



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 SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Schlussbericht Nr. 2406 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall (Kollision) zwischen
dem Flugzeug DR 400/140 B, HB-KLB,
und
dem Segelflugzeug ASW 27-18, HB-3412

vom 12. Juni 2021

350 m westlich des Piz Neir, Gemeinde
Surses (GR)

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Gemäss

Artikel 3.1 der 12. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 5. November 2020, zum Übereinkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944, in Kraft getreten für die Schweiz am 4. April 1947, Stand am 18. Juni 2019 (SR 0.748.0);

Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt vom 21. Dezember 1948, Stand am 1. September 2023 (LFG, SR 748.0);

Artikel 1, Ziffer 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, in Kraft getreten für die Schweiz am 1. Februar 2012 gemäss einem Beschluss des gemischten Ausschusses der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Union (EU) und gestützt auf das Abkommen vom 21. Juni 1999 zwischen der Schweiz und der EU über den Luftverkehr (Luftverkehrsabkommen);

sowie Artikel 2 Absatz 1 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchungen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014, Stand am 1. Juli 2024 (VSZV, SR 742.161);

ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalls die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Es ist ausdrücklich nicht Zweck der Sicherheitsuntersuchung und dieses Berichts, Schuld oder Haftung festzustellen.

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 Unfalls.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*Local Time* – LT) angegeben, die zum Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*Coordinated Universal Time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h.

Zusammenfassung

Luftfahrzeugmuster 1	DR 400/140 B	HB-KLB		
Halter	Groupe de vol à Moteur Neuchâtel, Aérodrome de Colombier, 2013 Colombier			
Eigentümer	Groupe de vol à Moteur Neuchâtel, Aérodrome de Colombier, 2013 Colombier			
Pilot	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1948			
Ausweis	Berufspilotenlizenz für Flugzeuge (<i>Commercial Pilot Licence Aeroplane</i> – CPL(A)) nach der Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit (<i>European Union Aviation Safety Agency</i> – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)			
Flugstunden	insgesamt	ca. 2230 h während der letzten 90 Tage ca. 20 h		
	auf dem Unfallmuster	> 280 h während der letzten 90 Tage ca. 20 h		
Luftfahrzeugmuster 2	ASW 27-18	HB-3412		
Halter	Segelfluggruppe Friedberg, 8514 Amlikon-Bissegg			
Eigentümer	Privat			
Pilot	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1969			
Ausweis	Pilotenlizenz für Segelflugzeuge (<i>Sailplane Pilot Licence</i> – SPL) nach EASA, ausgestellt durch das BAZL			
Flugstunden	insgesamt	ca. 3300 h während der letzten 90 Tage ca. 35 h		
	auf dem Unfallmuster	ca. 1030 h während der letzten 90 Tage ca. 31 h		
Ort	350 m westlich des Piz Neir, Gemeinde Surses (GR)			
Koordinaten der Kollision	771 764 / 150 523 (<i>Swiss Grid</i> 1903) N 46° 29' 02" / E 009° 40' 33" (WGS ¹ 84)	Höhe 3196 m/M		
Datum und Zeit	12. Juni 2021, 17:29 Uhr			
Betriebsart	Privat			
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules</i> – VFR)			
Startort – Zielort	HB-KLB: Flugplatz Samedan (LSZS) – Flugplatz Locarno (LSZL) HB-3412: Flugfeld Amlikon (LSPA) – Flugfeld Amlikon (LSPA)			
Flugphase	Reiseflug			
Unfallart	Kollision			
Personenschaden				
Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	2	3	5	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	0	0	0	Nicht zutreffend
Gesamthaft	2	3	5	0
Schaden an Luftfahrzeugen	Zerstört			
Drittsschaden	Keiner			

¹ WGS: *World Geodetic System*, geodätisches Referenzsystem

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden unter anderem die Aufzeichnungen der Radardaten und des Sprechfunkverkehrs, Flugdatenaufzeichnungen aus der HB-3412, Foto- und Videoaufnahmen aus der HB-KLB sowie Aufzeichnungen diverser Webcams verwendet.

1.1.2 Vorgeschichte

Beim Flug der HB-KLB handelte es sich um einen privaten Flug. Nebst dem erfahrenen Piloten auf dem linken vorderen Sitz (im Folgenden Pilot A genannt) befanden sich drei Passagiere an Bord. Der Passagier auf dem vorderen rechten Sitz war im Besitz einer Privatpilotenlizenz für Flugzeuge (im Folgenden Pilot B genannt) und war, wie auch Pilot A, Mitglied bei der Groupe de Vol à Moteur de Neuchâtel (GVMN). Der Flug sollte vom Flugplatz Neuchâtel (LSGN) zum Flugplatz Samedan (LSZS), von dort weiter zum Flugplatz Locarno (LSZL) und schliesslich gleichentags wieder zurück nach Neuchâtel führen.

Beim Flug der HB-3412 handelte es sich um einen privaten Flug eines erfahrenen Streckenflugpiloten ab dem Flugfeld Amlikon (LSPA).

1.1.3 Flugverlauf HB-3412 bis zur Kollision

Am Samstag, 12. Juni 2021 um 12:15 Uhr, startete der Segelflugpilot mit dem einsitzigen Segelflugzeug ASW 27-18, eingetragen als HB-3412, mittels Windschlepp auf der Piste 27 des Flugfeldes Amlikon (LSPA). Nach Höhengewinn in der Umgebung des Flugfeldes Amlikon flog er via Walensee, Glarnerland, Disentis, Airolo und auf der Südseite des Rhonetals bis zum Matterhorn, wo er um 15:33 Uhr auf einer Flughöhe von rund 3700 m/M wendete (vgl. Abbildung 12 in der Anlage). Auf dem Rückflug wählte der Segelflugpilot dieselbe Route bis Airolo und gelangte von dort via Valsertal zum Safiental. Danach flog er auf südöstlichem Kurs zum Piz Platta, wo er kreiste, Höhe gewann und um 17:25:47 Uhr auf einer Höhe von 3450 m/M in Richtung Piz Neir abgleitete (vgl. Abbildung 3).

Der Segelflugpilot benutzte während des Fluges Zusatzsauerstoff aus einer mitgeführten Sauerstoffanlage.

1.1.4 Flugverlauf HB-KLB bis zur Kollision

Das viersitzige Motorflugzeug DR 400/140 B, eingetragen als HB-KLB, startete um 15:29 Uhr in Neuchâtel (LSGN) zum Flug nach Samedan (LSZS), wo das Flugzeug nach einer Route via Thunersee, Grimselfpass, Hinterrhein und den Julierpass um 16:35 Uhr auf der Piste 03 landete. Während rund 40 Minuten flog das Flugzeug dabei auf Druckhöhen zwischen etwa 10 000 und 13 000 ft, wobei den Insassen kein Zusatzsauerstoff zur Verfügung stand. Die Piloten standen während dieses Flugabschnitts zunächst in Kontakt mit dem Fluginformationszentrum (*Flight Information Centre* – FIC) Genf, danach mit dem FIC Zürich, wobei der Sprechfunk mit dem FIC Genf vom Piloten B auf Französisch und derjenige mit dem FIC Zürich vom Piloten A auf Englisch durchgeführt wurde. Der Pilot B machte auf diesem Flugabschnitt mit seiner mitgeführten Kamera zahlreiche Foto- und Videoaufnahmen.

Während einer kurzen Pause in Samedan wurde vom Piloten A eine Fluganmeldung für den Weiterflug nach Locarno ausgefüllt, auf der unter «Route» zunächst «Julier» vermerkt, dies dann aber durchgestrichen und durch «Maloja» ersetzt

wurde. Ausserdem wurde unter «*Personen an Bord (POB)*» die Zahl «03» vermerkt. Anschliessend begaben sich die vier Personen wieder zum Flugzeug und nahmen die identischen Sitzpositionen wie beim Flugabschnitt zuvor ein. Um 17:16 Uhr meldete sich der Pilot A wieder auf der Frequenz des Flugplatzinformationssdienstes (*Aerodrome Flight Information Service – AFIS*) für den Weiterflug nach Locarno und erhielt u. a. ein QNH² von 1025 hPa. Auf die Frage nach der Abflugroute antwortete der Pilot A nach etwas Zögern mit «*Maloja*». Um 17:19 Uhr startete die HB-KLB auf der Piste 03 und flog in einem kontinuierlichen Steigflug via den linken Gegenanflug (*downwind*) in Richtung St. Moritz, wo sich der Pilot A um 17:25 Uhr beim AFIS abmeldete. Vier Fotos, die vom Piloten B auf dem rechten vorderen Sitz zwischen etwa 17:24 Uhr und 17:27 Uhr aufgenommen wurden (vgl. Abbildung 1 und Abbildung 7), zeigen, dass das Flugzeug anschliessend der rechten Talseite folgend in Richtung Julierpass flog.



Abbildung 1: Letzte Fotoaufnahme aus der HB-KLB: Position kurz nach dem Überqueren des Julierpasses, Blickrichtung Oberhalbstein, links der Piz Neir (rot eingekreist).

Um 17:27:52 Uhr meldete sich der Pilot A beim FIC Zürich mit der Information, dass sie soeben den Julierpass auf 10 000 ft überquert hätten und via San Bernardino und Bellinzona nach Locarno weiterfliegen wollten. Auf dem Radardisplay des Fluginformationsdienstmitarbeiters (*Flight Information Service Officer – FISO*) war die HB-KLB ab 17:28:02 Uhr als Radaretikette³ sichtbar. Diese enthielt zu diesem Zeitpunkt lediglich die Information, dass es sich um einen VFR-Verkehr mit Transpondercode 7000 handelte (vgl. Abbildung 2).

² QNH: Luftdruck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der Internationalen Standardatmosphäre.

³ Die Radaretikette des FIC-Mitarbeiters stellt bei der jeweils aktuellen Position eines Luftfahrzeuges die vom Transponder des Luftfahrzeuges übermittelten Informationen dar, die vom FISO für seinen Arbeitsplatz konfiguriert wurden.

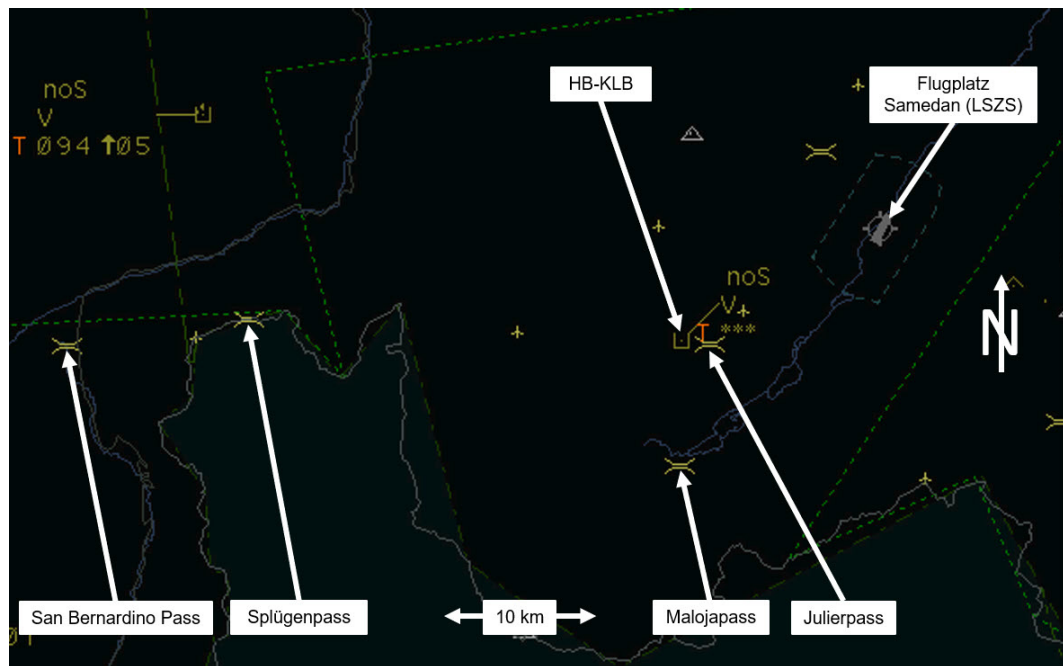


Abbildung 2: Ausschnitt aus dem Radardisplay des FISO um 17:28:02 Uhr mit der Radar-etikette der HB-KLB, wobei «noS» = keine Angabe zur Identifikation des Luftfahrzeuges, «V» = VFR Transpondercode 7000, «***» = keine Angaben zu Flughöhe, Fluggeschwindigkeit und Steig- resp. Sinkgeschwindigkeit bedeutet.

Der FISO übermittelte ein QNH von 1021 hPa und forderte auf, als nächsten Wegpunkt San Bernardino zu melden. Der Pilot A bestätigte den Meldepunkt San Bernardino und erklärte, dass er den Anfang der Meldung nicht verstanden habe, worauf der FISO das QNH von 1021 und den Meldepunkt San Bernardino wiederholte. Dies wurde im Anschluss vom Piloten A korrekt zurückgelesen, mit Ende des Funkspruchs um 17:28:42 Uhr.

1.1.5 Kollision und Absturz

Unmittelbar nach Ende dieses Funkspruches, d. h. innerhalb der nächsten maximal fünf Sekunden, kam es rund 350 m westlich des Piz Neir auf einer Höhe von fast 3200 m/M und rund 600 m über Grund zur Kollision zwischen der HB-KLB und der HB-3412 (vgl. Abbildung 3).

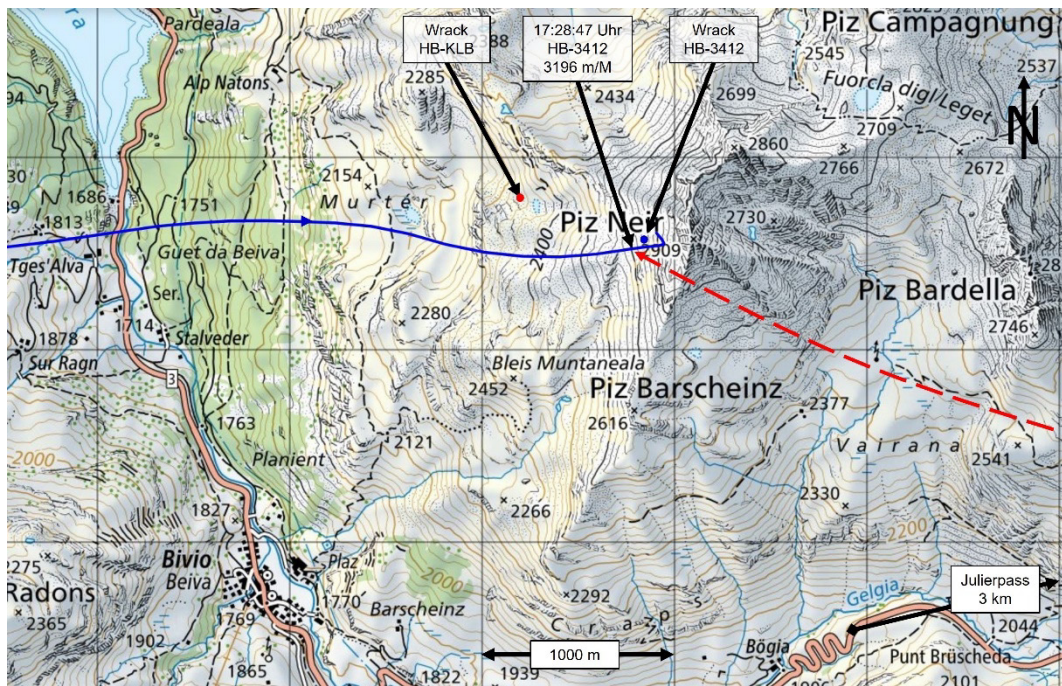


Abbildung 3: Flugweg der HB-3412 gemäss Flugwegaufzeichnung (blau) und ungefähre Flugweg der HB-KLB gemäss Radaraufzeichnung (rot gestrichelt). Wrackendlagen der beiden Flugzeuge (blauer bzw. roter Punkt). Quelle der Basiskarte: Bundesamt für Landestopografie.

Die HB-3412 befand sich dabei etwas höher als die HB-KLB, so dass die Propellerspitzen der HB-KLB auf der Unterseite der linken Tragfläche der HB-3412 Einschnittspuren hinterliessen. Darüber hinaus kam es mit grosser Wahrscheinlichkeit zu einem Kontakt im Bereich der Heckpartien der beiden Flugzeuge.

Die HB-KLB verlor in der Folge Teile, darunter das linke und rechte Teilstück des Höhenleitwerks, und prallte rund 600 m nordwestlich des Kollisionspunktes in einer mit viel Schnee gefüllten Mulde auf dem Boden auf (vgl. Abbildung 3). Die Insassen wurden beim Aufprall tödlich verletzt, das Flugzeug zerstört. Der automatische 406-MHz-Notsender (*Emergency Locator Transmitter – ELT*), der in der HB-KLB eingebaut war, wurde beim Aufprall aktiviert, aber aus der Flugzeugstruktur herausgerissen und etliche Meter vom Wrack weggeschleudert; das Antennenkabel wurde dabei abgerissen.

Die HB-3412 verlor schnell an Höhe in Richtung des stark ansteigenden Geländes (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 6). Der Pilot warf die Haube des Segelflugzeuges ab, verliess das Cockpit und betätigte den Auslösegriff des Rettungsfallschirms. Er erlitt beim Aufprall auf den Boden tödliche Verletzungen; der Fallschirm wurde offen am Boden vorgefunden. Es gibt keine Hinweise, dass der Rettungsfallschirm nicht funktionstüchtig gewesen wäre. Das Segelflugzeug prallte in der Nähe auf einem steilen, schneebedeckten Hang auf und rutschte etliche Meter ab, bevor es in Rückenlage an einem Felsblock, knapp 100 m nordöstlich des Kollisionspunktes, zum Stillstand kam (vgl. Abbildung 3). Der Schalter des automatischen ELT älterer Bauart, der in der HB-3412 eingebaut war, befand sich in der Stellung «OFF»; entsprechend konnte der ELT keine Notsignale aussenden. Das Höhenleitwerk der HB-3412 konnte nicht aufgefunden werden.

1.1.6 Suche und Rettung

Die wichtigsten Ereignisse der Such- und Rettungsaktion (*Search And Rescue – SAR*) sind im Folgenden chronologisch aufgeführt. Eine vollständige Tabelle sowie

ein Glossar zur Erklärung der Abkürzungen sind am Ende des Berichtes in der Anlage 2 aufgeführt.

- Das FIC Zürich versuchte um 18:00 Uhr den Flugplatz Locarno anzurufen und rief in der Folge die HB-KLB zweimal auf der Frequenz auf; alles ohne Antworten.
- Der Flugplatzleiter des Flugfelds Amlikon informierte das Koordinationszentrum (*Rescue Coordination Centre* – RCC) um 20:05 Uhr, dass die HB-3412 vermisst werde.
- Um 20:16 Uhr kontaktierten Kollegen des vermissten Segelflugpiloten einen SAR-Experten von Flarm Technology Ltd (fortan als SAR-Flarm bezeichnet).
- Der SAR-Flarm alarmierte die Schweizerische Rettungsflugwacht (Rega) um 20:47 Uhr und teilte die aufgrund der Datenanalyse bestimmten Koordinaten der vermuteten Unfallstelle der HB-3412 bei Bivio/Julier mit.
- Um 20:56 Uhr informierte der SAR-Flarm den SAR-Experten des BAZL (fortan als SAR-BAZL bezeichnet), worauf dieser das RCC kontaktierte.
- Der SAR-Flarm gab einen ersten Hinweis auf eine mögliche Kollision zwischen zwei Luftfahrzeugen um 20:59 Uhr an den SAR-BAZL weiter, worauf dieser das RCC erneut kontaktierte. Der SAR-Helikopter wurde vom RCC aufgeboden.
- Um 21:06 Uhr startete der Rettungshelikopter der Rega.
- Der SAR-Flarm sandte eine E-Mail an die Rega, die Luftwaffe, den SAR-BAZL und die Fedpol⁴ mit den ermittelten Koordinaten der vermuteten Unfallstelle sowie mit dem Hinweis auf ein mögliches zweites Flugzeug.
- Das Wrack der HB-3412 wurde um 21:21 Uhr von der Rega gefunden; etwas später meldete die Besatzung des Rettungshelikopters, dass der Pilot der HB-3412 tödlich verletzt worden sei und dass sie ein ELT-Signal empfangen habe.
- Der Rettungshelikopter der Rega kehrte zur Basis zurück; der SAR-Helikopter startete nicht, da das Wrack durch die Rega lokalisiert worden war.
- Die HB-KLB wurde am Folgetag um 09:20 Uhr auf dem Flugplatz Neuchâtel vermisst; das RCC wurde um 10:11 Uhr alarmiert, worauf dieses mit Standardabklärungen begann.
- Der SAR-Helikopter wurde um 11:54 Uhr aufgeboden und startete um 13:27 Uhr.
- Die HB-KLB wurde um 13:40 Uhr von der Besatzung eines Helikopters, der vor Ort für die Bergung der HB-3412 eingesetzt wurde, während eines Suchfluges gefunden.

Während der gesamten Dauer der SAR-Aktion wurden keine ELT-Signale von Satelliten empfangen. Ebenso gingen keine ELT-Empfangsmeldungen von Verkehrsflugzeugen ein.

⁴ Fedpol: *Federal Office of Police*, Bundesamt für Polizei

1.2 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.2.1 HB-KLB

1.2.1.1 Allgemeines

Bei der HB-KLB, einer Robin DR 400/140 B, handelte es sich um ein viersitziges, einmotoriges Kolbenmotorflugzeug in Holzbauweise, das als Tiefdecker und mit einem Festfahrwerk in Bugradanordnung ausgelegt war. Die maximale Startmasse (*Maximum Take-off Mass* – MTOM) betrug 1100 kg.

Das Flugzeug wurde im Jahr 2015 gefertigt und dann im 2016 an die GVMN ausgeliefert. Zum Unfallzeitpunkt wies es rund 1650 Betriebsstunden auf.

Das Flugzeug war mit einer blau-weissen Bemalung versehen und mit verschiedenen Aussenlichtern ausgestattet.

Im Flugzeug war ein automatischer 406-MHz-Notsender (*Emergency Locator Transmitter* – ELT) eingebaut und dieser war mit den entsprechenden Angaben beim Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) registriert.

1.2.1.2 Kollisionswarnsystem und Transponder

Die HB-KLB war mit einem Kollisionswarnsystem⁵ vom Typ Garrecht TRX-2000 ausgestattet, dessen Anzeigegerät sich im unteren Bereich des Instrumentenpanels, leicht rechts der Mitte befand (vgl. Abbildung 4). Das System vereinte einen ADS-B⁶/Transponderempfänger mit einem integrierten Flarm-Modul⁷ in einem Gerät. Von der technischen Auslegung her konnte dieses Gerät somit grundsätzlich vor Luftfahrzeugen warnen, die entweder mit ADS-B *out*, Transponder oder Flarm ausgestattet waren⁸.

Das Flarm-Modul enthielt jedoch eine nicht aktualisierte Firmware-Version⁹ und war daher nicht funktionstüchtig, d. h. das Gerät konnte weder Flarm-Signale von anderen Luftfahrzeugen empfangen, noch selber entsprechende Signale an andere Luftfahrzeuge aussenden. Aufgrund des technischen Designs des Kollisionswarngerätes waren als Folge des funktionsuntüchtigen Flarm-Moduls auch die anderen Funktionalitäten des Systems (ADS-B/Transponder) nicht mehr gegeben.

Die Instandhaltung des Flarm-Systems wurde intern durch die GVMN gemacht; es war bekannt, dass eine Aktualisierung der Firmware notwendig gewesen wäre, es war hingegen nicht bekannt, dass das Flarm-System im Falle der Nicht-Aktualisierung komplett funktionsuntüchtig war. Gemäss Angaben der GVMN sei das Flarm-System nie komplett befriedigend gewesen, da keine Aussenantennen installiert

⁵ Ein solches Kollisionswarnsystem war nicht vorgeschrieben; es handelte sich dabei um eine nicht zertifizierte Ausrüstung.

⁶ ADS-B: *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast*. Über die Transponderfrequenz von 1090 MHz werden die durch Satellitennavigation bestimmte Position und Höhe sowie davon abgeleitete Grössen wie beispielweise Geschwindigkeit und Flugbahn (*trajectory*) als erweiterte Meldungen (*extended squitter*) in regelmässigen Abständen ausgesendet.

⁷ Flarm ist ein Verkehrsinformations- und Kollisionsvermeidungssystem für die allgemeine Luftfahrt, das vor allem in Segelflugzeugen, immer häufiger aber auch in Leichtflugzeugen und Helikoptern verwendet wird.

⁸ Die Anzeige auf dem Bildschirm bzw. das Warnverhalten (optisch und akustisch) hängen dabei von der Art des empfangenen Signals ab: Bei ADS-B und Flarm wird die Position und Höhe des Verkehrs relativ zur eigenen Position und Höhe dargestellt (sog. «Radardarstellung»), bei Transpondersignalen erfolgt nur eine ungerichtete Distanzangabe (Kreis um die eigene Position in entsprechender Entfernung, die aus der Feldstärke des Transpondersignals berechnet wird, was mit Unsicherheit behaftet ist) zusammen mit der Angabe des Höhenunterschieds relativ zur eigenen Höhe.

⁹ *Firmware v6.82, published 19 December 2019, not operational after 31 May 2021*, Firmware v6.82, veröffentlicht am 19. Dezember 2019, nicht betriebsbereit nach dem 31. Mai 2021

waren; weiter sei der Bildschirm nicht gut ablesbar gewesen. Daher sei das Kollisionswarnsystem von den Piloten nicht wirklich benutzt worden; auch hätten gewisse Piloten das System mittels des vorhandenen Schalters (vgl. Abbildung 4) deaktiviert. Dieser Schalter wurde nach dem Unfall in der Stellung «OFF» vorgefunden. Weiter wurde nach dem Unfall festgestellt, dass die Lautstärke für die akustischen Alarme des Kollisionswarngerätes auf 0 % eingestellt war.

Die HB-KLB war weiter mit einem kombinierten PFD¹⁰/MFD¹¹ vom Typ Garmin G500 GDU¹² 620 ausgestattet (vgl. Abbildung 4). Dieses System bot grundsätzlich die Möglichkeit, auf dem MFD anderen Verkehr darstellen zu lassen, sofern entsprechende Empfänger (ADS-B/Transponder, Flarm) angeschlossen waren. Dies war bei der HB-KLB nicht der Fall.



Abbildung 4: Instrumentenpanel der HB-KLB mit dem kombinierten PFD/MFD, dem Display des Kollisionswarngeräts (KWG) und dem Transponder (Quelle: GVMN). Der Schalter für das Kollisionswarngerät befindet sich links neben dem Zündschloss (auf der Abbildung durch den Steuerknüppel verdeckt).

In der HB-KLB war weiter ein Mode-S-Transponder vom Typ Garmin GTX 328 eingebaut (vgl. Abbildung 4), der nicht über eine ADS-B *out* Funktionalität verfügte. Radarechos der HB-KLB wurden sowohl während des Fluges von Neuchâtel nach Samedan wie auch während des Unfallfluges (vgl. Abbildung 2 und Abbildung 8)

¹⁰ PFD: *Primary Flight Display*, Bildschirm für die primären Flugdaten

¹¹ MFD: *Multi-Function Display*, Mehrzweckbildschirm

¹² GDU: *Garmin Display Unit*, Garmin Anzeigegerät

registriert.¹³ Die während des Unfallfluges registrierten Radarechos wurden von einer Radar-Bodenstation auf dem Lukmanierpass empfangen. Diese Station konnte Mode-A/C-Signale verarbeiten, aber keine Mode-S-Signale. Grundsätzlich entspricht der Antwort-Mode des Transponders dem Anfrage-Mode der Bodenstation. Entsprechend antwortete der Mode-S-Transponder der HB-KLB auch im vorliegenden Fall auf die Anfrage des Radars nur mit Mode-A/C-Signalen.

1.2.2 HB-3412

1.2.2.1 Allgemeines

Bei der HB-3412, einer Schleicher ASW 27-18, handelte es sich um ein einsitziges Hochleistungs-Segelflugzeug in Faserverbundbauweise mit 18 m Spannweite und Einziehfahrwerk. Die MTOM betrug 600 kg.

Das Flugzeug wurde im Jahr 2007 gefertigt und dann im Folgejahr an den Piloten ausgeliefert. Zum Unfallzeitpunkt wies es rund 1020 Betriebsstunden auf.

Das Flugzeug war abgesehen von einigen blauen Beschriftungen komplett in weiss gehalten und wies orangefarbene Flügelohren (*winglets*) auf.

Im Flugzeug war ein automatischer ELT älterer Bauart eingebaut, der nur auf 121.5 und 243 MHz senden konnte, nicht aber auf 406 MHz. Der ELT konnte somit nicht beim BAZL registriert werden.

1.2.2.2 Kollisionswarnsystem und Transponder

An der HB-3412 hatten im März 2021 umfangreiche Anpassungen an der Avionik stattgefunden, in deren Zug von einem Avionik-Fachbetrieb ein neuer Flugdatenrechner (vgl. Kapitel 1.3.2), ein neues Kollisionswarnsystem sowie ein neuer Transponder¹⁴ installiert worden waren.

Das Kollisionswarnsystem¹⁵ vom Typ PowerFlarm Fusion war im Instrumentenpiz verbaut und vereinte einen ADS-B/Transponderempfänger und ein Flarm-Modul in einem Gerät. Dieses konnte von der technischen Auslegung her somit grundsätzlich vor Luftfahrzeugen warnen, die entweder mit Flarm, ADS-B *out* oder Mode-S-Transponder¹⁶ ausgestattet waren¹⁷. Die Anzeige erfolgte auf dem Bildschirm des Flugdatenrechners, der sich zentral im Instrumentenpanel befand, bzw. auf dem Display des Variometers V8 rechts oberhalb davon (vgl. Abbildung 5).

Der Mode-S-Transponder vom Typ Air Avionics VT-01, der im vorliegenden Fall auch über eine ADS-B *out* Funktionalität verfügte, war ebenfalls im Instrumentenpiz verbaut und wurde über eine im Instrumentenpanel integrierte Einheit bedient

¹³ In Bezug auf die Mitführ- und Betreuungspflicht von Transpondern war zum Zeitpunkt des Unfalls Artikel 29 der Verordnung des UVEK über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge (VRV-L) vom 20. Mai 2015 (Stand am 11. März 2021) massgebend. In Absatz 4 wird dort festgehalten: «*Sofern ein Transponder mitgeführt wird, ist er auch während Flügen zu betreiben, für welche sich aus den Absätzen 1–3 keine Betreuungspflicht ergibt (SERA.13001 Buchstabe a). Für nichtmotorisierte Luftfahrzeuge gilt dies nur, sofern eine ausreichende elektrische Stromversorgung gewährleistet ist (SERA.13001 Bst. c).*»

¹⁴ Der Transponder wurde nach dem Einbau am 26. März 2021 gemäss BAZL-Prüfprotokoll geprüft und erfüllte sämtliche Spezifikationen.

¹⁵ Ein solches Kollisionswarnsystem war nicht vorgeschrieben; es handelte sich dabei um eine nicht zertifizierte Ausrüstung.

¹⁶ Das Kollisionswarngerät konnte nur Mode-S-Signale verarbeiten, aber keine Mode-A/C-Signale.

¹⁷ Bezüglich Anzeige auf dem Bildschirm bzw. Warnverhalten vergleiche Fussnote 8 auf Seite 9.

(vgl. Abbildung 5). Für den gesamten Flug der HB-3412 wurden keine Radarechos bzw. ADS-B Daten registriert.^{18, 19}

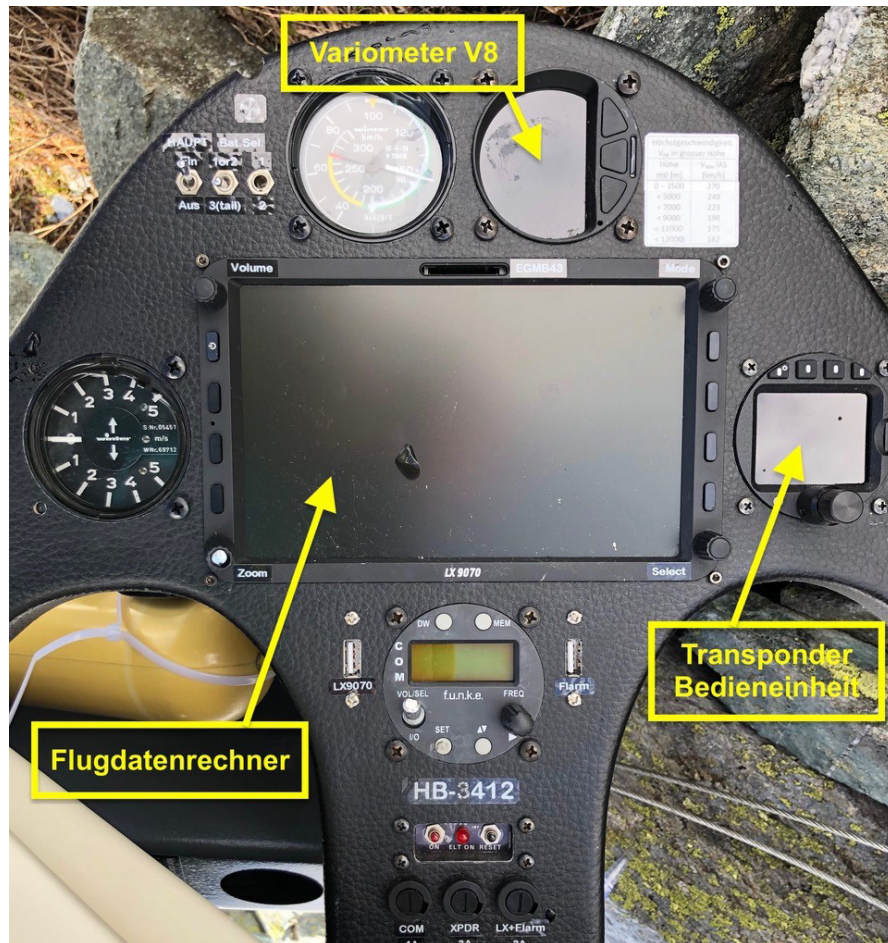


Abbildung 5: Instrumentenpanel der HB-3412 mit dem Flugdatenrechner, dem Variometer V8 und der Transponder Bedieneinheit. Aufnahme vom Folgetag auf der Unfallstelle.

1.3 Aufzeichnungen

1.3.1 HB-KLB

Es liegen keine Datenaufzeichnungen aus der HB-KLB vor. Da das Flarm-System wahrscheinlich nicht eingeschaltet, aber ohnehin nicht funktionstüchtig war (vgl. Kapitel 1.2.1.2), wurde insbesondere auch kein Flugweg aufgezeichnet. Weiter war ein Flugdatenrekorder des Herstellers ISEI²⁰ eingebaut, der verschiedene Parameter, darunter den Flugweg, aufzeichnete. Dieser Rekorder konnte jedoch nicht aufgefunden werden.

1.3.2 HB-3412

Bei der HB-3412 konnten sowohl die Datenaufzeichnungen aus dem installierten Flugdatenrechner vom Typ LX9070 als auch diejenigen aus dem Kollisionssystem PowerFlarm Fusion ausgelesen werden (vgl. Kapitel 1.2.2.2). Die Daten zeigten eine sehr gute Übereinstimmung.

¹⁸ Auch für weitere analysierte Flüge des Piloten mit der HB-3412 im Zeitraum zwischen dem Einbau des neuen Transponders und dem Unfall wurden keine Transpondersignale registriert.

¹⁹ Bezüglich Mitführ- und Betriebspflicht von Transpondern vergleiche Fussnote 13 auf Seite 11.

²⁰ ISEI: *Instituto Superior en Educacion Informatica*, ein Hersteller von Avionikgeräten

Neben der Flugwegaufzeichnung wurden viele weitere Daten registriert, darunter der Umgebungslärmpegel (*Environmental Noise Level* – ENL). Die während der letzten aufgezeichneten Minute registrierten Daten aus dem Flugdatenrechner sind in Abbildung 6 dargestellt und zeigen einen markanten, sprunghaften Anstieg des ENL um 17:28:47 Uhr (rote gestrichelte Linie).

Um 17:29:02 Uhr wurde der letzte Datenpunkt im Kollisionswarnsystem PowerFlarm Fusion registriert; die GPS²¹-Höhe betrug 2788 m/M.

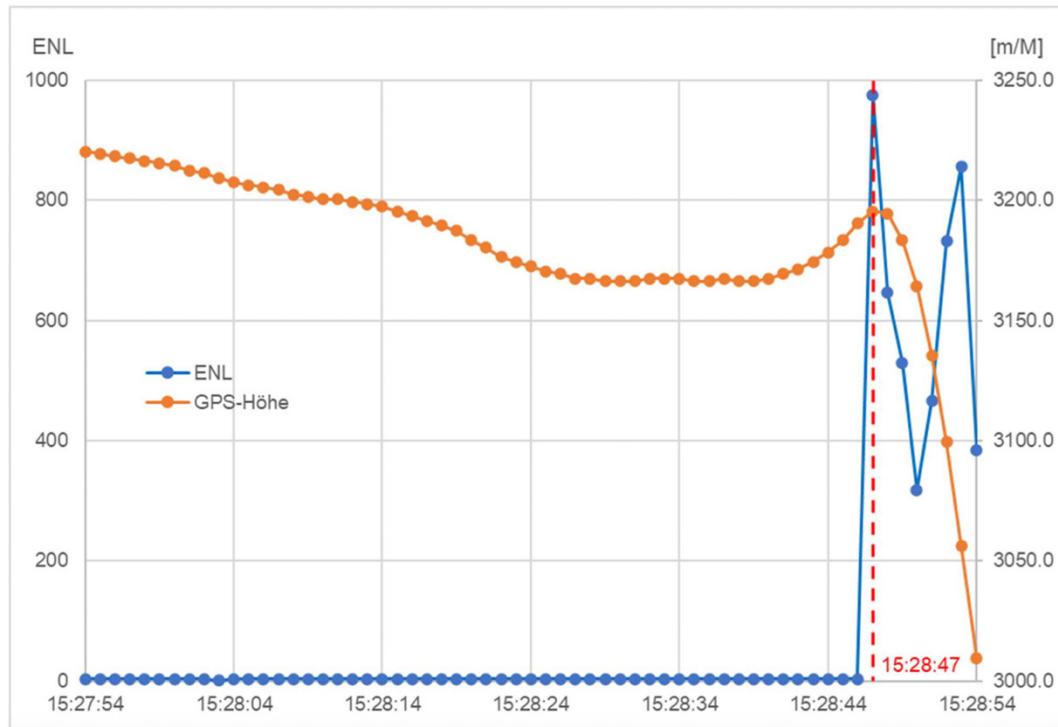


Abbildung 6: Vom Flugdatenrechner der HB-3412 registrierte Daten für ENL (blau) und GPS-Höhe (orange) während der letzten aufgezeichneten Minute (Zeit in UTC).

Im Kollisionswarnsystem PowerFlarm Fusion wurde alle 10 s das nächste bzw. stärkste empfangene Mode-S-Signal registriert. Die Auswertung dieser Daten für den Unfallflug zeigte, dass das letzte Signal eines Mode-S-Transponders um 15:32:50 Uhr, also rund zwei Stunden vor dem Unfall, registriert worden war.

1.4 Medizinische und pathologische Feststellungen

1.4.1 Allgemeines

Gemäss den Autopsieberichten starben alle beteiligten Piloten aufgrund der schweren, beim Aufprall am Boden erlittenen Verletzungen (Polytrauma) sofort.

1.4.2 Pilot A der HB-KLB

Der Pilot auf dem Pilotensitz vorne links war im Besitz eines gültigen medizinischen Tauglichkeitszeugnisses der Klasse 2 mit den Auflagen VML²² und SIC²³. Die regelmässig durchgeführten Tauglichkeitsuntersuchungen dokumentieren einen

²¹ GPS: *Global Positioning System*

²² VML: *shall wear multifocal spectacles*, muss eine Multifokalbrille tragen

²³ SIC: *specific regular medical examinations*, im vorliegenden Fall mit der Ergänzung: *specialist cardiologist consultation by OCT 2021*, Konsultation eines Facharztes für Kardiologie bis Oktober 2021

Krankheitsverlauf mit einer koronaren Herzkrankheit, die den Piloten fluguntauglich gemacht hatten. Nach erfolgreichen kardiologischen Eingriffen wurde der Pilot nach einem positiven Leistungstest im Jahr 2018 mit Auflagen wieder flugtauglich; zum Zeitpunkt des Unfalls bestanden noch die oben erwähnten Auflagen VML und SIC.

Die beim Piloten A durchgeführte Autopsie zeigte eine Schädigung der Herzmuskelzellen durch einen Sauerstoffmangel, die Stunden vor dem Unfall erfolgt war. Solche Zelluntergänge können die normale Erregungsbildung und -leitung am Herzen stören und damit Rhythmusstörungen auslösen, die wiederum eine Minderdurchblutung des Gehirns, verbunden mit Schwindel, eine Einbusse der psychomotorischen Fähigkeiten, Bewusstseinsstörungen bis hin zur Bewusstlosigkeit und Krampfanfälle nach sich ziehen können.

Eine Kombination aus einer vorbestehenden Herzkrankheit und fehlenden physiologischen Reserven kann zu einer Beeinträchtigung der Flugtauglichkeit bis hin zum Verlust der Handlungsfähigkeit (*incapacitation*) führen.

Die Resultate der forensisch-toxikologischen Untersuchungen ergaben, dass der Pilot zum Unfallzeitpunkt alkohalnüchtern war.

1.4.3 Pilot B der HB-KLB

Der Pilot auf dem Passagiersitz vorne rechts war im Besitz eines gültigen medizinischen Tauglichkeitszeugnisses der Klasse 2 ohne Auflagen. Die regelmässig durchgeführten Tauglichkeitsuntersuchungen attestierten dem Piloten eine volle Flugtauglichkeit.

Die beim Piloten B durchgeführte Autopsie ergab keine Hinweise auf unfallrelevante akute oder chronische Erkrankungen, die zum Unfall hätten führen können. Gemäss den Resultaten der forensisch-toxikologischen Untersuchung war der Pilot alkohalnüchtern.

1.4.4 Pilot der HB-3412

Der Pilot war im Besitz eines gültigen medizinischen Tauglichkeitszeugnisses der Klasse 2 mit der Auflage VNL²⁴. Die regelmässig durchgeführten Tauglichkeitsuntersuchungen attestierten dem Piloten eine volle Flugtauglichkeit.

Die Autopsie ergab keine Hinweise auf unfallrelevante akute oder chronische Erkrankungen. Gemäss den Resultaten der forensisch-toxikologischen Untersuchung war der Pilot alkohalnüchtern.

1.5 Meteorologische Angaben

1.5.1 Allgemeine Wetterlage

Ein kräftiges Hoch erstreckte sich von den Azoren zu den Britischen Inseln und nach Mitteleuropa.

1.5.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Unfalls

Das Wetter war trocken. Der Wind wehte aus West-Nordwest. Die Sicht betrug mehr als 10 km. Ausgedehnte Felder mit flachen Quellwolken führten zu wechselnden Beleuchtungsverhältnissen. Die Wolkenbasis lag auf rund 4000 m/M.

²⁴ VNL: *shall have available corrective spectacles for near vision and carry a spare set of spectacles*, muss eine Korrektionsbrille für die Nahsicht zur Verfügung haben und eine Ersatzbrille mit sich führen

Wolken	5/8 – 7/8 auf 13 100 ft AMSL ²⁵	
Sicht	10 km oder mehr	
Wind (Piz Corvatsch, ca. 3300 m/M)	309 Grad, 5 kt	
Temperatur / Taupunkt (Piz Corvatsch, ca. 3300 m/M)	3 °C / -2 °C	
Luftdruck (QNH) (LSZS)	1025 hPa (Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO ²⁶ -Standardatmosphäre)	
Gefahren	Alpenübergänge vor allem gegen Osten hin zeitweise in Wolken bzw. mit tiefer Basis	

1.5.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 267°	Höhe: 35°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.5.4 Wetter gemäss Fotoaufnahme

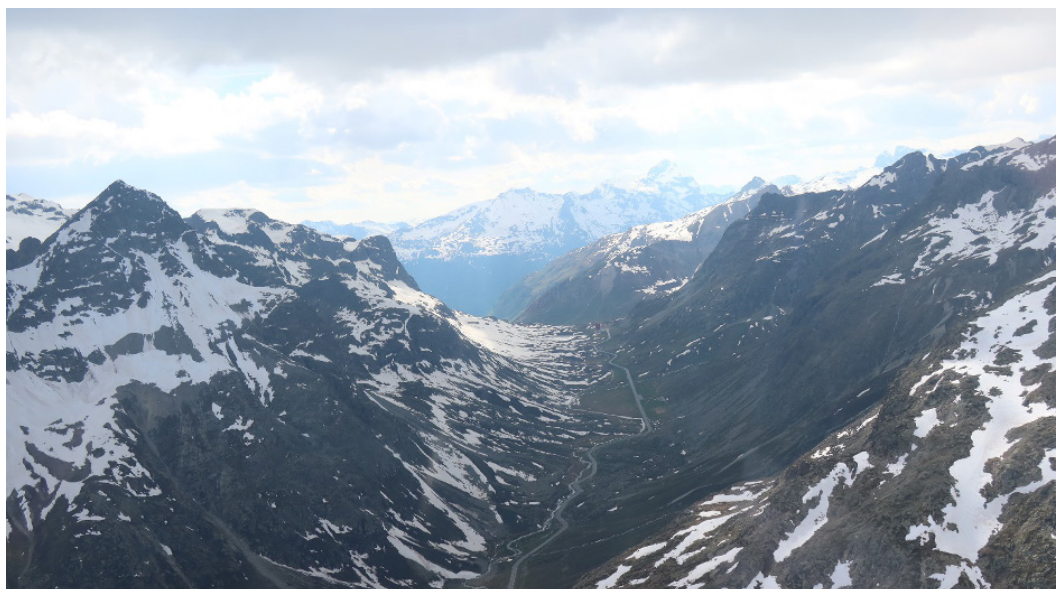


Abbildung 7: Fotoaufnahme aus der HB-KLB kurz vor dem Unfall: Position ungefähr über Silvaplana, Blickrichtung Julierpass.

1.6 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen dem Piloten A der HB-KLB und dem betroffenen FISO des FIC Zürich wickelte sich ohne technische Einschränkungen und in englischer Sprache ab.

Der FISO gab an, dass er sich während des Erstaufrufs der HB-KLB sicher war, dass es sich beim dargestellten Radarsymbol (vgl. Abbildung 2) um die HB-KLB handelte; dies aufgrund der Positions- und Höhenangabe und aufgrund der Tatsache, dass in der Umgebung kein anderes Symbol dargestellt wurde.

²⁵ AMSL: *Above Mean Sea Level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

²⁶ ICAO: *International Civil Aviation Organization*

Um 17:28:42 Uhr, also zum Zeitpunkt des Endes des letzten Funkspruchs des Piloten A der HB-KLB, wurde auf der Radaretikette die Flughöhe mit Flugfläche (*Flight Level* – FL) 095 angezeigt (vgl. Abbildung 8).

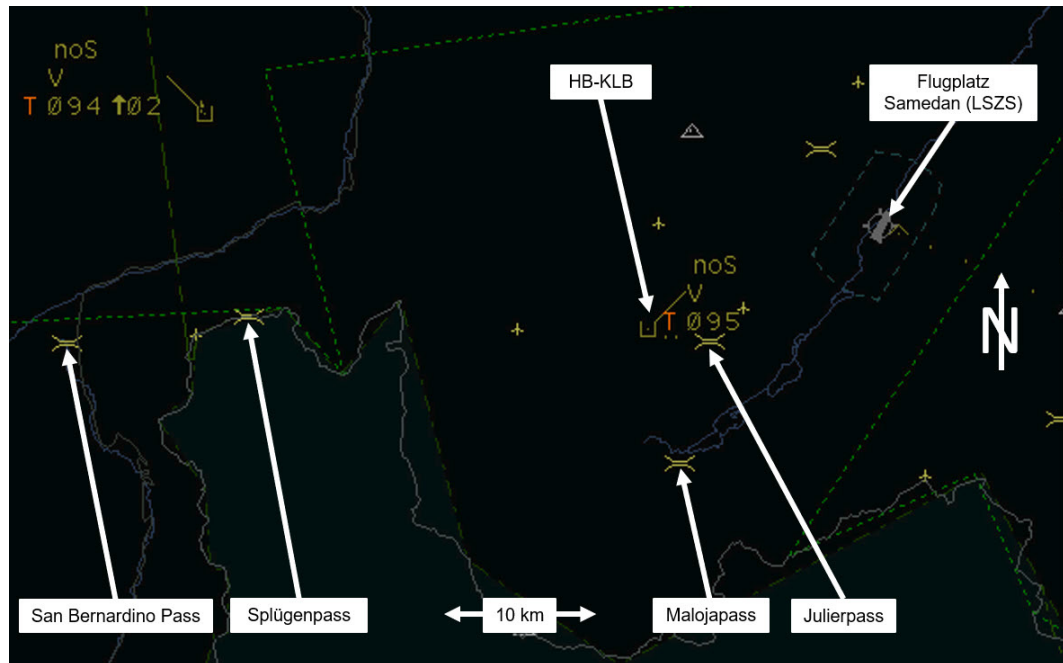


Abbildung 8: Ausschnitt aus dem Radardisplay des FISO um 17:28:42 Uhr mit der Radaretikette der HB-KLB.

Der FISO gab weiter an, dass er Besatzungen von VFR-Luftfahrzeugen nach Möglichkeit immer Verkehrshinweise (*traffic information*) geben würde. Insbesondere bei bestehendem Kollisionsrisiko würde er einen Verkehrshinweis noch vor der Mitteilung des QNH aussprechen.

1.7 Angaben zum Such- und Rettungsdienst

Im Oktober 2016 publizierte die SUST eine umfangreiche [Studie über die Organisation und die Wirksamkeit des Such- und Rettungsdienstes der zivilen Luftfahrt \(Search And Rescue – SAR\) in der Schweiz \(Studie Nr. 3\)](#), dies als Folge wiederholter Unfälle mit Luftfahrzeugen der allgemeinen Luftfahrt, bei denen Besatzung und Luftfahrzeug nur mit erheblicher Verzögerung gefunden und geborgen werden konnten. In dieser Studie wurden die Organisation und die Wirksamkeit des SAR umfassend analysiert und es wurde aufgezeigt, was sowohl jeder Einzelne als auch die in den SAR involvierten Organisationen zur Verbesserung der Wirksamkeit beitragen können. Mit mehreren Sicherheitsempfehlungen (SE) bzw. Sicherheitshinweisen (SH) wurden sowohl jeder Einzelne als auch die SAR-Organisation als Ganzes angesprochen.

SE	Themenbereich	Ausgabedatum	Umsetzungsstand
Nr. 513	Einbaupflicht von ELT	26.10.2016	Umgesetzt
Nr. 514	Reduktion administrativer und technischer Hürden für den Einbau von ELT	26.10.2016	Teilweise umgesetzt
Nr. 515	Bauliche Verbesserung von ELT	26.10.2016	Nicht umgesetzt

SE	Themenbereich	Ausgabedatum	Umsetzungsstand
Nr. 516	Optimierung des SAR in Bezug auf die Schnittstellenproblematik	26.10.2016	Teilweise umgesetzt
Nr. 517	Überprüfung und allfällige Anpassung der Organisationsform und Arbeitsweise des RCC	26.10.2016	Umgesetzt
SH	Themenbereich	Ausgabedatum	Umsetzungsstand
Nr. 13	Kenntnisse in Bezug auf sämtliche Aspekte des SAR	26.10.2016	Nicht betroffen

Tabelle 1: Massnahmen in Form von Sicherheitsempfehlungen (SE) bzw. Sicherheitshinweisen (SH) aus der Studie Nr. 3 der SUST über die Organisation und die Wirksamkeit des SAR in der Schweiz.

In Bezug auf die Organisation des SAR ergab sich seit dem Verfassen dieser Studie eine wesentliche Änderung: Der Betrieb des Koordinationszentrums (*Rescue Coordination Centre – RCC*), der viele Jahre lang der Schweizerischen Rettungsflugwacht (Rega) oblag, wurde per 1. Januar 2016 an die Kantonspolizei Zürich, und per 1. Januar 2021 an die Luftwaffe übertragen.

Zum Zeitpunkt des vorliegenden Unfalls war der SAR in der Schweiz demnach wie folgt organisiert:

- Regelung und Aufsicht lagen beim Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL).
- Der Betrieb des RCC oblag der Luftwaffe; das BAZL unterstützte das RCC subsidiär mit Mitteln und Know-how.
- Suchflüge wurden primär mit Mitteln der Luftwaffe durchgeführt, die dafür einen speziell zu diesem Zweck ausgerüsteten Helikopter (SAR-Helikopter) permanent in Bereitschaft hielt; es wurden aber bei Bedarf auch andere Mittel, wie z. B. Rettungshelikopter der Rega oder anderer Rettungsorganisationen, oder auch Helikopter des BAZL, der Kantonspolizei Zürich oder von zivilen Betreibern, dafür eingesetzt²⁷.
- Rettungsflüge wurden durch auf Rettungen spezialisierte Organisationen wie z. B. die Rega durchgeführt.
- Die Alarmierung des RCC im Falle von via Satelliten empfangenen Signalen von 406-MHz-ELT erfolgte durch die Betreiber dieses satellitengestützten Systems (COSPAS²⁸-SARSAT²⁹).
- Das Flugsicherungsunternehmen Skyguide alarmierte das RCC bei Hinweisen auf einen Notfall, wie beispielsweise bei explizit abgesetzten Notrufen, bei Verlust von Funk- oder Radarkontakt, bei Überfälligkeit eines Flugplans (*overdue*) oder bei empfangenen Notsignalen eines ELT.

²⁷ Von diesen für Suchflüge eingesetzten Helikoptern verfügten zum Unfallzeitpunkt die folgenden über die technische Ausrüstung zum Empfangen des HEX-Codes und Peilen von ELT: SAR-Helikopter, Helikopter des BAZL und der Kantonspolizei Zürich, zwei Helikopter der Rega (Rega 15 in Genf und Rega 11 in Wilderswil)

²⁸ COSPAS: *Cosmicheskaya Sistyema Poiska Avariynich Sudov*

²⁹ SARSAT: *Search And Rescue Satellite Aided Tracking*

- Das RCC konnte zur Bestimmung von Flugwegen und zur Lokalisation von Unfallstellen auf verschiedene andere Organisationen zurückgreifen, wie z. B. das Flugsicherungsunternehmen Skyguide, die Luftwaffe, das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM), die Polizei (Fedpol) oder auch die Firma Flarm Technology Ltd.

1.8 Kollisionen und gefährliche Annäherungen

1.8.1 Allgemeines

In den Jahren 2010 bis 2022 ereigneten sich 13 Kollisionen, bei denen zivile Schweizer Luftfahrzeuge involviert waren (vgl. Tabelle 2). Insgesamt 42 Insassen waren betroffen, wovon 14 tödlich verletzt wurden. 8 der insgesamt 13 Kollisionen ereigneten sich innerhalb der Schweiz.

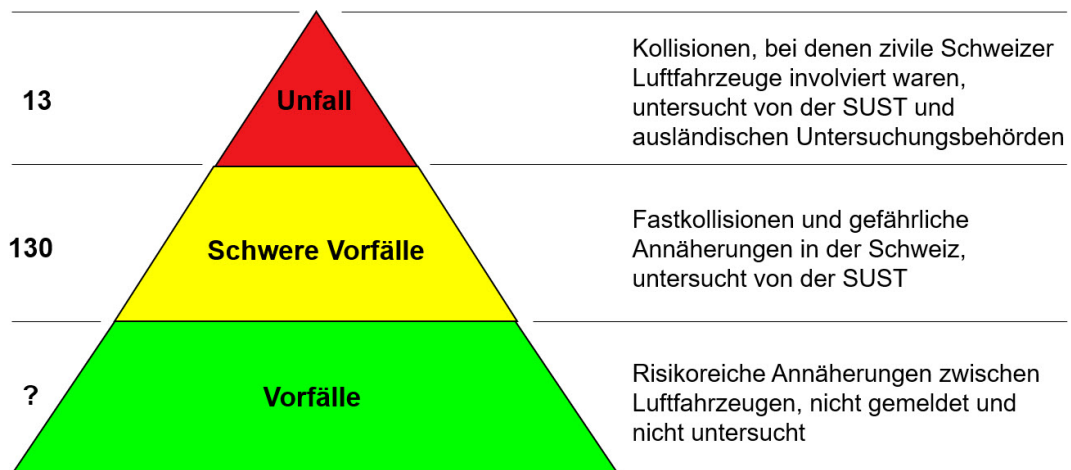


Abbildung 9: Unfallpyramide mit Angaben zu Untersuchungen von Kollisionen, Fastkollisionen und gefährlichen Annäherungen in den Jahren 2010 bis 2022.

Das Prinzip der Unfallpyramide, wonach einem Unfall mehrere schwere Vorfälle und eine unbekannte, hohe Anzahl von risikoreichen Vorfällen vorausgehen, wurde von Herbert William Heinrich³⁰ durch seine Erhebungen im Bereich der industriellen Arbeitssicherheit quantitativ erforscht. Hinter jedem Unfall an einem Arbeitsplatz, der zu einer schwerwiegenden Verletzung führt, beobachtete er 29 Unfälle mit leichteren Verletzungen und 300 Unfälle ohne Verletzung.

Die folgende Tabelle schlüsselt die in Abbildung 9 aufgeführten Gesamtzahlen der Kollisionen (vgl. dazu Kapitel 1.8.2) bzw. der Fastkollisionen und gefährlichen Annäherungen (vgl. dazu Kapitel 1.8.3) detailliert nach Luftfahrzeugkategorien auf:

³⁰ Herbert William Heinrich war ein US-amerikanischer Pionier der 1930er Jahre im Bereich der industriellen Arbeitssicherheit (vgl. [Wikipedia](#) zuletzt besucht am 20.08.2024)

	Verkehrsflugzeuge (VFz) + Geschäftsreiseflugzeuge (GFz)	Motorflugzeuge (MFz) + Reisemotorsegler (<i>Touring Motor Glider</i> – TMG)	Helikopter (Hel)	Segelflugzeuge (<i>Glider</i> – GLI)	Deltagleiter (DGI) + Hängegleiter (HGI)	Ballone (Bal)	Drohnen (Dro)	Militärische Luftfahrzeuge (Mil LFz)	Fallschirme (<i>Parachutes</i> – Para)
VFz+GFz	16	21	6	5	2	3	1	3	0
MFz+TMG		33+4	10+1	2+3	1	1	2	7	0
Hel			3	1	0	0	1+1	5	3
GLI				1+2	0+2	0	0	3	0
DGI+HGI					nb	0	0	nb	nb
Bal						0	0	0	0
Dro							0	0	0
Mil LFz								nb	nb
Para									nb
<i>Summe</i>	16	54+4	19+1	9+5	3+2	4	4+1	18	3

Tabelle 2: Matrix über die Anzahl Fastkollisionen und gefährlichen Annäherungen zwischen Luftfahrzeugen in der Schweiz (schwarz) sowie über die Zahl der Kollisionen, bei denen zivile Schweizer Luftfahrzeuge involviert waren (rot), wobei gewisse Luftfahrzeugkategorien gruppiert wurden und Zwischenfälle, die nicht von der SUST untersucht werden, mit «nb» («nicht betroffen») bezeichnet sind.

1.8.2 Kollisionen in den Jahren 2010 bis 2022

Die 13 Kollisionen, bei denen zivile Schweizer Luftfahrzeuge involviert waren, ereigneten sich alle unter Sichtflugregeln (*Visual Flight Rules* – VFR) und mehrheitlich in den Lufträumen der Klasse E und G. Sie sind in der folgenden Übersicht mit den Hyperlinks zu den jeweiligen Publikationen aufgelistet; die sowohl in Bezug auf den vorliegenden Fall als auch auf vergleichbare Fälle relevanten Sicherheitsempfehlungen bzw. -hinweise werden in Kapitel 1.8.4 aufgegriffen (vgl. Tabelle 3):

- 7. August 2010, Kollision zwischen einem Segelflugzeug und einem Fallschirm bei der Galmihornhütte, Gemeinde Münster (VS) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2104](#)); beide Piloten wurden tödlich verletzt; Sicherheitsempfehlung Nr. [436](#).
- 6. Juni 2013, Kollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Segelflugzeug bei der Gisliflue, Gemeinde Auenstein (AG) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2238](#)); der Pilot des Segelflugzeuges konnte sich mit dem Fallschirm retten, die Besatzung des Motorflugzeuges landete auf einem Flugplatz; Sicherheitsempfehlungen Nr. [498](#) und [499](#).

- 24. August 2014, Kollision zwischen zwei Motorflugzeugen über Rickenbach (TG) bei Wil (vgl. [Schlussbericht Nr. 2302](#)); von den insgesamt sieben Insassen wurde eine Person tödlich, fünf erheblich und eine leicht verletzt; Verweis auf die Sicherheitsempfehlungen Nr. [498](#) und [499](#).
- 31. Mai 2015, Kollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Segelflugzeug in der Region Oensingen (SO) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2291](#)); beide Besatzungen landeten auf einem Flugplatz; Verweis auf die Sicherheitsempfehlungen Nr. [498](#) und [499](#).
- 23. August 2015, Kollision zwischen zwei Luftfahrzeugen der Kategorie Ecolight im Verbandsflug anlässlich der Flugshow auf dem Flugfeld Dittingen (LSPD) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2331](#)); ein Pilot wurde tödlich verletzt, der andere benutzte ein ballistisches Fallschirmrettungssystem (*Ballistic Parachute System* – BPS³¹) und wurde leicht verletzt.
- 26. Mai 2016, Kollision zwischen zwei Motorflugzeugen im Verbandsflug über dem Flugplatz Mollis (LSMF) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2349](#)); beide Besatzungen landeten auf dem Flugplatz; Sicherheitsempfehlung Nr. [545](#) und Sicherheitshinweis Nr. 23.
- 16. Mai 2017, Kollision zwischen zwei Motorflugzeugen auf einer Platzrunde über dem Flugplatz Chambéry Aix-les-Bains (LFLB) (vgl. [Untersuchungsbericht](#) des BEA³²); der Pilot des einen Flugzeuges wurde tödlich verletzt, die Besatzung des anderen Flugzeuges konnte auf dem Flugplatz landen.
- 23. Januar 2018, Kollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Helikopter am Verkehrslandeplatz Speyer (EDRY) (vgl. [Untersuchungsbericht](#) der BFU³³); alle vier Insassen wurden tödlich verletzt; vgl. auch [Studie über Annäherungen und Kollisionen von Luftfahrzeugen im deutschen Luftraum](#) der BFU.
- 5. Mai 2018, Kollision zwischen zwei Segelflugzeugen anlässlich eines internationalen Segelflugwettbewerbs im Bereich des Lochenpasses bei Balingen (D) (vgl. [Zwischenbericht](#) der BFU, S. 20); beide Besatzungen konnten sich mit ihren Rettungsfallschirmen retten, zwei Insassen wurden leicht verletzt.
- 25. Mai 2018, Kollision zwischen einem Helikopter und einer Drohne über der Staumauer des Lago di Vogorno (TI) (vgl. [Summarischer Bericht](#)); die Besatzung landete auf der nahen Basis; der Helikopter wurde beschädigt.
- 2. Juni 2019, Kollision zwischen einem Segelflugzeug und einem Gleitschirm oberhalb des Hirschpleiskopfes in der Gemeinde St. Anton am Arlberg (A) (vgl. [Untersuchungsbericht](#) der SUB³⁴); der Pilot des Gleitschirms wurde schwer verletzt, der Pilot des Segelflugzeuges konnte auf einem Flugplatz landen.
- 12. Juni 2021, Kollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Segelflugzeug beim Piz Neir, Gemeinde Surses (GR); alle fünf Insassen wurden tödlich verletzt; ausführlich dokumentiert mit dem vorliegenden Schlussbericht.

³¹ Bei einem BPS kann in einer Notsituation mittels einer Feststoffrakete ein am oder im Flugzeug montiertes Fallschirmpaket weggeschossen werden. Nach der Entfaltung des Fallschirms schwebt das Flugzeug mitsamt den Insassen zu Boden.

³² BEA: *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la sécurité de l'aviation civile*

³³ BFU: Deutsche Bundesstelle für Flugunfalluntersuchungen

³⁴ SUB: Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes, Österreich

- 9. August 2022, Kollision zweier Segelflugzeuge während eines Wettbewerbsfluges der Junioren-Weltmeisterschaften im Segelfliegen 2022, nordöstlich des Dorfes Staré Sedlo, Kreis Tachov (CZ) (vgl. [Orientierung](#))

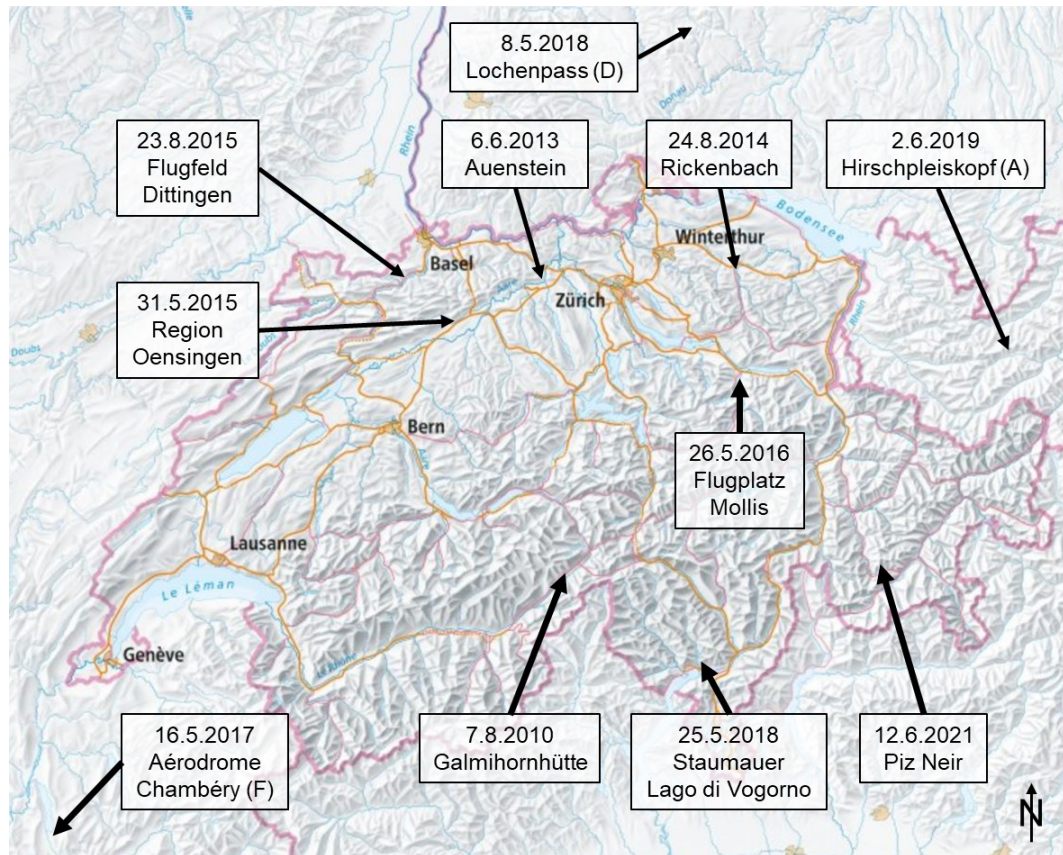


Abbildung 10: Unfallorte der Kollisionen in den Jahren 2010 bis 2022 innerhalb der Schweiz und im nahen Ausland. Quelle der Basiskarte: Bundesamt für Landestopografie.

1.8.3 Fastkollisionen und gefährliche Annäherungen in der Schweiz

In den Jahren 2010 bis 2022 untersuchte³⁵ die SUST 130 Fastkollisionen und gefährliche Annäherungen zwischen Luftfahrzeugen, die sich in der Schweiz ereignet hatten. Es waren Luftfahrzeuge sämtlicher Kategorien involviert: Verkehrsflugzeuge, Geschäftsreiseflugzeuge, Kampfflugzeuge, Motorflugzeuge, Helikopter, Reisemotorsegler, Segelflugzeuge, Ballone, Delta- und Hängegleiter sowie Drohnen.

Ereignisse mit militärischen Luftfahrzeugen werden von der SUST nur dann untersucht, wenn auch zivile Luftfahrzeuge betroffen sind; andernfalls müssen sie der SUST nicht gemeldet werden und werden von der Luftwaffe intern bearbeitet.

Die gefährlichen Annäherungen und Fastkollisionen ereigneten sich sowohl in kontrollierten wie auch unkontrollierten Lufträumen sämtlicher in der Schweiz vorhandener Luftraumklassen: C, D, E und G. Es waren Luftfahrzeuge involviert, die nach Sichtflugregeln (*Visual Flight Rules – VFR*) flogen als auch solche nach Instrumentenflugregeln (*Instrument Flight Rules – IFR*).

In der folgenden Übersicht sind exemplarische Fälle von Fastkollisionen zwischen Luftfahrzeugen verschiedenster Kategorien mit den Hyperlinks zu den jeweiligen Publikationen aufgeführt; die in diesen Schlussberichten ausgesprochenen und

³⁵ Zum Zeitpunkt der Publikation dieses Schlussberichts sind noch nicht alle Untersuchungen abgeschlossen.

sowohl in Bezug auf den vorliegenden Fall als auch auf vergleichbare Fälle relevanten Sicherheitsempfehlungen bzw. -hinweise werden in Kapitel 1.8.4 aufgegriffen (vgl. Tabelle 3):

- 10. September 2010, Fastkollision zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Flugzeug der Schweizer Luftwaffe, 4 NM nordöstlich des Flughafens Lugano (LSZA) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2167](#)); Sicherheitsempfehlungen Nr. [463](#) und [464](#).
- 11. August 2011, Fastkollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Helikopter der Schweizer Luftwaffe, 15 NM nordöstlich des Militärflugplatzes Emmen (LSME) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2157](#)); Sicherheitsempfehlungen Nr. [473](#) und [474](#).
- 24. Mai 2012, Fastkollision zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Helikopter in der Kontrollzone des Flughafens Bern-Belp (LSZB) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2220](#)); Sicherheitsempfehlungen Nr. [489](#), [490](#) und [491](#).
- 14. Juni 2012, Fastkollision zwischen einem Geschäftsreiseflugzeug und einem zivil eingetragenen Kampfflugzeug, 15 NM südsüdöstlich des Funkfeuers Willisau (vgl. [Schlussbericht Nr. 2226](#)), Sicherheitsempfehlung Nr. [494](#).
- 11. August 2012, Fastkollision zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Segelflugzeug in der TMA LSZH 2, 17 NM nordwestlich des Flughafens Zürich (LSZH) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2208](#)); Sicherheitsempfehlungen Nr. [466](#), [467](#), [468](#), [483](#) und [484](#).
- 15. September 2012, Fastkollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Heissluftballon nordöstlich des Regionalflugplatzes Bern-Belp (LSZB) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2224](#)); Sicherheitsempfehlung Nr. [493](#) sowie Verweis auf Sicherheitsempfehlung Nr. [466](#).
- 22. März 2013, Fastkollision zwischen zwei Verkehrsflugzeugen in der TMA LSZH 4C, 4.5 NM südwestlich des Flughafens Zürich (LSZH) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2216](#)).
- 21. Juni 2013, Fastkollision zwischen einem Geschäftsreiseflugzeug und einem Reisemotorsegler nordöstlich des Regionalflugplatzes Bern-Belp (LSZB) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2234](#)).
- 16. Juni 2014, Fastkollision zwischen zwei Segelflugzeugen südlich von St. Moritz (vgl. [Schlussbericht Nr. 2243](#)); Sicherheitsempfehlung Nr. [500](#) und Sicherheitshinweis Nr. 1.
- 3. Juni 2015, gefährliche Annäherung zwischen einem Verkehrsflugzeug und einem Heissluftballon in der TMA LSZH 11 (vgl. [Schlussbericht Nr. 2294](#)); Sicherheitsempfehlungen Nr. [518](#), [519](#), [520](#) und [522](#).
- 1. Juli 2015, Fastkollision zwischen zwei Helikoptern beim Silvaplanersee (vgl. [Schlussbericht Nr. 2271](#)); Verweis auf Sicherheitsempfehlungen Nr. [498](#) und [499](#).
- 16. Juli 2016, Fastkollision zwischen einem historischen Verkehrsflugzeug und einem Deltagleiter südöstlich des Flugplatzes Wangen-Lachen (LSPV) (vgl. [Summarischer Bericht](#)).
- 24. Oktober 2016, Fastkollision zwischen einem Geschäftsreiseflugzeug und einem Motorflugzeug nordwestlich des Flughafens St. Gallen-Altenrhein (LSZR) (vgl. [Schlussbericht Nr. 2343](#)); Sicherheitsempfehlung Nr. [543](#) und Sicherheitshinweise Nr. 20 und 21.

- 2. Oktober 2018, Fastkollision zwischen einem Helikopter und einem Verband dreier Kampfflugzeuge der Schweizer Luftwaffe beim Thunersee (vgl. [Summarischer Bericht](#)); Verweis auf Sicherheitsempfehlung Nr. [474](#).
- 4. Oktober 2018, Fastkollision zwischen einem Motorflugzeug und einer Drohne beim Meldepunkt Whiskey des Flugplatzes Grenchen (LSZG) (vgl. [Summarischer Bericht](#)).

1.8.4 Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise

Die folgende Tabelle enthält die in den Kapiteln 1.8.2 und 1.8.3 erwähnten Sicherheitsempfehlungen (SE) und Sicherheitshinweise (SH), die im vorliegenden Fall und für vergleichbare Fälle relevant sind:

SE	Themenbereich	Ausgabedatum	Umsetzungsstand
Nr. 436	Verbreitung von Kollisionswarngeräten bei Hängegleiterpiloten	15.06.2011	Umgesetzt
Nr. 466	Festlegung von Transponderzonen	16.05.2013	Teilweise umgesetzt
Nr. 474	Fehlende Ausrüstung von Kollisionswarngeräten bei Staatsluftfahrzeugen	05.08.2013	Teilweise umgesetzt
Nr. 498	Aus- und Weiterbildung im Bereich « <i>see and avoid</i> » und der Kollisionswarnsysteme	02.03.2016	Umgesetzt
Nr. 499	Einführung kompatibler Kollisionswarnsysteme für die allgemeine Luftfahrt	02.03.2016	Teilweise umgesetzt
Nr. 500	Reichweitenanalyse von Flarm-Systemen am Boden	01.09.2015	Nicht umgesetzt
Nr. 518	Mitführen eines betriebsbereiten und eingeschalteten Transponders für alle Luftfahrzeuge	20.03.2017	Nicht umgesetzt
SH	Themenbereich	Ausgabedatum	Umsetzungsstand
Nr. 1	Optische Erkennbarkeit von Segelflugzeugen	01.09. 2015	Nicht betroffen

Tabelle 3: Massnahmen in Form von Sicherheitsempfehlungen (SE) bzw. Sicherheitshinweisen (SH) aus den oben erwähnten Untersuchungen der SUST zu Kollisionen (vgl. Kapitel 1.8.2) und Fastkollisionen bzw. gefährlichen Annäherungen (vgl. Kapitel 1.8.3).

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 HB-KLB

Das Flugzeug wies grundsätzlich eine umfassende Ausrüstung in Bezug auf die technische Unterstützung zur Kollisionsvermeidung auf: Das verbaute Kollisionswarnsystem konnte von der technischen Auslegung her ADS-B/Transpondersignale sowie Flarm-Signale empfangen und seinerseits Flarm-Signale aussenden; der Transponder konnte Mode-S-Daten senden, aber kein ADS-B *out*.

Jedoch war das Flarm-Modul des Kollisionswarnsystems infolge der nicht aktualisierten Firmware nicht funktionstüchtig und konnte daher weder Flarm-Signale empfangen noch solche aussenden, unabhängig davon, ob das Kollisionswarnsystem auf dem Unfallflug eingeschaltet war oder nicht (vgl. Kapitel 2.2.1). Aufgrund des technischen Designs des Kollisionswarngerätes waren als Folge davon auch die anderen Funktionalitäten des Systems (ADS-B/Transponder) nicht mehr gegeben. Somit fehlten wesentliche Sicherheitsnetze, da die HB-KLB damit weder für andere Flarm-Empfänger sichtbar war noch vor anderen Luftfahrzeugen, die mit Flarm oder ADS-B/Transponder ausgerüstet waren, gewarnt werden konnte.

In Bezug auf die erforderlichen Updates der Firmware publizierte die Firma Flarm Technology Ltd im September 2020 ein entsprechendes Merkblatt (vgl. FTD-073 – *Instructions for Continued Airworthiness*³⁶) mit einer detaillierten Checkliste für die jährliche Instandhaltung von Flarm-Geräten. Die auch hier vorliegende Problematik, dass Flarm-Kollisionswarngeräte ohne regelmässige Updates der Firmware ihre Funktionstüchtigkeit vollständig verlieren, wurde unter anderem bereits im Rahmen einer Untersuchung der Deutschen Bundesstelle für Flugunfalluntersuchungen (BFU) festgehalten (vgl. [Schlussbericht der BFU](#)). Zu dieser Thematik stellte die Firma Flarm Technology Ltd in Aussicht, an einer Methode zu arbeiten, die ein Weiterfunktionieren abgelaufener Software ermöglicht (vgl. Kapitel 4.3.1).

Gemäss Angaben der GVMN hatte das Flarm-System der HB-KLB nie wirklich befriedigt, da es wegen der fehlenden Aussenantennen möglicherweise keine besonders gute Empfangs- und Sendereichweite erzielte (vgl. zu diesem Thema den [Schlussbericht Nr. 2243](#)) und zudem das Display aufgrund seiner Positionierung im Instrumentenpanel und seiner Grösse (vgl. Abbildung 4) nicht besonders gut ablesbar war. Solche technisch suboptimalen Einbauten von Kollisionswarnsystemen werden oft auch bei «Retrofits», d. h. nachträglichen Ein- oder Umbauten, beobachtet, wo aus konstruktiven Gründen oder aus Platzmangel, aber auch aus Kostengründen nicht immer die bestmögliche und effektivste Einbauart vorgenommen wird. Im vorliegenden Fall hätte beispielsweise technisch die Möglichkeit bestanden, die gesamte Anzeige von anderem Verkehr auf dem MFD und somit prominent im Blickfeld des Piloten darstellen zu können.

2.1.2 HB-3412

Das Segelflugzeug wies grundsätzlich eine umfassende Ausrüstung in Bezug auf die technische Unterstützung zur Kollisionsvermeidung auf: Das verbaute Kollisionswarnsystem konnte von der technischen Auslegung her ADS-B/Mode-S-Transpondersignale sowie Flarm-Signale empfangen und seinerseits Flarm-Signale aussenden; der Transponder verfügte über eine ADS-B *out* Funktionalität. Die gesamte Avionik wurde im März 2021 neu installiert und war in Bezug auf Bedienung und Ablesbarkeit optimal (vgl. Abbildung 5).

³⁶ <http://www.flarm.com/ica> – zuletzt besucht am 20.08.2024

Jedoch zeigen die fehlenden Radarechos bzw. ADS-B Daten während des gesamten Fluges in mehrheitlich grossen Höhen und daher in Zonen guter Radarabdeckung, dass der Transponder nicht in Betrieb war. Somit fehlte ein wesentliches Sicherheitsnetz, da die HB-3412 damit weder für die Flugsicherung noch für andere Luftfahrzeuge, die über ADS-B/Transponder-basierte Kollisionswarnsysteme verfügten, sichtbar war. Da der Transponder erst relativ kurz vor dem Unfall von einem Avionik-Fachbetrieb neu eingebaut und geprüft worden war, erscheint eine Funktionsuntüchtigkeit sehr unwahrscheinlich und es ist daher davon auszugehen, dass der Transponder nicht eingeschaltet war.

2.1.3 Fazit

Bei diversen früheren Untersuchungen von Kollisionen oder Fastkollisionen wurde festgestellt, dass keine oder untereinander inkompatible Kollisionswarngeräte vorhanden waren, und es wurden entsprechende Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen (vgl. Kapitel 1.8.4).

Im vorliegenden Fall waren in beiden Luftfahrzeugen Systeme und Geräte zur Kollisionsverhinderung vorhanden, und zwar mit Flarm bzw. ADS-B/Transponder auch auf parallelen Ebenen. Somit wären die Systeme sogar auf zwei Ebenen kompatibel gewesen, wenn sie denn funktionstüchtig bzw. eingeschaltet gewesen wären.

Es kann davon ausgegangen werden, dass ein eingeschaltetes und funktionstüchtiges Flarm-System an Bord der HB-KLB in beiden Luftfahrzeugen zu zeitgerechten und präzisen Flarm-Warnungen geführt hätte.

Die Bedeutung des Transponders in Bezug auf die Kollisionsverhinderung wurde bereits im Rahmen zahlreicher früherer Untersuchungen erkannt und mehrere diesbezügliche Sicherheitsempfehlungen wurden ausgesprochen (vgl. Kapitel 1.8.4). Im vorliegenden Fall hätte ein eingeschalteter und funktionstüchtiger Transponder seitens der HB-3412 dazu geführt, dass das Segelflugzeug zumindest für den FISO auf seinem Radardisplay sichtbar gewesen wäre (vgl. Abbildung 2 und Abbildung 8). Dies hätte ihm die Möglichkeit geboten, der HB-KLB einen entsprechenden Verkehrshinweis zu geben.

So aber blieb technisch einzig die Möglichkeit, dass das Kollisionswarngerät der HB-3412 das Mode-S-Transpondersignal der HB-KLB empfangen und dem Piloten deren Annäherung ohne Richtungsangabe, aber mit ungefährender Distanz und Relativhöhe zur Anzeige bringen konnte. Gemäss den Aufzeichnungen des Kollisionswarngeräts (vgl. Kapitel 1.3.2) wurde vor der Kollision jedoch kein Mode-S-Signal des Transponders der HB-KLB registriert; die vom Transponder der HB-KLB gesendeten Mode-A/C-Signale (vgl. Abbildung 2 und Abbildung 8) konnten vom Kollisionswarnsystem nicht verarbeitet werden und blieben daher wirkungslos. Es liegen somit keine Hinweise vor, dass dem Piloten der HB-3412 die Annäherung der HB-KLB von seinem Kollisionswarngerät ausgegeben wurde.

Für die Piloten der HB-KLB waren infolge des funktionsuntüchtigen bzw. wahrscheinlich nicht eingeschalteten Kollisionswarnsystems die technischen Voraussetzungen nicht gegeben, vor der HB-3412 gewarnt werden zu können.

Durch die Funktionsuntüchtigkeit bzw. das wahrscheinliche Nichteinschalten des Flarm seitens HB-KLB bzw. das wahrscheinliche Nichteinschalten des Transponders seitens HB-3412 waren somit wesentliche Sicherheitsnetze unwirksam, welche die Kollision – eine angemessene Reaktion der Piloten bzw. des FISO vorausgesetzt – mit grosser Wahrscheinlichkeit verhindert hätten. Aufgrund der Inkompatibilität der Mode-A/C-Signale mit dem Kollisionswarnsystem der HB-3412 blieb auch das letzte Sicherheitsnetz wirkungslos. Alle diese Faktoren wurden daher als mitursächlich in der Entstehung des Unfalls erkannt.

Die SUST ergänzt die in der Vergangenheit bereits aufgegriffenen Sicherheitsdefizite zu technischen Aspekten von Kollisionswarnsystemen (vgl. Kapitel 1.8.4) im vorliegenden Schlussbericht mit einem weiteren Sicherheitshinweis (vgl. Kapitel 4.2).

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 HB-KLB

Obwohl seit längerer Zeit bekannt war, dass das Flarm-System der HB-KLB nicht befriedigend funktionierte, wurde diesem Umstand nicht konsequent nachgegangen bzw. führten die getätigten Abklärungen und erhaltenen Informationen nicht zu einer Verbesserung der Situation. Auch das Nicht-Aktualisieren der Firmware, das Einstellen der Lautstärke auf 0 % sowie die Tatsache, dass einige Piloten das Kollisionswarngerät sogar bewusst ausschalteten, deuten darauf hin, dass diesem System seitens der GVMN und zumindest einem Teil der Piloten offenbar kein hoher Stellenwert beigemessen wurde bzw. das Vertrauen in dieses System fehlte. Damit wurde auf ein wesentliches Sicherheitsnetz verzichtet, was angesichts der langjährigen und mittlerweile grossflächigen Verbreitung dieser Kollisionswarnsysteme nicht sicherheitsbewusst war.

Ob das Kollisionswarngerät während des Unfallfluges eingeschaltet war oder nicht, liess sich nicht zweifelsfrei bestimmen. Wahrscheinlich eher nicht, denn der entsprechende Schalter wurde nach dem Unfall in der Stellung «OFF» vorgefunden, was aber auch durch das Unfallgeschehen bedingt sein könnte. Auf den Unfallverlauf hatte dieser Punkt keinen Einfluss, da das Kollisionswarnsystem infolge der nicht-aktualisierten Flarm-Firmware ohnehin funktionsuntüchtig war.

Für die Piloten der HB-KLB gab es somit keine technische und – da die HB-3412 auf dem Radarbild des FISO nicht sichtbar war – auch keine betriebliche Möglichkeit, vor der HB-3412 gewarnt werden zu können. Die Kollisionsvermeidung beruhte daher einzig auf dem Prinzip «*see and avoid*» («sehen und ausweichen»), d. h. die Piloten mussten die HB-3412 rechtzeitig visuell wahrnehmen und entsprechend ausweichen, um eine Kollision zu verhindern.

Die Tatsache, dass es zur Kollision mit der HB-3412 kam, zeigt, dass die Piloten das Segelflugzeug offensichtlich nicht rechtzeitig visuell erkannten. Bis maximal fünf Sekunden vor der Kollision kommunizierte der Pilot A der HB-KLB mit dem FISO und es deutete in dieser Kommunikation nichts auf ein Problem oder eine drohende Gefahr hin. Dies lässt die Schlussfolgerungen zu, dass zum einen eine akute Handlungsunfähigkeit (*sudden incapacitation*) des Piloten A als sehr unwahrscheinlich betrachtet werden kann und zum anderen beide Piloten bis zu diesem Zeitpunkt die HB-3412 noch nicht wahrgenommen hatten, obwohl dies rein geometrisch wahrscheinlich möglich gewesen wäre (vgl. Abbildung 3).

Die Gründe dafür können im konkreten Fall nicht abschliessend und mit Bestimmtheit eruiert werden, aber typische tieferliegende Gründe, die eine rechtzeitige Sichtung eines anderen Luftfahrzeuges erschweren oder die Luftraumüberwachung einschränken, können sein:

- Schmale Silhouette des anderen Luftfahrzeuges, besonders ausgeprägt bei Segelflugzeugen im konstanten Geradeausflug;
- Schlechter Kontrast des anderen Luftfahrzeuges vor dem gegebenen Hintergrund, besonders ausgeprägt bei weissen Segelflugzeugen vor bewölktem Himmel oder schneebedeckter Landschaft;
- Stehende Peilung, d. h. keine Relativbewegung des anderen Luftfahrzeuges;

- Blendung durch die Sonne;
- Ablenkung, hier beispielsweise durch die Kommunikation mit dem FISO und das Einstellen des neuen QNH oder durch das Fotografieren des Piloten B;
- Eingeschränktes Sehvermögen aufgrund von reduzierter Sauerstoffsättigung im Blut (Hypoxie), beispielsweise bedingt durch längere Flüge in grösseren Höhen ohne Verwendung von Zusatzsauerstoff;
- Medizinische oder andere Notfälle;
- Müdigkeit, reduzierte Aufmerksamkeit;
- Inkonsequente oder unzweckmässige Luftraumüberwachung.

Durch das Fotografieren und Filmen des Piloten B wurde seine Aufmerksamkeit abgelenkt. Damit wurde die Chance, die Präsenz eines zweiten Piloten an Bord konsequent zugunsten von mehr Sicherheit zu nutzen, insbesondere in Bezug auf die Luftraumüberwachung, zumindest zeitweilig reduziert. Inwiefern sich die Piloten diesbezüglich vor dem Flug abgesprochen bzw. eine Aufgaben- oder Rollen- teilung vorgenommen hatten, muss offenbleiben; eine solche wäre bei der gegebenen Konstellation mit zwei Piloten an Bord aber auf jeden Fall sinnvoll.

Der regelmässige und konsequente Kontakt mit dem FIC war sicherheitsbewusst, sowohl in Hinblick auf mögliche Verkehrshinweise als auch in Bezug auf die Suche und Rettung, auch wenn dies im vorliegenden Fall bezüglich beider Aspekte wirkungslos blieb.

Die Unschlüssigkeit der Piloten in Bezug auf die Routenwahl, ob nun via Maloja oder Julier geflogen werden sollte, war für den Unfallverlauf letztlich nicht von Relevanz. Sie zeigt aber, dass sie offenbar nicht vorhatten, über italienisches Territorium zu fliegen, was für einen Flug von Samedan nach Locarno die schnellstmögliche Route gewesen wäre. In diesem Fall hätten die Piloten einen Flugplan aufgeben müssen. Es wird in der Praxis immer wieder beobachtet, dass Besatzungen v.a. der allgemeinen Luftfahrt aus unterschiedlichen Motiven Hemmungen haben, Flugpläne aufzugeben. Oft wird nicht erkannt oder ist sogar unbekannt, welchen Sicherheitsgewinn ein Flugplan in Bezug auf die Suche und Rettung bietet. Aus diesem Grund wird im VFR-Manual der Schweiz empfohlen, für Flüge über die Alpen – was der vorliegende Flug unabhängig von der Routenwahl ohnehin war – einen Flugplan aufzugeben.

2.2.2 HB-3412

Der Pilot hatte im März 2021 die Avionik seines Segelflugzeuges umfassend erneuern und erweitern lassen, auch in Bezug auf die Möglichkeiten zur Unterstützung der Kollisionsvermeidung. Dies deutet darauf hin, dass ihm diese Sicherheitsaspekte wichtig waren. Inwiefern dem Piloten bewusst war, dass das neu eingebaute Kollisionswarnsystem in Bezug auf Transpondersignale – wie im Handbuch beschrieben – nur Mode-S-, nicht aber Mode-A/C-Signale verarbeiten konnte, muss offenbleiben. Dieser Punkt unterstreicht aber die Wichtigkeit, als Benutzer über die Möglichkeiten und Limiten der installierten Geräte im Bilde zu sein.

Der Pilot schaltete während des Fluges wahrscheinlich den Transponder nicht ein, was gemäss Auswertung weiterer Flüge seiner Gewohnheit zu entsprechen schien. Damit verzichtete er auf ein wesentliches Sicherheitsnetz zur Kollisionsvermeidung. Die Gründe dafür müssen offenbleiben und können mannigfaltig sein, aber die Bedeutung des Transponders in Bezug auf die Kollisionsverhinderung ist mittlerweile hinlänglich bekannt, so dass Unwissen als möglicher Grund kaum in Betracht kommt. Das v. a. in Segelfliegerkreisen oft kolportierte Argument, wonach bei Segelflugzeugen – insbesondere bei langgedauernden Streckenflügen – die

Stromversorgung sämtlicher elektrischer Verbraucher nicht gewährleistet sei und deswegen auf die permanente Benutzung des Transponders verzichtet werden müsse, ist heutzutage angesichts der verfügbaren leistungsfähigen Batterien und der immer sparsameren Verbraucher nicht mehr haltbar und überholt. So wäre auch im vorliegenden Fall die elektrische Versorgung des Transponders und aller anderen Verbraucher während des gesamten Fluges mit den im Flugzeug verbauten Batterien wahrscheinlich problemlos möglich gewesen, vollständig geladene und normal funktionierende Batterien vorausgesetzt. Angesichts dieser Tatsache ist die Notwendigkeit der diesbezüglichen Ausnahmeregelung in der Betriebspflicht von Transpondern bei nichtmotorisierten Luftfahrzeugen (vgl. Fussnote 13 auf Seite 11) nicht mehr zeitgemäss und in Frage zu stellen. Ein Transponderobligatorium für alle Luftfahrzeuge ist technisch und betrieblich umsetzbar (vgl. Kapitel 1.8.4).

Wie in Kapitel 2.1.3 beschrieben, liegen keine Hinweise vor, dass dem Piloten vor der Kollision die Annäherung der HB-KLB von seinem Kollisionswarngerät ausgegeben wurde. Die Kollisionsvermeidung beruhte daher ebenfalls einzig auf dem Prinzip «*see and avoid*» («sehen und ausweichen»), d. h. der Pilot musste die HB-KLB rechtzeitig visuell wahrnehmen und entsprechend ausweichen, um eine Kollision zu verhindern. Ob das in der Flugwegaufzeichnung sichtbare Aufziehen kurz vor der Kollision (vgl. Abbildung 6) ein vertikales Ausweichmanöver war, muss offenbleiben. Da in der Flugwegaufzeichnung kein laterales Ausweichmanöver erkennbar ist (vgl. Abbildung 3), deutet aber Vieles darauf hin, dass der Pilot – wenn überhaupt – nur sehr spät Sichtkontakt zu der von unten kommenden HB-KLB herstellen konnte, wobei dies rein geometrisch wahrscheinlich möglich gewesen wäre. Die Gründe dafür können auch hier nicht abschliessend und mit Bestimmtheit eruiert werden, aber die oben in Kapitel 2.2.1 aufgelisteten, grundsätzlich möglichen Gründe können auch hier eine Rolle gespielt haben.

Der Pilot war ein erfahrener Streckenflieger und die an diesem Tag bis zum Unfall absolvierte Strecke unterstreicht dies. Er war schon über fünf Stunden auf meist relativ grossen Höhen unterwegs, daher könnten Müdigkeit oder eine reduzierte Aufmerksamkeit durchaus eine Rolle gespielt haben. Hingegen benutzte der Pilot Zusatzsauerstoff aus der mitgeführten Sauerstoffanlage und beugte damit der Gefahr einer Hypoxie und den damit einhergehenden Risiken vor. Dies war sicherheitsbewusst.

Der Pilot hatte während des gesamten Fluges keinen Kontakt mit dem FIC, was in Segelfliegerkreisen der Normalfall ist. Grundsätzlich wäre auch ein nur sporadischer Kontakt mit dem FIC möglich und würde auch seitens FIC begrüsst. Ein Kontakt mit dem FIC kann Verkehrshinweise ermöglichen und zu einer rascheren Suche und Rettung im Falle eines Unfalls beitragen.

2.2.3 Fazit

Wie zahlreiche Untersuchungen zu Kollisionen, Fastkollisionen und gefährlichen Annäherungen in den letzten gut zehn Jahren belegen (vgl. Kapitel 1.8), ist die Gefahr einer Kollision in der Luft (*Mid-Air Collision* – MAC) im Bereich der allgemeinen Luftfahrt nach Sichtflugregeln in den Lufträumen der Klasse G und E reell und wahrscheinlich grösser als oft angenommen.

Die im Vergleich zu Kollisionen viel zahlreicheren Fastkollisionen und gefährlichen Annäherungen spiegeln dabei eindrücklich das bekannte Phänomen wider, wonach es viele Beinahe-Unfälle gibt, bevor es zu einem Unfall kommt (vgl. Phänomen der Unfallpyramide in Kapitel 1.8.1).

Diese Kollisionen ereigneten sich – wie auch im vorliegenden Fall – fast ausnahmslos in Lufträumen der Klasse E bzw. G, in denen die Besatzungen nach dem

Prinzip «*see and avoid*» («sehen und ausweichen») selbst und weitgehend ohne Verkehrshinweise für einen genügenden Abstand zu anderen Luftfahrzeugen sorgen müssen, um so Kollisionen zu verhindern. Die in Kapitel 1.8.2 beleuchteten Fälle und zahlreiche Untersuchungen und Studien ausländischer Untersuchungsbehörden legen daher den Schluss nahe, dass dieses Prinzip nicht zufriedenstellend funktioniert. Die Gründe dafür sind mannigfaltig und reichen von den prinzipiellen Limitationen des menschlichen Sehvermögens über ungünstige Rahmenbedingungen wie Sicht-, Grössen- und Kontrastverhältnisse bis hin zu geometrischen Konstellationen, bei denen eine gegenseitige visuelle Erkennbarkeit schlicht unmöglich ist.

Aus diesem Grund ist es essenziell, dass das Prinzip «*see and avoid*» durch technische Hilfsmittel zur Kollisionsvermeidung ergänzt wird, in Richtung eines Prinzips «*sense and avoid*» («wahrnehmen und ausweichen»). Ein adäquates Ausweichmanöver kann nur erfolgen, wenn andere Luftfahrzeuge rechtzeitig wahrgenommen werden, und «wahrnehmen» sollte sich aus genannten Gründen nicht ausschliesslich auf «sehen» beziehen, sondern sollte – vor allem in einer ersten Phase – durch technische Hilfsmittel ermöglicht bzw. unterstützt werden.

Zu diesem Zweck konzipiert sind Kollisionswarngeräte, die aber zum Teil auf unterschiedlichen Technologien beruhen und daher nicht per se untereinander kompatibel sind.³⁷ Neben der Möglichkeit, entsprechende Signale empfangen und vor anderen Luftfahrzeugen gewarnt werden zu können, geht es mit mindestens gleich hoher Priorität darum, sich selber für andere Luftfahrzeuge und die Flugsicherung erkennbar zu machen, und zwar auf möglichst vielen verschiedenen Kanälen. Dazu können beispielsweise eine auffällige Farbgebung, Kollisionswarnlichter, Kollisionswarngeräte, Transponder, ADS-B *out* sowie regelmässige und sinnvolle Positionsmeldungen am Funk beitragen.

Technische Hilfsmittel sind aber nur dann von Nutzen, wenn sie erstens korrekt eingebaut und instandgehalten sind, so dass ihre Funktionstüchtigkeit sichergestellt ist, und wenn zweitens ihre Benutzer über die Funktionsweise und die Möglichkeiten und Limiten im Bilde sind, so dass sie diese Hilfsmittel adäquat und ziel führend zur Unterstützung der Kollisionsvermeidung einsetzen können. Diese Punkte sicherzustellen, ist insbesondere in einem Verein nicht trivial und erfordert eine entsprechende Organisation.

Wie der vorliegende Fall eindrücklich belegt, sind für eine effektive Kollisionsvermeidung alle obgenannten Punkte im Zusammenspiel vonnöten. Im Sinne des bekannten «Käsescheibenmodells» sollte auf möglichst viele verschiedene Sicherheitsnetze abgestützt werden, um bei Ausfall oder Versagen eines Netzes noch weitere Auffangnetze zur Verfügung zu haben. Im vorliegenden Fall versagten sämtliche Sicherheitsnetze, teils infolge Funktionsuntüchtigkeit bzw. wahrscheinlichen Nichteinschaltens technischer Hilfsmittel zur Kollisionsvermeidung, teils infolge Inkompatibilität der ausgesandten Signale mit den Empfangsmöglichkeiten der eingebauten Geräte (vgl. Abbildung 11).

³⁷ Vergleiche hierzu auch den [Schlussbericht Nr. 2411](#) über den schweren Vorfall (Fastkollision) zwischen dem Motorflugzeug Mooney M20J, HB-DIH, und einem Verband zweier Kampfflugzeuge F/A-18 der Schweizer Luftwaffe vom 15. Mai 2019.

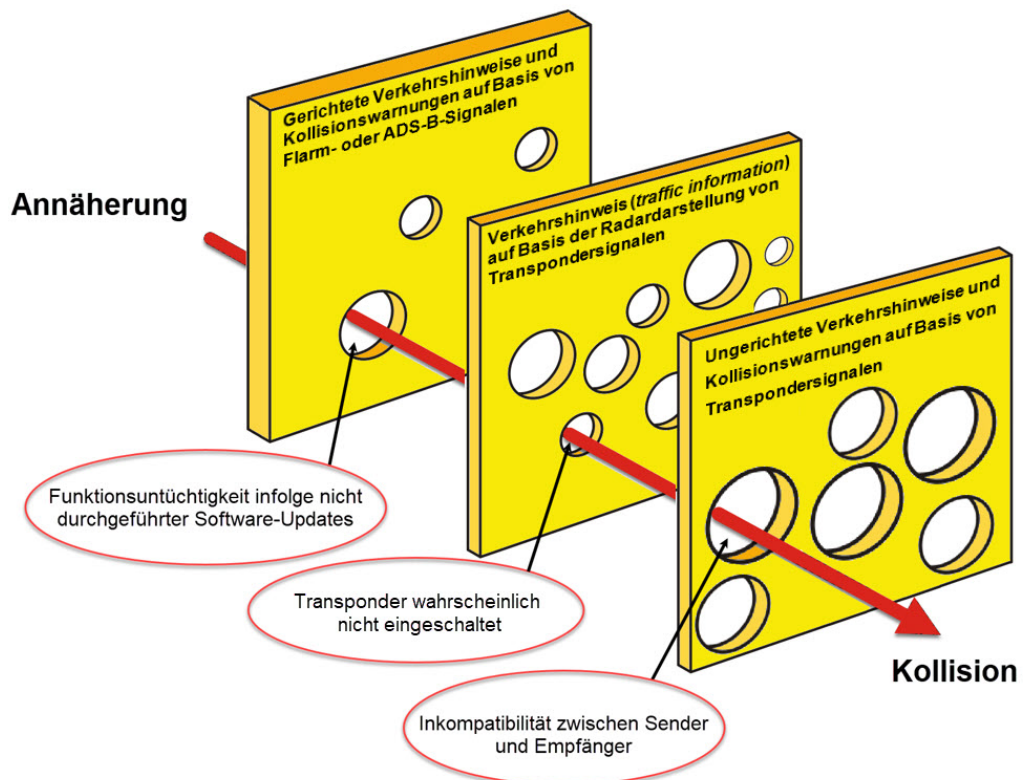


Abbildung 11: Darstellung der wesentlichen technischen Sicherheitsnetze, die im vorliegenden Fall wirkungslos blieben.

Die SUST ergänzt die in der Vergangenheit bereits aufgegriffenen Sicherheitsdefizite zu menschlichen und betrieblichen Aspekten im Bereich der Kollisionsverhütung (vgl. Kapitel 1.8.4) im vorliegenden Schlussbericht mit einem weiteren Sicherheitshinweis (vgl. Kapitel 4.2).

2.2.4 Überlebensaspekte

Beide Flugzeuge wurden als Folge der Kollision unkontrollierbar.

Die Insassen der HB-KLB hatten ab diesem Zeitpunkt keine Überlebenschance mehr.

Der Pilot der HB-3412 konnte zwar die Haube abwerfen, das Cockpit verlassen und den Auslösegriff seines Rettungsfallschirms betätigen, dennoch war die Rettung nicht erfolgreich. Der steile Absturz des Segelflugzeuges in Richtung des stark ansteigenden Geländes führte in Kombination zu einer kurzen Zeitdauer von rund 15 Sekunden zwischen der Kollision und dem Aufprall am Boden. Es gibt keine Hinweise, dass der Rettungsfallschirm nicht funktionstüchtig gewesen wäre. Entsprechend muss davon ausgegangen werden, dass die Umstände des Absturzes – insbesondere die Lage und Bewegung des Segelflugzeuges und damit einhergehend die einwirkenden Kräfte sowie die zeitlichen Verhältnisse – dergestalt waren, dass der Rettungsversuch des Piloten nicht erfolgreich war.

Für solche Fälle eines Kontrollverlustes, zum Beispiel als Folge einer Kollision, ist das Konzept des ballistischen Fallschirmrettungssystems (*Ballistic Parachute System* – BPS) prädestiniert. Es erlaubt – sofern die Besatzung noch handlungsfähig ist –, rasch den Rettungsfallschirm auszuschiessen und geschützt durch die Zelle zu Boden zu schweben.

2.3 Aspekte zu Suche und Rettung

2.3.1 HB-KLB

Die HB-KLB bzw. deren Insassen wurden erst am anderen Morgen vermisst, nachdem sich das Flugzeug nicht wie erwartet in Neuchâtel befunden hatte. Dies zeigt, dass weder die Piloten, noch der Flugplatz Neuchâtel, noch die GVMN Vorkehrungen getroffen hatten, die sicherstellten, dass im Falle eines unvorhergesehenen Ereignisses zeitnah Nachforschungen ausgelöst werden.

Durch den Verzicht auf die Aufgabe eines Flugplanes verzichteten die Piloten auch auf die Sicherstellung des Alarmdienstes (*alerting service*) seitens der Flugsicherung. Die auf dem Flugplatz Samedan aufgegebene Fluganmeldung blieb diesbezüglich wirkungslos, was bei Fluganmeldungen auf Flugplätzen bekanntermassen generell so ist. Die inkorrekte Angabe im Feld «*Personen an Bord (POB)*» auf dieser Fluganmeldung führte nach dem Unfall im Rahmen der Abklärungen zu Unsicherheiten bezüglich der Anzahl der sich tatsächlich an Bord befindlichen Personen, was unterstreicht, wie wichtig korrekte Angaben in Flugplänen und Fluganmeldungen für die Suche und Rettung sind.

Der regelmässige und konsequente Kontakt mit dem FIC war sicherheitsbewusst, auch wenn er im vorliegenden Fall wirkungslos blieb, da der verlorene Funkkontakt nicht zur Auslösung von weiteren Nachforschungen und insbesondere nicht zur Alarmierung des Koordinationszentrums (*Rescue Coordination Centre – RCC*) führte.

Im Flugzeug war ein moderner 406-MHz-ELT installiert und dieser wurde beim Unfall auch ausgelöst, jedoch führte die Heftigkeit des Aufpralls in Kombination mit der Konstruktionsweise des Flugzeuges aus Holz dazu, dass der ELT aus dem Flugzeug geschleudert und die Antenne abgerissen wurde. Somit waren die Signale nur noch in unmittelbarer Umgebung der Unfallstelle empfangbar und der ELT blieb weitgehend wirkungslos.

2.3.2 HB-3412

Der Pilot wurde von seinen Kollegen auf dem Flugfeld Amlikon am Abend nach Ende des Flugbetriebs vermisst und diese lösten zeitnah Alarm aus, was die ganze Such- und Rettungsaktion in Gang setzte. Aufgrund der Tatsache, dass bei Streckenflügen die genaue Route und Zeitdauer schwierig im Voraus abzuschätzen sind, ist nachvollziehbar, dass man sich nicht schon früher Sorgen um den Piloten gemacht hatte. Hier können individuelle Alarmsysteme Abhilfe schaffen, die in regelmässigen Abständen während des Fluges den planmässigen Verlauf des Fluges bestätigen bzw. bei Ausbleiben dieser Bestätigungen automatisch zum Auslösen von Nachforschungen führen.

Aus den gleichen Gründen, also schwierig vorhersehbare Route und Zeitdauer, ist die Aufgabe eines Flugplanes für Streckenflüge nicht praktikabel bzw. müssen entsprechende Flugpläne ausreichend offen und unbestimmt formuliert werden, womit sie für die Zwecke des SAR weitgehend nutzlos sind. Dies mag erklären, wieso der Pilot im vorliegenden Fall auf die Aufgabe eines solchen verzichtete.

Die permanente Benutzung des Kollisionswarnsystems Flarm erlaubte durch Analyse der ausgesendeten Daten durch einen Experten von Flarm die rasche und präzise Lokalisation der Unfallstelle. Dies ist ein wertvoller Nebennutzen dieses Systems neben dem eigentlichen Bestimmungszweck der Kollisionsverhinderung.

Im Segelflugzeug war nur ein ELT älterer Bauart installiert, der nicht auf 406-MHz senden konnte und auch nicht beim BAZL registriert war. Darüber hinaus befand sich der Schalter in der Stellung «OFF», womit der ELT nutzlos war und seine

vorgesehene Wirkung nicht entfalten konnte. Dies zeigt, dass diesem Punkt generell und insbesondere vor Antritt des Fluges nicht die nötige Beachtung geschenkt wurde, was bereits bei vielen früheren Untersuchungen zu Segelflugzeugunfällen festgestellt wurde (vgl. z. B. [Schlussbericht Nr. 2238](#) oder [Schlussbericht Nr. 2382](#)). Für Segelflugzeuge bzw. allgemein für Flugzeuge, die nicht unter die ELT-Einbaupflicht fallen, besteht die Möglichkeit, für die Beschaffung und den Einbau von ELT Subventionsgelder (BV87) zu beantragen.

2.3.3 Such- und Rettungsdienst

Die für eine unmittelbare Alarmauslösung nach einem Unfall eigentlich vorgesehenen Hilfsmittel, die ELT, versagten beide, aus unterschiedlichen Gründen. Da der Unfall auch von niemandem beobachtet wurde und in einer abgelegenen Gebirgsregion passierte, blieb er zunächst unentdeckt, was die Such- und Rettungsaktion (*Search And Rescue – SAR*) verkomplizierte und verlängerte.

Die einzige verbliebene Möglichkeit, den Unfall zeitnah zu entdecken, war der verlorene Funkkontakt des FIC mit der HB-KLB. Zwar versuchte der FISO rund eine halbe Stunde nach dem letzten Kontakt, beim Flugplatz Locarno nach dem Verbleib der HB-KLB nachzufragen, und rief, als dort niemand mehr ans Telefon ging, die HB-KLB noch zweimal erfolglos auf der Frequenz auf. Aber all diese Bemühungen führten nicht zur Auslösung von weiteren Nachforschungen oder zu einer Alarmierung des Koordinationszentrums (*Rescue Coordination Centre – RCC*). Dieses Vorgehen entsprach gemäss Aussage des FIC zum Unfallzeitpunkt der gängigen Praxis, zumal ein Verlust von Funkkontakt mit dem FIC regelmässig und je nach topographischen Verhältnissen auch ziemlich vorhersehbar vorkommen würde. Dennoch wurde anlässlich des Debriefing der am SAR beteiligten Organisationen zum vorliegenden Fall erkannt, dass dieser Punkt unbefriedigend und verbesserungswürdig ist. Entsprechend wurde diesbezüglich eine neue Weisung erlassen (vgl. Kapitel 4.3.2), die in Zukunft bei einem vergleichbaren Fall zu einer Alarmierung des RCC führen würde.

Erst als der Segelflupilot auf seinem Heimflugfeld vermisst wurde, kam die Such- und Rettungsaktion in Gang. Die Kollegen alarmierten relativ zeitnah das RCC und führten parallel dazu eigene Abklärungen und Nachforschungen durch, dies war umsichtig und effizient. Insbesondere kontaktierten sie sehr rasch die Experten von Flarm, die aufgrund der Möglichkeit, von ihren Kollisionswarnsystemen ausgesandte Flugwegdaten auszuwerten, öfters auch von Seiten RCC bei SAR-Aktionen beigezogen werden, wobei sie dies in ihrer Freizeit und auf einer innerhalb der SAR-Organisation nicht klar definierten Basis tun. So führte die in kurzer Zeit durchgeführte Datenanalyse der Flugwegdaten der HB-3412 beim Experten von Flarm zur Erkenntnis, dass die HB-3412 mit grosser Wahrscheinlichkeit oberhalb von Bivio abgestürzt und dieser Absturz möglicherweise die Folge einer Kollision mit einem anderen Luftfahrzeug war. Dies unterstreicht den grossen Wert dieser Daten für SAR-Aktionen, bei denen Luftfahrzeuge mit installierten Flarmgeräten involviert sind, und es würde daher Sinn machen, die Experten von Flarm als integralen Bestandteil der SAR-Organisation bzw. als fixen Partner mit klar definierten Aufgaben und Rollenzuteilungen anzusehen.

In der Folge alarmierte der Flarm-Experte verzugslos direkt die Schweizerische Rettungsflugwacht (Rega), was nachvollziehbar und letztlich auch zielführend war, und informierte im Anschluss den SAR-Experten des BAZL, die Luftwaffe und weitere Stellen, um möglichst alle involvierten Parteien auf dem gleichen Wissensstand zu halten, was von der Absicht her umsichtig war. Allerdings entstand dabei in zweierlei Hinsicht der Eindruck, dass diverse Schnittstellen innerhalb der SAR-Organisation nicht reibungslos funktionierten und die Experten von Flarm bislang nicht richtig in die Organisation integriert worden waren: Einerseits aufgrund der

Tatsache, dass bei der Rega nicht realisiert wurde, wer da am Telefon ist und daher die gelieferten Informationen möglicherweise auch nicht richtig eingeordnet wurden, andererseits führte die Verwendung einer falschen E-Mail-Adresse seitens des Flarm-Experten dazu, dass seine Informationen zwar die Luftwaffe, nicht aber das RCC direkt erreichten.

Letztlich waren dann aber sämtliche beteiligten Organisationen, auch dank der aktiven Mithilfe des SAR-Experten des BAZL, wieder auf dem gleichen Kenntnisstand. Der SAR-Helikopter wurde ausgelöst, was bedeutet, dass sich die Besatzung auf den Weg zum Flugplatz macht, wo der SAR-Helikopter stationiert ist. Dies war sinnvoll, soll aber einmal mehr bewusst machen, dass von der Alarmierung des RCC bis zu einer allfälligen Auslösung des SAR-Helikopters bis zu dessen Start je nach Situation, Wochentag und Uhrzeit erhebliche Zeit verstreichen kann.

In der Zwischenzeit war der Rettungshelikopter der Rega bereits gestartet und dessen Besatzung konnte dank den von Flarm gelieferten Koordinaten der vermuteten Unfallstelle das Wrack der HB-3412 sehr rasch finden, was erneut den Wert dieser Daten für SAR-Aktionen unterstreicht.

Es ist nachvollziehbar, dass die Besatzung des Rettungshelikopters die auf der Notfrequenz wahrgenommenen ELT-Signale der HB-3412 zuordnete, obwohl die Signale in Wahrheit vom ELT der HB-KLB stammten, deren Wrack rund 600 m entfernt lag und aus der Luft in der mit Schnee gefüllten Mulde nicht einfach zu entdecken war. Wäre der Rettungshelikopter mit einer Ausrüstung zum Empfangen des HEX-Codes und Peilen von ELT ausgerüstet gewesen, wäre dieser Irrtum unmittelbar entdeckt worden, da erkennbar gewesen wäre, dass der empfangene ELT zur HB-KLB gehörte und nicht zum Segelflugzeug. Diesbezüglich hielt die SUST bereits im Rahmen einer früheren Untersuchung fest, dass anzustreben ist, sämtliche Rettungshelikopter entsprechend auszurüsten (vgl. [Schlussbericht Nr. 2338](#)). Die Rega teilte im Nachgang zum vorliegenden Unfall mit, dass Abklärungen für eine diesbezügliche Umsetzung für einen Teil ihrer Helikopterflotte laufen würden.

Ebenso war aus der Luft am Wrack der HB-3412 nicht erkennbar, dass es zu einer Kollision mit einem anderen Luftfahrzeug gekommen war. Das Wrack lag an exponierter und nicht einfach zugänglicher Stelle, weshalb ebenfalls nachvollziehbar ist, dass die Besatzung des Rettungshelikopters – die in erster Linie zur Rettung von Menschenleben da ist – auf eine Begutachtung des Wracks verzichtete und zurück zur Basis flog. Die Tatsache, dass sich die Besatzung nach der Landung bei der Einsatzzentrale nochmals bezüglich des möglichen zweiten Flugzeuges erkundigte, zeigt, dass dieser Hinweis wahrgenommen und auch ernstgenommen wurde.

Aufgrund der Tatsache, dass zu diesem Zeitpunkt aber kein zweites Flugzeug als vermisst galt, wurde der Hinweis als «Mutmassung» eingestuft, was er zu diesem Zeitpunkt ja auch war. Dennoch kann die Frage gestellt werden, ob es angesichts dieser Ausgangslage sinnvoll war, den bereits startbereiten SAR-Helikopter nicht mehr starten zu lassen, da das Wrack ja bereits gefunden worden war. Gemäss dem Prinzip, wonach gesucht werden soll, wenn auch nur der geringste Verdacht oder Zweifel besteht, hätte hier auch anders entschieden werden können. Der SAR-Helikopter mit seiner Peilvorrichtung hätte den ELT-Irrtum sofort aufgedeckt und die HB-KLB wäre wohl noch am Abend oder in der Nacht gefunden worden. Hier spielte wahrscheinlich die bereits oben angesprochene Schnittstellenthematik und die unklare Integration von Flarm eine Rolle, weshalb möglicherweise nicht allen beteiligten Organisationen klar war, woher der Hinweis auf ein mögliches zweites Flugzeug stammte und basierend auf welcher Expertise und Erfahrung dieser zustande gekommen war.

Als am anderen Morgen die HB-KLB auf dem Flugplatz Neuchâtel vermisst wurde, alarmierten die Verantwortlichen der GVMN relativ zeitnah das RCC, was richtig und sinnvoll war. In der Folge führte das RCC die in einem solchen Fall üblichen Standardabklärungen durch, obwohl bereits aufgrund der ersten Informationen klar war, dass sich die HB-KLB zum Zeitpunkt des Absturzes der HB-3412 potenziell in demselben Gebiet aufgehalten hatte. Ab diesem Zeitpunkt lag definitiv ein zweites vermisstes Flugzeug vor, und es bestand aufgrund der vorliegenden Informationen zumindest eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass es zu einer Kollision mit der HB-3412 gekommen sein könnte. Offenbar hatte man aber im RCC den Fall bzw. den Hinweis vom Vorabend nicht mehr präsent, was beispielsweise durch einen Schichtwechsel ohne entsprechende Übergabe erklärt werden könnte, oder man war aus anderen Gründen nicht in der Lage, den Link zwischen den zwei Fällen unmittelbar herzustellen. So verging etliche Zeit und es brauchte erneut eine Intervention seitens des SAR-Experten des BAZL, bis schliesslich der SAR-Helikopter ausgelöst wurde. Aber auch dann wurden keine direkten Suchmassnahmen vor Ort an der Unfallstelle der HB-3412 angeordnet, abgesehen vom Hinweis des SAR-Experten des BAZL an den SUST-Mitarbeiter, auf allfällige Kollisionsspuren am Wrack der HB-3412 zu achten. Dieser Hinweis war sinnvoll, hätte jedoch seine Wirkung möglicherweise eher entfaltet, wenn die Information einer möglichen Kollision bereits am Vorabend anlässlich der Information bezüglich des Unfalls der HB-3412 geflossen wäre – eine weitere Schnittstellenthematik.

So wurde die HB-KLB schliesslich von Personen entdeckt, die mit der Bergung der HB-3412 beschäftigt waren und die mehr oder weniger spontan beschlossen, die Zeit bis zum Eintreffen des SAR-Helikopters für eine lokale Suchaktion aus der Luft zu nutzen.

2.3.4 Fazit

Die in der [Studie der SUST über den SAR](#) erkannten und thematisierten Themenfelder haben seit der Publikation der Studie im Oktober 2016 offensichtlich nichts an Aktualität und Relevanz eingebüsst.

Auf Seite der Nutzer des SAR (vgl. dazu den Sicherheitshinweis Nr. 13 in der Studie) waren dies Folgende:

- Grundsätzlich scheint nach wie vor ein gewisses Informationsdefizit hinsichtlich der Funktionsweise und der Möglichkeiten und Limiten des SAR zu bestehen, was nur durch weitere Informationsbemühungen, insbesondere in der Pilotenausbildung, verbessert werden kann.
- Die Bedeutung von persönlichen Vorkehrungen, die sicherstellen, dass bei unvorhergesehenen Ereignissen zeitnah Nachforschungen ausgelöst werden, ist im vorliegenden Fall wieder besonders deutlich zu Tage getreten – viel Zeit ging verloren, bis überhaupt klar wurde, dass etwas nicht stimmte.
- Situationsgerecht hingegen war im vorliegenden Fall die relativ zeitnahe Alarmierung des RCC sowohl durch die Segelflugkollegen auf dem Flugfeld Amlikon am Samstagabend wie auch durch die Verantwortlichen der GVMN am Sonntagmorgen – sobald sie Kenntnis davon hatten bzw. vermuteten, dass etwas nicht stimmte, alarmierten sie das RCC.
- Die Bedeutung von nachvollziehbaren Flugwegen für eine rasche Eingrenzung oder gar Lokalisation der Unfallstelle wurde im vorliegenden Fall wieder eindrücklich untermauert – vom Zeitpunkt, ab dem mit der Analyse der Flarm-Daten der HB-3412 begonnen wurde, bis zum Auffinden des Wracks verging weniger als eine Stunde.

Auf Seite der ELT (vgl. dazu die Sicherheitsempfehlungen [Nr. 513](#) bis [Nr. 515](#) in der Studie) waren dies Folgende:

- Die Problematik nicht vorhandener, nicht zeitgemässer oder nicht eingeschalteter ELT kam auch im vorliegenden Fall wieder zum Tragen – es wäre aufgrund des Schadensbildes an der Unfallstelle möglich gewesen, dass ein funktionstüchtiger, moderner und eingeschalteter 406-MHz-ELT an Bord der HB-3412 korrekt funktioniert und so die Alarmierung unmittelbar ausgelöst hätte.
- Die Problematik der Zerstörung bzw. funktionsmässig starken Einschränkung der ELT durch das Unfallgeschehen war auch im vorliegenden Fall ein wesentlicher Faktor – hätte der ELT der HB-KLB seine Wirkung wie gewünscht entfaltet, wäre die Alarmauslösung unmittelbar erfolgt und es wäre sofort klar gewesen, um welches Flugzeug es sich handelte. Diesbezüglich ist allerdings festzuhalten, dass ein ELT grundsätzlich bei überlebbaaren Unfällen funktionieren soll – bei einem starken Aufprall oder einer Zerstörung des Luftfahrzeuges kann die Funktionstüchtigkeit nicht in jedem Fall sichergestellt werden.

Auf Seite der SAR-Organisationen (vgl. dazu die Sicherheitsempfehlungen [Nr. 516](#) und [Nr. 517](#) in der Studie) waren dies Folgende:

- Die Problematik der zahlreichen Schnittstellen und deren Pflege innerhalb der SAR-Organisation war auch im vorliegenden Fall wieder ein auffälliger Knackpunkt – so entstand insbesondere in Bezug auf die Experten von Flarm der Eindruck, dass diese nicht vorab institutionell eingegliedert worden und entsprechend auch den anderen Partnern nicht ausreichend bekannt waren.
- Die Thematik der Organisationsform und der Arbeitsweise des RCC war auch im vorliegenden Fall wieder auffällig – so entstand teilweise der Eindruck, dass das RCC nicht Dreh- und Angelpunkt der SAR-Aktion war, wie es eigentlich seine Aufgabe wäre, sondern eher eine Nebenrolle im ganzen Prozess spielte und die wesentlichen Inputs und Massnahmen von anderer Seite erfolgten. Insbesondere nahm das BAZL, das in erster Linie als Regulator und Aufsichtsorgan des SAR fungiert, eine sehr aktive und massgeblich mitbestimmende Rolle ein, was grundsätzlich nicht falsch ist, da dessen SAR-Experten über jahrelange Erfahrung in diesem Bereich verfügen und entsprechend qualifiziert sind. Es ist wahrscheinlich, dass diese eher untergeordnete Rolle des RCC und die auffällig aktive Rolle des BAZL dem Umstand der vielen Wechsel des RCC von der Rega zur Kantonspolizei Zürich und schliesslich per 1. Januar 2021 zur Luftwaffe geschuldet sind, die zur Folge hatten, dass immer wieder Erfahrung und Kompetenz transferiert und auch neu aufgebaut werden musste. Die Arbeit im RCC ist komplex und erfordert viel Erfahrung und Know-how, was nur über viele Jahre und über die aktive Begleitung von realen SAR-Prozessen aufgebaut werden kann. Diesem permanenten Erfahrungs- und Wissensaufbau waren die zahlreichen Wechsel des RCC sicherlich nicht förderlich.

SAR-Aktionen sind oft komplex und vielschichtig und involvieren viele verschiedene Organisationen. Diese hier war durch die widrigen Umstände mit Sicherheit besonders anspruchsvoll und komplex.

Da in Bezug auf den SAR keine neuen Sicherheitsdefizite erkannt wurden, sieht die SUST von weiteren Sicherheitsempfehlungen oder -hinweisen ab. Sie greift jedoch das in der Studie mit der Sicherheitsempfehlung [Nr. 517](#) adressierte Sicherheitsdefizit, das mit der Übertragung des RCC an die Luftwaffe ab dem 1. Januar 2021 als umgesetzt erachtet worden war, unter einer neuen Sicherheitsempfehlung wieder auf (vgl. Kapitel 4.1.1).

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Beide Flugzeuge waren zum Verkehr nach Sichtflugregeln (*Visual Flight Rules* – VFR) zugelassen.
- Das Kollisionswarnsystem an Bord der HB-KLB war nicht funktionstüchtig und wahrscheinlich nicht eingeschaltet.
- Der Transponder an Bord der HB-KLB war in Betrieb, verfügte jedoch nicht über eine ADS-B *out* Funktionalität.
- Das Kollisionswarnsystem an Bord der HB-3412 war in Betrieb und konnte Flarm- sowie ADS-B/Mode-S-Transpondersignale empfangen.
- Der Transponder an Bord der HB-3412 war nicht in Betrieb, da er wahrscheinlich nicht eingeschaltet war.
- Der Notsender (*Emergency Locator Transmitter* – ELT) an Bord der HB-KLB wurde ausgelöst, jedoch aus dem Flugzeug geschleudert und das Antennenkabel dabei abgerissen.
- Der Schalter des ELT älterer Bauart ohne 406-MHz-Funktionalität an Bord der HB-3412 befand sich in der Stellung «OFF».

3.1.2 Piloten

- Die Piloten besaßen die für den jeweiligen Flug notwendigen Ausweise.
- Beim Piloten A auf dem vorderen linken Sitz der HB-KLB war eine koronare Herzkrankheit dokumentiert. Es wurde eine Schädigung der Herzmuskelzellen durch einen Sauerstoffmangel festgestellt.
- An Bord der HB-KLB befand sich ein weiterer Pilot B, der auf dem vorderen rechten Sitz sass und während des Fluges Foto- und Videoaufnahmen machte.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des Piloten B der HB-KLB und des Piloten der HB-3412 während des Unfallfluges vor.
- Für die Flüge der HB-KLB und der HB-3412 lagen keine Flugpläne vor.
- Die HB-KLB war auf dem Hinflug nach Samedan während rund 40 Minuten in Druckhöhen zwischen etwa 10 000 und 13 000 ft geflogen ohne Verwendung von Zusatzsauerstoff für die Insassen.
- Der Pilot der HB-3412 benutzte während des Fluges Zusatzsauerstoff.

3.1.3 Flugverläufe

- Der Pilot des einsitzigen Segelflugzeuges HB-3412 startete um 12:15 Uhr auf dem Flugfeld Amlikon, wendete um 15:33 Uhr auf rund 3700 m/M in der Gegend des Matterhorns, gelangte zum Piz Platta, wo er kreiste und Höhe gewann, und gleitete schliesslich um 17:26 Uhr aus einer Höhe von 3450 m/M in Richtung Piz Neir ab.
- Der Pilot hatte während des gesamten Fluges keinen Kontakt mit dem Fluginformationszentrum (*Flight Information Centre* – FIC).

- Das viersitzige Motorflugzeug HB-KLB startete um 17:19 Uhr auf dem Flugplatz Samedan mit zwei Piloten und zwei Passagieren an Bord und flog in einem kontinuierlichen Steigflug in Richtung Julierpass.
- Um 17:27:52 Uhr meldete sich der Pilot A kurz nach Überfliegen des Julierpasses beim FIC Zürich; kurz darauf erschien die Radaretikette der HB-KLB auf dem Radardisplay des Fluginformationsdienstmitarbeiters (*Flight Information Service Officer – FISO*).
- Der Kontakt mit dem FIC dauerte bis um 17:28:42 Uhr. Es deutete in dieser Kommunikation nichts auf ein Problem oder eine drohende Gefahr hin.
- Unmittelbar darauf kam es westlich des Piz Neir auf einer Höhe von fast 3200 m/M und rund 600 m über Grund zur Kollision zwischen der HB-KLB und der HB-3412.
- Als Folge der Kollision wurden beide Flugzeuge unkontrollierbar und stürzten ab.
- Der Pilot der HB-3412 versuchte, sich mit dem Rettungsfallschirm zu retten.
- Alle Insassen wurden tödlich verletzt, die beiden Flugzeuge zerstört.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Wetter war trocken und windschwach; die Sicht betrug mehr als 10 km.
- Ausgedehnte Felder mit flachen Quellwolken führten zu wechselnden Beleuchtungsverhältnissen; die Wolkenbasis lag auf rund 4000 m/M.
- Der Mode-S-Transponder der HB-KLB antwortete auf die Mode-A/C-Anfrage der Radar-Bodenstation mit Mode-A/C-Signalen, die vom Kollisionswarngerät der HB-3412 nicht verarbeitet werden konnten.

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 Unfall, bei dem ein Motorflugzeug und ein Segelflugzeug im Reiseflug miteinander kollidierten und in der Folge abstürzten, ist darauf zurückzuführen, dass die Piloten das jeweils andere Luftfahrzeug nicht rechtzeitig visuell wahrnahmen, wozu funktionsuntüchtige bzw. nicht eingeschaltete bzw. inkompatible technische Hilfsmittel zur Kollisionsvermeidung mitursächlich waren.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Nach internationalen³⁸ und nationalen³⁹ Rechtsgrundlagen richten sich alle Sicherheitsempfehlungen an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates. In der Schweiz ist dies das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) oder die supranationale Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit (*European Union Aviation Safety Agency – EASA*). Die zuständige Aufsichtsbehörde hat darüber zu entscheiden, 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 SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes oder von ausländischen Aufsichtsbehörden unter www.sust.admin.ch und ermöglicht so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

Die SUST erkannte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung weder in technischer, betrieblicher oder menschlicher Hinsicht noch in Bezug auf den Such- und Rettungsdienst (*Search and Rescue – SAR*) neue Sicherheitsdefizite, weshalb sie von weiteren Sicherheitsempfehlungen absieht.

Die im Bereich des SAR ausgesprochene Sicherheitsempfehlung [Nr. 517](#), ein Ausfluss aus der im Oktober 2016 veröffentlichten [Studie der SUST über den SAR](#), war mit der Übertragung des Koordinationszentrums (*Rescue Coordination Center – RCC*) der zivilen Luftfahrt an die Luftwaffe ab dem 1. Januar 2021 als umgesetzt erachtet worden.

Im Rahmen der vorliegend untersuchten Themenfelder im Bereich des SAR kam die SUST jedoch zum Schluss, dass die Organisationsform und die Arbeitsweise des RCC verbessert werden sollten.

4.1.1 Organisationsform und Arbeitsweise des Such- und Rettungsdienstes

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 12. Juni 2021 kam es westlich des Piz Neir (GR) zu einer Kollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Segelflugzeug, in deren Folge alle Insassen ums Leben kamen.

Die Aufgaben im Bereich des Such- und Rettungsdienstes (*Search And Rescue – SAR*) sind oftmals komplex und vielschichtig und laufen unter Beteiligung vieler verschiedener Organisationspartnern ab. Die Arbeit im Koordinationszentrum (*Rescue Coordination Centre – RCC*) erfordert viel Erfahrung und Know-how, was nur über viele Jahre und über die aktive Begleitung von realen SAR-Prozessen aufgebaut werden kann.

Im Rahmen der Untersuchung zeigte sich in Bezug auf die Thematik der Organisationsform und der Arbeitsweise des RCC ein Verbesserungspotential. Das RCC, das seit dem 1. Januar 2021 unter der Führung der Luftwaffe steht, war nicht

³⁸ Anhang 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.

³⁹ Artikel 48 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) vom 17. Dezember 2014, Stand am 1. Juli 2024 (VSZV, SR 742.161)

durchgängiger Dreh- und Angelpunkt der SAR-Aktion. Ebenso entstand insbesondere in Bezug auf die Experten der Firma Flarm Technology Ltd der Eindruck, dass diese nicht vorab institutionell eingegliedert worden und entsprechend auch den anderen Partnern nicht ausreichend bekannt waren. Die in der Vergangenheit zahlreichen Wechsel der RCC-Führung waren dem Erfahrungs- und Wissensaufbau nicht zuträglich.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 595

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) sollte zusammen mit dem Koordinationszentrum (*Rescue Coordination Centre – RCC*) die Organisationsform und die Arbeitsweise des RCC überprüfen und allenfalls anpassen.

4.2 Sicherheitshinweise

Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen in Form von Sicherheitshinweisen veröffentlichen⁴⁰, wenn eine Sicherheitsempfehlung nach der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 nicht angezeigt erscheint, formell nicht möglich ist oder wenn durch die freiere Form eines Sicherheitshinweises eine grössere Wirkung absehbar ist.

4.2.1 Kollisionsverhütung

4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 12. Juni 2021 kam es westlich des Piz Neir (GR) zu einer Kollision zwischen einem Motorflugzeug und einem Segelflugzeug, in deren Folge alle Insassen ums Leben kamen.

Im Rahmen der Untersuchung zeigte sich, dass sowohl technische wie auch menschliche und betriebliche Aspekte im Bereich der Kollisionsverhütung, die bereits im Rahmen früherer Untersuchungen erkannt und mit entsprechenden Sicherheitsempfehlungen adressiert worden waren, wiederum eine Rolle gespielt hatten.

Die SUST ruft daher mit dem folgenden, umfassenden Sicherheitshinweis Möglichkeiten zur Verbesserung der Kollisionsverhütung im Sichtflug in Erinnerung.

4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 56

Zielgruppe: Piloten, Fluglehrer, Flugschulen, Halter und Betreiber von Luftfahrzeugen

Das Prinzip «*see and avoid*» («sehen und ausweichen») zur Kollisionsvermeidung funktioniert nicht immer zufriedenstellend. Aus diesem Grund sollte es durch technische und betriebliche Hilfsmittel zur Kollisionsverhütung ergänzt werden, in Richtung eines Prinzips «*sense and avoid*» («wahrnehmen und ausweichen»).

Zu diesem Zweck können dienen:

- Untereinander kompatible Kollisionswarngeräte;
- Transponder/ADS-B *out*;
- Kollisionswarnlichter;
- Auffällige Farbgebung;
- Regelmässige und sinnvolle Positionsmeldungen am Funk.

⁴⁰ Artikel 56 der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) vom 17. Dezember 2014, Stand am 1. Juli 2024 (VSZV, SR 742.161)

Technische Hilfsmittel sind nur dann von Nutzen, wenn sie korrekt eingebaut und instandgehalten sind, so dass ihre Funktionstüchtigkeit sichergestellt ist. Dazu gehören insbesondere auch notwendige Software- und Datenbanken-Updates.

Weiter können diese Hilfsmittel ihre Wirkung nur dann entfalten, wenn ihre Benutzer über die Funktionsweise und die Möglichkeiten und Limiten im Bilde sind, so dass sie diese Hilfsmittel adäquat und zielführend zur Unterstützung der Kollisionsverhütung einsetzen können.

4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

4.3.1 Software-Updates

Die Firma Flarm Technology Ltd gab betreffend die Problematik der ausfallenden Funktionstüchtigkeit, wenn Firmware-Updates an Flarm-Geräten nicht regelmässig durchgeführt werden, zur Antwort, dass man sich der Thematik «fehlender Software-Updates» bewusst sei. Diese seien frei verfügbar und einfach zu installieren (vgl. FTD-073, vgl. Kapitel 2.1.1). Trotzdem nähme Flarm das Thema ernst und arbeite an einer Methode, die ein Weiterfunktionieren abgelaufener Software erlaube, ohne dass das Funknetzwerk aufgrund von fehlender Kompatibilität degradiere, während die Fähigkeit zur Innovation des Netzwerks weitgehend erhalten bleibe.

Da Flarm ein kooperatives Netzwerk bilde, in dem viele Geräte jederzeit im konstanten Austausch mit vielen anderen Geräten seien, sei dieser Wechsel komplex: So dürfe es zu keiner Zeit zu einer Unterbrechung der Funktion kommen und Zehntausende von Geräten unterschiedlicher Bauart müssten rechtzeitig auf das neue Schema aktualisiert werden.

Flarm hoffe, den Wechsel im Jahr 2024 vollziehen zu können.

4.3.2 Weisung zur Verbesserung des Alarmdienstes

Auf Anordnung des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) erliess das Flugsicherungsunternehmen Skyguide per 13. Januar 2022 eine Weisung (*Operational Service Order*), wonach zur Verbesserung des VFR-Alarmdienstes (*VFR alerting service*) sämtliche Flüge in Kontakt mit einer Flugsicherungsstelle denselben Service in Bezug auf den Alarmdienst erhalten sollen, unabhängig davon ob ein Flugplan (*Flight Plan* – FPL) vorliegt oder nicht.

Konkret bedeutet dies u. a., dass bei Verlust von Funkkontakt mit einer Flugsicherungsstelle – wie beispielsweise im vorliegenden Fall geschehen – in jedem Fall die Ungewissheitsstufe (*Uncertainty Phase* – INCERFA) ausgelöst und das RCC entsprechend informiert werden muss.

4.3.3 SAR als Traktandum an FI-Refresher-Seminaren und in der Grundausbildung

Mit Schreiben vom 2. Juni 2023 teilte das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) mit, dass im Februar 2023 alle Flugschulen (ATOs und DTOs) wie folgt angeschrieben worden seien:

«Das Bundesamt für Zivilluftfahrt, die Flugsicherung und Rettungsdienste sind jährlich mit rund 800 Fehlalarmen konfrontiert. Es handelt sich bei diesen Fällen um die erste Alarmstufe, wenn ein Luftfahrzeug gemäss Flugplan überfällig ist. Diese tritt ein, wenn der Flugplan eines Luftfahrzeugs 30 Minuten nach der genannten Flugzeit noch aktiv ist (Total Estimated Elapsed Time – EET). Diese Zahl

von Fehlalarmen möchten wir markant reduzieren, um insbesondere die Ressourcen von ATC und Rettungskräften für den Ernstfall zu entlasten.

Um diesem Thema im Rahmen der Flugschulen gerecht zu werden, ergreifen wir zwei Massnahmen, welche durch die bewilligten und deklarierten Flugschulen, die ATOs und DTOs, umgesetzt werden müssen:

- a. Erstens durch ein spezielles Traktandum an jedem FI-Refresher-Seminar;*
- b. Zweitens durch die Verbesserung der Grundausbildung von Pilotinnen und Piloten.»*

4.3.4 Installation von Aussenantennen für die Flarm-Geräte der Flugzeuge der GVMN

Mit Schreiben vom 11. Mai 2023 teilte die GVMN mit, dass kürzlich für die Flarm-Geräte der beiden Robin-Flugzeuge des Vereins je drei Aussenantennen (zwei Flarm- und eine ADS-B-Antenne) installiert worden seien und dass damit eine signifikante Verbesserung des Signals erzielt werden konnte.

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, 20. August 2024

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

Anlage 1: Flugweg der HB-3412

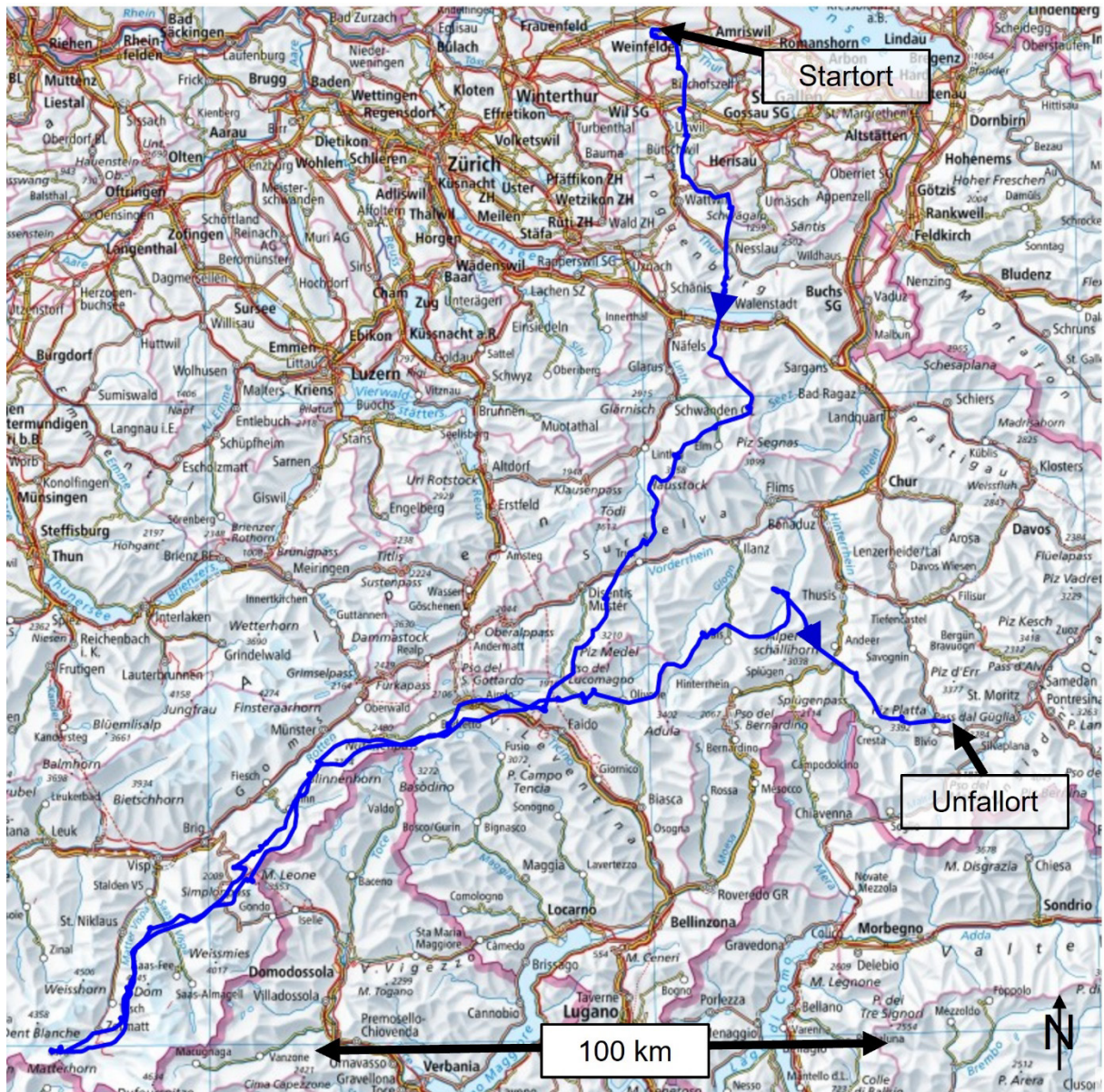


Abbildung 12: Flugweg der HB-3412 gemäss Flugwegaufzeichnung (blau). Quelle der Basiskarte: Bundesamt für Landestopografie.

Anlage 2: Chronologische Auflistung der Ereignisse im Rahmen der Suche und Rettung

Die folgende Tabelle enthält sämtliche relevanten Ereignisse der Such- und Rettungsaktion (*Search And Rescue – SAR*) gemäss zusammengeführter Protokolle der an der SAR-Aktion beteiligten Organisationen. Ein Glossar zur Erklärung der Abkürzungen findet sich im Anschluss an die Tabelle.

Zeitpunkt	Dauer seit Unfall	Ereignis
17:29	0:00	Unfall
18:00	0:31	FIC Zürich versucht, den Flugplatz Locarno anzurufen, um sich nach der HB-KLB zu erkundigen. Keine Antwort am Telefon.
18:01	0:32	FIC Zürich ruft HB-KLB zweimal auf der Frequenz auf. Keine Antwort.
18:22	0:53	Die letzten vier Streckenflieger landen zwischen 18:00 und 18:22 auf dem Flugfeld Amlikon. Kollegen hatten mit dem Piloten der HB-3412 Funkkontakt, als er im Matteredtal war.
19:30	2:01	Auf dem Flugplatz Amlikon beginnt man sich Sorgen um den Piloten der HB-3412 zu machen. Mittels GliderTracker und FlightRadar kann die HB-3412 nicht geortet werden; es sind aber noch andere Segelflugzeuge in der Luft. Kein Funkkontakt vom Boden aus möglich. WhatsApp Meldungen kommen nicht an. Telefonisch ist auch kein Kontakt möglich. Weitere periodische Kontaktversuche bleiben erfolglos.
19:45	2:16	Ein Kollege vom Flugplatz Amlikon fährt mit einer Bodenstation an einen günstigeren Ort mit Sichtverbindung in die Alpen und versucht vergeblich, Funkkontakt zur HB-3412 aufzunehmen. Es wird beschlossen, einen Suchflug zu unternehmen, primär mit der Absicht, Flugzeuge per Funk zu kontaktieren, die ggf. als Relais helfen können. Der Flugplatzleiter wird informiert, dieser prüft ebenfalls über OGN-Tools, ob er die HB-3412 orten kann.
20:05	2:36	Der Flugplatzleiter Amlikon informiert das RCC, dass die HB-3412 vermisst wird. Es liegt kein FPL vor. Es gingen keine ELT-Notsignale ein.
20:16	2:47	Kollegen vom Flugplatz Amlikon versuchen vergeblich, telefonisch einen SAR-Experten von FLARM Technology Ltd (in der Folge SAR-FLARM bezeichnet) zu erreichen.
20:23	2:54	Der SAR-FLARM meldet sich bei den Kollegen auf dem Flugplatz Amlikon und erfährt, dass die HB-3412 vermisst wird; letzter Kontakt um ca. 16:00 im Raum Matteredtal. Er verspricht, sofort mit der Datenanalyse zu beginnen und empfiehlt, beim RCC Druck zu machen, damit man noch bei Tageslicht handeln kann. Im Anschluss kontaktiert der Flugplatzleiter Amlikon erneut das RCC, um über die letzten Funkkontakte im Wallis zu informieren und bittet um eine mobile Ortung. Das RCC beginnt in der Folge mit der Suche nach der HB-3412: > Anruf FIC Zürich: Kein Kontakt auf der Frequenz > Anruf FIC Genf: Kein Kontakt auf der Frequenz.
20:30	3:01	Kollegen vom Flugplatz Amlikon starten zu einem Suchflug in Richtung Amden-Wildhaus-Bad Ragaz und rufen erfolglos auf verschiedenen Frequenzen auf. Kontakt mit dem Flugplatz Bad Ragaz; es sind noch Flugzeuge im Prättigau unterwegs.
20:38	3:09	Der SAR-FLARM versucht, die Flarm-ID der HB-3412 zu ermitteln, um die Daten analysieren zu können. In der HB-3412 wurde ein neues Flarm eingebaut und die ID wahrscheinlich im OGN nicht aktualisiert. Mittels der genauen Startzeit gelingt die Zuordnung der ID dann aber.
20:46	3:17	Der SAR-FLARM informiert die Kollegen auf dem Flugplatz Amlikon über den Suchraum Engadin; diese fliegen in Richtung Bad Ragaz.
20:47	3:18	Der SAR-FLARM alarmiert die Rega und teilt den aufgrund der Datenanalyse bestimmten Suchort (Koordinaten der vermuteten Unfallstelle der HB-3412) bei Bivio/Julier mit.
20:48	3:19	Der SAR-FLARM informiert die Kollegen auf dem Flugplatz Amlikon und schickt ihnen die IGC-Daten; nach Analyse der Daten brechen diese ihren Suchflug ab.
20:53	3:24	Die HEZ der Rega bietet die Crew der Basis Untervaz auf und teilt dieser die Koordinaten mit; die Crew will den Suchscheinwerfer montieren und dann losgehen.
20:56	3:27	Der SAR-FLARM ruft den SAR-Experten des BAZL (in der Folge SAR-BAZL bezeichnet) an und informiert ihn über das vermisste Segelflugzeug, seinen Anruf bei der Rega und die Position bei Bivio/Julier. Im Anschluss kontaktiert der SAR-BAZL das RCC.

Zeitpunkt	Dauer seit Unfall	Ereignis
20:59	3:30	Der SAR-FLARM ruft nochmals den SAR-BAZL an und teilt diesem seine Einschätzung aufgrund der Datenlage mit, dass es sich um eine Kollision handeln könnte, so dass ein zweites Flugzeug da liegen könnte. Im Anschluss kontaktiert der SAR-BAZL das RCC; dieses versucht via Fedpol eine Natelpeilung auszulösen und bietet via den SDO den SAR-Helikopter auf; der PIC solle das RCC vor dem Start anrufen zwecks neuestem Stand/Update.
21:00	3:31	Der SAR-FLARM ruft die HEZ an und erwähnt die Möglichkeit, dass es ein zweites Wrack geben könnte, wonach man Ausschau halten soll.
21:06	3:37	Abflug des Rega-Rettungshelikopters ab der Basis Untervaz.
21:06	3:37	Das RCC informiert die Rega, dass der SAR-Helikopter ab Alpnach ebenfalls losfliege; es werde vermutet, dass eine Kollision von 2 Segelflugzeugen vorliege.
21:09	3:40	Die HEZ informiert die Crew des Rettungshelikopters, dass der SAR-Helikopter ab Alpnach ebenfalls unterwegs sei und allenfalls eine Kollision von 2 Segelflugzeugen vorliege; die Crew gibt Bescheid, wenn sie einen zusätzlichen Rettungshelikopter vor Ort haben möchte.
21:14	3:45	Der SAR-FLARM versendet eine E-Mail mit den Koordinaten der vermuteten Unfallstelle und dem Hinweis auf ein mögliches 2. Flugzeug an die Rega, die Luftwaffe ⁴¹ , den SAR-BAZL und die Fedpol.
21:21	3:52	Die Crew des Rettungshelikopters meldet der HEZ, dass sie das Flugzeug (HB-3412) gesichtet habe.
21:22	3:53	Der SAR-FLARM versendet nochmals eine E-Mail an den gleichen Empfängerkreis wie die erste E-Mail mit der vermuteten Unfallstelle der HB-3412 in Schweizer Koordinaten und den ausgewerteten Flugwegdaten als kml-File im Anhang.
21:25	3:56	Sonnenuntergang gemäss VFR-Manual
21:27	3:58	Die Crew des Rettungshelikopters meldet der HEZ, dass der Pilot der HB-3412 tödlich verletzt worden sei und dass sie ELT-Signale empfangen, aber kein zweites ELT gehört hätte. Der SAR-Helikopter sei noch nicht vor Ort.
21:31	4:02	Der SAR-FLARM sendet dem SAR-BAZL eine Nachricht mit einem Bild des letzten Teils des ausgewerteten Flugwegs der HB-3412 inkl. Höhenprofil.
21:38	4:09	Die HEZ erkundigt sich beim SAR-FLARM, ob das Segelflugzeug einsitzig sei, was dieser bestätigt.
21:42	4:13	In Rücksprache mit der Polizei und der Staatsanwaltschaft wird beschlossen, die Bergung der Leiche des Piloten der HB-3412 auf den nächsten Tag zu verschieben. Die Crew des Rettungshelikopters beschliesst, zurück zur Basis zu fliegen.
21:48	4:19	Die Crew des Rettungshelikopters meldet der HEZ, dass ein Gewitter im Anzug sei und bestätigt, nur 1 ELT empfangen zu haben.
21:51	4:22	Die HEZ informiert das RCC, dass die Crew des Rettungshelikopters das Flugzeug gefunden und dass sie nur 1 ELT empfangen habe, dass ein Gewitter aufziehe und Fliegen gerade nicht mehr möglich sei; die Crew fliege nun zurück zur Basis.
21:57	4:28	Der SAR-FLARM versendet eine weitere E-Mail an den gleichen Empfängerkreis wie die E-Mails zuvor mit dem Hinweis, dass er zum fraglichen Zeitpunkt und im betreffenden Gebiet kein weiteres Flugzeug in der Flarm-Datenbank und auch nicht bei FlightRadar finde; falls allerdings das RCC Schweiz oder ein benachbartes ausländisches RCC ein vermisstes Flugzeug habe, das grob in der Gegend sein könnte (Julier, 17:29 Lokalzeit, 15:29 UTC), dann solle bitte die Gegend nach einem 2. Flugzeug abgesucht werden; insofern empfehle er eine sofortige Abfrage bei den benachbarten RCC. Ebenso könnte das Wrackbild einigermaßen rasch Hinweise liefern, ob eine Kollision wahrscheinlich oder ausgeschlossen ist; wenn möglich solle dies so rasch wie möglich festgestellt werden.
22:01	4:32	Landung des Rettungshelikopters auf der Basis Untervaz.
22:05	4:36	Der SDO meldet, dass der SAR-Helikopter nicht starte, weil die Rega das Flugzeug lokalisiert habe.
22:05	4:36	Ende der bürgerlichen Abenddämmerung gemäss VFR-Manual

⁴¹ Die verwendete E-Mail-Adresse war nicht diejenige des RCC, d. h. diese E-Mail erreichte zwar die Luftwaffe, aber nicht direkt das RCC

Zeitpunkt	Dauer seit Unfall	Ereignis
22:09	4:40	Die Crew des Rettungshelikopters erkundigt sich bei der HEZ, ob es sich beim 2. Flugzeug nur um eine Mutmassung handle, dies wird von der HEZ bestätigt. Es lägen keine 2. Vermisstmeldung und keine konkreten Hinweise vor.
22:47	5:18	Die Luftwaffe schreibt dem SAR-FLARM eine E-Mail und bedankt sich für die Informationen; das RCC Schweiz bearbeite den Fall.
23:52	6:23	Die KaPo Graubünden (GR) plant folgende Einsatzmittel für die Bergung der HB-3412 und der Leiche des Piloten am Folgetag: > SUST: 2 Personen per Helikopter von Payerne nach Samedan (Landung 09:00) > KaPo: Treffpunkt Flugplatz Samedan 08:00 > Alpinpolizei: 4 Personen > FEL: 2 Personen > KTD: 1 Person > Heli Bernina
04:55	11:26	Beginn der bürgerlichen Morgendämmerung gemäss VFR-Manual
05:35	12:06	Sonnenaufgang gemäss VFR-Manual
09:20	15:51	Ein Clubmitglied informiert den Präsidenten der GVMN, dass die HB-KLB nicht auf dem Flugplatz Neuchâtel sei, dass das Flugzeug gestern in Samedan gestartet sei aber die beiden Piloten nicht auf Telefonanrufe antworten würden.
09:25	15:56	Der Präsident der GVMN erkundigt sich bei Skyguide unter der Telefonnummer 0800 437 837 zum Schliessen der Flugpläne in der Schweiz, ob Informationen über die HB-KLB vorliegen würden, ohne Ergebnis.
10:11	16:42	Der Präsident der GVMN informiert das RCC über das Fehlen der HB-KLB und teilt die ihm bekannten Details mit: Flug am Samstag mit 2 Piloten und 2 Passagieren von Neuchâtel (15:30) nach Samedan und dann von Samedan (17:19) nach Locarno, das Flugzeug ist nicht zurück in Neuchâtel, Crew und Passagiere sind nicht erreichbar, Locarno habe bestätigt, dass das Flugzeug nie dort gelandet sei. Im Anschluss tätigt das RCC folgende Abklärungen bezüglich der HB-KLB: > Kein FPL für den Flug von Samedan nach Locarno > Anruf FIC Zürich: Abklärungen, ob Kontakt bestanden hat, werden eine Weile dauern > Anruf FIC Genf: Kontakt hat bestanden, allerdings auf dem Abschnitt Neuchâtel - Samedan > Flug in FlightRadar nicht gefunden > Telefonischer Kontakt mit Crew und Passagieren nicht möglich > Auftrag an das BAKOM, die Notfrequenz 121.5 MHz abzuhören > Rückversichert bei Locarno: Definitiv keine Flugbewegung der HB-KLB am Samstag > Auftrag an die Luftwaffe, die Primärradardaten zu prüfen.
11:23	17:54	Das RCC informiert den SAR-BAZL; dieser kontaktiert in der Folge den Flugplatz Samedan und einen der Mitarbeiter der SUST vor Ort.
11:36	18:07	Das FIC Zürich meldet sich beim RCC mit der Information, dass der letzte Kontakt mit der HB-KLB um 15:20 UTC über dem Julierpass bestanden und die Crew mitgeteilt habe, dass eine Route via San Bernardino geplant sei. Danach hätte das FIC noch 2 Versuche zur Kontaktaufnahme getätigt, ohne eine Antwort erhalten zu haben.
11:45	18:16	Das RCC erkundigt sich beim Präsidenten der GVMN, ob die HB-KLB mit Flarm ausgerüstet sei. Dieser bestätigt das, erwähnt aber, dass die letzte Version der Firmware nicht aktualisiert worden sei. Im Anschluss informiert das RCC den SAR-BAZL; dieser nimmt sich den Abklärungen bezüglich der Datenauswertung an.
11:53	18:24	Das BAKOM empfängt kein Signal auf 121.5 MHz.
11:54	18:25	Der SAR-BAZL informiert den SAR-FLARM per E-Mail, dass ein 2. Flugzeug gesucht wird: HB-KLB, Start um 17:15 in Samedan via Julier-San Bernardino-Locarno, letzter Kontakt um 17:20 mit dem FIC, 4 Personen an Bord, Flarm installiert, Kontaktperson: Präsident der GVMN.
11:54	18:25	Der SAR-Helikopter wird ausgelöst. Die KaPo GR wird informiert.
12:08	18:39	Das RCC Italien meldet dem RCC, dass keine Informationen vorhanden seien.
12:18	18:49	Das RCC erkundigt sich bei der Rega nach den Koordinaten der Absturzstelle der HB-3412; es werde noch ein 2. Flugzeug vermisst. Im Anschluss gibt das RCC diese Information an die Crew des SAR-Helikopters weiter.

Zeitpunkt	Dauer seit Unfall	Ereignis
12:18	18:49	Der SAR-BAZL erkundigt sich beim Präsidenten der GVMN bezüglich des Flarm; sie hätten keine Flarm-Daten empfangen.
12:31	19:02	Der SAR-BAZL schickt einem der Mitarbeiter der SUST vor Ort eine Nachricht, bitte die HB-3412 auf Spuren einer Kollision zu untersuchen, da die HB-KLB zur selben Zeit am selben Ort gewesen sei und vermisst werde. Der Mitarbeiter der SUST antwortet, bislang keine Evidenz dafür am Wrack des Segelflugzeuges gefunden zu haben.
12:39	19:10	Das RCC fragt bei der Fedpol bezüglich Handyortung nach; beide Geräte sind nicht eingeloggt. Das Pikett sei aufgeboten, um die letzten bekannten Standorte herauszufinden.
12:50	19:21	Der SAR-FLARM ruft den SAR-BAZL an und erfährt dieselben Informationen, die dieser bereits zuvor per E-Mail geschickt hatte.
12:57	19:28	Der SAR-FLARM ruft den Präsidenten der GVMN an, erfährt aber keine für SAR relevanten Neuigkeiten.
13:27	19:58	Der SAR-Helikopter startet; Koordination mit der KaPo GR besteht.
13:38	20:09	In Absprache mit der Crew des SAR-Helikopters bietet das RCC die Rega zur Suchunterstützung noch nicht auf; eine Vorinformation an die Rega wird gemacht.
13:40	20:11	Personen vor Ort, die mit der Bergung der HB-3412 beschäftigt sind, beschliessen bis zum Eintreffen des SAR-Helikopters einen Suchflug mit dem vor Ort vorhandenen Helikopter der Heli Bernina zu machen und entdecken das Wrack der HB-KLB.

Tabelle 4: Chronologische Auflistung der Ereignisse der SAR-Aktion.

Glossar

BAKOM	Bundesamt für Kommunikation
ELT	<i>Emergency Locator Transmitter</i> , automatischer Notsender
Fedpol	<i>Federal Office of Police</i> , Bundesamt für Polizei
FEL	Fliegender Einsatzleiter (der Polizei)
FIC	<i>Flight Information Centre</i> , Fluginformationszentrale
FLARM-ID	aus 6 Zeichen bestehender individueller Identifikationscode eines Flarm-Systems; bei Luftfahrzeugen mit Transponder muss die FLARM-ID zwingend mit der ICAO HEX-Adresse des Luftfahrzeuges übereinstimmen
FlightRadar	Flightradar24.com, Onlinedienst zur Echtzeit-Positionsdarstellung von Luftfahrzeugen (Transponder-basiert)
FPL	Flugplan
GliderTracker	glidertracker.org - OGN Websocket Client, Onlinedienst zur Echtzeit-Positionsdarstellung von Luftfahrzeugen (Flarm-basiert)
HEZ	Helikoptereinsatzzentrale der Rega
IGC-Daten	<i>International Gliding Commission</i> , Dateiformat von Flugwegaufzeichnungen in Flarmsystemen (u. a.)
KaPo	Kantonspolizei
KTD	Kriminaltechnischer Dienst (der Polizei)
OGN	<i>Open Glider Network</i> , Flarm- und internetbasiertes Trackingsystem für Segelflugzeuge und andere Luftfahrzeuge
PIC	<i>Pilot in Command</i> , verantwortlicher Pilot
RCC	<i>Rescue Coordination Centre</i> , Koordinationszentrum des SAR
SAR-Helikopter	Spezifisch für den SAR ausgerüsteter Helikopter der Luftwaffe
SDO	<i>Senior Duty Officer</i> , Pikettoffizier der Luftwaffe