



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

Bereich Aviatik

# **Schlussbericht Nr. 2233**

## **der Schweizerischen**

### **Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST**

über den schweren Vorfall (Fastkollision)

zwischen dem Helikopter Eurocopter EC 120B, HB-ZBB,  
betrieben durch die BB Heli AG, und

dem Helikopter AgustaWestland AW109SP, HB-ZRY,  
betrieben durch die Schweizerische Luft-Ambulanz AG,

vom 21. Juni 2013

3 NM südwestlich des Flugplatzes Mollis (LSMF)/GL

## Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

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

Gemäss Artikel 3.1 der 10. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 18. November 2010, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalls die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Sicherheitsuntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

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

Die deutsche Fassung dieses Berichts ist das Original und daher massgebend.

Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Zeitpunkt des schweren Vorfalls.

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>6</b>
<b>Untersuchung</b> .....	<b>7</b>
<b>Kurzdarstellung</b> .....	<b>7</b>
<b>Ursachen</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Sachverhalt</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls</b> .....	<b>9</b>
1.1.1 Allgemeines.....	9
1.1.2 Vorgeschichte.....	9
1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls.....	11
1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls.....	15
<b>1.2 Angaben zu Personen</b> .....	<b>15</b>
1.2.1 Besatzung HB-ZBB.....	15
1.2.1.1 Pilot.....	15
1.2.1.1.1 Allgemeines.....	15
1.2.1.1.2 Flugerfahrung.....	15
1.2.1.2 Fluglehrer.....	16
1.2.1.2.1 Allgemeines.....	16
1.2.1.2.2 Flugerfahrung.....	16
1.2.2 Besatzung HB-ZRY.....	16
1.2.2.1 Pilot.....	16
1.2.2.1.1 Allgemeines.....	16
1.2.2.1.2 Flugerfahrung.....	16
1.2.2.2 HCM.....	16
1.2.2.2.1 Allgemeines.....	16
1.2.2.2.2 Flugerfahrung als HCM.....	17
<b>1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen</b> .....	<b>17</b>
1.3.1 HB-ZBB.....	17
1.3.2 HB-ZRY.....	17
<b>1.4 Meteorologische Angaben</b> .....	<b>18</b>
1.4.1 Allgemeine Wetterlage.....	18
1.4.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls.....	18
1.4.3 Astronomische Angaben.....	18
1.4.4 Wetter gemäss Augenzeugenberichten.....	18
1.4.5 Webcambild.....	19
<b>1.5 Navigationshilfen</b> .....	<b>19</b>
<b>1.6 Kommunikation</b> .....	<b>19</b>
1.6.1 HB-ZBB.....	19
1.6.2 HB-ZRY.....	19
<b>1.7 Angaben zum Luftraum</b> .....	<b>20</b>
<b>1.8 Flugschreiber</b> .....	<b>20</b>
1.8.1 HB-ZBB.....	20
1.8.2 HB-ZRY.....	21
<b>1.9 Versuche und Forschungsergebnisse</b> .....	<b>21</b>
1.9.1 Versuchsflüge.....	21
1.9.1.1 Allgemeines.....	21
1.9.1.2 Visuelle Erkennbarkeit.....	21
1.9.1.3 Flarm/Floice.....	21
1.9.1.4 Verkehrshinweissystem.....	22
1.9.1.4.1 Feststellungen.....	22
1.9.1.4.2 Angaben der Hersteller.....	22

<b>1.10 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung</b> .....	<b>23</b>
1.10.1 Flugbetriebsunternehmen BB Heli .....	23
1.10.1.1 Allgemeines.....	23
1.10.1.2 Verfahrensvorgaben.....	23
1.10.2 Schweizerische Rettungsflugwacht .....	23
1.10.2.1 Allgemeines.....	23
1.10.2.2 Verfahrensvorgaben.....	23
1.10.2.2.1 Allgemeines.....	23
1.10.2.2.2 Luftraumüberwachung .....	24
1.10.2.2.3 Floice und Verkehrshinweissystem.....	24
1.10.2.2.4 Long-line.....	25
<b>1.11 Zusätzliche Angaben</b> .....	<b>25</b>
1.11.1 Transponder und Radarerfassung .....	25
1.11.1.1 HB-ZBB .....	25
1.11.1.2 HB-ZRY .....	25
1.11.2 Kollisionswarngeräte Flarm/Floice .....	25
1.11.2.1 Funktionsweise .....	25
1.11.2.2 HB-ZBB .....	26
1.11.2.2.1 Gerät .....	26
1.11.2.2.2 Konfiguration und Software.....	28
1.11.2.2.3 Aufzeichnung .....	28
1.11.2.2.4 Reichweitenanalyse .....	28
1.11.2.2.5 Untersuchung des Gerätes .....	29
1.11.2.2.6 Untersuchung der Installation .....	29
1.11.2.2.7 Erfahrung des Piloten mit dem Flarm .....	29
1.11.2.2.8 Erfahrung des Fluglehrers mit dem Flarm .....	30
1.11.2.3 HB-ZRY .....	30
1.11.2.3.1 Gerät .....	30
1.11.2.3.2 Konfiguration und Software.....	31
1.11.2.3.3 Aufzeichnung .....	31
1.11.2.3.4 Reichweitenanalyse .....	32
1.11.2.3.5 Satellitenkonstellation .....	32
1.11.2.3.6 Erfahrung des Piloten mit dem Floice .....	32
1.11.2.3.7 Angaben des HCM zum Floice .....	32
1.11.3 Verkehrshinweissystem .....	32
1.11.3.1 Funktionsweise .....	32
1.11.3.2 HB-ZRY .....	33
1.11.3.2.1 Gerät .....	33
1.11.3.2.2 Aufzeichnung .....	34
1.11.3.2.3 Funktionskontrolle .....	34
1.11.3.2.4 Erfahrung des Piloten mit dem Verkehrshinweissystem.....	34
1.11.3.2.5 Angaben des HCM zum Verkehrshinweissystem.....	34
1.11.4 Aussenlichter.....	35
1.11.4.1 HB-ZBB .....	35
1.11.4.2 HB-ZRY .....	35
1.11.5 Luftraumüberwachung .....	35
1.11.5.1 HB-ZBB .....	35
1.11.5.1.1 Pilot .....	35
1.11.5.1.2 Fluglehrer .....	35
1.11.5.2 HB-ZRY .....	35
1.11.5.2.1 Pilot .....	35
1.11.5.2.2 HCM .....	36
1.11.6 Ausklinken der Leine und Ausweichmanöver .....	36
1.11.7 Start- und Landeplatz „Hinter Saggberg“ .....	36
<b>1.12 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken</b> .....	<b>37</b>
<b>2 Analyse</b> .....	<b>38</b>
<b>2.1 Technische Aspekte</b> .....	<b>38</b>
2.1.1 Kollisionswarngeräte Flarm/Floice .....	38

2.1.2	Verkehrshinweissystem .....	39
2.1.3	Datensicherung .....	40
<b>2.2</b>	<b>Menschliche und betriebliche Aspekte.....</b>	<b>40</b>
2.2.1	Besatzung HB-ZBB .....	40
2.2.2	Besatzung HB-ZRY .....	41
2.2.3	Verfahren.....	42
<b>3</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Befunde .....</b>	<b>43</b>
3.1.1	Technische Aspekte.....	43
3.1.2	Besatzungen .....	43
3.1.3	Flugverlauf.....	43
3.1.4	Rahmenbedingungen.....	44
<b>3.2</b>	<b>Ursachen .....</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen .....</b>	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>Sicherheitsempfehlungen.....</b>	<b>46</b>
<b>4.2</b>	<b>Sicherheitshinweise .....</b>	<b>46</b>
<b>4.3</b>	<b>Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....</b>	<b>46</b>
4.3.1	Schweizerische Rettungsflugwacht .....	46
<b>Anlagen .....</b>	<b>47</b>	
<b>Anlage 1: Flugwege gemäss Aufzeichnung durch das Floice der HB-ZRY.....</b>	<b>47</b>	

## Schlussbericht

### Zusammenfassung

#### Luftfahrzeug 1

Eigentümer	BB Heli AG, Gotthelfstrasse 41, 8172 Niederglatt
Halter	BB Heli AG, Gotthelfstrasse 41, 8172 Niederglatt
Hersteller	Eurocopter, Marignane, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	Helikopter EC 120B
Eintragsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-ZBB
Funkrufzeichen	<i>Hotel bravo zulu bravo bravo</i>
Flugregeln	Sichtflugregeln ( <i>visual flight rules – VFR</i> )
Betriebsart	Schulung
Abflugort	Flughafen Zürich (LSZH)
Bestimmungsort	„Vorauen“ am westlichen Ufer des Klöntalersees

#### Luftfahrzeug 2

Eigentümer	Schweizerische Luft-Ambulanz AG, Postfach 1414, 8058 Zürich
Halter	Schweizerische Luft-Ambulanz AG, Postfach 1414, 8058 Zürich
Hersteller	AgustaWestland, Cascina Costa di Samarate, Italien
Luftfahrzeugmuster	Helikopter AW109SP
Eintragsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-ZRY
Funkrufzeichen	<i>Rega romeo yankee</i>
Flugregeln	VFR
Betriebsart	Trainingsflug ( <i>long-line</i> Evakuierung am Lastenhaken)
Abflugort	„Hinter Saggberg“
Bestimmungsort	„Hinter Saggberg“

Ort zwischen „Hinter Saggberg“ und „Vorder Saggberg“, östlich des Klöntalersees/GL, schweizerisches Hoheitsgebiet

Datum und Zeit	21. Juni 2013, 08:12 UTC
Luftraum	Klasse G
Geringster Abstand der beiden Luftfahrzeuge	rund 20 m horizontal und 10 m vertikal
Airprox-Kategorie	ICAO-Kategorie A (hohes Kollisionsrisiko)

## Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 21. Juni 2013 um 08:12 UTC. Die Meldung traf am 26. Juni 2013 um 09:38 UTC bei der damaligen Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle ein. Nach Vorabklärungen, wie sie für diese Art von schweren Vorfällen üblich sind, wurde die Untersuchung am 27. Juni 2013 eröffnet.

Der vorliegende Schlussbericht wird durch die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) veröffentlicht.

## Kurzdarstellung

Am Vormittag des 21. Juni 2013 führte die Besatzung, bestehend aus einem Piloten und einem Fluglehrer, mit dem Helikopter Eurocopter EC 120B, eingetragen als HB-ZBB, einen Trainingsflug durch. Im Laufe dieses Trainingsfluges beschloss die Besatzung, in „Vorauen“ am westlichen Ufer des Klöntalersees eine Landung durchzuführen.

Im gleichen Zeitraum führte die Besatzung, bestehend aus einem Piloten und einem *helicopter emergency medical services crew member* (HCM), mit dem Helikopter AgustaWestland AW109SP, eingetragen als HB-ZRY, einen Trainingsflug mit der *long-line* im Gebiet östlich des Klöntalersees durch.

Kurz nachdem die Besatzung der HB-ZRY im „Hinter Saggberg“ mit einem Sandsack an einer *long-line* von 160 m gestartet war und im langsamen Vorwärtsflug das Klöntal in nördliche Richtung querte, gab das Kollisionswarngerät Floice eine Meldung aus. Der HCM konnte daraufhin einen Helikopter auf ungefähr gleicher Höhe in etwa einer Drei-Uhr-Position wahrnehmen und wies den Piloten darauf hin. Der Pilot konnte den Helikopter nicht sehen und begann, die Geschwindigkeit langsam bis zum Stillstand zu reduzieren. Als der HCM realisierte, dass der andere Helikopter direkt auf sie zuflog, wies er den Piloten darauf hin, dass der Helikopter auf Kollisionskurs sei. In der Folge nahm der Pilot den Helikopter auch wahr, wie er auf gleicher Höhe und noch in einer geschätzten Distanz von wenigen Hundert Metern ungefähr aus einer Ein- bis Zwei-Uhr-Position kommend direkt auf sie zuflog.

Die Besatzung der HB-ZBB war zu diesem Zeitpunkt mit den Vorbereitungen für die Landung in „Vorauen“ beschäftigt. Der Pilot war dabei, den *check for approach* zu erledigen, als unvermittelt der Alarm des Kollisionswarngerätes Flarm ansprach. In der Folge konnte die Besatzung etwa in ihrer Elf-Uhr-Position in geringer Distanz und leicht höher einen anderen Helikopter wahrnehmen. Intuitiv leitete die Besatzung ein bruskes Ausweichmanöver nach rechts ein und sank gleichzeitig leicht ab.

Die Besatzungen schätzten die Distanzen zum Zeitpunkt der Kreuzung auf horizontal 10 bis 30 m und vertikal 5 bis 20 m.

Beide Helikopter setzten ihren Flug anschliessend ereignislos fort.

## Ursachen

Der schwere Vorfall ist auf eine gefährliche Annäherung zwischen einem Helikopter A und einem Helikopter B mit Unterlast an einer *long-line* zurückzuführen, die durch ein Zusammenwirken folgender Faktoren entstehen konnte:

- Späte visuelle Erkennung des Helikopters B durch die Besatzung des Helikopters A.
- Ungenügende Empfangsreichweite des Kollisionswarngerätes Flarm im Helikopter A.

Die folgenden Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Wahl eines Trainingsorts, der ein wiederholtes Queren des Tals durch den Helikopter B bedingte.
- Eingeschränkte Möglichkeit zur Luftraumüberwachung durch den Piloten des Helikopters B aufgrund des Fliegens mit Unterlast.
- Schwierige gegenseitige visuelle Erkennbarkeit aufgrund stehender Peilung.
- Kurzzeitige Einschränkung der Luftraumüberwachung durch die Besatzung des Helikopters A aufgrund der Anflugvorbereitungen.

Der folgende Faktor hat die Entstehung des schweren Vorfalls möglicherweise begünstigt:

- Fehlende Blindübermittlungen durch die Besatzung des Helikopters A auf der Frequenz des in der Nähe liegenden Flugplatzes Mollis.

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

- Ausbleibende Warnung des Verkehrshinweissystems im Helikopter B.
- Wahl eines Start- und Landeplatzes für den Trainingsflug des Helikopters B mit eingeschränkten Sichtverhältnissen.

## 1 Sachverhalt

### 1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalles

#### 1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalles wurden die Aufzeichnungen der Radardaten, des Kollisionswarngerätes Floice der HB-ZRY, eines in der HB-ZBB mitgeführten Tabletcomputers sowie die Aussagen der Besatzungen und weiterer, in den Trainingsflug der HB-ZRY involvierter Personen verwendet.

Die Flüge beider Luftfahrzeuge wurden nach Sichtflugregeln (*visual flight rules – VFR*) durchgeführt.

Der schwere Vorfall ereignete sich im Luftraum der Klasse G, in dem die Besatzungen nach dem Prinzip „sehen und ausweichen“ (*see and avoid*) selbst dafür verantwortlich sind, einen genügenden Abstand zu anderen Luftfahrzeugen einzuhalten.

#### 1.1.2 Vorgeschichte

Beim Flug der HB-ZBB handelte es sich um einen Trainingsflug des Piloten zusammen mit einem Fluglehrer ab dem Flughafen Zürich. Der Flug sollte einerseits zur Vorbereitung des Checkfluges zur Verlängerung der Musterberechtigung (*proficiency check*) auf der EC 120B dienen, andererseits sollte der Pilot eine Rundflugvariante des Flugbetriebsunternehmens, das die HB-ZBB betrieb und für das der Pilot als nebenamtlicher Berufspilot tätig war, kennenlernen.

Der Pilot bereitete sich für den Flug mittels einer internetbasierten Applikation vor, über die er die üblichen Unterlagen wie Wettermeldungen und Wetterprognosen, NOTAM<sup>1</sup> und DABS<sup>2</sup> beziehen konnte und ausdrückte. Gemeinsam mit dem Fluglehrer studierte er verschiedene Webcams, insbesondere im Gebiet des Säntis, wohin der Flug unter anderem führen sollte.

Der Pilot führte auf dem Flug einen Tabletcomputer mit, der unter anderem auf einer Karte die aktuelle GPS-Position darstellen und auch aufzeichnen konnte. Der Pilot sass auf dem rechten, der Fluglehrer auf dem linken Frontsitz.

Die HB-ZBB war mit einem Kollisionswarngerät Flarm ausgerüstet (vgl. Kap. 1.11.2), das während des Vorfalles in Betrieb war<sup>3</sup>.

Beim Flug der HB-ZRY handelte es sich um einen Trainingsflug der Schweizerischen Rettungsflugwacht (Rega), der im Rahmen eines Trainingstages zum Üben der Technik der *long-line* Rettung stattfand. Bei dieser Technik wird am Lastenhaken des Helikopters ein je nach Einsatzort bis zu 220 m langes Seil eingehängt, an dem dann speziell ausgebildete Bergretter direkt in steile Felswände geflogen werden können, um dort medizinische Ersthilfe leisten zu können. Anschliessend werden auf dieselbe Weise die Retter zusammen mit den Geretteten aus der Wand ausgeflogen. Bei dieser Rettungstechnik besteht die Besatzung an Bord des Helikopters aus einem Piloten auf dem rechten Pilotensitz und einem *helicopter emergency medical services crew member* (HCM), der sich hinter dem Piloten auf einem in Flugrichtung gesehen um 90° nach rechts gedrehten Sitz befindet und durch die offene rechte Schiebetüre die Lage primär unter dem Heli-

---

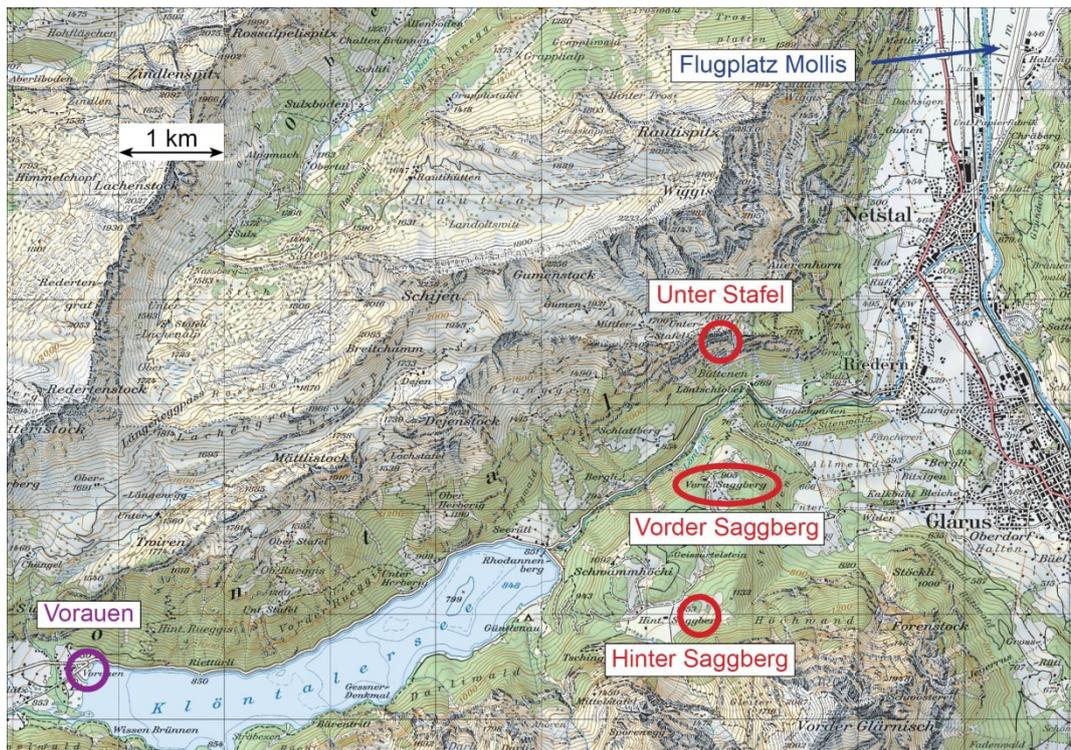
<sup>1</sup> NOTAM: *notice to airmen*, Informationen über temporäre Änderungen in der Luftfahrt

<sup>2</sup> DABS: *daily airspace bulletin Switzerland*, täglich publizierte grafische Darstellung der Gefahren, Einschränkungen und Änderungen im Schweizer Luftraum

<sup>3</sup> Nachstehend wird mit „Flarm“ stets das Flarm der HB-ZBB bezeichnet.

kopter überwacht. Daneben kommen die Bergretter an der Leine sowie ein sogenannter Einweiser zum Einsatz, der am Start- und Landeplatz der Rettungsaktion die Überwachung und Einweisung des mit der *long-line* anfliegenden Helikopters übernimmt.

Für diesen Trainingstag begaben sich mehrere Besatzungen, bestehend aus jeweils einem Piloten und einem HCM, sowie mehrere Bergretter zum „Hinter Saggberg“, einer grösseren Alpwiese, die sich östlich des Klöntalersees auf der Südseite des Klöntals auf rund 1050 m/M befindet (vgl. Abb. 1). Von dort aus sollten die Übungsflüge mit der HB-ZRY, die zu diesem Zweck vom Flugplatz Mollis (LSMF) zum „Hinter Saggberg“ überflogen worden war, durchgeführt werden. Der Absetzpunkt der Retter befand sich in einer Felswand beim „Unter Stafel“ auf der Nordseite des Klöntals.



**Abbildung 1:** Rot eingekreist der Start- und Landeplatz der HB-ZRY beim „Hinter Saggberg“ bzw. der Absetzpunkt beim „Unter Stafel“. Dazwischen der „Vorder Saggberg“. Lila eingekreist der geplante Landeplatz der HB-ZBB bei „Voraus“ am westlichen Ufer des Klöntalersees. Im Osten das Glarner Haupttal mit dem Flugplatz Mollis (blauer Pfeil).

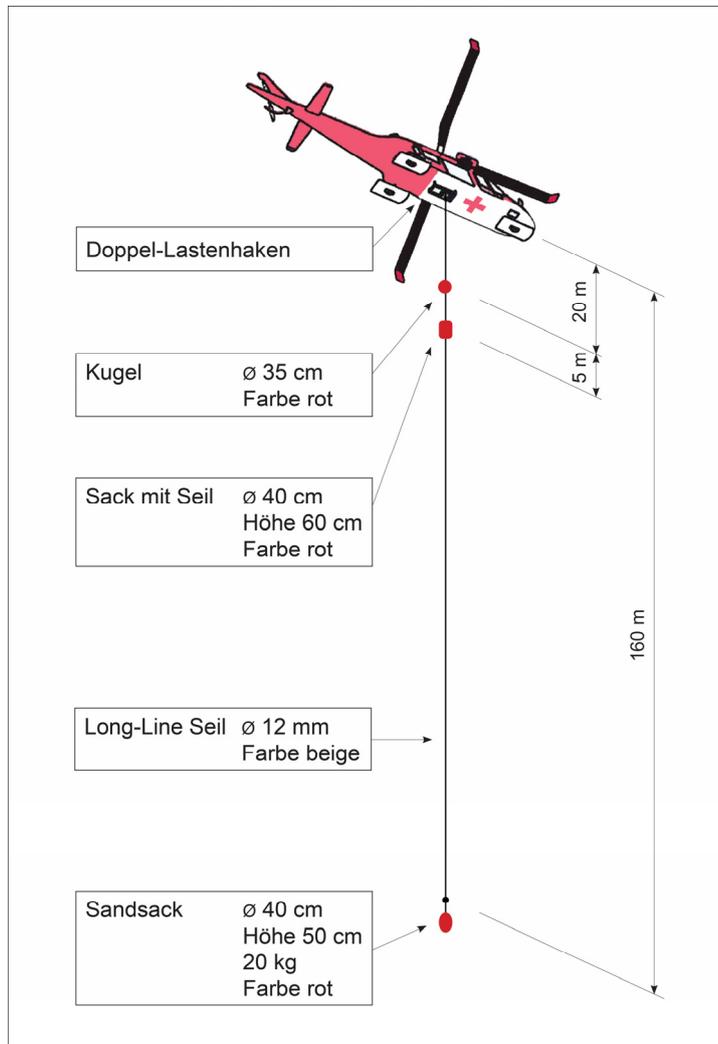
Der Pilot der HB-ZRY des Vorfalles hatte am Morgen das aktuelle Wetter und die Prognosen, die Windverhältnisse, die NOTAM sowie das DABS studiert. Vor Beginn der Trainingsflüge fand ein Briefing mit allen Beteiligten statt.

Vor dem Flug, in dessen Rahmen es zum schweren Vorfall kam, hatten bereits zwei Besatzungen einen kompletten Trainingsblock absolviert, darunter auch der in den schweren Vorfall involvierte HCM. Ein Trainingsblock beinhaltete jeweils einen ersten Flug mit einem Sandsack an der *long-line*, bevor dann mehrere Flüge mit Personen an der Leine folgten.

Der schwere Vorfall ereignete sich beim ersten Flug des dritten Trainingsblockes und war gleichzeitig der erste Flug des Piloten an diesem Tag. An der *long-line* von insgesamt 160 m Länge war ein Sandsack befestigt (vgl. Abb. 2). Es befanden sich zu diesem Zeitpunkt mehrere Personen am Start- und Landeplatz beim „Hinter Saggberg“. In der Wand befanden sich keine Retter. Alle beteiligten Per-

sonen waren mit Funkgeräten ausgerüstet. Die Kommunikation erfolgte auf dem R-Kanal<sup>4</sup>.

Die HB-ZRY war einerseits mit einem Kollisionswarngerät Floice ausgerüstet, das auf der Flarm-Technologie beruht (vgl. Kap. 1.11.2)<sup>5</sup>. Andererseits war die HB-ZRY mit einem Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system* – TAS) ausgerüstet (vgl. Kap. 1.11.3). Beide Systeme waren während des Vorfallfluges in Betrieb.



**Abbildung 2:** Schematische Darstellung des *long-line* Gehänges der HB-ZRY während des Vorfallfluges gemäss Angabe der Rega.

### 1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

Am 21. Juni 2013 um etwa 07:15 UTC startete die Besatzung mit dem Helikopter EC 120B, eingetragen als HB-ZBB, auf dem Flughafen Zürich. Der Flug führte zunächst via die VFR-Route Echo ins Gebiet nördlich von Winterthur, dann zum Rheinflall und anschliessend zum Säntis. Dort beschloss die Besatzung, den Flug noch etwas auszudehnen und eine Landung bei „Vorauen“ am westlichen Ufer des Klöntalersees durchzuführen (vgl. Abb. 1). Einerseits sollte die Landung dem

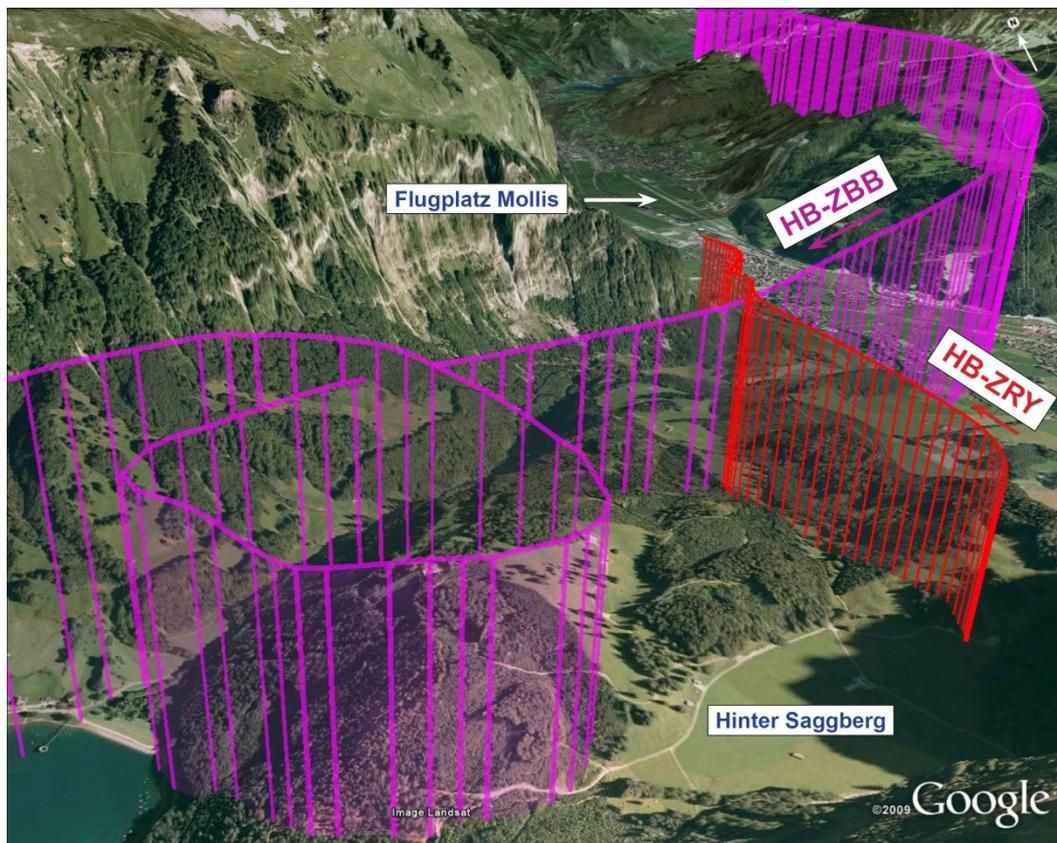
<sup>4</sup> R-Kanal: Rega-interner Funkkanal

<sup>5</sup> Nachstehend wird mit „Floice“ stets das Floice der HB-ZRY bezeichnet.

Piloten als Training dienen, andererseits wollte der Fluglehrer dem Piloten eine Pause ermöglichen und eine Zwischenbesprechung des Fluges durchführen.

Via das Toggenburg und Amden näherte sich die HB-ZBB dem Flugplatz Mollis, den sie östlich auf einer Höhe von rund 5000 ft QNH, entsprechend 1524 m, passierte. Anschliessend drehte die Besatzung um etwa 08:11 UTC nach rechts auf einen Kurs von 230 bis 240 Grad, um ins Klöntal einzufliegen, und begann leicht abzusinken (vgl. Abb. 3). Die Geschwindigkeit gegenüber Grund betrug in dieser Phase 120 bis 130 kt.

Um etwa 08:09 UTC, als sich die HB-ZBB noch ungefähr 5 km nordnordöstlich des Flugplatzes Mollis leicht südlich des Walensees befand, war die Besatzung mit dem Helikopter AW109SP, eingetragen als HB-ZRY, im „Hinter Saggberg“ für den ersten Flug des geplanten Trainingsblockes gestartet. Nach einem vertikalen Steigflug, um die *long-line* zu spannen und den Sandsack vom Boden abzuheben, begann der Helikopter langsam Vorwärtsgeschwindigkeit aufzunehmen und flog auf einem ungefähr nördlichen Kurs in Richtung des geplanten Absetzpunktes (vgl. Abb. 3). Gemäss Aufzeichnung des Floice wurde der vertikale Steigflug um 08:10:55 UTC auf einer Höhe von rund 1300 m/M beendet, danach stieg die HB-ZRY im Verlauf der nächsten Minute noch um gut 100 m im langsamen Vorwärtsflug (vgl. Anlage 1).



**Abbildung 3:** In Rot der Flugverlauf der HB-ZRY gemäss Aufzeichnung durch das Floice, in Lila der Flugverlauf der HB-ZBB gemäss Aufzeichnung durch den Tabletcomputer in der HB-ZBB, dargestellt in Google Earth. Die dargestellten Höhen sind unkorrigierte GPS-Höhen, d. h., die Höhen liegen ungefähr 48 m über den jeweiligen Höhen über Meer. Für die zeitlichen Verhältnisse vergleiche Anlage 1.

Ungefähr 30 Sekunden nach Beendigung des vertikalen Steigfluges gab das Floice eine Meldung aus. Nach Erinnerung des Piloten lautete die Meldung „*glider, three o'clock, two five*“, wobei er sich bei der Distanzangabe „*two five*“ – entsprechend einer Distanz von 2500 m – nicht mehr sicher war. Nach Erinnerung

des HCM, der über das bordeigene Kommunikationssystem (*intercom*) sämtliche Meldungen des Floice mithören konnte, lautete die Meldung „*glider, two o'clock, higher*“, wobei er sich über die Richtungsangabe „*two o'clock*“ nicht mehr sicher war. Die Distanz wusste er nicht mehr.

Gemäss Aufzeichnung des Floice befand sich die HB-ZBB um 08:11:23 UTC ungefähr in einer Zwei-Uhr-Position zur HB-ZRY, in einer Distanz von rund 2200 m und etwa 50 m höher (vgl. Anlage 1).

Der Pilot der HB-ZRY erachtete aufgrund der herrschenden Wetterverhältnisse einen „*glider*“, also ein Segelflugzeug, als „*no factor*“. Der HCM, der durch die offene rechte Schiebetüre ungefähr in die Drei-Uhr-Position der HB-ZRY blickte, konnte jedoch auf etwa gleicher Höhe in einer geschätzten Distanz von 1 bis 2 km einen Helikopter erkennen. Der Helikopter flog seiner Einschätzung nach zu diesem Zeitpunkt ungefähr parallel zur HB-ZRY. Der HCM meldete diese Beobachtung dem Piloten, der erwiderte, es handle sich laut Floice um einen „*glider*“.

Kurz darauf sah der HCM, wie der Helikopter nun direkt auf sie zuflog. Er meldete dies dem Piloten, der daraufhin begann, die Vorwärtsgeschwindigkeit langsam bis zum Stillstand zu reduzieren. Auch suchte er den entsprechenden Sektor ab, konnte den Helikopter aber nicht erkennen.

Gemäss Aufzeichnung des Floice erreichte die HB-ZRY um 08:11:42 UTC eine maximale Geschwindigkeit gegenüber Grund von 38 kt. Danach wurde während der nächsten rund 15 Sekunden die Geschwindigkeit praktisch auf null reduziert. Um 08:11:47 UTC drehte der Helikopter von einem ungefähr nördlichen Kurs leicht nach rechts auf einen Kurs von etwa 030 Grad (vgl. Anlage 1).

Der HCM, der den Helikopter ständig im Blick hatte, meldete dem Piloten, dass der Helikopter auf Kollisionskurs sei, jetzt ungefähr in einer Ein- bis Zwei-Uhr-Position, auf gleicher Höhe. Daraufhin konnte der Pilot den Helikopter auch sehen, wie er direkt auf sie zuflog. Die Distanz betrug geschätzt noch wenige Hundert Meter.

Die Besatzung der HB-ZBB war mit den Vorbereitungen für den Anflug in „Vorauen“ beschäftigt. Sie diskutierte darüber, dass dieser Landeplatz häufig von Helikoptern angefliegen werde, und richtete entsprechend den Fokus ihrer Luftraumüberwachung auf die An- und Abflugrouten, das heisst in Richtung des Klöntalensees. Die Besatzung konnte keinen anderen Verkehr erkennen. Der Fluglehrer sagte zum Piloten, dass der Landeplatz noch nicht sichtbar sei und forderte ihn auf, den *check for approach* auszuführen.

Der Pilot begann mit dem *check for approach* und kommentierte ihn gleichzeitig. Laut Aussage des Piloten war der Fluglehrer an einer Stelle mit der von ihm gewählten Reihenfolge der zu prüfenden Punkte nicht einverstanden und korrigierte ihn, indem er ihm auf dem Instrumentenbrett den richtigen Ablauf zeigte. In diesem Moment sprach der akustische und optische Alarm des Flarm an. Der Fluglehrer gab an, er habe während des Abarbeitens des *check for approach* durch den Piloten nach draussen geschaut, in Richtung des beabsichtigten Flugweges.

Der Pilot, der mit dem Flarmgerät und der Interpretation dessen Anzeigen nicht vertraut war, schaute sofort nach draussen und konnte vor sich, ungefähr in einer Elf-Uhr-Position, eine Leine und wenig höher einen anderen Helikopter von unten im Seitenprofil erkennen. Über die genauen Distanzen konnte der Pilot keine Aussage machen, aber der andere Helikopter befand sich direkt in seinem Blickfeld.

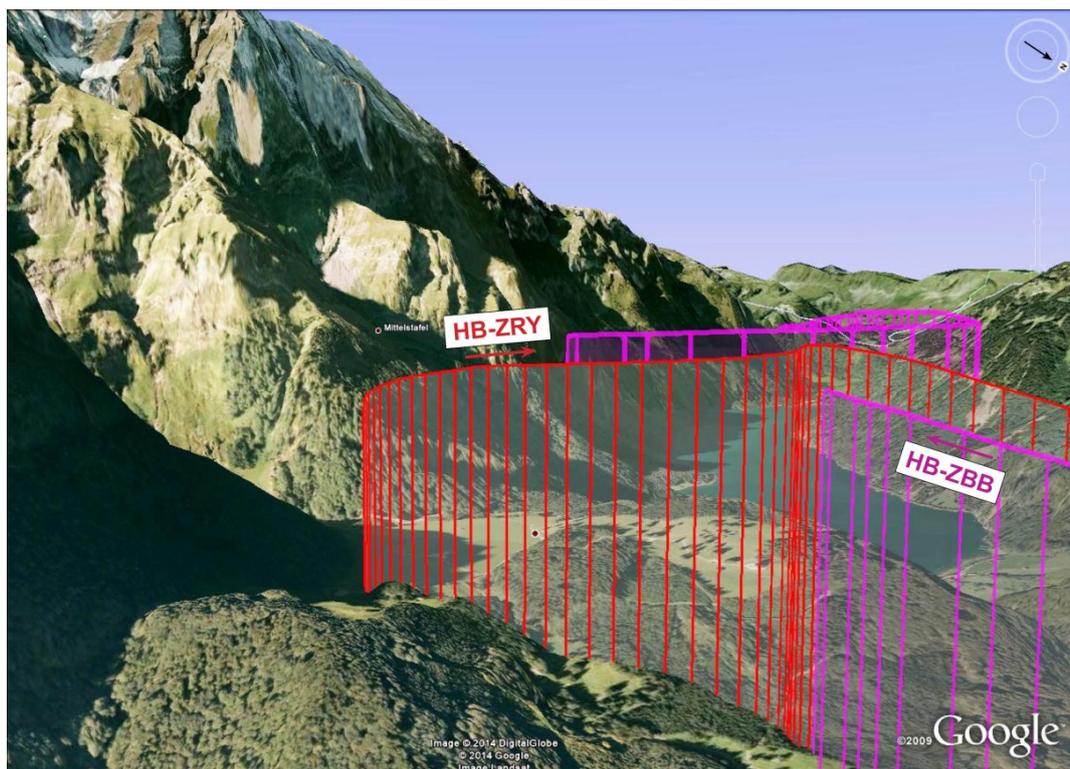
Der Fluglehrer konnte nach Ertönen des Alarms des Flarm auf dessen Display eine angezeigte Distanz von 0.1 km erkennen. Dann sah er links vor sich, unge-

fähr in einer Elf-Uhr-Position und etwas höher, einen Rega-Helikopter von unten im Seitenprofil. Die Distanz schätzte er auf horizontal 20 bis 30 m und vertikal 10 bis 20 m. Erst dann sah er, dass der Helikopter eine Leine angehängt hatte. Ungefähr auf ihrer Höhe konnte er an der Leine „ein rotes Fähnchen“ wahrnehmen.

Die Besatzung der HB-ZBB führte intuitiv ein abruptes Ausweichmanöver nach rechts durch und sank leicht ab. Der Fluglehrer dachte dennoch, dass es gleich zur Kollision mit der Leine kommen würde. Der ganze Ablauf vom Alarm des Flarm bis zum Ausweichmanöver erfolgte nach Einschätzung des Piloten innert Sekundenbruchteilen.

Die Besatzung der HB-ZRY beobachtete, wie die HB-ZBB aus einer Ein- bis Zwei-Uhr-Position kommend zunächst auf gleicher Höhe direkt auf sie zuflog, dann ein markantes Ausweichmanöver nach rechts flog und gleichzeitig leicht absank. Die Kreuzung erfolgte nach Einschätzung der Besatzung ungefähr zwei Sekunden nachdem der Pilot der HB-ZRY die HB-ZBB visuell wahrgenommen hatte und in einer Distanz von horizontal 10 bis 20 m und vertikal etwa 5 m. Die HB-ZRY befand sich zu diesem Zeitpunkt annähernd im Schwebeflug.

Gemäss Aufzeichnung des Floice kreuzten sich die beiden Helikopter ungefähr um 08:11:54 UTC auf einer Höhe von rund 1400 m/M (vgl. Anlage 1). Die zu diesem Zeitpunkt registrierte Distanz betrug horizontal rund 40 m und vertikal rund 20 m. Aufgrund der zeitlich diskreten Aufzeichnung und einer gewissen Datenungenauigkeit können die realen minimalen Distanzen auch leicht geringer oder grösser gewesen sein.



**Abbildung 4:** Darstellung der Kreuzung in Google Earth (vgl. Abb. 3, aus anderer Perspektive).

Da sich die Besatzung der HB-ZBB nicht sicher war, ob es allenfalls doch zu einer Kollision mit der Leine der HB-ZRY gekommen war, leitete sie unmittelbar nach dem schweren Vorfall einen Vollkreis nach links ein, um die Lage zu überprüfen (vgl. Abb. 3). Dabei konnte sie sehen, dass die HB-ZRY ihren Flug fortsetzte. In der Folge landete die HB-ZBB wie geplant in „Vorauen“. Der Fluglehrer rief daraufhin die Einsatzleitung der Schweizerischen Rettungsflugwacht an.

Der Pilot der HB-ZRY versuchte nach dem schweren Vorfall vergeblich, auf den FM-Funkkanälen<sup>6</sup> Heli 1 und Heli 2 sowie auf der Flugplatzfrequenz von Mollis die Besatzung der HB-ZBB zu kontaktieren. Der Flug wurde in der Folge wie geplant fortgesetzt. Kurze Zeit später meldete sich die Einsatzzentrale der Rega per Funk und teilte mit, dass sich die Besatzung der HB-ZBB gemeldet habe und um einen Rückruf bitte. Der Pilot der HB-ZRY rief daraufhin nach dem Flug den Fluglehrer der HB-ZBB an und der Vorfall wurde besprochen.

Der Fluglehrer der HB-ZBB schrieb noch gleichentags einen Bericht (*occurrence report*) und sendete ihn an das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL). Der Pilot der HB-ZRY verfasste am Folgetag einen firmeninternen Bericht (*air safety report – ASR*).

#### 1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Geografische Position	zwischen „Hinter Saggberg“ und „Vorder Saggberg“, östlich des Klöntalersees/GL
Datum und Zeit	21. Juni 2013, 08:12 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Höhe	rund 1400 m/M

### 1.2 Angaben zu Personen

#### 1.2.1 Besatzung HB-ZBB

##### 1.2.1.1 Pilot

##### 1.2.1.1.1 Allgemeines

Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1969
Lizenz	Ausweis für Berufspiloten auf Helikoptern ( <i>commercial pilot licence helicopter – CPL(H)</i> ) nach den Richtlinien der Europäischen Agentur für Flugsicherheit ( <i>European Aviation Safety Agency – EASA</i> )

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

##### 1.2.1.1.2 Flugerfahrung

Gesamthaft	440 h
Davon auf dem Vorfallmuster	28 h
Während der letzten 90 Tage	11 h
Davon auf dem Vorfallmuster	2 h

<sup>6</sup> FM-Funkgerät: Funkgerät für die Kommunikation zwischen der Besatzung an Bord des Helikopters und Personen am Boden bzw. an der Leine

- 1.2.1.2 Fluglehrer
- 1.2.1.2.1 Allgemeines
- Person Schweizer Staatsangehöriger,  
Jahrgang 1943
- Lizenz CPL(H) nach den Richtlinien der EASA
- Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der Fluglehrer seinen Dienst ausgeruht und gesund antrat. Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle spielte.
- 1.2.1.2.2 Flugerfahrung
- |                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Gesamthaft                  | 13 020 h |
| Davon auf dem Vorfallmuster | 4500 h   |
| Während der letzten 90 Tage | 98 h     |
| Davon auf dem Vorfallmuster | 62 h     |
- 1.2.2 Besatzung HB-ZRY
- 1.2.2.1 Pilot
- 1.2.2.1.1 Allgemeines
- Person Schweizer Staatsangehöriger,  
Jahrgang 1967
- Lizenz CPL(H) nach den Richtlinien der EASA
- Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der Pilot seinen Dienst ausgeruht und gesund antrat. Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle spielte.
- 1.2.2.1.2 Flugerfahrung
- |  |        |
|--|--------|
| Gesamthaft   | 5574 h |
| Davon auf dem Vorfallmuster  | 955 h  |
| Während der letzten 90 Tage  | 38 h   |
| Davon auf dem Vorfallmuster  | 30 h   |
| Anzahl Rotationen mit der <i>long-line</i><br>im Rahmen der Einsatzart<br>„Evakuierung am Lastenhaken“ | 32     |
| Während der letzten 90 Tage  | 5      |
- 1.2.2.2 HCM
- 1.2.2.2.1 Allgemeines
- Person Schweizer Staatsangehöriger,  
Jahrgang 1978
- Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der HCM seinen Dienst ausgeruht und gesund antrat. Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle spielte.

1.2.2.2.2	Flugerfahrung als HCM	
	Gesamthaft	547 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	547 h
	Während der letzten 90 Tage	38 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	38 h
	Anzahl Rotationen mit der <i>long-line</i> im Rahmen der Einsatzart „Evakuierung am Lastenhaken“	70
	Während der letzten 90 Tage	10

### 1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.3.1	HB-ZBB	
	Luftfahrzeugmuster	Helikopter EC 120B
	Charakteristik	Einmotoriger, fünfplätziger Mehrzweckhelikopter mit gekapseltem Heckrotor und Kufenlandegestell
	Hersteller	Eurocopter, Marignane, Frankreich
	Eigentümer	BB Heli AG, Gotthelfstrasse 41, 8172 Niederglatt
	Halter	BB Heli AG, Gotthelfstrasse 41, 8172 Niederglatt
	Relevante Ausrüstung	2 VHF-Funkgeräte, 1 FM-Funkgerät Transponder <i>mode S</i> Kollisionswarnsystem Flarm
1.3.2	HB-ZRY	
	Luftfahrzeugmuster	Helikopter AW109SP
	Charakteristik	Zweimotoriger Rettungshelikopter mit konventionellem Heckrotor und fixem Fahrwerk in Bugradanordnung
	Hersteller	AgustaWestland, Cascina Costa di Samarate, Italien
	Eigentümer	Schweizerische Luft-Ambulanz AG, Postfach 1414, 8058 Zürich
	Halter	Schweizerische Luft-Ambulanz AG, Postfach 1414, 8058 Zürich
	Spezielle Ausrüstung	Doppel-Lastenhaken ( <i>main cargo hook</i> und <i>secondary cargo hook</i> ) mit einem <i>long-line</i> Gehänge von insgesamt 160 m Länge, daran befestigt ein Sandsack (vgl. Abb. 2)  Elektrisch verstellbarer Lastenspiegel
	Relevante Ausrüstung	2 VHF-Funkgeräte, 2 FM-Funkgeräte Transponder <i>mode S</i> Verkehrshinweissystem ( <i>traffic advisory system</i> – TAS) Kollisionswarnsystem Floice

## 1.4 Meteorologische Angaben

### 1.4.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich auf der Rückseite einer wellenden Kaltfront, die sich von Algerien über die Ostalpen bis zur südlichen Ostsee erstreckte.

### 1.4.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalles

Als Folge der eingeflossenen maritimen Polarluft weitete sich ein Hochdruckkeil von Frankreich nach Süddeutschland aus. Entlang der Alpennordseite verblieb unterhalb von 3000 m/M feuchte Luft.

Wolken	5/8 bis 7/8 Stratocumulus auf rund 5800 ft über dem mittleren Meeresspiegel ( <i>above mean sea level</i> – AMSL)
	1/8 bis 2/8 Cumulus am Hang, 4100 bis 5100 ft AMSL
Sicht	10 km oder mehr
Wind	windstill
Temperatur/Taupunkt	13 °C / 9 °C
Luftdruck QNH	1018 hPa
Gefahren	keine

### 1.4.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimet: 106°	Höhe: 46°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

### 1.4.4 Wetter gemäss Augenzeugenberichten

Beide Besatzungen beschrieben die Wetterbedingungen zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles als gut. Abgesehen von einzelnen Nebelschwaden entlang der Felsen am Talrand befanden sich bis auf die Höhe, auf der die Kreuzung stattfand, keine Wolken. Darüber lag eine Wolkenschicht. Beide Besatzungen bezeichneten die Sichtverhältnisse unter dieser Wolkenschicht als sehr gut.

## 1.4.5 Webcambild

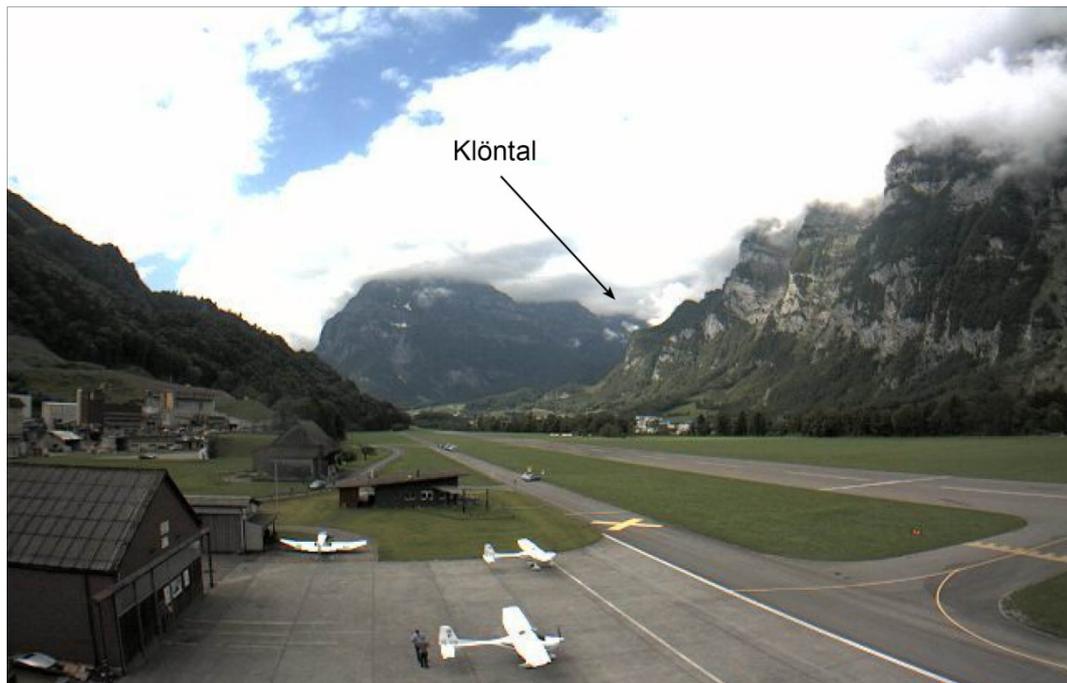


Abbildung 5: Flugplatz Mollis, 21. Juni 2013, 08:18 UTC, Blickrichtung Südwest (Klöntal).

## 1.5 Navigationshilfen

Nicht betroffen.

## 1.6 Kommunikation

### 1.6.1 HB-ZBB

Die Kommunikation zwischen dem Piloten und dem Fluglehrer erfolgte über das *intercom*. Beide trugen eine Sprechgarnitur (*headset*).

Die Besatzung konnte die während des schweren Vorfalls gewählten Einstellungen an den diversen Funkgeräten nicht mehr zweifelsfrei rekonstruieren. Sicher war sich die Besatzung darüber, dass von den beiden VHF-Funkgeräten nur eines am Audio-Panel<sup>7</sup> zum Hören und Sprechen selektiert war und dass das FM-Funkgerät nicht eingeschaltet war.

Auf dem eingeschalteten und aktiven VHF-Funkgerät war wahrscheinlich die Gebirgsfrequenz 130.35 MHz gewählt. Die Besatzung war der Meinung, dass sie die Flugplatzfrequenz von Mollis nicht aufgeschaltet hatte.

Die Besatzung hatte vor dem schweren Vorfall keine Blindübermittlungen (*blind transmissions*) am Funk gemacht.

### 1.6.2 HB-ZRY

Die Kommunikation zwischen dem Piloten und dem HCM erfolgte über das *intercom*. Beide trugen einen Helm mit integrierter Sprechgarnitur. Die Verständigung war nach Aussage der Besatzung trotz der offenen rechten Schiebetüre problemlos.

<sup>7</sup> Audio-Panel: Bedienungseinheit, an der die Funkkanäle zum Hören bzw. Sprechen selektiert werden können

Die Kommunikation zwischen der Besatzung und den Rettern an der *long-line* beziehungsweise den Personen beim „Hinter Saggberg“ und in der Felswand erfolgte auf dem R-Kanal.

Der Pilot beschrieb die während des schweren Vorfalls gewählten Einstellungen an den diversen Funkgeräten wie folgt: Am VHF-Funkgerät 1 war die Flugplatzfrequenz von Mollis gewählt, am VHF-Funkgerät 2 wahrscheinlich die *Company-Frequenz* der Rega. Am FM-Funkgerät 1 war der R-Kanal gewählt, am FM-Funkgerät 2 der Kanal Heli 1. Alle Geräte waren am Audio-Panel zum Hören selektiert, als aktiver Sprechkanal war der R-Kanal gewählt.

Der HCM, der bei seinem Sitz über ein eigenes Audio-Panel verfügte, hatte nur das FM-Funkgerät 1 mit dem R-Kanal gewählt. Alle anderen Geräte waren nicht selektiert.

Auf dem R-Kanal fand eine ständige gegenseitige Kommunikation statt. Während der Trainingsflüge ab dem „Hinter Saggberg“ machte die Besatzung keine Blindübermittlungen.

## 1.7 Angaben zum Luftraum

Der schwere Vorfall ereignete sich auf rund 1400 m/M bzw. rund 400 m über Grund (*above ground level* – AGL). Im Gebiet des schweren Vorfalls ist der Luftraum bis auf eine Höhe von 2000 ft, entsprechend 600 m, über Grund der Klasse G zugeordnet.

In diesem unkontrollierten Luftraum darf ohne Kontakt zur Flugverkehrsleitung geflogen werden. Die Besatzungen sind nach dem Prinzip „sehen und ausweichen“ (*see and avoid*) selbst dafür verantwortlich, einen genügenden Abstand zu anderen Luftfahrzeugen einzuhalten.

Die Minima für Sichtwetterbedingungen (*visual meteorological conditions* – VMC) für den Luftraum der Klasse G sind gemäss der Verordnung des UVEK über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge (VVR) wie folgt definiert:

- Sicht 5 km\*\*
- Ausserhalb von Wolken mit ständiger Sicht auf den Boden oder das Wasser

\*\* - Sofern die Fluggeschwindigkeit jederzeit eine Umkehrkurve innert Sichtweite gestattet und andere Luftfahrzeuge oder Hindernisse rechtzeitig erkannt werden können, darf die Flugsicht bis 1.5 km betragen.  
- Helikopter können mit einer geringeren Flugsicht als 1.5 km fliegen, wenn sie sich mit einer Fluggeschwindigkeit fortbewegen, die es erlaubt, andere Luftfahrzeuge oder Hindernisse rechtzeitig zu erkennen und Zusammenstösse zu vermeiden.

## 1.8 Flugschreiber

### 1.8.1 HB-ZBB

Die HB-ZBB war nicht mit einem Flugdatenschreiber (*flight data recorder* – FDR) und einem Sprach- und Geräuschaufzeichnungsgerät (*cockpit voice recorder* – CVR) ausgerüstet. Diese waren nicht vorgeschrieben.

Die vom Flarm gespeicherte Aufzeichnung des Vorfalles stand für die Untersuchung nicht zur Verfügung (vgl. Kap. 1.11.2.2).

Hingegen enthielt die Aufzeichnung des Vorfalles durch das Floice der HB-ZRY auch gewisse Daten zum Flugweg der HB-ZBB (vgl. Kap. 1.11.2.3).

Der Pilot der HB-ZBB führte während des Vorfalles einen Tabletcomputer mit, der eine GPS-Aufzeichnung des Flugweges erstellte.

Weiter liegen vom Flug der HB-ZBB auszugsweise Radardaten vor. Diese Daten konnten für die Untersuchung des eigentlichen Ereignisses nicht verwendet werden, da sich die beiden Helikopter zu jenem Zeitpunkt ausserhalb der Radarabdeckung befanden (vgl. Kap. 1.11.1).

Sämtliche vorliegenden Daten zum Flugweg der HB-ZBB zeigen in den Bereichen, in denen sie sich überlappen, gute Übereinstimmung.

## 1.8.2 HB-ZRY

Die HB-ZRY war nicht mit einem FDR und einem CVR ausgerüstet. Diese waren nicht vorgeschrieben.

Das in der HB-ZRY eingebaute *electronic flight instrument system* (EFIS) zeichnet verschiedene Flugparameter auf, enthielt jedoch zum Zeitpunkt, als es ausgewertet wurde, keine Daten zum Vorfallflug mehr. Es werden lediglich die letzten fünf Flüge gespeichert.

Die Auswertung des Floice lieferte eine GPS-Aufzeichnung des kompletten Flugweges der HB-ZRY sowie auszugsweise auch des Flugweges der HB-ZBB (vgl. Kap. 1.11.2.3).

## 1.9 Versuche und Forschungsergebnisse

### 1.9.1 Versuchsflüge

#### 1.9.1.1 Allgemeines

Es wurden Versuchsflüge mit einer AW109SP, die mit demselben TAS wie die HB-ZRY und einem Floice ausgerüstet war, und einem zweiten Helikopter, der mit einem Transponder *mode S* und einem PowerFlarm<sup>8</sup> ausgerüstet war, durchgeführt.

Die Flüge fanden einerseits im Gebiet des schweren Vorfalls statt, wo insbesondere die Flugwege der HB-ZRY bzw. der HB-ZBB näherungsweise nachgeflogen wurden. Andererseits wurden auch Flüge in topografisch flachem Gelände durchgeführt.

Die Flüge dienten primär dazu, Abklärungen rund um die Funktionsweise und das Funktionieren des TAS zu treffen. Gleichzeitig konnten das Funktionieren des Kollisionswarnsystems Flarm/Floice überprüft und Feststellungen zur visuellen Erkennbarkeit gemacht werden.

#### 1.9.1.2 Visuelle Erkennbarkeit

Die für die Flugversuche verwendete AW109SP war mit einem ähnlichen Farbmuster wie die HB-ZRY versehen, hatte ebenfalls sämtliche Aussenlichter in Betrieb (vgl. Kap. 1.11.4) und verfügte wie diese über speziell gut erkennbare Hauptrotorblätter (*main rotor blades high visibility painting*). Trotz bekannter Position der AW109SP war sie aus dem Helikopter, der den Flugweg der HB-ZBB nachflog, schwer zu erkennen.

#### 1.9.1.3 Flarm/Floice

Im Rahmen der Versuche funktionierten sowohl das Floice wie auch das PowerFlarm einwandfrei und wie vorgesehen. Die Richtungsangabe des Floice der AW109SP war teilweise erratisch, was jedoch auf die geringe bzw. inexistenten Vorwärtsgeschwindigkeit während der Versuchsflüge zurückzuführen ist.

---

<sup>8</sup> PowerFlarm: Kollisionswarngerät, das u. a. ein Flarmmodul enthält

#### 1.9.1.4 Verkehrshinweissystem

##### 1.9.1.4.1 Feststellungen

Im Rahmen der Versuchsflüge konnten in Bezug auf das TAS die folgenden Feststellungen gemacht werden:

- Bei Flughöhen unter 400 ft AGL gemäss Radarhöhenmesser zeigte das TAS den anderen Helikopter auf den Bildschirmen an, gab aber keine akustische Warnung aus.
- Bei Flughöhen über 400 ft AGL gemäss Radarhöhenmesser funktionierte das TAS in der Mehrheit der Fälle wie vorgesehen (Anzeige und akustische Warnung bei Annäherung).
- Die akustische Warnung erfolgte immer nur einmal, d. h., sie wurde nicht zu einem späteren Zeitpunkt nochmals wiederholt.
- Eine Abhängigkeit der Funktionstüchtigkeit des TAS von der Geschwindigkeit konnte nicht festgestellt werden, d. h., das Gerät funktionierte prinzipiell auch im Schwebeflug oder bei geringen Vorwärtsgeschwindigkeiten.
- Bei Konstellationen, in denen sich der andere Helikopter von rechts bzw. hinten rechts kommend annäherte, gab es Fälle, wo der Helikopter nicht angezeigt wurde und auch keine akustische Warnung erfolgte bzw. die akustische Warnung (und dann auch die Anzeige) sehr spät, teilweise erst nach der Kreuzung, erfolgte. Insofern konnte eine gewisse Richtungsabhängigkeit der Funktionstüchtigkeit des TAS festgestellt werden.

##### 1.9.1.4.2 Angaben der Hersteller

Der Hersteller des Helikopters und der Hersteller des TAS wurden über den schweren Vorfall und die im letzten Abschnitt beschriebenen Feststellungen informiert.

Der Hersteller des Helikopters teilte mit, dass Fälle bekannt seien, bei denen die Richtungsanzeige (Azimut) des TAS nicht richtig dargestellt wurde. Hingegen seien keine Fälle bekannt, bei denen das TAS gar nicht angezeigt bzw. gewarnt habe. Vor Auslieferung jeder neuen Maschine würden insbesondere spezifische Tests und Testflüge zum TAS durchgeführt, um das korrekte Funktionieren des Gerätes zu überprüfen. Ein solches Testflugprogramm könne auch später zur Kontrolle des Gerätes durchgeführt werden.

Das beschriebene Programm ähnelt den Flugmanövern, die im Rahmen der Versuchsflüge durchgeführt wurden.

Der Hersteller des TAS teilte mit, dass keine Fälle mit dem beschriebenen Verhalten bekannt seien, weder auf dem Muster AW109SP noch auf anderen Mustern, dass es aber hinsichtlich der Installation verschiedene Aspekte gebe, die möglicherweise ein solches Verhalten verursachen könnten. Darunter falle beispielsweise die Verdrahtung oder die Platzierung der Antennen. Eine ungünstige Platzierung der Antennen könne zu Abschattungseffekten durch die Zelle oder vorstehender Teile auf der Zelle führen.

Weiter gab der Hersteller des TAS an: *„Since the issue was observed on two separate, but similar, helicopters, it can reasonably be concluded that it is not the result of a defect in either of the TAS units. There is no known system failure mode that would cause exactly the described behavior in a systematic way involving more than one unit.“*

Die beiden Hersteller traten miteinander in Kontakt, um weitere Abklärungen zu treffen.

## 1.10 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

### 1.10.1 Flugbetriebsunternehmen BB Heli

#### 1.10.1.1 Allgemeines

Die BB Heli AG mit Sitz am Flughafen Zürich wurde 1991 gegründet. Sie bietet primär Rund- und Taxiflüge an und betreibt eine eigene Flugschule. Die Helikopter können auch gechartert werden.

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls betrieb das Unternehmen zwei Helikopter vom Typ Eurocopter EC 120B und einen Helikopter vom Typ Agusta-Bell 206B.

Der in den schweren Vorfall involvierte Fluglehrer war gleichzeitig Inhaber und Geschäftsführer des Unternehmens.

#### 1.10.1.2 Verfahrensvorgaben

Das Flugbetriebsunternehmen hat die Verfahrensvorgaben für kommerzielle Flüge im Flugbetriebshandbuch (*flight operation manual* – FOM) und diejenigen für Schulungsflüge im Ausbildungshandbuch (*training manual* – TM) festgelegt.

Da es sich beim vorliegenden Flug der HB-ZBB weder um einen kommerziellen Flug noch um einen Ausbildungsflug handelte, kamen weder die Verfahrensvorgaben im FOM noch diejenigen im TM zur Anwendung. Es galten somit für diesen Flug keine besonderen Verfahrensvorgaben.

### 1.10.2 Schweizerische Rettungsflugwacht

#### 1.10.2.1 Allgemeines

Die Schweizerische Rettungsflugwacht (Rega) ist eine gemeinnützige Stiftung und wurde 1952 gegründet. Sie bezweckt, in Not geratenen und hilfsbedürftigen Menschen in Übereinstimmung mit den Grundsätzen des Roten Kreuzes zu helfen. Sie verfügt zu diesem Zweck über eine Flotte von Helikoptern und Ambulanzjets und stellt einen permanenten Alarmdienst sicher.

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls betrieb die Rega zwölf über die Schweiz verteilte Helikopterbasen, darunter eine auf dem Flugplatz Mollis. Der Hauptsitz befindet sich am Flughafen Zürich.

Die Standardbesatzung für einen Rettungseinsatz per Helikopter besteht aus einem Piloten, einem HCM und einem Arzt.

Das Flugbetriebsunternehmen Schweizerische Luft-Ambulanz AG ist die Betreibergesellschaft der Luftfahrzeuge der Rega. Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls betrieb sie elf Helikopter vom Typ AgustaWestland AW109SP, sechs Helikopter vom Typ Eurocopter EC 145 sowie drei Ambulanzjets.

#### 1.10.2.2 Verfahrensvorgaben

##### 1.10.2.2.1 Allgemeines

Das Flugbetriebsunternehmen betreibt seine beiden Helikoptermuster Agusta-Westland AW109SP und Eurocopter EC 145 nach den Vorgaben des Flugbetriebshandbuches (*flight operation manual* – FOM). Zum Vorfallzeitpunkt war der Nachtrag Nr. 98 vom 6. März 2013 gültig. Die für den vorliegenden Fall relevanten Passagen daraus werden in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben.

## 1.10.2.2.2 Luftraumüberwachung

In Kapitel 5.9 „Crew coordination concept“, unter „Allgemeine Regeln“ wird unter anderem festgehalten:

*„Die Luftraum- / und Hindernisbeobachtung gehört zur Flugsicherheit und ist eine wichtige Aufgabe für jedes Besatzungsmitglied. Die Sektoren werden normalerweise wie folgt aufgeteilt:*

*PIC 10 – 4 Uhr*

*HCM / COPI (Copilotensitz) 8 – 2 Uhr*

*Arzt Kabine rechts 1 – 5 Uhr*

*[...]*

Unter „Crew“, „Aufgaben“ heisst es weiter:

*„[...] Unabhängig von Aufgabenzuweisungen sind alle Besatzungsmitglieder verpflichtet, den Luftraum und die Hubschraubersysteme, soweit ersichtlich, zu überwachen und dem PIC Auffälligkeiten zu melden.“*

Unter „Normalverfahren“, „Climb / Cruise / Descend“ ist festgehalten:

*„Jedes Crewmitglied betreibt aktive Luftraumüberwachung in seinem zugewiesenen Sektor.“*

## 1.10.2.2.3 Floice und Verkehrshinweissystem

In Kapitel 5.9 „Crew coordination concept“, im Anhang „AW109SP“ werden unter anderem die Standardbetriebsverfahren (*standard operating procedures – SOP*) bezüglich des Umgangs mit dem Floice und dem TAS beschrieben.

Unter „Floice“ ist dort unter anderem festgehalten:

*„Beim Ertönen einer FLOICE Warnung Grün werden Gespräche unterbrochen (silent cockpit) und die Luftraumbeobachtung von allen intensiviert. FLOICE Warnungen werden von der Crew erst quittiert, wenn das andere Flugzeug von den Flugbesatzungsmitgliedern identifiziert wurde.*

*[...]*

*Beim Ertönen einer FLOICE Warnung Rot mit Sirene ist unverzüglich der vom Gerät angezeigte Sektor abzusuchen und ein Ausweichmanöver einzuleiten, auch wenn der Traffic nicht sichtbar ist.*

*[...]*

Unter „TAS 600“ ist festgehalten:

*„Auf jede TAS Warnung muss vom Piloten mindestens verbal reagiert werden. Geschieht dies nicht, muss der HCM / Co-Pil intervenieren / nachfragen.*

*[...]*

*Beim Ertönen einer Traffic Warnung werden Gespräche unterbrochen (silent cockpit) und die Luftraumbeobachtung von allen intensiviert. Der Traffic wird auf dem PFD [primary flight display] und dem ND [navigation display] dargestellt, was der Crew das Identifizieren des Traffic sehr erleichtert.*

*[...]*

#### 1.10.2.2.4 Long-line

In Kapitel 21.8 „SOP für die Long-Line Evakuierung am Lastenhaken“ werden die Standardbetriebsverfahren für die Rettungstechnik mittels *long-line* beschrieben.

Unter 4 „Crew“ wird festgehalten, dass für die Anwendung dieser Technik mindestens ein Pilot auf dem rechten Sitz, ein HCM, ein oder mehrere Retter an der Leine und ein Einweiser zum Einsatz kommen müssen, alle mit entsprechender Ausbildung und Zulassung. In der Folge werden die Aufgaben und Kompetenzen dieser Personen aufgelistet. In Bezug auf die Luftraumüberwachung findet sich beim Einweiser die Passage: „Überwacht den Landeplatz und dazugehöriger Luftraum“.

Unter 5 „Operationelle Verfahren“ werden zunächst die Normal- und dann die Notverfahren beschrieben. Unter anderem wird dort festgehalten, dass vor Beginn des Einsatzes ein Briefing durchzuführen ist. Dem Arzt, der bei einem Ernst-einsatz am Start- und Landeplatz auf das Eintreffen der Geretteten wartet, wird als zusätzliche Aufgabe die Luftraumüberwachung zugewiesen.

### 1.11 Zusätzliche Angaben

#### 1.11.1 Transponder und Radarerfassung

##### 1.11.1.1 HB-ZBB

Der Transponder befand sich während des gesamten Fluges im Modus mit Höhenübermittlung und hatte den Code 7000 eingestellt.

Die Radaraufzeichnungen zeigen die Spur der HB-ZBB bis um 08:11:30 UTC, als sich der Helikopter am Eingang des Klöntals auf einer Höhe von 4800 ft QNH im leichten Sinkflug befand. Danach verschwand die HB-ZBB vom Radar. Dies ist auf die fehlende Radarabdeckung in diesem gebirgigen Gelände in geringen Flughöhen zurückzuführen.

##### 1.11.1.2 HB-ZRY

Gemäss Angabe des Piloten befand sich der Transponder während des gesamten Fluges im Modus mit Höhenübermittlung und hatte entweder den Code 7000 oder den Code 7100 eingestellt.

Die HB-ZRY wurde im betreffenden Zeitraum vom Radar nicht erfasst, was der fehlenden Radarabdeckung zuzuschreiben ist.

#### 1.11.2 Kollisionswarngeräte Flarm/Floice

##### 1.11.2.1 Funktionsweise

Kollisionswarngeräte, die auf der Flarm-Technologie beruhen, warnen bei Kollisionsgefahr einerseits vor anderen Luftfahrzeugen, die ebenfalls mit entsprechenden Geräten ausgerüstet sind, andererseits vor in einer Datenbank gespeicherten Luftfahrthindernissen.

Die Geräte verwenden dazu die Positionen und Geschwindigkeitsvektoren des eigenen Luftfahrzeuges, bestimmt mittels GPS, und extrapolieren laufend den Flugweg unter Verwendung eines Algorithmus eine bestimmte Zeitspanne in die Zukunft. Der Algorithmus berücksichtigt dabei den momentanen Bewegungszustand des Luftfahrzeuges und im Allgemeinen auch die Konfiguration des Gerätes. Die Konfiguration beinhaltet unter anderem die Art des Luftfahrzeuges, die aus einer vorgegebenen Liste gewählt und gespeichert werden kann. Es stehen unter anderem die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung:

1 = <i>glider</i>	5 = <i>drop plane</i>
2 = <i>tow plane</i>	6 = <i>fixed hang-glider</i>
3 = <i>helicopter</i>	7 = <i>soft para-glider</i>
4 = <i>parachute</i>	8 = <i>powered aircraft</i>

Die so berechnete Extrapolation des eigenen Flugweges wird laufend über eine Antenne ausgestrahlt, die gleichzeitig sämtliche derartigen Signale von anderen, sich in Empfangsreichweite befindlichen Luftfahrzeugen aufnimmt. Stellt das Gerät fest, dass es aufgrund der eigenen Flugwegextrapolation und einer oder mehrerer empfangener Flugwegextrapolationen in naher Zukunft zu einer gefährlichen Annäherung kommen könnte, gibt es eine Warnung aus. Für Hindernisse in der gespeicherten Datenbank funktioniert das Gerät sinngemäss.

Je nach Gerätemodell und je nachdem, ob vor einem anderen Luftfahrzeug oder einem Hindernis gewarnt wird, können die Warnungen unterschiedlich ausgestaltet sein. Allen Warnungen gemeinsam ist die Tatsache, dass die Zeit bis zum berechneten Kollisionszeitpunkt massgebend ist und nicht die Distanz. Es werden diesbezüglich bei Kollisionsgefahr mit einem anderen Luftfahrzeug drei Warnstufen unterschieden:

1. Stufe: 13 - 18 Sekunden bis zum berechneten Kollisionszeitpunkt
2. Stufe: 8 - 13 Sekunden bis zum berechneten Kollisionszeitpunkt
3. Stufe: 8 Sekunden oder weniger bis zum berechneten Kollisionszeitpunkt

Alle Geräte sind so ausgestaltet, dass die Warnungen mit zunehmender Warnstufe eindringlicher werden.

Gewisse Geräte können zusätzlich über Luftfahrzeuge, die sich im Empfangsbereich aber noch nicht innerhalb der ersten Warnstufe befinden, im Sinne eines Verkehrshinweises informieren.

Die Reichweite der Antenne ist primär von deren Einbau abhängig und kann daher sowohl von Luftfahrzeug zu Luftfahrzeug als auch in verschiedene Richtungen sehr unterschiedlich sein. Es kommen oft Innenantennen zum Einsatz, deren Reichweite aufgrund von Abschattungseffekten in gewisse Richtungen eingeschränkt sein kann. Typischerweise beträgt die Reichweite um 2 km, in optimalen Fällen kann sie bis zu 5 km betragen.

Die Geräte zeichnen den eigenen Flugweg sowie gewisse Daten, die von anderen Luftfahrzeugen während des Fluges empfangen werden, in einem Speicher auf.

#### 1.11.2.2 HB-ZBB

##### 1.11.2.2.1 Gerät

In der HB-ZBB war ein Flarm vom Typ Ediatec ECW100 eingebaut. Das 57-mm-Rundinstrument war im unteren Bereich des Instrumentenbretts leicht rechts der Mitte integriert (vgl. Abb. 6). Das Gerät war mit einer Innenantenne ausgestattet, die sich auf der Abdeckung des Instrumentenbretts leicht rechts der Mitte befand (vgl. Abb. 7). Die akustischen Alarme wurden über das Audio-Panel ins *intercom* eingespeist.



**Abbildung 6:** Flarm Ediatec ECW100 im Instrumentenbrett der HB-ZBB. Die Relativposition anderer Luftfahrzeuge wird in der horizontalen Ebene mit den kreisförmig angeordneten LED in der Mitte des Gerätes angezeigt, in der vertikalen Ebene mit den LED am rechten Rand. Die digitale Anzeige im oberen Bereich des Gerätes gibt die horizontale Distanz in 100-m-Schritten an (z. B. 0.1 km).



**Abbildung 7:** Flarmantenne auf der Abdeckung des Instrumentenbretts der HB-ZBB.

Im „Nearest Modus“, der nach dem Einschalten des Gerätes automatisch aktiv ist, werden auch dann andere Luftfahrzeuge in der näheren Umgebung angezeigt, wenn diese gemäss Berechnung keine Gefährdung darstellen. Solche Verkehrshinweise sind standardmässig auf einen Umkreis von 3 km sowie eine vertikale Separation von 500 m begrenzt. Dargestellt wird jeweils nur ein anderes Luftfahrzeug. Die optische Darstellung mittels der LED (vgl. Abb. 6) erfolgt statisch, das heisst ohne Blinken, und es erfolgt kein Ton. Nähert sich ein Luftfahr-

zeug erstmals auf eine Distanz von horizontal 1.5 km und vertikal 500 m, löst dies zwei kurze Töne aus.

Stellt das Gerät gemäss Berechnung eine Gefährdung fest, wird abhängig von der Gefährdungsintensität, das heisst je nach Warnstufe, folgendermassen gewarnt:

1. Stufe (13 - 18 s): 1 LED (horizontale Ebene) blinkt langsam (2 Hz)
2. Stufe (8 - 13 s): 2 LED (horizontale Ebene) blinken mittelschnell (4 Hz)
3. Stufe (unter 8 s): 3 LED (horizontale Ebene) blinken schnell (6 Hz)

Zusätzlich blinkt synchron die entsprechende LED für die Darstellung der Relativposition in der vertikalen Ebene, sofern diese über 7° oberhalb bzw. unterhalb des Horizonts liegt, und es erfolgt eine akustische Warnung mittels Piepton. Die Art des Pieptons ist ebenfalls von der Warnstufe abhängig.

#### 1.11.2.2 Konfiguration und Software

Über die Speicherkarte im unteren Bereich des Gerätes (vgl. Abb. 6) oder die serielle Schnittstelle auf der Rückseite kann das Gerät konfiguriert und die Software aktualisiert werden. Auch kann auf diese Weise die Hindernisdatenbank geladen bzw. aktualisiert werden.

Die Auswertung nach dem schweren Vorfall ergab, dass das Flarm der HB-ZBB als „glider“ konfiguriert war. Dies entspricht der Standardeinstellung des Gerätes.

Es befanden sich die Flarm-Softwareversion 5.04 vom Juli 2011 und eine Hindernisdatenbank vom April 2007 auf dem Gerät.

#### 1.11.2.3 Aufzeichnung

Über die Speicherkarte können die letzten 20 Dateien der Flugaufzeichnung heruntergeladen werden, über die serielle Schnittstelle sämtliche Daten im Speicher. Ein Flug dauert von der Detektion des Starts bis zur Detektion der Landung, wobei diese Angaben basierend auf der Vorwärtsgeschwindigkeit ermittelt werden.

Zum Zeitpunkt als die Auswertung der Flugaufzeichnung über die Speicherkarte vorgenommen wurde, konnten nur noch Daten zu Flügen gewonnen werden, die nach dem Vorfallflug stattgefunden hatten. Eine Auswertung über die serielle Schnittstelle erfolgte irrtümlicherweise erst zu einem Zeitpunkt, als die relevanten Daten bereits überschrieben worden waren.

Es liegen daher vom Flarm keine Daten zum Vorfallflug vor.

Von den 20 gesicherten Dateien auf der Speicherkarte waren 15 Dateien in „Vorauen“ unmittelbar vor dem Start zum Rückflug nach Zürich erstellt worden und enthielten jeweils nur einen Datenpunkt. Die Ursache für das Speichern dieser nutzlosen Dateien konnte nicht restlos geklärt werden. Laut Angabe der Firma Flarm gab es bis zur Softwareversion 5.13 vom Februar 2014 einen Fehler, der unter gewissen Umständen zur Erzeugung von vielen Dateien mit nur einem Datenpunkt in der Flugaufzeichnung führen konnte. Dies war vor allem der Fall, wenn das Gerät während des Fluges den GPS-Empfang verlor.

#### 1.11.2.4 Reichweitenanalyse

Mittels Dateien der Flugaufzeichnung, die genügend Interaktionen mit anderen Flarmgeräten enthalten, kann eine Analyse der Empfangsreichweite des Gerätes erstellt werden. Die Firma Flarm bietet einen entsprechenden Service für alle Nutzer auf ihrer Website an.

Eine diesbezügliche Analyse der Empfangsreichweite des Flarm in der horizontalen Ebene, die unter Verwendung einer grossen Zahl von Dateien durchgeführt wurde, zeigte, dass die Reichweite im Mittel unter 50 m betrug. Etwa in Richtung elf Uhr wies die Reichweite den grössten Wert auf, lag aber auch dort im Bereich von nur rund 100 m.

#### 1.11.2.2.5 Untersuchung des Gerätes

Das Flarmgerät wurde beim Hersteller im Labor untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass das Gerät immer noch die gleiche Sendeleistung und Empfangsempfindlichkeit aufwies wie bei dessen Auslieferung. Im Vergleich zum Mittelwert der Serie, aus der das ECW100 der HB-ZBB stammte, war das Gerät sowohl in der Sendeleistung als auch der Empfangsempfindlichkeit besser.

Der Hersteller baute das Gerät in ein Flächenflugzeug mit installierter Aussenantenne ein, um damit Versuchsflüge durchzuführen. Dabei konnten deutlich bessere Resultate hinsichtlich der Empfangsreichweite erzielt werden, wenn auch keine überragenden Resultate.

#### 1.11.2.2.6 Untersuchung der Installation

Die Installation des Flarmgerätes und der Antennen in der HB-ZBB wurde in Zusammenarbeit mit dem Hersteller des Gerätes untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Positionierung der Flarmantenne (vgl. Abb. 7) grundsätzlich nicht schlecht war und zumindest nach vorne eine gute Reichweite erzielt werden sollte. Die Flarmantenne selber wurde untersucht und wies Parameterwerte im normalen Bereich auf. Weiter wurde festgestellt, dass das Verbindungskabel zwischen dem Gerät und der Flarmantenne sehr lang war und daher bei der Installation in mehreren Wicklungen verlegt wurde. Dies kann einen negativen Einfluss auf die Sende- und Empfangsleistung haben.

Im Rahmen dieser Untersuchungen teilte der Fluglehrer mit, dass die Flarmantenne regelmässig ab- und wieder angeschraubt werde, damit während der Standzeiten des Helikopters ein Tuch zum Schutz vor der einstrahlenden Sonne über die Abdeckung des Instrumentenbretts gelegt werden könne. Dieses Vorgehen birgt die Gefahr einer Beschädigung oder übermässigen Abnutzung der Kontaktstellen der Antenne. Auch kann die Antenne vergessen oder nicht richtig verschraubt werden.

Nachdem eine neue Flarmantenne und ein kürzeres Verbindungskabel eingebaut worden waren, konnten Anzeichen für eine bessere, aber keine überragende Empfangsreichweite gewonnen werden. Da keine Möglichkeit existiert, die Empfangsreichweite des eingebauten Gerätes am Boden zu testen, konnte die korrekte Funktionstüchtigkeit des Gerätes im Rahmen der Untersuchung nach diesen Modifikationen nicht abschliessend festgestellt werden.

#### 1.11.2.2.7 Erfahrung des Piloten mit dem Flarm

Der Pilot gab an, er habe „*nicht so viel Erfahrung mit Flarm*“. Er habe schon hin und wieder Alarme erlebt, wisse aber die Anzeige nicht wirklich zu interpretieren. Er wisse nur, dass er, wenn es „*piepse und blinke*“, gut hinausschauen müsse.

Er äusserte die Meinung, dass man bezüglich des Flarm besser geschult werden müsste, wenn sich schon so ein gutes Tool an Bord befinde. Und er selber müsste mehr üben.

Als der Pilot im Jahr 2011 die Umschulung auf die EC 120B bei BB Heli machte, hatte die HB-ZBB bereits ein Flarm eingebaut. Im Rahmen dieser Umschulung war das Flarm gemäss Angabe des Piloten nur ein marginales Thema.

Nach Meinung des Piloten hatte im vorliegenden Fall der Alarm des Flarm unmittelbar vor der gefährlichen Annäherung einen wesentlichen Einfluss auf den Verlauf des schweren Vorfalles.

#### 1.11.2.2.8 Erfahrung des Fluglehrers mit dem Flarm

In der Funktion als Inhaber und Geschäftsführer der BB Heli AG hatte sich der Fluglehrer ein paar Mal mit einem der Entwickler der Flarmtechnologie getroffen, als die ersten Flarmgeräte auf den Markt gekommen waren. BB Heli war nach Angabe des Fluglehrers unter den ersten Helikopterbetrieben, die Flarm eingebaut hatten. Dieser Entwickler hatte ihm die Funktionsweise von Flarm und des Gerätes erklärt.

Die HB-ZBB wurde 1999 an BB Heli geliefert. Ab dem Jahr 2000 war eines der ersten Flarmmodelle auf dem Instrumentenbrett des Helikopters befestigt worden. Als dann das neuere Rundinstrument der Firma Ediatec verfügbar wurde, war dieses nach Angabe des Fluglehrers vor etwa sechs bis sieben Jahren im Instrumentenbrett des Helikopters eingebaut worden. Einbau und Konfiguration waren nach seiner Aussage damals von einem auf Avionik spezialisierten Betrieb vorgenommen worden.

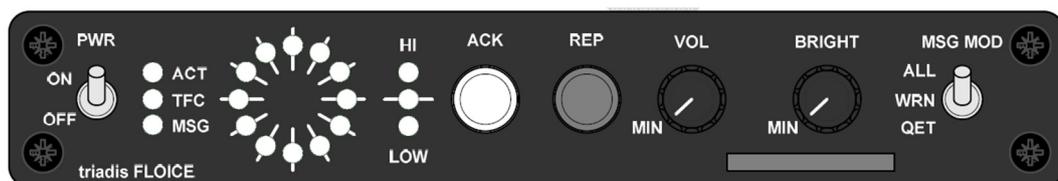
Im vorliegenden Fall war die Warnung unmittelbar vor der gefährlichen Annäherung die erste Warnung des Flarm. Der Fluglehrer hatte auch optisch, auf dem Display, zuvor nichts erkennen können.

#### 1.11.2.3 HB-ZRY

##### 1.11.2.3.1 Gerät

In der HB-ZRY war ein sogenanntes Floice eingebaut, das im Vergleich zu herkömmlichen Flarmgeräten zusätzlich über ein Sprachmodul verfügt, das sämtliche Meldungen und Warnungen mittels einer synthetischen Stimme generiert und via Audio-Panel direkt ins *intercom* speist. Eine optische Anzeige ist ebenfalls vorhanden.

Das Gerät vom Typ Triadis Floice 256 (vgl. Abb. 8 und 9) war im Instrumentenbrett der HB-ZRY eingebaut und mit einer Aussenantenne oberhalb des Cockpits ausgestattet.



**Abbildung 8:** Triadis Floice 256 (Herstellerbild). Die Relativposition anderer Luftfahrzeuge wird in der horizontalen Ebene mit den kreisförmig angeordneten LED angezeigt, in der vertikalen Ebene mit den LED rechts daneben.

Im Meldungsmodus „ALL“ werden bis zu vier Objekte im Empfangsbereich gemeldet, auch wenn von den Objekten gemäss Berechnung keine Gefährdung ausgeht. Optisch werden solche Objekte mit grünen LED angezeigt. Im Meldungsmodus „WRN“ werden nur Objekte gemeldet, die gemäss Berechnung eine Gefährdung darstellen. Diese Objekte werden optisch mit roten LED angezeigt. Im Meldungsmodus „QET“ werden ausschliesslich Systemmeldungen ausgegeben.

Meldungen von Flugobjekten haben das Format:

<Warnton> <Richtung> <Höhe> <Objekttyp> <Distanz>

Die Art des Warntons bestimmt dabei die Gefährdungsintensität: Bei Objekten ohne Gefährdung erfolgt kein Warnton. Bei Objekten mit Gefährdung erfolgt in Abhängigkeit der Warnstufe ein Warnton wie folgt:

1. Stufe (13 - 18 s): Pieps
2. Stufe (8 - 13 s): Doppelpieps
3. Stufe (unter 8 s): Sirenton

Die Richtung wird entsprechend der Relativposition in der horizontalen Ebene mit einer Uhr-Angabe ausgegeben, z. B. „*eleven o'clock*“.

Die Höhe wird relativ zur eigenen Höhe in sechs Abstufungen gemeldet: Bei weniger als 6° über bzw. unterhalb des Horizonts wird die Höheninformation weggelassen. Zwischen 6° und 12° wird „*higher*“ bzw. „*lower*“ gemeldet. Bei mehr als 12° wird „*high*“ bzw. „*low*“ gemeldet. Befindet sich das Objekt in einem Zylinder von 200 m Durchmesser oberhalb oder unterhalb des eigenen Luftfahrzeuges wird „*above*“ bzw. „*below*“ gemeldet.

Der Objekttyp entspricht der Art des empfangenen Luftfahrzeuges gemäss Konfiguration von dessen Flarm, z. B. „*glider*“ oder „*helicopter*“. Unbekannte Objekttypen werden als „*traffic*“ gemeldet.

Die Distanz wird in Hektometern gemeldet, z. B. „*four*“ entspricht 400 m. Bei hohen Annäherungsgeschwindigkeiten werden Distanzen bis über 1000 m gemeldet, z. B. „*one two*“ entspricht 1200 m. Distanzen unter 50 m werden nicht gemeldet. Die Distanzen werden gerundet.

#### 1.11.2.3.2 Konfiguration und Software

Über die Speicherkarte im unteren rechten Bereich des Gerätes (vgl. Abb. 8) oder die serielle Schnittstelle auf der Rückseite kann das Gerät konfiguriert und die Software aktualisiert werden. Auch kann auf diese Weise die Hindernisdatenbank geladen bzw. aktualisiert werden.

Die Auswertung nach dem schweren Vorfall ergab, dass das Floice der HB-ZRY als „*helicopter*“ konfiguriert war.

Es befanden sich die Softwareversion 5.06 des Flarmmoduls vom Juli 2012 und eine Hindernisdatenbank vom Juni 2013 auf dem Gerät.

#### 1.11.2.3.3 Aufzeichnung

Über die Speicherkarte können die letzten 20 Dateien der Flugaufzeichnung heruntergeladen werden, über die serielle Schnittstelle sämtliche Daten im Speicher.

Die Datei des Vorfalles konnte gesichert werden. Sie lieferte einerseits den kompletten Flugweg der HB-ZRY gemäss Aufzeichnung durch den GPS-Empfänger des Floice mit einem Aufzeichnungsintervall von zwei Sekunden. Andererseits enthielt sie für die Dauer, während der das Floice das Flarm empfangen konnte, in unregelmässigen Zeitabständen erstellte Aufzeichnungen über den Flugweg der HB-ZBB gemäss Aufzeichnung durch den GPS-Empfänger des Flarm. Diese Dauer umfasste das Zeitfenster von 08:11:10 UTC bis 08:12:26 UTC und enthielt insgesamt elf Datenpunkte der HB-ZBB (vgl. Anlage 1).

Bei der Auswertung der Dateien wurde festgestellt, dass ein Teil der Trainingsflüge, die am Vorfalldag mit der HB-ZRY vor dem Vorfalflug stattgefunden hatten, nicht oder nicht korrekt aufgezeichnet worden waren. Die Ursache für das fehlerhafte Speichern dieser Flüge konnte nicht restlos geklärt werden, könnte aber gemäss Angabe der Firma Flarm dieselbe Ursache haben wie das Speichern der nutzlosen Dateien durch das Flarm.

#### 1.11.2.3.4 Reichweitenanalyse

Eine Analyse der Empfangsreichweite des Floice in der horizontalen Ebene zeigte, dass die Reichweite im Mittel im Bereich von 5 km lag, mit relativ grossen Schwankungen in Abhängigkeit von der Richtung. Der minimale Wert lag bei knapp 2 km. In Richtung zwei Uhr betrug die Empfangsreichweite etwa 3 km.

#### 1.11.2.3.5 Satellitenkonstellation

In den Dateien der Flugaufzeichnung werden auch von Zeit zu Zeit die Anzahl und die genaue Bezeichnung der empfangenen Satelliten des GPS-Empfängers registriert.

Eine diesbezügliche Analyse der durch das Floice aufgezeichneten Daten in der Zeitspanne rund um den Vorfalzeitpunkt zeigte, dass zwischen sieben und acht Satelliten empfangen werden konnten. Da die Mindestanzahl an empfangenen Satelliten für ein einwandfreies Funktionieren des GPS-Systems vier beträgt, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass in dieser Zeitspanne im Gebiet des schweren Vorfalles eine gute Abdeckung gewährleistet war.

Auf der Grundlage der durch das Floice registrierten Punkte des Flugweges der HB-ZBB, die mit den Daten des Tabletcomputers übereinstimmen, kann davon ausgegangen werden, dass das Flarm in der Zeitspanne rund um den Vorfalzeitpunkt ebenfalls über eine genügende GPS-Abdeckung verfügte.

#### 1.11.2.3.6 Erfahrung des Piloten mit dem Floice

Gemäss Aussage des Piloten betreibt er das Floice im Normalfall im Meldungsmodus „ALL“. Dies war auch während des Vorfalfluges so. Er schalte nur bei sehr viel Segelflugverkehr in den Meldungsmodus „WRN“.

Im vorliegenden Fall meldete das Floice gemäss Aussage des Piloten nach der ersten Meldung zu einem späteren Zeitpunkt nochmals „glider“, aber er nahm das – weil ihn die Meldung „glider“ irritiert habe – nicht mehr bewusst wahr. Ob das Floice im Anschluss noch weiter gewarnt hatte, wusste der Pilot nicht mehr.

#### 1.11.2.3.7 Angaben des HCM zum Floice

Gemäss Aussage des HCM meldete das Floice im vorliegenden Fall nach der ersten Meldung zu einem späteren Zeitpunkt nochmals „glider“, seiner Meinung nach mit einer anderen Richtungsangabe als bei der ersten Meldung. Danach gab das Floice keine weiteren Meldungen mehr aus.

Zwischen der ersten Meldung des Floice und der Kreuzung der beiden Luftfahrzeuge lag nach Einschätzung des HCM maximal eine Minute.

Am Vorfalstag konnte er auch andere Meldungen des Floice wahrnehmen.

### 1.11.3 Verkehrshinweissystem

#### 1.11.3.1 Funktionsweise

Ein Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system* – TAS) sendet Signale aus und empfängt über Antennen die Transponderantwortsignale von anderen Luftfahrzeugen, die sich innerhalb der Reichweite des Systems befinden. Die Position der empfangenen Luftfahrzeuge in der horizontalen Ebene (Azimut und Distanz) wird in Relation zur eigenen Position grafisch als Symbol auf einem Bildschirm im Cockpit dargestellt. Diese Information wird über die Laufzeit des Signals und die Richtungsempfindlichkeit der verschiedenen Antennen gewonnen. Falls der Transponder des erfassten Luftfahrzeuges im Modus mit Höhenübermittlung sendet, wird zusätzlich die Höhe relativ zur eigenen Höhe mit einem ent-

sprechenden Zahlenwert neben dem Symbol dargestellt. Diese Information wird durch den Vergleich der empfangenen Höhe mit der eigenen Höhe gewonnen.

Teilweise kommen dreidimensionale Darstellungen der Relativposition auf Bildschirmen im Cockpit zur Anwendung.

Stellt das System auf Basis der verwendeten Berechnungsalgorithmen eine in naher Zukunft erfolgende gefährliche Annäherung fest, warnt es akustisch und optisch. Die Ausgestaltung der Warnung ist abhängig vom Gerätemodell.

Im Gegensatz zu einem Verkehrshinweis- und Kollisionsverhinderungssystem (*traffic alert and collision avoidance system* – TCAS II) gibt das TAS keine Ausweichempfehlungen.

### 1.11.3.2 HB-ZRY

#### 1.11.3.2.1 Gerät

In der HB-ZRY war ein TAS vom Typ Avidyne TAS620 mit einer Antenne oberhalb und einer Antenne unterhalb des Cockpits eingebaut. Die grafische Darstellung erfolgte auf dem *primary flight display* (PFD) und dem *navigation display* (ND) (vgl. Abb. 9). Die akustischen Alarme wurden über das Audio-Panel ins *intercom* eingespeist.



**Abbildung 9:** Instrumentenbrett der HB-ZRY (Foto Rega). Rechts das PFD und das ND. Links oberhalb des PFD das Floice.

Das Gerät zeigt Luftfahrzeuge in einer Distanz von maximal 21 NM horizontal und maximal  $\pm 9900$  ft vertikal an. Es unterscheidet folgende drei Stufen von Verkehrshinweisen: *traffic advisories* (TA), *proximate advisories* (PA) und *other traffic* (OT). Während OT und PA lediglich symbolisch dargestellt werden, wird bei einer TA zusätzlich eine akustische Warnung generiert. Die akustische Warnung besteht aus einem Warnton und den Worten „*traffic, traffic*“. Gleichzeitig wird auf dem PFD die Warnschrift „*traffic*“ angezeigt.

Gemäss Hersteller wird eine TA wie folgt definiert: „*an advisory indicating the current track of an intruder could result in a near-hit or collision.*“ Technisch wird in erster Linie die Zeit bis zum Punkt der nächsten Annäherung (*closest point of approach – CPA*) verwendet, um eine TA auszulösen. Alternativ erfolgt auch eine Auslösung, wenn sich ein anderes Luftfahrzeug horizontal wie vertikal in sehr geringer Distanz befindet. Die Auslösung einer TA erfolgt bei einer Zeit bis zum CPA von weniger als 30 Sekunden oder wenn die horizontale Distanz unter 0.55 NM und die vertikale Distanz unter 800 ft liegt.

Die akustische Warnung und die Warnschrift werden unterdrückt, wenn sich das eigene Luftfahrzeug unter 400 ft AGL gemäss Radarhöhenmesser befindet. Ebenfalls werden die akustische Warnung und die Warnschrift unterdrückt, wenn sich das andere Luftfahrzeug unter 200 ft AGL befindet. Die grafische Darstellung auf dem PFD und dem ND erfolgt in beiden Fällen trotzdem.

#### 1.11.3.2.2 Aufzeichnung

Die Daten des TAS werden nicht aufgezeichnet. Es liegen daher vom Vorfalflug keine Daten vor.

#### 1.11.3.2.3 Funktionskontrolle

Das TAS besitzt eine interne Funktionskontrolle, die bei jedem Einschalten durchgeführt und während des Betriebes laufend wiederholt wird. Wird ein Defekt des Gerätes festgestellt, wird dies auf dem ND mit einer durchgekreuzten Schrift „~~traffic~~“ dargestellt.

Gemäss Angabe der Rega wurden am TAS der HB-ZRY weder vor noch nach dem schweren Vorfall Kontrollen durchgeführt, da es keine Anzeichen für eine Fehlfunktion gegeben habe. Bei der Rega werden die im Wartungshandbuch (*aircraft maintenance manual – AMM*) beschriebenen Tests nach dem Einbau des TAS in den Helikopter durchgeführt. Das AMM schreibt keine periodischen Tests vor.

#### 1.11.3.2.4 Erfahrung des Piloten mit dem Verkehrshinweissystem

Der Pilot wurde im Rahmen der Umschulung auf das Muster AW109SP bezüglich des TAS geschult.

Das TAS ist nach Angabe des Piloten standardmässig immer eingeschaltet. Dies war auch während des Vorfalfluges so. Seiner Meinung nach gab das TAS während des gesamten Ablaufs des schweren Vorfalls nie eine akustische Warnung aus. Zu einem späteren Zeitpunkt am Vorfalntag konnte er anderen Verkehr des TAS auf dem PFD wahrnehmen.

Generell habe er im Gebirge die Erfahrung gemacht, dass die Azimutangabe des TAS schlecht stimme. Die Höhenangaben seien jedoch korrekt. Grundsätzlich funktioniere das TAS seiner Erfahrung nach aber gut.

Nach Angabe des Piloten war nicht bekannt, dass das TAS der HB-ZRY schlecht funktionieren würde oder zumindest weniger gut als die TAS auf den anderen Helikoptern der Rega.

#### 1.11.3.2.5 Angaben des HCM zum Verkehrshinweissystem

Gemäss Aussage des HCM gab das TAS im vorliegenden Fall während des gesamten Ablaufs des schweren Vorfalls nie eine akustische Warnung aus.

Am Vorfalntag konnte er keine Warnungen des TAS wahrnehmen.

## 1.11.4 Aussenlichter

## 1.11.4.1 HB-ZBB

Gemäss Angabe der Besatzung war zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls das Kollisionswarnlicht (*anti collision light*) in Betrieb. Der Landescheinwerfer (*landing light*) war nicht eingeschaltet.

Die Besatzung der HB-ZBB konnte keine Aussenbeleuchtung der HB-ZRY wahrnehmen. Der Pilot gab an, dass sie einen allfällig eingeschalteten Landescheinwerfer an der HB-ZRY aufgrund der Relativposition und Ausrichtung der HB-ZRY kaum hätten sehen können.

## 1.11.4.2 HB-ZRY

Gemäss Angabe des Piloten waren zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls an der HB-ZRY die Kollisionswarnlichter auf Rot, die Positionslichter (*position lights*) und die Landescheinwerfer in Betrieb. Dies sei bei ihm Standard für diese Einsatzart.

## 1.11.5 Luftraumüberwachung

## 1.11.5.1 HB-ZBB

## 1.11.5.1.1 Pilot

Gemäss Angabe des Piloten prüften sie während des Anfluges auf den Landeplatz bei „Vorauen“ bewusst den Luftraum in diese Richtung, also in Richtung des Klöntalersees. Sie konnten keinen anderen Verkehr erkennen.

Als der Alarm des Flarm ansprach, hätten er und der Fluglehrer beide kurzzeitig ins Cockpit geschaut, da ihm der Fluglehrer auf dem Instrumentenbrett den richtigen Ablauf der zu prüfenden Punkte des *check for approach* gezeigt habe.

Der Pilot trug zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls keine Sonnenbrille.

## 1.11.5.1.2 Fluglehrer

Gemäss Aussage des Fluglehrers schaute er in der Phase, als der Pilot den *check for approach* durchführte, bewusst nach draussen, in Richtung des beabsichtigten Flugweges.

Die Begegnung war für ihn überraschend, da die HB-ZRY aus einer unerwarteten Richtung kam: „[...] *Ich kann mir das nur so erklären: Bei meinem letzten Blick nach vorne war der andere Heli noch sehr tief, wenn auch schon nahe bei uns. Dann kam der Heli wahrscheinlich von unten rasch in unser Blickfeld. Ich war hundert Prozent sicher, dass vor uns nichts war, daher war ich sehr überrascht.*“

Der Fluglehrer gab an, er habe zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls „*ziemlich sicher*“ eine Sonnenbrille getragen.

## 1.11.5.2 HB-ZRY

## 1.11.5.2.1 Pilot

Der Pilot konnte nicht mehr sagen, ob beim Briefing vor Beginn der Trainingsflüge das Thema Luftraumüberwachung speziell angesprochen worden war. Aber die Retter, die speziell für die Rettungstechnik mit der *long-line* ausgebildet werden, würden geschult, jeweils auch Luftraumüberwachung zu betreiben und anderen Verkehr wie auch Hindernisse zu melden. Da diese Retter oft aus der Region stammten, in der die Einsätze durchgeführt werden, verfügten sie in der Regel über gute lokale Kenntnisse. Der HCM betreibe auch Luftraumüberwachung.

Nach Aussage des Piloten schaute er im vorliegenden Fall nach der Meldung des anderen Helikopters durch den HCM zunächst durch das rechte Seitenfenster. Während der Reduktion der Geschwindigkeit drehte er dann die Nase des Helikopters leicht nach rechts, um besser nach vorne rechts sehen zu können.

Der Pilot trug zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles keine Sonnenbrille und benützte kein Visier seines Helmes.

#### 1.11.5.2.2 HCM

Gemäss Angabe des HCM wurde beim Briefing vor Beginn der Trainingsflüge das Thema Luftraumüberwachung nicht explizit angesprochen.

Bei dieser Einsatzart, mit gedrehtem Sitz und offener rechter Schiebetüre, überwache der HCM grundsätzlich den rechten Sektor von zwölf bis sechs Uhr.

Der HCM trug zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles keine Sonnenbrille und benützte kein Visier seines Helmes.

Weiter gab der HCM an, dass der Start- und Landeplatz beim „Hinter Saggberg“ etwas hinter Bäumen lag und keine besonders gute Sicht talauswärts, in Richtung Haupttal, bot. So sei ihnen erst nach der Kreuzung mit der HB-ZBB von dort gemeldet worden, dass ein anderer Helikopter in der Gegend sei.

#### 1.11.6 Ausklinken der Leine und Ausweichmanöver

Das *long-line* Gehänge der HB-ZRY konnte ausgeklinkt werden. Für jeden der beiden Lastenhaken musste die Auslösung separat erfolgen, entweder elektrisch mittels zweier Schalter am Steuerknüppel der zyklischen Blattverstellung (*cyclic*) oder mechanisch mittels zweier Hebel neben der kollektiven Blattverstellung (*collective*).

Gemäss Aussage des Piloten war ihm in der Phase unmittelbar vor der Kreuzung momentan nicht bewusst, einen Sandsack an der Leine zu haben. Daher war für ihn das Ausklinken der Leine keine Option.

Er habe sich überlegt, ob er steigen oder sinken solle. Steigen sei für ihn keine Option gewesen, da der andere Helikopter dann möglicherweise mit der Leine kollidiert wäre. Sinken sei für ihn auch keine Option gewesen, da er nicht genau gewusst habe, wie hoch über Grund das Ende der *long-line* zu diesem Zeitpunkt gewesen sei.

#### 1.11.7 Start- und Landeplatz „Hinter Saggberg“

Die Alpwiese beim „Hinter Saggberg“ ist flach und weitläufig und bietet daher günstige Verhältnisse für Start und Landung mit einem Helikopter. In Richtung Klöntalersee weist der Platz freie Sichtverhältnisse auf und er kann aus dieser Richtung gut angefliegen werden, insbesondere auch mit einer *long-line*.

In Richtung des Glarner Haupttals hingegen sind die Sichtverhältnisse wegen des ansteigenden Geländes und des Vorhandenseins von Bäumen stark eingeschränkt. Auch in Richtung „Unter Stafel“ sind die Sichtverhältnisse eingeschränkt (vgl. Abb. 10).



**Abbildung 10:** Start- und Landeplatz „Hinter Saggberg“. Links: Blick in Richtung „Unter Stafel“. Rechts: Blick in Richtung Glarner Haupttal (Aufnahmen vom Juni 2014).

Der für die Organisation des Trainingstages zuständige Rega-Pilot befand sich zum Vorfalzeitpunkt ebenfalls vor Ort beim „Hinter Saggberg“. Er gab unter anderem das Folgende zu Protokoll:

*„Schon bei der zweiten Ablösung [Trainingsblock] sahen wir im Hinterklöntal ein Aircraft und informierten die fliegende Crew. Dieses Aircraft näherte sich zu keinem Zeitpunkt dem Luftraum, in dem sich der Rega-Helikopter bewegte.*

*Einige Minuten später hörte ich einen Helikopter im Gebiet Glärnisch/Vrenelisgärtli, konnte ihn jedoch nie sehen.*

*Dann in der nächsten Ablösung passierte es. Von meiner Position aus nicht sichtbar, nähert sich der BB-Helikopter dem Rega-Helikopter. Alles ging blitzschnell und schon war er vorbei.“*

#### 1.12 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken

Nicht betroffen.

## 2 Analyse

### 2.1 Technische Aspekte

#### 2.1.1 Kollisionswarngeräte Flarm/Floice

Die Aufzeichnungen durch das Floice zeigen, dass dieses das Flarm zum ersten Mal um 08:11:10 UTC empfangen konnte. Die HB-ZBB befand sich zu diesem Zeitpunkt ungefähr in einer Zwei-Uhr-Position zur HB-ZRY in einer Distanz von gut 3 km und etwa 100 m höher. Dies stimmt mit der generellen Reichweitenanalyse des Empfangs des Floice in Richtung zwei Uhr überein und zeigt, dass die Sendeleistung des Flarm offenbar im normalen Bereich lag.

Wenig später gab das Floice wie vorgesehen die erste Meldung aus, was trotz der Meldung „*glider*“ dazu führte, dass der *helicopter emergency medical services crew member* (HCM) die HB-ZBB visuell wahrnehmen und von diesem Zeitpunkt an verfolgen konnte. Insofern erfüllte das Kollisionswarngerät Floice seinen Zweck, da es die Besatzung auf den anderen Verkehr aufmerksam machte und so die gezielte visuelle Erfassung ermöglichte.

Weshalb das Floice danach mit zunehmender Annäherung nicht weiter warnte, konnte nicht eruiert werden, steht jedoch möglicherweise mit der eingeschränkten Funktionstüchtigkeit des Flarm in Zusammenhang. Für den Verlauf des schweren Vorfalls spielte dies jedoch höchstens eine untergeordnete Rolle.

Im Gegensatz zur Sendeleistung war die Empfangsreichweite des Flarm stark eingeschränkt und lag im Mittel bei unter 50 m, in Richtung elf Uhr bei etwa 100 m. Dies erklärt, wieso das Flarm das Floice erst sehr spät erkannte und der Fluglehrer daher bis zur Warnung nie eine optische Anzeige auf dem Display erkennen konnte.

Als das Flarm das Floice schliesslich empfangen konnte, lag die Distanz im Bereich von rund 100 m, was so vom Fluglehrer auf dem Display beobachtet wurde. Bei einer Annäherungsgeschwindigkeit der HB-ZBB von 120 bis 130 kt, entsprechend rund 60 m/s, verblieben somit rund zwei Sekunden bis zur Kollision bzw. Kreuzung. Dies entspricht der höchsten Warnstufe, weshalb das Gerät korrekterweise den dafür vorgesehenen Alarm ausgab, worauf die Besatzung die HB-ZRY erkennen konnte. Insofern erfüllte das Flarm letztlich seinen Zweck, da die Besatzung durch die Warnung auf die HB-ZRY aufmerksam wurde und in der Folge durch ein bruskes Ausweichmanöver eine Kollision vermeiden konnte. Allerdings warnte das Gerät aufgrund der reduzierten Empfangsreichweite erst sehr spät und funktionierte somit nicht wie vorgesehen.

Abgesehen von der sehr eingeschränkten Empfangsreichweite liegen keine Hinweise für eine Fehlfunktion des Flarm vor. Da das Gerät hinsichtlich Sende- und Empfangsleistung die Spezifikationen wie bei der Auslieferung erfüllte, muss der Grund für die eingeschränkte Empfangsreichweite wahrscheinlich im Bereich der Installation und der Flarmantenne gesucht werden. Die diesbezügliche Analyse förderte denn auch gewisse Faktoren zu Tage, die einer optimalen Reichweite nicht förderlich waren. Dennoch konnte die genaue Ursache für die eingeschränkte Empfangsreichweite nicht eindeutig eruiert werden.

Die falsche Konfiguration des Flarm als „*glider*“ hatte nach Angabe des Herstellers im vorliegenden Fall keinen Einfluss auf die verwendeten Berechnungsalgorithmen und somit auf den Verlauf des schweren Vorfalls im technischen Sinn. Allerdings irritierte die Meldung „*glider*“ den Piloten der HB-ZRY.

Auch die Verwendung einer älteren Softwareversion im Flarm hatte nach Angabe des Herstellers wahrscheinlich keinen Einfluss auf den Verlauf des schweren

Vorfalls. Generell stellt die Firma Flarm jedoch fest, dass der Pflege der Geräte samt Installation und Updates oft zu wenig Bedeutung beigemessen wird.

Auf der Website der Firma Flarm bietet sich eine einfache Möglichkeit, zumindest die Empfangsreichweite der Geräte zu überprüfen. Allerdings ist dies nur im Nachhinein, d. h., nach Absolvieren von Flügen mit genügend Interaktionen mit anderen Flarmgeräten, und nur für die horizontale Ebene möglich. Dies ist unbefriedigend und erlaubte insbesondere im vorliegenden Fall nicht, die Funktionstüchtigkeit des Flarmgerätes der HB-ZBB nach den gemachten Modifikationen an der Installation am Boden zu überprüfen.

### 2.1.2 Verkehrshinweissystem

Da die HB-ZBB mit eingeschaltetem und aufgrund der Erfassung durch das Radar offenbar funktionstüchtigem Transponder flog, hätte das Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system* – TAS) in der HB-ZRY die HB-ZBB erkennen und auf den Bildschirmen im Cockpit darstellen sollen. Da zudem die Kriterien für das Auslösen einer *traffic advisory* (TA) im Verlauf des schweren Vorfalls deutlich unterschritten wurden und sich die HB-ZRY spätestens ab 08:11 UTC in einer Höhe von über 400 ft AGL befand, hätte zusätzlich eine akustische Warnung erfolgen sollen.

Sowohl der Pilot wie auch der HCM konnten während des gesamten Verlaufs des schweren Vorfalls nie eine akustische Warnung des TAS wahrnehmen. Ob eine Anzeige auf den Bildschirmen im Cockpit erfolgte, muss offen bleiben, ist jedoch bei gleichzeitigem Ausbleiben der akustischen Warnung unwahrscheinlich. Da keine Aufzeichnungen der Daten des TAS erfolgen, ist eine diesbezügliche Rekonstruktion nicht möglich.

Das TAS funktionierte daher nicht wie vorgesehen, was grundsätzlich ein Sicherheitsrisiko darstellte.

Im vorliegenden Fall hatte die fehlerhafte Funktion des TAS allerdings höchstens einen untergeordneten Einfluss, da die Besatzung durch das Floice bereits frühzeitig auf die HB-ZBB aufmerksam gemacht wurde und in der Folge die HB-ZBB auch visuell erkennen konnte.

Im Rahmen der Versuchsflüge konnte bei Konstellationen, die vergleichbar mit derjenigen während des schweren Vorfalls waren, wiederholt festgestellt werden, dass das TAS anderen Verkehr nicht oder nur sehr spät erkannte und anzeigte. Insofern war das von der Besatzung der HB-ZRY geschilderte Verhalten des TAS während des Vorfalles zumindest ansatzweise rekonstruierbar.

Aus diesem Grund, und da laut Rega weder vor noch nach dem Vorfall Hinweise für eine Fehlfunktion des TAS vorlagen und auch der Pilot der HB-ZRY angab, er habe am Vorfalldatum bei späteren Flügen anderen Verkehr auf den Bildschirmen erkennen können, erscheint es unwahrscheinlich, dass am TAS der HB-ZRY ein spezifischer technischer Mangel vorlag. Vielmehr scheint es so zu sein, dass die festgestellte Richtungsabhängigkeit der Funktionstüchtigkeit des TAS ein systembedingtes Problem ist. Diese Einschätzung wurde vom Hersteller des TAS geteilt, der auch mögliche Gründe für dieses Verhalten auflistete.

Die exakten Gründe für dieses Problem konnten im Rahmen der Untersuchung nicht eruiert werden. Das Phänomen war bislang weder dem Hersteller des Helikopters noch dem Hersteller des TAS bekannt. Die beiden Hersteller gaben an, diesbezüglich vertiefte Abklärungen vornehmen zu wollen.

### 2.1.3 Datensicherung

Dieser schwere Vorfall zeigt, dass einer raschen und umfassenden Datensicherung nach einem solchen Ereignis entscheidende Bedeutung zukommt. Dies bedingt, dass die SUST unverzüglich informiert wird, damit die nötigen Schritte zur Sicherung der Daten veranlasst werden können.

Im vorliegenden Fall gingen beispielsweise die Daten des *electronic flight instrument system* (EFIS) der HB-ZRY verloren, da die Auswertung erst erfolgte, als die Daten zum Vorfallflug bereits überschrieben worden waren. Da lediglich fünf Flüge gespeichert werden, muss eine Sicherung der Daten rasch erfolgen.

Auf der Speicherkarte des Flarm war der Vorfallflug ebenfalls nicht mehr vorhanden, da durch die Abspeicherung der vielen nutzlosen Dateien in „Vorauen“ der relevante Flug aus den 20 Dateien auf der Speicherkarte gefallen war. Eine Auswertung des gesamten Speichers des Flarm zum damaligen Zeitpunkt hätte wahrscheinlich die Datei des Vorfallfluges noch geliefert. Eine solche Auswertung erfolgte jedoch irrtümlicherweise erst, als die relevante Datei bereits überschrieben worden war.

Im vorliegenden Fall tangierten die fehlenden bzw. verlorenen Daten die Untersuchung nur am Rande, da aufgrund redundant vorhandener Daten und indirekter Methoden annähernd alle Details rekonstruiert werden konnten. Dies kann bei einem anderen, zukünftigen Fall jedoch auch anders sein.

## 2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

### 2.2.1 Besatzung HB-ZBB

Die Besatzung prüfte beim Einflug ins Klöntal den Luftraum in Richtung der geplanten Anflugroute zum Landeplatz bei „Vorauen“, da sie sich bewusst war, dass dieser Landeplatz regelmässig von Helikoptern angefliegen wird. Der Fokus der Luftraumüberwachung lag daher primär nach vorne, in Richtung Klöntalersee, und weniger in die Richtung, in der sich die HB-ZRY befand. Die Besatzung konnte keinen anderen Verkehr erkennen und widmete sich dann den Vorbereitungen für den Anflug.

Die Aufzeichnungen durch das Floice zeigen, dass die HB-ZRY den vertikalen Steigflug beendet hatte und sich im langsamen Vorwärtsflug befand, als die HB-ZBB ins Klöntal einflog. Aus geometrischer Sicht wäre die HB-ZRY somit für die Besatzung sicher erkennbar gewesen. Die Aufzeichnungen zeigen hingegen auch, dass sich die HB-ZRY immer ungefähr in einer Elf-Uhr-Position zur HB-ZBB befand und sich somit relativ gesehen kaum bewegte. Dies wird als stehende Peilung bezeichnet und erschwerte es der Besatzung, die HB-ZRY erkennen zu können, da das menschliche Auge primär auf Bewegungen anspricht. Auch zeigten die Rekonstruktionsflüge, dass die AW109SP trotz eingeschalteter Aussenlichter und bekannter Position schwer zu erkennen war.

Dies kann erklären, wieso die Besatzung die HB-ZRY nicht frühzeitig visuell erkennen konnte. Es ist wahrscheinlich, dass die Vorbereitungen zur Landung und das Erledigen des *check for approach* mit den vom Piloten geschilderten Korrekturen des Fluglehrers kurzzeitig zu einer Reduktion der Luftraumüberwachung geführt haben, so dass die Besatzung erst durch den Alarm des Flarm auf die HB-ZRY aufmerksam wurde.

In der Folge reagierte die Besatzung unverzüglich und leitete ein abruptes Ausweichmanöver nach rechts ein, um der HB-ZRY samt angehängter Leine auszuweichen. Die Leine barg zusätzliches Gefahrenpotenzial, da sie nur schwer erkennbar war. Ein allfälliges Unterfliegen der HB-ZRY durch die HB-ZBB hätte daher schwerwiegende Konsequenzen haben können.

Die Tatsache, dass der Pilot der HB-ZBB mit den Anzeigen und Alarmen des Flarm nicht vertraut war und diese nicht richtig zu interpretieren wusste, ist aus Sicht der Flugsicherheit unbefriedigend. Selbst wenn das Flarm wie vorgesehen funktioniert hätte, wäre dies für den Piloten nur bedingt nützlich gewesen. Grundsätzlich stellen unzureichende Kenntnisse über Sicherheitssysteme an Bord eines Luftfahrzeuges ein ungenutztes Sicherheitsnetz, im Falle einer Fehlinterpretation sogar ein Risiko dar.

Die Besatzung entschied sich, keine Blindübermittlungen auf der Flugplatzfrequenz von Mollis zu machen, als sie den Flugplatz östlich auf einer Höhe von rund 5000 ft QNH passierte und danach ins Klöntal eindrehte und abzusinken begann. Dadurch blieb die Möglichkeit des Informationsaustausches mit anderem Verkehr in der Flugplatzumgebung ungenutzt. Im vorliegenden Fall besteht die Wahrscheinlichkeit, dass der Pilot der HB-ZRY einen Aufruf der HB-ZBB auf der Flugplatzfrequenz gehört und entsprechend reagiert hätte.

Für eine Landung auf einem Aussenlandeplatz wie dem hier betroffenen Platz bei „Vorauen“, der kein offizieller Gebirgslandeplatz ist und nicht in einem kontrollierten Luftraum mit Flugverkehrsleitung liegt, sind keine spezifischen Funkverfahren definiert.

### 2.2.2 Besatzung HB-ZRY

Durch die Meldung des Floice wurde die Besatzung frühzeitig auf die HB-ZBB aufmerksam. Auch wenn die Meldung „glider“ den Piloten irritierte, konnte der HCM als Folge der Meldung die HB-ZBB bereits früh visuell erkennen und anschliessend permanent im Auge behalten. Er hatte dazu ideale Bedingungen, da sein Blick durch die offene rechte Schiebetüre etwa in die Drei-Uhr-Position der HB-ZRY gerichtet war und die Sichtverhältnisse unter der Wolkenschicht sehr gut waren.

Der HCM verfügte daher jederzeit über ein gutes Bewusstsein hinsichtlich der Gesamtsituation (*situational awareness*) und versuchte, durch wiederholte und zunehmend eindringlichere Mitteilungen an den Piloten, diesen über die Entwicklung der Annäherung mit der HB-ZBB zu informieren. Dennoch konnte der Pilot die HB-ZBB lange Zeit nicht sehen. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Konzentration des Piloten grösstenteils auf diese anspruchsvolle Art der Fliegerei mittels *long-line* gerichtet war und er daher nur beschränkt Ressourcen für eine gezielte Luftraumüberwachung hatte. Der HCM als nicht fliegendes Besatzungsmitglied wies jedenfalls sicher mehr Kapazität für die Luftraumüberwachung auf und hatte dafür auch bessere Bedingungen. Dazu kommt, dass sich die HB-ZBB bis kurz vor der Kreuzung immer ungefähr in einer Zwei-Uhr-Position zur HB-ZRY befand, was die Erkennbarkeit aufgrund der fehlenden Relativbewegung erschwerte.

Intuitiv reduzierte der Pilot die Vorwärtsgeschwindigkeit, was aufgrund des fehlenden Sichtkontaktes zur HB-ZBB nachvollziehbar ist. Dass der Pilot das *long-line* Gehänge nicht ausklinkte, ist angesichts der Tatsache, dass er im Verlauf der Annäherung die drohende Kollisionsgefahr erst sehr spät erkennen konnte, verständlich.

Insgesamt gelang es der Besatzung trotz des frühen Sichtkontaktes des HCM zur HB-ZBB nicht, die drohende Kollisionsgefahr durch entsprechende Flugmanöver oder andere Handlungen abzuwenden. Dies einerseits, weil der Pilot die HB-ZBB erst spät visuell erkennen konnte, und andererseits, weil die HB-ZRY mit dem *long-line* Gehänge nur bedingt agil manövriert werden konnte. Letztlich war die Besatzung darauf angewiesen, dass die Besatzung der HB-ZBB sie wahrnehmen und ein entsprechendes Ausweichmanöver einleiten würde.

Ein sicherheitsbewusstes Vorgehen sollte daher insbesondere bei dieser Einsatzart zum Ziel haben, sich auf möglichst viele verschiedene Arten bei anderem Verkehr bemerkbar zu machen. Die Verwendung des Transponders und des Floice sowie das Einschalten sämtlicher Aussenlichter dienen unter anderem diesem Zweck. Eine gezielte Absetzung von Blindübermittlungen kann ebenfalls dazu beitragen, wobei für diese Einsatzart keine spezifischen Funkverfahren definiert sind. Dazu kommt, dass durch die ständige Kommunikation auf dem R-Kanal das Absetzen von Blindübermittlungen auf anderen Kanälen etwas umständlich und sogar störend sein kann. Im vorliegenden Fall hätte das Absetzen von Blindübermittlungen auf der Flugplatzfrequenz von Mollis den schweren Vorfall nicht verhindern können, da diese Frequenz in der HB-ZBB nicht gewählt war.

### 2.2.3 Verfahren

Das Thema Luftraumüberwachung wird im Flugbetriebshandbuch der Rega an verschiedenen Stellen erwähnt. Die Wichtigkeit, dass sich sämtliche Besatzungsmitglieder daran beteiligen, wird mehrfach betont und die entsprechenden Sektoren werden explizit zugeteilt. Bei den *long-line* Verfahren wird dem Einweiser und dem Arzt am Boden ebenfalls zusätzlich die Aufgabe der Luftraumüberwachung zugewiesen. Die Aussagen des Piloten und des HCM zeigen, dass diesem Thema auch in der Praxis die nötige Aufmerksamkeit gewidmet wird.

So führte denn auch im vorliegenden Fall eine Kombination aus der Meldung des Floice und der Luftraumüberwachung des HCM dazu, dass die Besatzung der HB-ZRY die HB-ZBB frühzeitig wahrnehmen konnte. Insofern hat das Sicherheitsnetz aus verschiedenen möglichen Komponenten der Luftraumüberwachung funktioniert, obwohl mehrere davon wie das TAS und die Beobachtung vom Boden aus versagten.

Generell war die Wahl des Platzes beim „Hinter Saggberg“ in Bezug auf die Luftraumüberwachung ungünstig, da die Sichtverhältnisse sowohl ins Glarner Haupttal als auch zum Absetzpunkt beim „Unter Stafel“ stark eingeschränkt waren. Zudem befand sich der Platz relativ nahe beim Flugplatz Mollis und das Klöntal musste stets gequert werden.

Unbefriedigend ist, dass es trotz der auf Seiten der HB-ZRY letztlich funktionierenden Luftraumüberwachung zu einer gefährlichen Annäherung kommen konnte. Dies zeigt, dass es nicht genügt, wenn die Besatzung eines mit einer *long-line* ausgerüsteten Helikopters anderen Verkehr wahrnimmt, sondern dass die Besatzung darauf angewiesen ist, von den anderen Verkehrsteilnehmern rechtzeitig erkannt zu werden. Diese asymmetrische Situation birgt rein wahrscheinlichkeitstheoretisch ein deutlich erhöhtes Risiko für eine Kollision.

Eine zumindest teilweise Entschärfung dieser Problematik wurde durch die Publikation der Flüge via NOTAM erreicht, wie sie die Rega als Folge des schweren Vorfalls einführte (vgl. Kap. 4.3.1). Dies deckt aber nur den Bereich der im Voraus geplanten Trainingsflüge ab, nicht aber die unerwartet auftretenden Ernstfälle.

### 3 Schlussfolgerungen

#### 3.1 Befunde

##### 3.1.1 Technische Aspekte

- Die Helikopter waren zum Verkehr nach VFR zugelassen.
- Die HB-ZBB war mit einem Kollisionswarngerät Flarm ausgerüstet, das erst unmittelbar vor der Kreuzung warnte.
- Das Flarm wies eine sehr eingeschränkte Empfangsreichweite auf.
- Das Flarm war als „*glider*“ konfiguriert.
- Die HB-ZRY war mit einem Kollisionswarngerät Floice ausgerüstet, das frühzeitig eine Meldung ausgab, danach jedoch nicht weiter warnte.
- Es liegen keine Hinweise für technische Mängel am Floice vor.
- Die HB-ZRY war mit einem Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system – TAS*) ausgerüstet, das nicht warnte, obwohl die HB-ZBB mit eingeschaltetem Transponder flog.
- Es liegen keine Hinweise für spezifische technische Mängel am TAS vor.
- Im Rahmen von Versuchsflügen mit einer AW109SP konnte eine gewisse Richtungsabhängigkeit der Funktionstüchtigkeit des TAS festgestellt werden, und zwar dahingehend, dass Annäherungen von rechts bzw. hinten rechts vom TAS teilweise nicht erkannt wurden.

##### 3.1.2 Besatzungen

- Die Besatzungen waren im Besitz der für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der Besatzungen während des Vorfalles vor.

##### 3.1.3 Flugverlauf

- Die Besatzung der HB-ZBB startete kurz nach 07:15 UTC auf dem Flughafen Zürich zu einem Trainingsflug.
- Im Gebiet des Säntis beschloss die Besatzung, eine Landung bei „Vorauen“ am westlichen Ufer des Klöntalersees durchzuführen.
- Die Besatzung passierte östlich des Flugplatzes Mollis auf rund 5000 ft QNH, drehte dann um etwa 08:11 UTC nach rechts Richtung Klöntal und begann leicht abzusinken.
- Die Geschwindigkeit gegenüber Grund betrug in dieser Phase 120 bis 130 kt.
- Um etwa 08:09 UTC war die Besatzung der HB-ZRY im „Hinter Saggberg“ östlich des Klöntalersees für einen Trainingsflug mit der *long-line* gestartet.
- Um 08:10:55 UTC wurde der vertikale Steigflug, um die *long-line* von 160 m Länge zu spannen und den daran befestigten Sandsack vom Boden abzuheben, auf rund 1300 m/M beendet.
- Der Helikopter begann, langsam Vorwärtsgeschwindigkeit aufzunehmen, und flog noch leicht steigend in Richtung des geplanten Absetzpunktes.
- Ungefähr 30 Sekunden nach Beendigung des vertikalen Steigfluges gab das Floice die Meldung „*glider*“ aus.

- Der *helicopter emergency medical services crew member* (HCM) konnte etwa in einer Drei-Uhr-Position auf ungefähr gleicher Höhe und einer geschätzten Distanz von 1 bis 2 km einen Helikopter erkennen und meldete dies dem Piloten.
- Der Pilot konnte den Helikopter nicht erkennen und begann, die Vorwärtsgeschwindigkeit langsam bis zum Stillstand zu reduzieren.
- Der HCM meldete dem Piloten, dass der Helikopter auf Kollisionskurs sei, jetzt ungefähr in einer Ein- bis Zwei-Uhr-Position, auf gleicher Höhe.
- Daraufhin konnte der Pilot den Helikopter auch sehen, wie er direkt auf sie zu-flog, in einer geschätzten Distanz von noch wenigen Hundert Metern.
- Die Besatzung der HB-ZBB war mit den Vorbereitungen für den Anflug in „Vorauen“ beschäftigt.
- Der Pilot war dabei, den *check for approach* zu erledigen, als unvermittelt der akustische und optische Alarm des Flarm ansprach.
- Der Fluglehrer konnte auf dem Display des Flarm eine angezeigte Distanz von 0.1 km ablesen.
- Die Besatzung sah unmittelbar vor sich ungefähr in einer Elf-Uhr-Position und wenig höher einen anderen Helikopter und dann auch dessen Leine.
- Die Besatzung führte ein abruptes Ausweichmanöver nach rechts durch und sank leicht ab.
- Die HB-ZRY befand sich zu diesem Zeitpunkt annähernd im Schwebeflug.
- Nach Einschätzung der beiden Besatzungen kreuzten sich die beiden Helikopter in einer Distanz von horizontal 10 bis 30 m und vertikal 5 bis 20 m.
- Beide Helikopter setzten ihren Flug anschliessend ereignislos fort.

#### 3.1.4 Rahmenbedingungen

- Die Besatzung der HB-ZBB hatte vor dem schweren Vorfall keine Blindübermittlungen am Funk gemacht.
- Die Besatzung der HB-ZBB hatte eines der beiden VHF-Funkgeräte aktiv geschaltet. Die Flugplatzfrequenz von Mollis war nicht gewählt.
- Das FM-Funkgerät der HB-ZBB war nicht eingeschaltet.
- Die Besatzung der HB-ZRY hatte vor dem schweren Vorfall während des Trainingsfluges keine Blindübermittlungen gemacht.
- Der Pilot der HB-ZRY hatte beide VHF-Funkgeräte und beide FM-Funkgeräte aktiv geschaltet. Es waren unter anderem die Flugplatzfrequenz von Mollis, der R-Kanal und der Kanal Heli 1 gewählt.
- Die Kommunikation unter den Beteiligten der *long-line* Übung fand auf dem R-Kanal statt.
- Für eine Landung auf einem Aussenlandeplatz wie dem hier betroffenen Platz bei „Vorauen“ sowie für das Fliegen mit einer *long-line* sind keine spezifischen Funkverfahren definiert.
- An der HB-ZBB war das *anti collision light* in Betrieb.
- An der HB-ZRY waren nebst den *position lights* und den *landing lights* die *anti collision lights* auf Rot eingeschaltet.

- Im Rahmen von Rekonstruktionsflügen war eine AW109SP, die ein ähnliches Farbmuster und speziell gut erkennbare Hauptrotorblätter (*main rotor blades high visibility painting*) aufwies wie die HB-ZRY, aus dem Helikopter, der den Flugweg der HB-ZBB nachflog, schwer zu erkennen.
- Der Start- und Landeplatz beim „Hinter Saggberg“ bot keine guten Sichtverhältnisse talauswärts in Richtung Haupttal.
- Erst nach der Kreuzung mit der HB-ZBB wurde der HB-ZRY von den Personen beim „Hinter Saggberg“ gemeldet, dass ein anderer Helikopter in der Gegend sei.
- Um zum Absetzpunkt zu gelangen, musste das Klöntal gequert werden.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den Verlauf des schweren Vorfalles.

### 3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist auf eine gefährliche Annäherung zwischen einem Helikopter A und einem Helikopter B mit Unterlast an einer *long-line* zurückzuführen, die durch ein Zusammenwirken folgender Faktoren entstehen konnte:

- Späte visuelle Erkennung des Helikopters B durch die Besatzung des Helikopters A.
- Ungenügende Empfangsreichweite des Kollisionswarngerätes Flarm im Helikopter A.

Die folgenden Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Wahl eines Trainingsorts, der ein wiederholtes Queren des Tals durch den Helikopter B bedingte.
- Eingeschränkte Möglichkeit zur Luftraumüberwachung durch den Piloten des Helikopters B aufgrund des Fliegens mit Unterlast.
- Schwierige gegenseitige visuelle Erkennbarkeit aufgrund stehender Peilung.
- Kurzzeitige Einschränkung der Luftraumüberwachung durch die Besatzung des Helikopters A aufgrund der Anflugvorbereitungen.

Der folgende Faktor hat die Entstehung des schweren Vorfalles möglicherweise begünstigt:

- Fehlende Blindübermittlungen durch die Besatzung des Helikopters A auf der Frequenz des in der Nähe liegenden Flugplatzes Mollis.

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

- Ausbleibende Warnung des Verkehrshinweissystems im Helikopter B.
- Wahl eines Start- und Landeplatzes für den Trainingsflug des Helikopters B mit eingeschränkten Sichtverhältnissen.

#### **4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen**

##### **4.1 Sicherheitsempfehlungen**

Keine

##### **4.2 Sicherheitshinweise**

Keine

##### **4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen**

###### **4.3.1 Schweizerische Rettungsflugwacht**

Die Rega erliess am 5. Dezember 2013 eine interne Weisung, dass zukünftig für die Trainingsflüge mit der *long-line* ein NOTAM zu publizieren sei. Im Mai 2014 erfolgte eine erste entsprechende Publikation via NOTAM und DABS für ein Training im Berner Oberland. Im Juni 2014 erfolgte eine entsprechende Publikation für ein Training ab dem „Hinter Saggberg“.

Payerne, 10. März 2015

Untersuchungsdienst der SUST

*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, 26. März 2015*

Anlagen

Anlage 1: Flugwege gemäss Aufzeichnung durch das Floice der HB-ZRY

