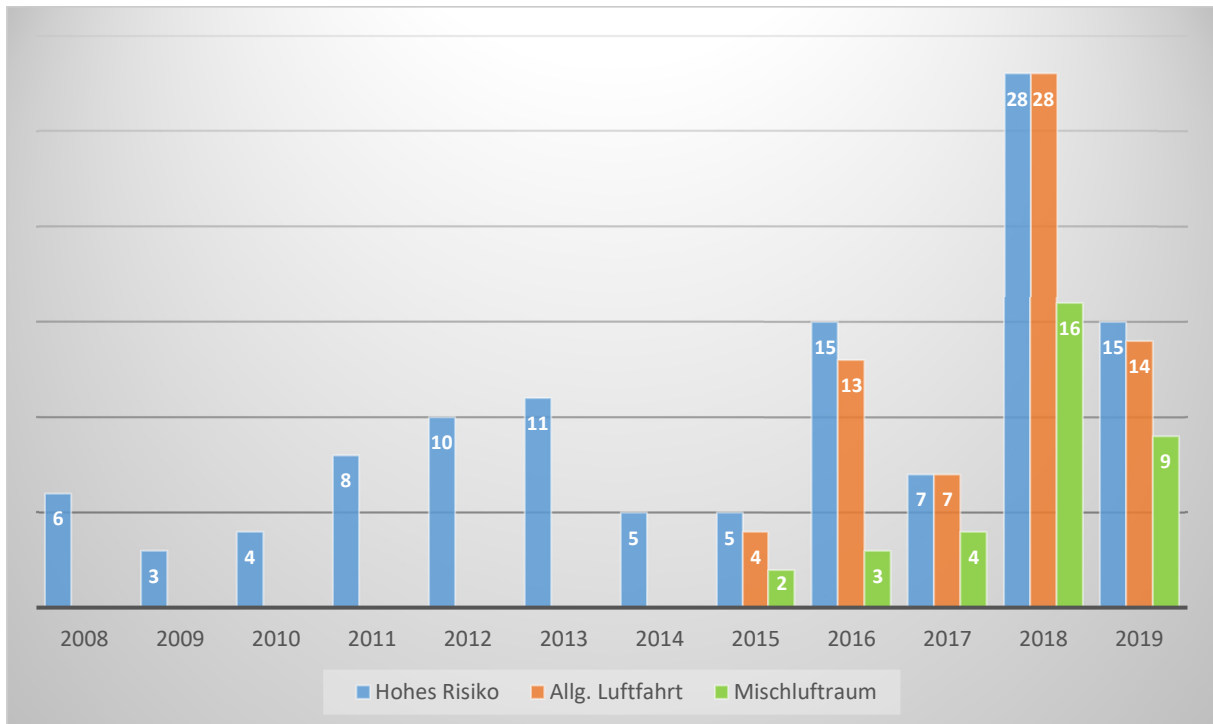
Anlage 2: Gefährliche Annäherungen (Airprox) im Schweizer Luftraum in den Jahren 2008 bis 2019

Abbildung 10: Gefährliche Annäherungen (Airprox) im Schweizer Luftraum mit hohem Risiko (blau), davon mit Beteiligung von Luftfahrzeugen der allgemeinen Luftfahrt (orange) sowie in Mischlufträumen (grün).