



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. 2288**

## **der Schweizerischen**

### **Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST**

über den schweren Vorfall (Fastkollision) zwischen  
dem Helikopter AgustaWestland AW109SP, HB-ZRR,  
betrieben durch die Schweizerische Luft-Ambulanz AG,  
und dem Reisemotorsegler Grob G 109 B, HB-2088,  
vom 20. Juli 2015

1 NM südwestlich des Flugplatzes Samedan (LSZS)

## Causes

L'incident grave est dû au fait que l'équipage d'un hélicoptère en phase d'approche et celui d'un planeur à moteur en phase de décollage n'ont pas réussi à établir le contact visuel respectif ayant pour conséquence un rapprochement dangereux entre les deux aéronefs.

Le facteur suivant a joué un rôle causal dans l'incident grave :

- Le service d'information de vol de l'aérodrome n'a donné aucune information de trafic aux deux équipages.

Les facteurs suivants ont joué un rôle direct dans l'incident grave :

- Vitesse d'approche et taux de descente importants de l'hélicoptère ;
- Les indications du système d'alerte anticollision de l'hélicoptère n'ont eu qu'un effet limité sur l'équipage ;
- Les indications du système d'alerte anticollision du planeur à moteur n'ont pas été perçues par l'équipage ;
- L'équipage du motoplaneur n'a pas enclenché le transpondeur ;
- Le système d'alerte anticollision du planeur à moteur était configuré de manière inadéquate ;

Le facteur suivant a joué un rôle systémique dans l'incident grave :

- La procédure d'approche pour hélicoptères utilisée présente des risques inhérents.

Le facteur systémique suivant, bien que n'ayant pas joué un rôle direct dans l'incident grave, a été identifié comme présentant un risque (*factor to risk*) :

- La procédure d'approche pour hélicoptères utilisée n'était pas publiée.

## 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.

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>7</b>
<b>Untersuchung</b> .....	<b>8</b>
<b>Kurzdarstellung</b> .....	<b>8</b>
<b>Ursachen</b> .....	<b>8</b>
<b>Sicherheitsempfehlungen</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Sachverhalt</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls</b> .....	<b>10</b>
1.1.1 Allgemeines.....	10
1.1.2 Vorgeschichte.....	10
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-ZRR.....	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 HCM.....	15
1.2.1.2.1 Allgemeines.....	15
1.2.1.2.2 Flugerfahrung.....	16
1.2.1.3 Ärztin.....	16
1.2.1.3.1 Allgemeines.....	16
1.2.1.3.2 Flugerfahrung.....	16
1.2.2 Besatzung HB-2088.....	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 Passagier.....	16
1.2.2.2.1 Allgemeines.....	16
1.2.2.2.2 Flugerfahrung.....	16
1.2.3 Mitarbeiter des Flugplatzinformationsdienstes.....	17
1.2.3.1 FISO.....	17
1.2.3.1.1 Allgemeines.....	17
<b>1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen</b> .....	<b>17</b>
1.3.1 HB-ZRR.....	17
1.3.2 HB-2088.....	17
<b>1.4 Meteorologische Angaben</b> .....	<b>18</b>
1.4.1 Allgemeine Wetterlage.....	18
1.4.2 Wetter zur Zeit und am Ort des schweren Vorfalls.....	18
1.4.3 Astronomische Angaben.....	18
1.4.4 Wetter gemäss Augenzeugenberichten.....	18
1.4.5 Webcambild.....	18
<b>1.5 Navigationshilfen</b> .....	<b>19</b>
<b>1.6 Kommunikation</b> .....	<b>19</b>
1.6.1 HB-ZRR.....	19
1.6.2 HB-2088.....	19
1.6.3 FISO.....	19
<b>1.7 Angaben zum Flugplatz und zum Luftraum</b> .....	<b>19</b>
1.7.1 Flugplatz.....	19
1.7.2 An- und Abflugverfahren.....	20
1.7.2.1 Sichtanflugkarte.....	20

1.7.2.2	Spezielle Helikopterverfahren .....	21
1.7.3	Luftraum .....	22
1.7.3.1	Fluginformationszone .....	22
1.7.3.2	Flugplatzinformationsdienst .....	22
1.7.4	Flugplatzbriefing .....	22
<b>1.8</b>	<b>Flugschreiber .....</b>	<b>23</b>
1.8.1	HB-ZRR .....	23
1.8.2	HB-2088 .....	23
<b>1.9</b>	<b>Kollisionswarngeräte .....</b>	<b>23</b>
1.9.1	Flarm/Floice .....	23
1.9.1.1	Funktionsweise .....	23
1.9.1.2	HB-ZRR .....	24
1.9.1.2.1	Gerät .....	24
1.9.1.2.2	Konfiguration und Software .....	26
1.9.1.2.3	Aufzeichnung .....	26
1.9.1.2.4	Reichweitenanalyse .....	27
1.9.1.3	HB-2088 .....	27
1.9.1.3.1	Gerät .....	27
1.9.1.3.2	Konfiguration und Software .....	29
1.9.1.3.3	Aufzeichnung .....	29
1.9.1.3.4	Reichweitenanalyse .....	29
1.9.2	Verkehrshinweissystem .....	29
1.9.2.1	Funktionsweise .....	29
1.9.2.2	HB-ZRR .....	30
1.9.2.2.1	Gerät .....	30
<b>1.10</b>	<b>Versuche und Forschungsergebnisse .....</b>	<b>30</b>
1.10.1	Simulation der Warnungen der Kollisionswarngeräte .....	30
1.10.1.1	Allgemeines .....	30
1.10.1.2	HB-ZRR .....	30
1.10.1.3	HB-2088 .....	32
<b>1.11</b>	<b>Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung .....</b>	<b>33</b>
1.11.1	Schweizerische Rettungsflugwacht .....	33
1.11.1.1	Allgemeines .....	33
1.11.1.2	Verfahrensvorgaben .....	33
1.11.1.2.1	Allgemeines .....	33
1.11.1.2.2	Luftraumüberwachung .....	33
1.11.1.2.3	Floice .....	33
1.11.2	Club da svoul a vela Muottas .....	34
1.11.2.1	Allgemeines .....	34
1.11.2.2	Verfahrensvorgaben .....	34
<b>1.12</b>	<b>Zusätzliche Angaben .....</b>	<b>34</b>
1.12.1	Transponder .....	34
1.12.1.1	HB-ZRR .....	34
1.12.1.2	HB-2088 .....	34
1.12.1.3	Transponderregelung .....	34
1.12.2	Aussenlichter .....	34
1.12.2.1	HB-ZRR .....	34
1.12.2.2	HB-2088 .....	34
<b>1.13</b>	<b>Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken .....</b>	<b>35</b>
<b>2</b>	<b>Analyse .....</b>	<b>36</b>
<b>2.1</b>	<b>Technische Aspekte .....</b>	<b>36</b>
2.1.1	Kollisionswarngeräte .....	36
2.1.1.1	Flarm/Floice .....	36
2.1.1.2	Verkehrshinweissystem .....	37
<b>2.2</b>	<b>Menschliche und betriebliche Aspekte .....</b>	<b>37</b>

2.2.1	Besatzung HB-ZRR.....	37
2.2.2	Besatzung HB-2088.....	38
2.2.3	FISO.....	39
2.2.4	Verfahren.....	39
<b>3</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>Befunde .....</b>	<b>41</b>
3.1.1	Technische Aspekte.....	41
3.1.2	Besatzungen .....	41
3.1.3	Mitarbeiter des Flugplatzinformationsdienstes.....	41
3.1.4	Flugverlauf.....	41
3.1.5	Rahmenbedingungen.....	42
<b>3.2</b>	<b>Ursachen .....</b>	<b>43</b>
<b>4</b>	<b>Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>Sicherheitsempfehlungen.....</b>	<b>45</b>
4.1.1	An- und Abflugverfahren und deren Publikation .....	45
4.1.1.1	Sicherheitsdefizit .....	45
4.1.1.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 509.....	45
4.1.1.3	Sicherheitsempfehlung Nr. 510.....	45
<b>4.2</b>	<b>Sicherheitshinweise .....</b>	<b>45</b>
4.2.1	Konfiguration von Flarm-Systemen und Sprachausgabe .....	45
4.2.1.1	Sicherheitsdefizit .....	45
4.2.1.2	Sicherheitshinweis Nr. 8.....	46
4.2.1.3	Sicherheitshinweis Nr. 9.....	46
<b>4.3</b>	<b>Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....</b>	<b>46</b>
4.3.1	Flugplatzbetreiberin.....	46
<b>Anlagen .....</b>	<b>.....</b>	<b>48</b>
<b>Anlage 1: Sichtenflugkarte des Flugplatzes Samedan.....</b>	<b>.....</b>	<b>48</b>

## Schlussbericht

### Zusammenfassung

Luftfahrzeug 1	
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	AW109SP
Eintragsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-ZRR
Funkrufzeichen	<i>Rega 9</i>
Flugregeln	Sichtflugregeln ( <i>visual flight rules – VFR</i> )
Betriebsart	Gewerbsmässig
Abflugort	Kantonsspital Graubünden, Chur
Bestimmungsort	Flugplatz Samedan (LSZS)
Luftfahrzeug 2	
Eigentümer	Club da svoul a vela Muottas, Via Chinun 15, 7504 Pontresina
Halter	Club da svoul a vela Muottas, Via Chinun 15, 7504 Pontresina
Hersteller	Grob Aircraft, Tussenhausen, Deutschland
Luftfahrzeugmuster	G 109 B
Eintragsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-2088
Funkrufzeichen	<i>Hotel bravo two zero eight eight</i>
Flugregeln	VFR
Betriebsart	Privat
Abflugort	Flugplatz Samedan (LSZS)
Bestimmungsort	Flugplatz Samedan (LSZS)
Ort	1 NM südwestlich des Flugplatzes Samedan (LSZS)
Datum und Zeit	20. Juli 2015, 12:19 UTC
Luftraum	Klasse G; innerhalb der Fluginformationszone ( <i>flight information zone – FIZ</i> ) des Flugplatzes Samedan
Geringster Abstand der beiden Luftfahrzeuge	rund 160 m horizontal und 40 m vertikal
Airprox-Kategorie	ICAO-Kategorie A (hohes Kollisionsrisiko)

## Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 20. Juli 2015 um 12:19 UTC. Die Meldung traf am 22. Juli 2015 um 20:26 UTC bei der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) ein. Nach Vorabklärungen, wie sie für diese Art von schweren Vorfällen üblich sind, wurde die Untersuchung am 23. Juli 2015 eröffnet.

Der vorliegende Schlussbericht wird durch die SUST veröffentlicht.

## Kurzdarstellung

Am Nachmittag des 20. Juli 2015 befand sich der Helikopter AgustaWestland AW109SP, eingetragen als HB-ZRR, nach einem Rettungseinsatz auf dem Rückflug vom Kantonsspital Graubünden in Chur zur Basis auf dem Flugplatz Samedan (LSZS). Die Besatzung bestand aus einem Piloten, einem *helicopter emergency medical services crew member* (HCM) und einer Ärztin.

Im gleichen Zeitraum führte eine Besatzung, bestehend aus zwei Piloten, mit dem Reisemotorsegler Grob G 109 B, eingetragen als HB-2088, einen privaten Flug ab dem Flugplatz Samedan durch.

Als sich die HB-2088 im Startlauf auf der Piste 21 befand, meldete sich der Pilot der HB-ZRR erstmals auf der Frequenz des Flugplatzes Samedan. Der Pilot teilte seine Position im Val Bever mit und kündigte einen Anflug via den Meldepunkt HN und die Zielpunktmarkierung auf der Piste (*final approach and takeoff area – FATO*) an. Der Meldepunkt HN befindet sich ungefähr 1 NM südwestlich des Flugplatzes und ist auf den offiziellen Publikationen des Flugplatzes nicht eingezeichnet. Der *flight information service officer* (FISO) teilte dem Piloten daraufhin das QNH und Informationen zum Wind mit und erwiderte: „[...] *land own discretion HN FATO base*“.

Als sich die HB-ZRR wenig später in einem steilen, schnellen Sinkflug dem Meldepunkt HN näherte, nahm die Besatzung Warnungen des Kollisionswarngerätes Floice wahr, konnte aber visuell keine anderen Luftfahrzeuge lokalisieren. Der Pilot entschloss sich, den Sinkflug abzufachen und einen engen Linkskreis zu fliegen. Die Ärztin konnte dabei rechts unter dem Helikopter in einer geschätzten vertikalen Distanz von 20 bis 60 m ein unter der HB-ZRR kreuzendes Flugzeug erkennen. Nachdem der Linkskreis zu etwa Dreiviertel beendet war, konnten auch der Pilot und der HCM ein Flugzeug sehen, das in westliche Richtung flog. Es handelte sich dabei um die HB-2088.

Die Besatzung der HB-2088 nahm die HB-ZRR zu keinem Zeitpunkt wahr.

Die beiden Luftfahrzeuge näherten sich im Bereich des Meldepunktes HN bis auf 160 m horizontal und 40 m vertikal.

Die HB-ZRR landete anschliessend auf dem Flugplatz Samedan. Die HB-2088 setzte ihren Flug fort.

## Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Besatzung eines Helikopters im Anflug und diejenige eines Reisemotorseglers im Abflug keinen Sichtkontakt herstellen konnten und es in der Folge zu einer gefährlichen Annäherung der beiden Luftfahrzeuge kam.

Der folgende direkte Faktor wurde als kausal erkannt:

- Durch den Flugplatzinformationsdienst wurden keine Verkehrshinweise an die beiden Besatzungen erteilt.

Die folgenden direkten Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Hohe Anfluggeschwindigkeit und grosse Sinkrate des Helikopters.

- Die Warnungen des Kollisionswarngerätes des Helikopters hatten nur eine eingeschränkte Wirkung auf die Besatzung.
- Die Warnungen des Kollisionswarngerätes des Reisemotorseglers wurden von der Besatzung nicht wahrgenommen.
- Die Besatzung des Reisemotorseglers benutzte den Transponder nicht.
- Das Kollisionswarngerät des Reisemotorseglers war unzweckmässig konfiguriert.

Der folgende systemische Faktor hat zum schweren Vorfall beigetragen:

- Das verwendete Anflugverfahren für Helikopter weist inhärente Risiken auf.

Der folgende systemische Faktor hat zwar nicht unmittelbar zum schweren Vorfall beigetragen, wurde aber als risikoreich (*factor to risk*) erkannt:

- Das verwendete Anflugverfahren für Helikopter war nicht publiziert.

### **Sicherheitsempfehlungen**

Im Rahmen der Untersuchung wurden zwei Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen.

## 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 Kollisionswarngeräte, die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs sowie die Aussagen der Besatzungen und des *flight information service officer* (FISO) verwendet.

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

Der schwere Vorfall ereignete sich innerhalb der Fluginformationszone (*flight information zone – FIZ*) des Flugplatzes Samedan (vgl. Kap. 1.7.3). Die FIZ ist dem Luftraum der Klassen G bzw. E zugeteilt, in denen die Besatzungen grundsätzlich nach dem Prinzip „sehen und ausweichen“ (*see and avoid*) selbst dafür verantwortlich sind, einen genügenden Abstand zu anderen Luftfahrzeugen einzuhalten. Das Konzept der FIZ sieht vor, dass vom FISO unter anderem Verkehrshinweise erteilt werden.

#### 1.1.2 Vorgeschichte

Die HB-ZRR war auf der Einsatzbasis Engadin der Schweizerischen Rettungsflugwacht (Rega) stationiert, die sich auf dem Flugplatz Samedan (LSZS) befindet. Der Rettungshelikopter dieser Basis wird unter dem Funkrufzeichen *Rega 9* betrieben.

Die Besatzung, bestehend aus einem Piloten, einem *helicopter emergency medical services crew member* (HCM) und einer Ärztin, war um ca. 11 UTC zu ihrem ersten Einsatz an diesem Tag gestartet. Nachdem der Patient geborgen worden war, wurde er ins Kantonsspital Graubünden nach Chur gebracht. Im Anschluss daran sollte die Besatzung zurück zur Basis fliegen, um für weitere Einsätze bereit zu sein.

Die HB-ZRR war einerseits mit einem Kollisionswarngerät Floice ausgerüstet, das auf der Flarm-Technologie beruht (vgl. Kap. 1.9.1.2)<sup>1</sup>. Andererseits war die HB-ZRR mit einem Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system – TAS*) ausgerüstet (vgl. Kap. 1.9.2.2). Beide Systeme waren während des Vorfalles in Betrieb.

Die HB-2088 war als Vereinsflugzeug des Club da svoul a vela Muottas auf dem Flugplatz Samedan stationiert. Der Pilot wollte an diesem Tag einen privaten Flug in der Umgebung des Flugplatzes durchführen und fragte einen Pilotenkollegen an, ob er Interesse habe, mitzukommen. Dieser sagte zu. Der Kollege verfügte über eine Segelfluglizenz, nicht aber über die Berechtigung für das Fliegen von Reisemotorseglern. So begaben sich die beiden Piloten auf den Flugplatz und montierten auf dem Vorplatz vor dem Hangar die Flügel der HB-2088.

Die HB-2088 war mit einem Kollisionswarngerät Flarm ausgerüstet (vgl. Kap. 1.9.1.3)<sup>2</sup>, das während des Vorfalles in Betrieb war. Der in der HB-2088 eingebaute Transponder war während des Vorfalles ausgeschaltet.

Der FISO hatte seinen Dienst um 7 UTC begonnen. Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles befand er sich zusammen mit einem FISO-Kollegen an seinem Arbeitsplatz auf dem Flugplatz Samedan. Dies entsprach der Standardbesetzung, bei welcher der eine FISO den Flugplatzinformationsdienst leistete, während der an-

---

<sup>1</sup> Nachstehend wird mit „Floice“ stets das Floice der HB-ZRR bezeichnet.

<sup>2</sup> Nachstehend wird mit „Flarm“ stets das Flarm der HB-2088 bezeichnet.

dere FISO koordinative Aufgaben erledigte. Zusätzlich waren vier weitere Personen im Arbeitsraum anwesend, die mit der Ausmessung eines geplanten GPS-Verfahrens beschäftigt waren und sich mal lauter, mal leiser unterhielten. Nach Einschätzung des FISO war das Verkehrsaufkommen zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls gering.

Als Hilfsmittel standen dem FISO neben dem Funk unter anderem zwei Kameras zur Verfügung. Eine der beiden Kameras zeigte den Pistenkopf 21, die andere die Rega-Basis auf der Rückseite des FISO-Gebäudes. Ein Radarsystem war nicht vorhanden. Alle wesentlichen Informationen wurden auf Papierstreifen festgehalten.

Die Lokalisierung von Luftfahrzeugen erfolgte entweder über die Positionsmeldungen der Piloten oder visuell. Der Bereich hinter dem FISO-Gebäude, das heisst der Bereich nordwestlich der Piste, war für den FISO aufgrund der Konstruktion des Gebäudes nicht einsehbar.

### 1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

Am 20. Juli 2015 um 12:06 UTC meldete sich der Pilot der HB-2088 erstmals beim FISO und verlangte die Rollerlaubnis für einen Lokalflug mit Ausflugroute über den Meldepunkt W. Der FISO forderte den Piloten umgehend auf, zum Haltepunkt der Piste 21 zu rollen, und erteilte die Bewilligung, die Piste zu kreuzen. Ein Kreuzen der Piste war notwendig, da der zum Haltepunkt der Piste 21 führende Rollweg auf der dem Vorfeld abgewandten Seite der Piste verläuft (vgl. Abb. 5). Diese Anweisung wurde vom FISO wenig später nochmals wiederholt und dann vom Piloten mit „88“ bestätigt.

Ungefähr zum gleichen Zeitpunkt startete die HB-ZRR in Chur nach einem Rettungseinsatz, um zur Basis zurückzulegen.

Nachdem die HB-2088 zum Haltepunkt der Piste 21 gerollt und für den Start vorbereitet war, meldete sich der Pilot beim FISO bereit für den Start. Der FISO erteilte daraufhin um 12:15:17 UTC die Anweisung: „*HB-2088, the wind 210°/10 kt gusting 17 kt, runway 21 take off at your discretion, confirm outbound route via W*“, was vom Piloten mit „H88“ bestätigt wurde.

Die HB-ZRR befand sich zu diesem Zeitpunkt in der Gegend von Bergün auf rund 8700 ft (vgl. Abb. 1). Während des Fluges war die Frequenz des Flugplatzes Samedan am Funkgerät eingestellt, der Pilot hatte dieses jedoch auf leise geschaltet. Ungefähr in der Gegend von Preda drehte der Pilot die Lautstärke auf und konnte eine schwer verständliche Meldung am Funk wahrnehmen.

Ungefähr um 12:16:40 UTC begann die HB-2088 ihren Startlauf auf der Piste 21. Um 12:17:30 UTC, als sich die HB-2088 ungefähr vor dem FISO-Gebäude befand, meldete sich der Pilot der HB-ZRR erstmals auf der Frequenz des Flugplatzes Samedan: „*Samedan, Rega 9, Val Bever via HN<sup>3</sup> FATO<sup>4</sup> to Rega base*.“ Der FISO antwortete umgehend mit: „*Rega 9, Samedan hallo, the QNH 1021, wind 230°/10 kt gusting 18 kt, land own discretion HN FATO base*“, was vom Piloten um 12:17:48 UTC mit: „*HN FATO base, Rega 9*“ quittiert wurde.

Die HB-ZRR setzte ihren Flug entlang der Südseite des Val Bever fort und überflog kurz nach 12:18 UTC den Kamm bei Cho d'Valletta, der den Übergang zwischen dem Val Bever und dem Engadiner Haupttal darstellt. Danach drehte die HB-ZRR nach rechts, um entlang der nördlichen Talflanke in Richtung HN abzusinken. Der

<sup>3</sup> Der Meldepunkt HN befindet sich ungefähr 1 NM südwestlich des Flugplatzes im Bereich der Ochsenbrücke über den Inn und ist auf den offiziellen Publikationen des Flugplatzes nicht eingezeichnet (vgl. Kapitel 1.7.2.2)

<sup>4</sup> FATO, *final approach and takeoff area*, Zielpunktmarkierung auf der Piste

Pilot wählte dabei einen Flugweg entlang der üblichen Anflugroute, der es ihm ermöglichte, auf der rechten Seite auf seine Alphütte bei der Alp Munt oberhalb Samedan zu blicken. Gemäss der Flugwegaufzeichnung passierte der Helikopter die Hütte um 12:18:26 UTC. In der Folge wurde der Sinkflug mit einer mittleren Geschwindigkeit gegenüber Grund (*ground speed* – GS) von rund 140 kt und einer mittleren Sinkrate von rund 2500 ft/min in Richtung HN fortgesetzt.

Die HB-2088 setzte derweil ihren Abflug in Richtung W in einem kontinuierlichen Steigflug fort. Die Geschwindigkeit gegenüber Grund betrug rund 50 kt. Wie auf der publizierten Abflugroute vorgesehen (vgl. Kap. 1.7.2) drehte der Pilot nach dem Überfliegen der Pistenschwelle 03 etwas nach rechts ab und flog in einer weiten Linkskurve in Richtung Celerina. Dies führte die HB-2088 in den Bereich des Meldepunktes HN.

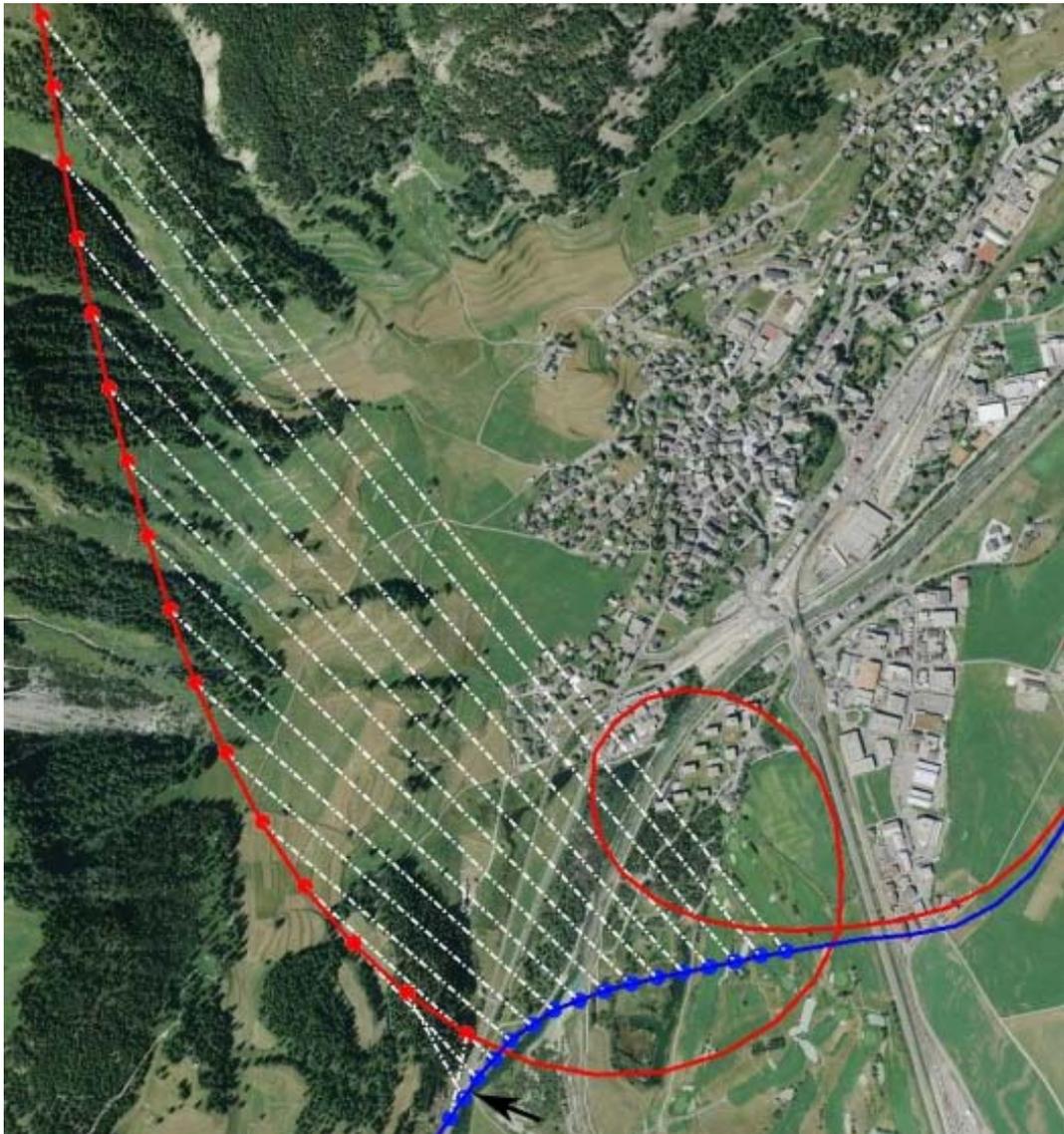


**Abbildung 1:** Flugweg der HB-ZRR (rot) gemäss Aufzeichnung des Floice. Flugweg der HB-2088 (blau) gemäss Aufzeichnung des Flarm. Die jeweiligen Positionen der beiden Luftfahrzeuge zu Zeitpunkten der Funkkommunikation mit dem FISO sind markiert. Die gefährliche Annäherung erfolgte im Bereich des Meldepunktes HN (schwarzer Pfeil). Basiskarte reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie Swisstopo (JA150149).

Nach Aussage des Piloten der HB-ZRR gab das Floice etwa vier bis fünf Sekunden nach dem Überfliegen der Alphütte, im Bereich zwischen 500 und 800 m vor dem Meldepunkt HN, eine Warnung „glider“ aus. Bezüglich der Details der Warnung konnte der Pilot keine Angaben mehr machen, ausser dass die Warnung „two“ beinhaltet habe, also eine Distanz von 200 m zum anderen Luftfahrzeug. Er habe keine Zeit gehabt, die optische Anzeige zu überprüfen und habe sich auf die Luftraumüberwachung konzentriert.

Der HCM, der auf dem vorderen linken Sitz sass, konnte mehrere Warnungen des Floice wahrnehmen, die immer geringere Distanzangaben beinhaltet hätten. Er konnte sich an die Warnungen „three“ und „two“ erinnern. Genauere Angaben konnte er nicht mehr machen, ausser dass die letzte Meldung die Richtungsangabe „eleven o'clock“ beinhaltet habe, was in seinem Sektor lag. Er konnte aber keinen anderen Verkehr sehen.

Der Pilot gab an, die Warnung des Floice habe ihn irritiert, da er vom FISO keinen entsprechenden Hinweis erhalten habe. Er drückte die kollektive Blattverstellung (*collective*), die schon tief war, noch mehr und zog die zyklische Blattverstellung (*cyclic*) etwas nach hinten. Er überlegte sich, dass es für den Fall, dass sich ein anderes Luftfahrzeug in der Platzrunde befinden sollte, am sichersten wäre, gar nicht erst die Platzrunde zu kreuzen, und entschied sich, nach links abzudrehen und einen engen Linkskreis zu fliegen. Beim Einleiten der Linkskurve habe dann die Ärztin gerufen, dass sie das Flugzeug 20 m unter ihnen sehe.

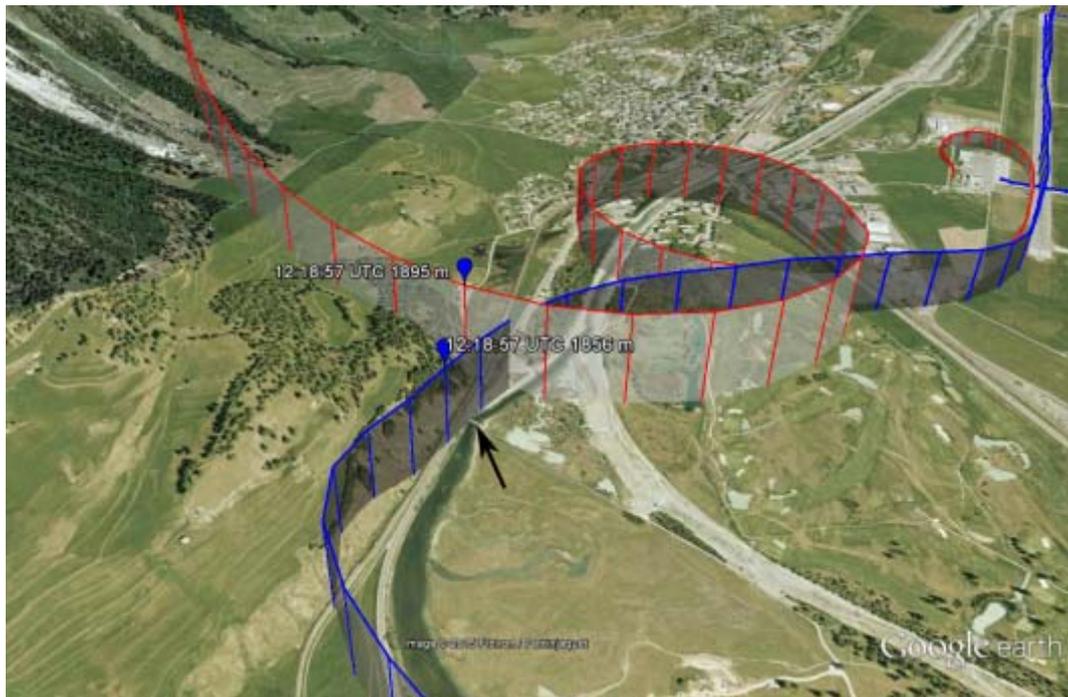


**Abbildung 2:** Flugweg der HB-ZRR (rot). Flugweg der HB-2088 (blau). Die jeweiligen Positionen der beiden Luftfahrzeuge sind von 12:18:27 bis 12:18:57 UTC in Intervallen von 2 s festgehalten und mit weissen Linien verbunden. Der Meldepunkt HN liegt im Bereich der Ochsenbrücke über den Inn (schwarzer Pfeil). Luftbild reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie Swisstopo (JA150149).

Die Ärztin, die hinten in der Kabine auf der rechten Seite mit Blickrichtung in Flugrichtung sass, konnte plötzlich rechts unter sich ein Flugzeug erkennen, das von links nach rechts unter der HB-ZRR kreuzte. Sie schätzte die vertikale Distanz auf 20 bis 60 m. Nach ihrer Wahrnehmung warnte das Floice erst kurz nach dem Zeitpunkt, als sie die HB-2088 schon gesehen hatte. Die Luftraumüberwachung in Richtung der linken Seite des Helikopters sei von ihrem Sitz aus durch die vor dem Fenster hängenden medizinischen Geräte stark eingeschränkt gewesen.

Erst als der Vollkreis fast beendet war, konnten der Pilot und der HCM das andere Luftfahrzeug auch erkennen, wie es in westliche Richtung flog.

Gemäss den Aufzeichnungen der Kollisionswarngeräte näherten sich die beiden Luftfahrzeuge um 12:18:57 UTC im Bereich des Meldepunktes HN bis auf eine horizontale Distanz von 160 m bei einer vertikalen Distanz von 40 m (vgl. Abb. 2 und 3). Die beiden Luftfahrzeuge befanden sich dabei knapp 200 m über Grund.



**Abbildung 3:** Flugweg der HB-ZRR (rot, in Intervallen von 2 s) und Flugweg der HB-2088 (blau, in Intervallen von 4 s), dargestellt in Google Earth. Blickrichtung ungefähr Nord. Die Positionen der beiden Luftfahrzeuge zum Zeitpunkt der geringsten Annäherung um 12:18:57 UTC sind markiert. Der Meldepunkt HN liegt im Bereich der Ochsenerbrücke über den Inn (schwarzer Pfeil).

Die Besatzung der HB-2088 nahm zu keinem Zeitpunkt eine Warnung des Flarm wahr und sah die HB-ZRR nie. Sie setzte ihren Flug wie geplant fort und meldete sich um 12:22:22 UTC in der Gegend von St. Moritz beim FISO ab. Weiter gab die Besatzung an, zu einem späteren Zeitpunkt während des Fluges und bei einem zweiten Flug am gleichen Tag verschiedene Warnungen des Flarm empfangen zu haben. Die Besatzung wurde erst am Folgetag auf die gefährliche Annäherung aufmerksam.

Der FISO realisierte die gefährliche Annäherung nicht und konnte sich einzig noch an den Anfangssteigflug der HB-2088 erinnern. Er wurde sich der Annäherung erst gewahr, als er am Abend vom Piloten der HB-ZRR darauf angesprochen wurde. In der Folge protokollierte er den Vorfall und informierte den Flugplatzchef.

Nach der Landung auf der Basis um etwa 12:21 UTC besprach die Besatzung der HB-ZRR den Zwischenfall und beschloss, einerseits mit dem FISO das Gespräch zu suchen und andererseits einen internen Bericht (*air safety report* – ASR) zu

verfassen. Da die Besatzung kurz nach der Landung zu einem weiteren Einsatz aufgeboten wurde und in der Folge noch mehrere Einsätze flog, konnte der Pilot den FISO erst am Abend kontaktieren. Da auch am Folgetag viele Einsätze anstanden, konnte der Pilot den ASR erst am übernächsten Tag ausfüllen. Der ASR wurde vom Flugbetriebsunternehmen an die SUST weitergeleitet.

#### 1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Geografische Position	Meldepunkt HN, rund 1 NM südwestlich des Flugplatzes Samedan (LSZS)
Datum und Zeit	20. Juli 2015, 12:19 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Höhe	rund 1900 m/M

### 1.2 Angaben zu Personen

#### 1.2.1 Besatzung HB-ZRR

##### 1.2.1.1 Pilot

##### 1.2.1.1.1 Allgemeines

Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1964
Lizenz	Berufspilotenlizenz für Helikopter ( <i>commercial pilot licence helicopter – CPL(H)</i> ) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit ( <i>European Aviation Safety Agency – EASA</i> ), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)

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.

##### 1.2.1.1.2 Flugerfahrung

Gesamthaft	8995 h
Davon auf dem Vorfallmuster	1527 h
Während der letzten 90 Tage	68 h
Davon auf dem Vorfallmuster	30 h

##### 1.2.1.2 HCM

##### 1.2.1.2.1 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.

## 1.2.1.2.2 Flugerfahrung

Der HCM verfügte über eine Berufspilotenlizenz für Flugzeuge (*commercial pilot licence aeroplane – CPL(A)*) mit einer Berechtigung als Fluglehrer (*flight instructor – FI*). Zudem hatte er eine Ausbildung als Privatpilot auf Helikoptern absolviert.

## 1.2.1.3 Ärztin

## 1.2.1.3.1 Allgemeines

Person Schweizer Staatsangehörige,  
Jahrgang 1974

## 1.2.1.3.2 Flugerfahrung

Die Ärztin verfügte über eine Ausbildung als Privatpilotin auf Flugzeugen.

## 1.2.2 Besatzung HB-2088

## 1.2.2.1 Pilot

## 1.2.2.1.1 Allgemeines

Person Schweizer Staatsangehöriger,  
Jahrgang 1938

Lizenz Segelfluglizenz (*sailplane licence – SPL*) mit der Berechtigung für Reisemotorsegler (*touring motor glider – TMG*) nach EASA, ausgestellt durch das BAZL

Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der Pilot den Flug 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	1164 h
Davon auf dem Vorfallmuster	> 400 h
Während der letzten 90 Tage	4 h
Davon auf dem Vorfallmuster	4 h

## 1.2.2.2 Passagier

## 1.2.2.2.1 Allgemeines

Person Schweizer Staatsangehöriger,  
Jahrgang 1948

## 1.2.2.2.2 Flugerfahrung

Der Passagier verfügte über eine Segelfluglizenz ohne Berechtigung für Reisemotorsegler.

## 1.2.3 Mitarbeiter des Flugplatzinformationsdienstes

## 1.2.3.1 FISO

## 1.2.3.1.1 Allgemeines

Person	Deutscher Staatsangehöriger, Jahrgang 1987
Lizenz	Lizenz für die Erteilung von Flugplatzin- formationsdienst ( <i>aerodrome flight infor- mation service</i> – AFIS), ausgestellt durch das BAZL

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

**1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen**

## 1.3.1 HB-ZRR

Luftfahrzeugmuster	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
Relevante Ausrüstung	Transponder <i>mode S</i> Verkehrshinweissystem ( <i>traffic advisory system</i> – TAS) Kollisionswarnsystem Floice

## 1.3.2 HB-2088

Luftfahrzeugmuster	G 109 B
Charakteristik	Zweisitziger Reisemotorsegler mit fixem Fahrwerk in Heckradanordnung
Hersteller	Grob Aircraft, Tussenhausen, Deutschland
Eigentümer	Club da svoul a vela Muottas, Via Chinun 15, 7504 Pontresina
Halter	Club da svoul a vela Muottas, Via Chinun 15, 7504 Pontresina
Relevante Ausrüstung	Transponder <i>mode C</i> (ausgeschaltet) Kollisionswarnsystem Flarm

## 1.4 Meteorologische Angaben

### 1.4.1 Allgemeine Wetterlage

Die Alpen befanden sich am Südrand der Westwindzone in einem weit offenen Warmsektor. Am Boden war ein flacher Hochdruckausläufer wetterwirksam.

### 1.4.2 Wetter zur Zeit und am Ort des schweren Vorfalls

Im Oberengadin herrschte sonniges Wetter mit ausgeprägter Konvektion entlang der Bergkämme und einer mehr oder weniger wolkenlosen Zone über der Talachse. Auf der Höhe des Piz Corvatsch wehte ein vergleichsweise schwacher Wind aus West mit 5 kt und Böen bis 10 kt. Im Tal etablierte sich der Malojawind. Je nach Höhenlage erreichten die Böen 16 bis 26 kt. In der Umgebung von Same-dan wurden Böen bis 18 kt gemessen. Die Talatmosphäre war mit thermischer und mechanischer Turbulenz durchsetzt.

Wolken	5/8 bis 7/8 Cumulus (CU), <i>towering cumulus</i> (TCU) und Cumulonimbus (CB) auf 4800 ft über Flughöhe ( <i>above aerodrome elevation – AAE</i> )	
Sicht	40 km	
Wind	200 Grad, 13 kt	
Temperatur/Taupunkt	22 °C / 8 °C	
Luftdruck QNH	1021 hPa	
Gefahren	keine	

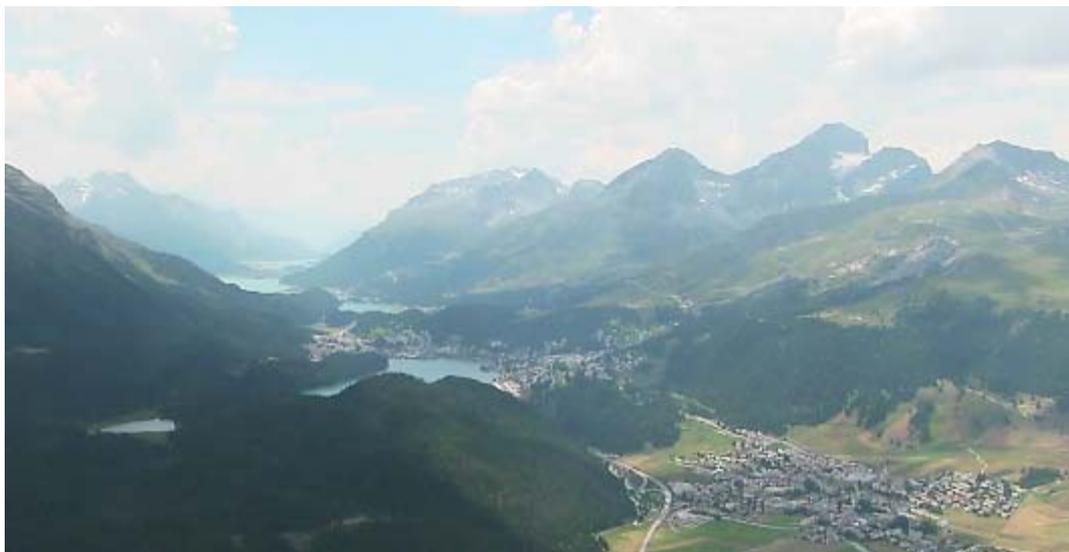
### 1.4.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 207°	Höhe: 62°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

### 1.4.4 Wetter gemäss Augenzeugenberichten

Beide Besatzungen wie auch der FISO beschrieben die Sichtbedingungen als gut.

### 1.4.5 Webcambild



**Abbildung 4:** Muottas Muragl, 20. Juli 2015, 12:10 UTC, Blickrichtung Südwest.

## 1.5 Navigationshilfen

Nicht betroffen

## 1.6 Kommunikation

### 1.6.1 HB-ZRR

Die Kommunikation an Bord der HB-ZRR erfolgte über das *intercom*. Alle Besatzungsmitglieder trugen einen Helm mit integrierter Sprechgarnitur.

Der Pilot beurteilte die Qualität des Funkempfangs auf der Frequenz des Flugplatzes Samedan ab dem Zeitpunkt, als sich die HB-ZRR im Val Bever befand, als problemlos. Die Verständlichkeit des Funkverkehrs mit dem FISO beurteilte er als gut.

Der HCM und die Ärztin verfolgten den Funkverkehr ebenfalls.

### 1.6.2 HB-2088

Der Pilot trug eine Sprechgarnitur (Headset). Der Passagier trug während des Fluges kein Headset. Die Kommunikation zwischen dem Piloten und dem Passagier erfolgte durch Zurufen.

Der Pilot beurteilte die Verständlichkeit des Funkverkehrs mit dem FISO als gut.

### 1.6.3 FISO

Der FISO beurteilte die Verständlichkeit des Funkverkehrs mit der HB-2088 generell als eher schlechter als bei anderen Luftfahrzeugen.

## 1.7 Angaben zum Flugplatz und zum Luftraum

### 1.7.1 Flugplatz

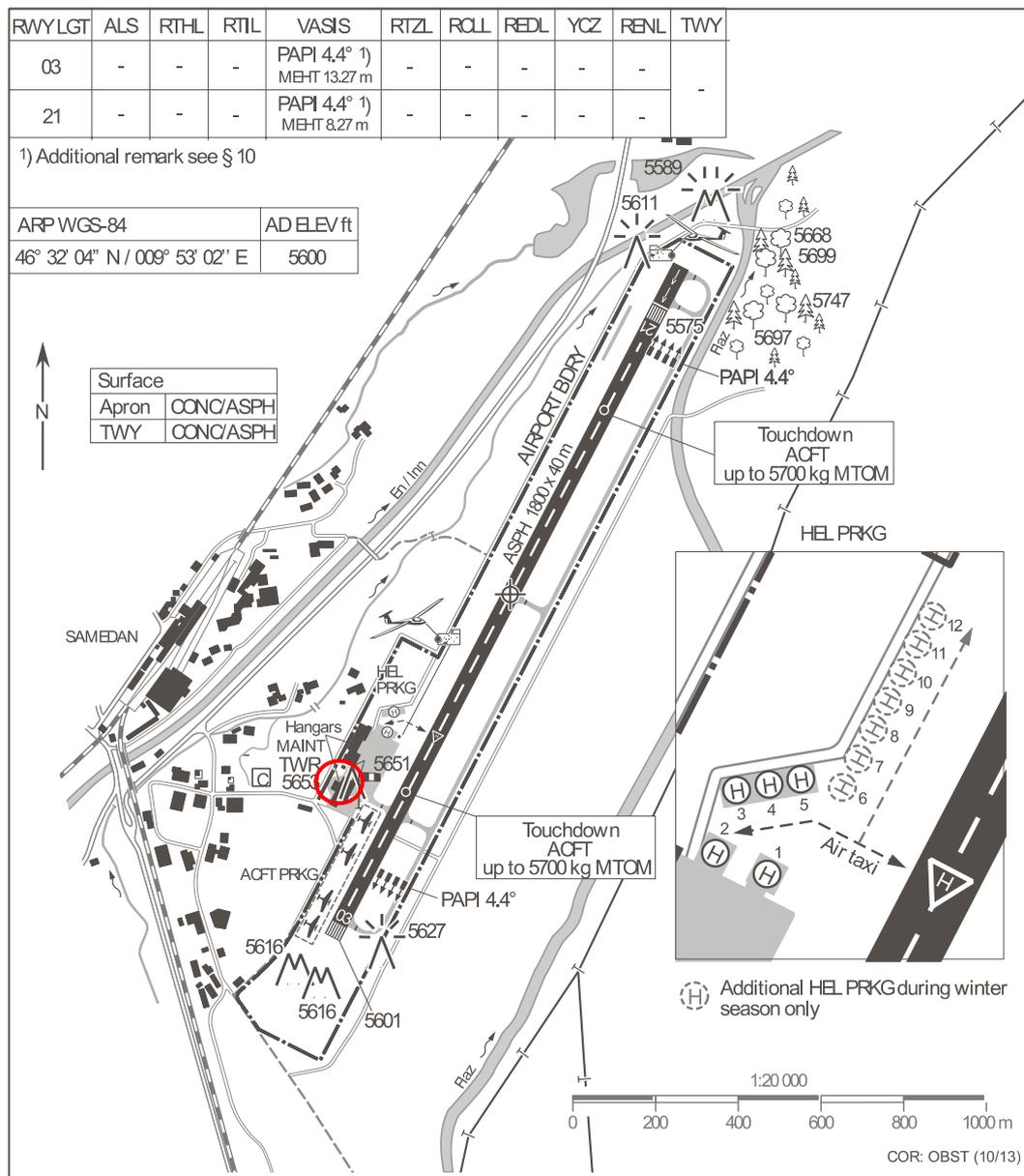
Der Flugplatz Samedan (LSZS) liegt im Südosten der Schweiz im Engadin. Der Flugplatz verfügt über eine Hartbelagpiste von 1800 x 40 m mit Pistenrichtung 03/21. Die Bezugshöhe beträgt 5600 ft AMSL<sup>5</sup>.

Die Zielpunktmarkierung auf der Piste (*final approach and take-off area – FATO*) befindet sich querab der Helikopterstandplätze (vgl. Abb. 5). Diese Standplätze kommen primär für auswärtige Helikopter zum Einsatz. Die auf dem Flugplatz ansässigen Helikopterbetriebe haben mehrheitlich eigene Landeplätze mit zugehörigen Hangars.

So befindet sich die Basis der Rega auf der Rückseite des FISO-Gebäudes, das sich am südwestlichen Rand des Vorfelds befindet.

---

<sup>5</sup> AMSL, *above mean sea level*, Höhe über dem mittleren Meeresspiegel



**Abbildung 5:** Übersicht Flugplatz Samedan gemäss Darstellung im VFR-Manual (AD INFO 1). Rot eingekreist das FISO-Gebäude. Auf dessen Rückseite befindet sich die Basis der Rega.

## 1.7.2 An- und Abflugverfahren

### 1.7.2.1 Sichtanflugkarte

Auf dem Flugplatz Samedan sind nur An- und Abflüge nach Sichtflugregeln (*visual flight rules – VFR*) möglich. Die entsprechenden Verfahren sind im VFR-Manual auf der zugehörigen Sichtanflugkarte (*visual approach chart – VAC*) beschrieben (vgl. Anlage 1).

Der Abflug ab der Piste 21 sieht vor, nach dem Überqueren der Pistenschwelle 03 leicht nach rechts zu drehen und dann in einer weiten Linkskurve in Richtung Celerina zu drehen.

Der Meldepunkt W befindet sich über dem St. Moritzer See in der Verlängerung der Pistenachse 21.

Die im VFR-Manual beschriebenen und auf der VAC eingezeichneten An- und Abflugverfahren für Helikopter sehen einen An- bzw. Abflug via die Meldepunkte W, S oder E und den FATO vor.



HEL Routen via Whiskey, Sierra und Echo MNM **6000**, kreuzen der Pistenachse über FATO nur in Absprache mit AFIS, Landefeld wird durch AFIS zugewiesen

HEL Routes via Whiskey, Sierra and Echo MNM **6000**, crossing of RWY-axis via FATO in accordance with AFIS only, Helipad advised by AFIS

**Abbildung 6:** Vergrösserte Darstellung des Textes auf der VAC mit Hinweisen zu den An- und Abflugverfahren für Helikopter (vgl. Anlage 1).

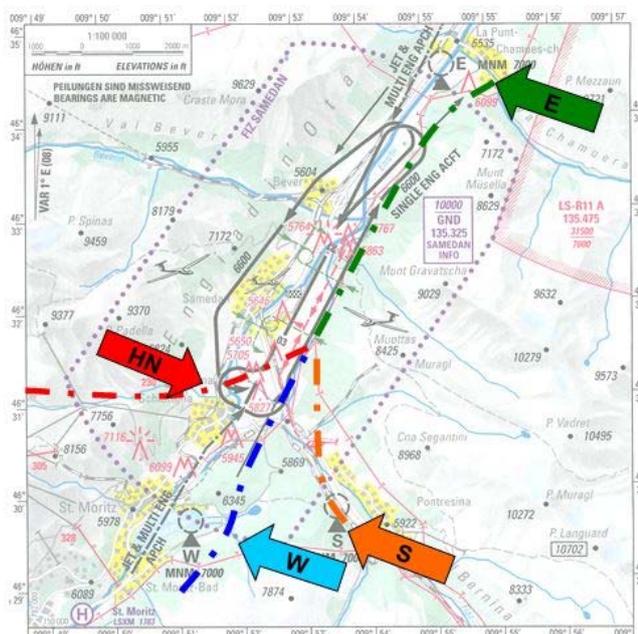
Der Meldepunkt HN ist auf der VAC nicht eingezeichnet, ebensowenig das von der HB-ZRR benutzte Anflugverfahren.

### 1.7.2.2 Spezielle Helikopterverfahren

Gemeinsam mit den auf dem Flugplatz ansässigen Helikopterbetrieben wurde von der Flugplatzbetreiberin im Jahr 2010 ein Konzept für spezielle, zusätzliche An- und Abflugverfahren für Helikopter entwickelt. Diese An- und Abflüge sind nur den auf dem Flugplatz Samedan stationierten Helikoptern bzw. den damit vertrauten Piloten erlaubt und wurden nicht publiziert.

Diese zusätzlichen Routen führen über den Meldepunkt HN, der sich ungefähr 1 NM südwestlich des Flugplatzes im Bereich der Ochsenbrücke über den Inn befindet (vgl. Abb. 7).

Diese Routen ermöglichen direkte An- bzw. Abflüge aus dem bzw. ins Gebiet südwestlich des Flugplatzes (Marguns) sowie aus dem bzw. ins Gebiet nordwestlich des Flugplatzes (Piz Padella).



**Route W:** Anflug von W über Statterwald zum FATO

**Route S:** Anflug von S über Kreisel Punt Muragl zum FATO

**Route E:** Anflug von E direkt zum FATO

**Route HN:** Anflug von Marguns oder Padella über Ochsen Brücke (HN) zum FATO (nur Einheimisch)

**Abbildung 7:** Ausschnitt aus dem Konzept der Flugplatzbetreiberin für die An- und Abflugverfahren für Helikopter. Dieses Konzept umfasst zusätzliche Routen via den Meldepunkt HN. Das Konzept wurde nicht publiziert. Druckfehler im Original.

Das von der HB-ZRR benutzte Anflugverfahren entsprach der Variante via Padella über HN zum FATO. Die Besatzung der HB-2088 gab an, diese speziellen Helikopterverfahren via den Meldepunkt HN zu kennen.

### 1.7.3 Luftraum

#### 1.7.3.1 Fluginformationszone

Der Flugplatz Samedan liegt in einer sogenannten Fluginformationszone (*flight information zone* – FIZ). Die laterale bzw. vertikale Ausdehnung dieser Zone kann der Luftfahrkarte oder den Angaben auf der VAC entnommen werden (vgl. Anlage 1).

Sowohl innerhalb als auch ausserhalb der FIZ ist der Luftraum bis auf eine Höhe von 2000 ft über Grund (*above ground level* – AGL) der Klasse G und darüber der Klasse E zugeordnet.

Der schwere Vorfall ereignete sich auf rund 1900 m/M bzw. rund 200 m (ungefähr 650 ft) über Grund und somit im Luftraum der Klasse G. In diesem unkontrollierten Luftraum sind die Besatzungen grundsätzlich nach dem Prinzip „sehen und ausweichen“ (*see and avoid*) selbst dafür verantwortlich, einen genügenden Abstand zu anderen Luftfahrzeugen einzuhalten. Innerhalb der FIZ gelten jedoch spezielle Regeln und es wird Flugplatzinformationsdienst geleistet (vgl. Kapitel 1.7.3.2).

#### 1.7.3.2 Flugplatzinformationsdienst

Innerhalb der FIZ wird während der Betriebszeiten des Flugplatzes durch den *flight information safety officer* (FISO) ein Flugplatzinformationsdienst (*aerodrome flight information service* – AFIS) geleistet. Es handelt sich dabei um einen rein informativen Dienst zur Gewährleistung eines sicheren und effizienten Flugbetriebs. Der FISO darf keine Freigaben (*clearances*) erteilen, mit Ausnahme der Bewegungen am Boden vor dem Start bzw. nach der Landung.

Das Konzept sieht unter anderem vor, dass zur Vermeidung von Kollisionen Verkehrshinweise (*traffic information*) an sämtliche dem FISO bekannten Luftraumteilnehmer erteilt werden. Das entsprechende Handbuch hält dazu fest:

„AFIS units shall issue information to aircraft in its area of responsibility to achieve a safe, orderly and expeditious flow of air traffic on and in the vicinity of an aerodrome with the object of assisting pilots in preventing collision(s) between:

- a) aircraft flying within the designated area of responsibility of the AFIS unit, including the aerodrome traffic circuits;
- b) aircraft landing and taking off;
- c) [...]“

Der Einflug in die FIZ darf nicht ohne vorherige Kontaktaufnahme mit dem FISO erfolgen. Gemäss Angabe im VFR-Manual soll der erste Funkkontakt fünf Minuten vor Einflug in die FIZ oder über speziell bezeichneten Meldepunkten stattfinden.

#### 1.7.4 Flugplatzbriefing

Der Flugplatz Samedan darf nur von Besatzungen angefliegen werden, die über eine entsprechende Einweisung verfügen. Dazu gehört unter anderem das Bestehen eines Online-Tests, der die Inhalte eines vorgängig zu studierenden Flugplatzbriefings (*familiarization briefing*) prüft.

In diesem Briefing werden die speziellen Helikopterverfahren (vgl. Kapitel 1.7.2.2) nicht erwähnt. Unter dem Thema Lärminderung (*noise abatement*) wird unter anderem erwähnt: „Reduce speed when approaching airport (Heli).“

## 1.8 Flugschreiber

### 1.8.1 HB-ZRR

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

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

Die vom Floice gespeicherte Aufzeichnung des Vorfalfluges stand für die Untersuchung zur Verfügung (vgl. Kap. 1.9.1.2.3).

### 1.8.2 HB-2088

Die HB-2088 war nicht mit Flugschreibern ausgerüstet, solche sind auch nicht vorgeschrieben.

Die vom Flarm gespeicherte Aufzeichnung des Vorfalfluges stand für die Untersuchung zur Verfügung (vgl. Kap. 1.9.1.3.3).

## 1.9 Kollisionswarngeräte

### 1.9.1 Flarm/Floice

#### 1.9.1.1 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 durch GPS ermittelten Positions- und Geschwindigkeitsvektoren des eigenen Luftfahrzeuges. Mittels eines Algorithmus extrapoliert das Gerät laufend den Flugweg für 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> <sup>6</sup>	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>

<sup>6</sup> Gemäss Angabe der Firma Flarm Technology Ltd. sind „faktisch“ als Typ 1 sowohl Segelflugzeuge (*glider*) als auch Motorsegelflugzeuge (*motor glider*) vorgesehen, d.h. zwischen diesen beiden Arten wird nicht unterschieden. Technische Dokumentationen der Firma Flarm Technology Ltd. zeigen, dass ab einem nicht mehr genau eruierten Zeitpunkt zwischen 2006 und 2011 für den Typ 1 die Spezifikation „*glider / motor glider*“ aufgeführt wurde. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde für den Typ 1 nur die Spezifikation „*glider*“ verwendet.

In vielen Gerätehandbüchern (z. B. bei Floice) wird unter Typ 1 bis heute nur „*glider*“ aufgeführt. Auch Konfigurationssoftware der Firma Flarm Technology Ltd. selber (flarmTool) enthält bis heute in der deutschen Version unter Typ 1 nur „*Segelflugzeug*“.

Die Firma Flarm Technology Ltd. hält weiter fest: „Für eine Dimona [d. h. einen Reisemotorsegler (*touring motor glider* – TMG)] gibt es mehrere Konfigurationsmöglichkeiten, nebst ‚*glider / motor glider*‘ natürlich auch ‚*powered aircraft*‘ oder ‚*tow plane*‘.“

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 zur berechneten nächsten Annäherung massgebend ist und nicht die Distanz. Es werden diesbezüglich bei Kollisionsgefahr mit einem anderen Luftfahrzeug drei Warnstufen unterschieden:

Stufe 1: 13 – 18 Sekunden bis zur berechneten nächsten Annäherung

Stufe 2: 8 – 13 Sekunden bis zur berechneten nächsten Annäherung

Stufe 3: 8 Sekunden oder weniger bis zur berechneten nächsten Annäherung

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 die 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.

### 1.9.1.2 HB-ZRR

#### 1.9.1.2.1 Gerät

In der HB-ZRR 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) war im Instrumentenbrett der HB-ZRR eingebaut (vgl. Abb. 9) und war mit einer Aussenantenne oberhalb des Cockpits ausgestattet.



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



**Abbildung 9:** Triadis Floice 256 im Instrumentenbrett der HB-ZRR.

Im Meldungsmodus „ALL“, der während des Vorfallfluges eingestellt war, 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 je nach Warnstufe optisch mit gelben bzw. 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:

Stufe 1 (13 – 18 s): Piepston

Stufe 2 (8 – 13 s): Doppelpiepston

Stufe 3 (unter 8 s): Sirenenton

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“<sup>7</sup> 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. Distanzen werden gerundet.

#### 1.9.1.2.2 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.

Die Auswertung nach dem schweren Vorfall ergab, dass das Floice der HB-ZRR als Typ 3 konfiguriert war. Es befand sich die Softwareversion 6.01 des Flarm-Moduls auf dem Gerät.

#### 1.9.1.2.3 Aufzeichnung

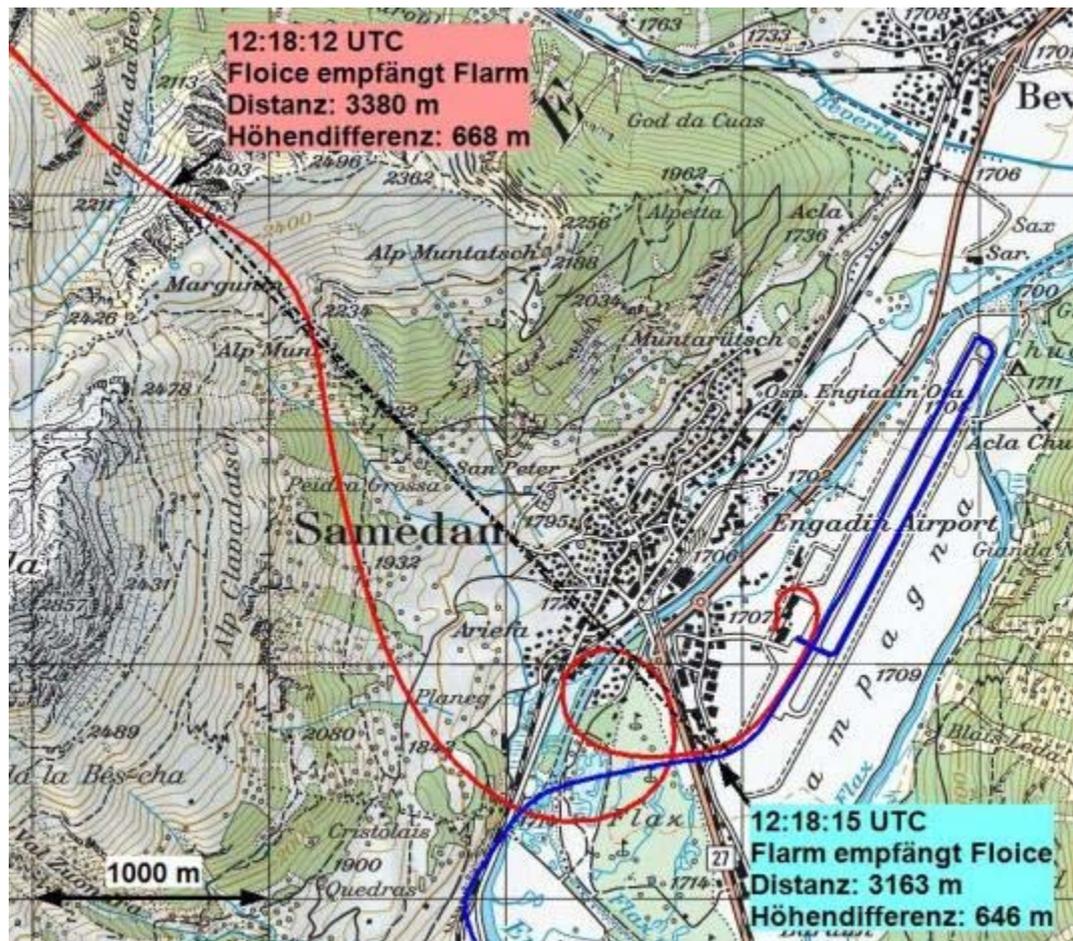
Über die Speicherkarte können die letzten 20 Dateien der Flugaufzeichnung heruntergeladen werden, über die serielle Schnittstelle sämtliche Daten im Speicher.

Die Datei des Vorfalles konnte gesichert werden. Sie lieferte einerseits den kompletten Flugweg der HB-ZRR gemäss Aufzeichnung durch den GPS-Empfänger des Floice mit einem Aufzeichnungsintervall von zwei Sekunden.

Andererseits wurde der Zeitpunkt, als das Floice erstmals das Flarm der HB-2088 empfing, aufgezeichnet. Dieser Zeitpunkt war um 12:18:12 UTC. Die HB-ZRR befand sich ungefähr über dem Kamm zwischen dem Val Bever und dem Engadiner Haupttal, während sich die HB-2088 kurz nach dem Überfliegen der Pisten-schwelle 03 befand (vgl. Abb. 10). Die Daten zeigen weiter, dass das Floice das Flarm permanent bis nach dem Zeitpunkt der geringsten Annäherung empfing.

---

<sup>7</sup> Ein als Typ 1 konfiguriertes Flarm wird in der Sprachausgabe des Floice als „glider“ gemeldet.



**Abbildung 10:** Flugweg der HB-ZRR (rot). Flugweg der HB-2088 (blau). Die jeweiligen Positionen der beiden Luftfahrzeuge zu den Zeitpunkten, als die Kollisionswarngeräte das jeweils andere Gerät erstmals empfingen, sind markiert. Basiskarte reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie Swisstopo (JA150149).

#### 1.9.1.2.4 Reichweitenanalyse

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

Eine Analyse der Empfangsreichweite des Flice in der horizontalen Ebene zeigte, dass die Reichweite in alle Richtungen im Bereich von rund 3 bis 4 km lag.

#### 1.9.1.3 HB-2088

##### 1.9.1.3.1 Gerät

In der HB-2088 war ein Flarm-Gerät der Hardware Version 2 eingebaut. Es war auf dem Instrumentenbrett rechts der Mitte befestigt und mit einem zusätzlichen externen Display auf dem Instrumentenbrett links der Mitte versehen (vgl. Abb. 11). Das Gerät war mit einer Innenantenne ausgestattet, die sich direkt am Gerät befand. Die akustischen Alarme wurden nicht über das Audio-Panel ins *intercom* eingespeist.



**Abbildung 11:** Flarm der Hardware Version 2 auf dem Instrumentenbrett der HB-2088 mit zusätzlichem externem Display. Die Antenne befindet sich direkt am Gerät.

Die Frontseite des Flarm-Geräts umfasst einen Taster, vier grüne Status-LED, zehn rote Kollisionswarn-LED und vier rote LED für die vertikale Lagedarstellung. Mit dem Drucktaster kann unter anderem der Modus für die Warnungen „nearest“ oder „warning“ eingestellt werden. 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.

Bei Warnungen vor anderen Luftfahrzeugen leuchtet jeweils diejenige LED, die der Richtung zur aktuellen Position des gefährlichsten Luftfahrzeuges relativ zur eigenen Bewegungsrichtung gegenüber einem erdfesten Koordinatensystem (*ground track*) am besten entspricht. Die zehn roten, waagrecht angeordneten Kollisions-LED decken von links nach rechts die Quadranten von hinten links bis hinten rechts in der horizontalen Ebene ab und die vier roten, vertikal angeordneten Kollisions-LED decken die vertikale Ebene ab.

Stellt das Gerät gemäss Berechnung eine Gefährdung fest, leuchten die Kollisions-LED abhängig von der Gefährdungsintensität, das heisst je nach Warnstufe, und es erfolgt eine akustische Warnung mittels Piepston. Bei mässiger Gefahr (weniger als 18 Sekunden bis zur berechneten nächsten Annäherung, d.h. Warnstufe 1) leuchtet eine LED, bei mittlerer Gefahr (weniger als 13 Sekunden, d.h. Warnstufe 2) leuchten zwei und bei unmittelbarer Gefahr (weniger als 8 Sekunden, d.h. Warnstufe 3) drei LED. Massgebliche Richtung ist das Zentrum der leuchtenden Fläche. Die Blink- und die Piepsfrequenz variieren abhängig von der Gefährdungsintensität.

Die zehn kreisförmig angeordneten LED des externen Displays leuchten sinngemäss zu den oben beschriebenen zehn horizontal angeordneten Kollisions-LED des Flarm-Geräts.

#### 1.9.1.3.2 Konfiguration und Software

Über die serielle Schnittstelle auf der Rückseite kann das Gerät konfiguriert und die Software aktualisiert werden.

Die Auswertung nach dem schweren Vorfall ergab, dass das Flarm der HB-2088 als Typ 1 konfiguriert war. Dies entspricht der werkseitigen Konfiguration des Gerätes. Es befand sich die Flarm-Softwareversion 6.01 auf dem Gerät.

#### 1.9.1.3.3 Aufzeichnung

Über die serielle Schnittstelle können sämtliche Daten im Speicher, darunter die Flugaufzeichnungen, heruntergeladen werden.

Die Datei des Vorfalles konnte gesichert werden. Sie lieferte einerseits den kompletten Flugweg der HB-2088 gemäss Aufzeichnung durch den GPS-Empfänger des Flarm mit einem Aufzeichnungsintervall von vier Sekunden.

Andererseits wurde der Zeitpunkt, als das Flarm erstmals das Floice der HB-ZRR empfing, aufgezeichnet. Dieser Zeitpunkt war um 12:18:15 UTC (vgl. Abb. 10). Die Daten zeigen weiter, dass das Flarm das Floice abgesehen von einem kurzen Unterbruch um 12:18:22 UTC permanent bis nach dem Zeitpunkt der geringsten Annäherung empfing.

#### 1.9.1.3.4 Reichweitenanalyse

Eine Analyse der Empfangsreichweite des Flarm in der horizontalen Ebene zeigte, dass die Reichweite nach vorne und hinten im Bereich von rund 3 bis 4 km lag und auf die Seiten noch grösser war.

### 1.9.2 Verkehrshinweissystem

#### 1.9.2.1 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 entsprechenden Zahlenwert neben dem Symbol dargestellt. Diese Information wird durch Vergleich der empfangenen Höhe mit der eigenen Höhe gewonnen.

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

Stellt das System aufgrund 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.

1.9.2.2 HB-ZRR

1.9.2.2.1 Gerät

In der HB-ZRR 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). Akustische Alarime werden über das Audio-Panel ins *intercom* eingespeist.

Im vorliegenden Fall konnte das TAS nicht vor der HB-2088 warnen, da deren Transponder ausgeschaltet war.

1.10 Versuche und Forschungsergebnisse

1.10.1 Simulation der Warnungen der Kollisionswarngeräte

1.10.1.1 Allgemeines

Die während eines Fluges ausgegebenen Warnungen der Kollisionswarngeräte Flarm/Floice werden nicht aufgezeichnet. Es kann daher keine Aussage darüber gemacht werden, welche Warnungen zu welchen Zeitpunkten ausgegeben wurden.

Um dennoch einen Anhaltspunkt über das mögliche Warnverhalten der Geräte im vorliegenden Fall zu erhalten, wurden die Warnungen simuliert. Dazu wurden die Flugwegaufzeichnungen der HB-ZRR und der HB-2088 verwendet und unter Annahme einer perfekten Sende- und Empfangsreichweite in Geräte derselben Bauart und mit derselben Softwareversion eingelezen. Die dabei generierten Anzeigen und Warnungen werden in der Folge beschrieben.

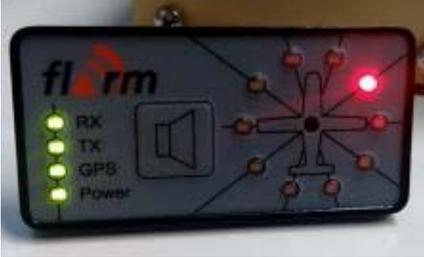
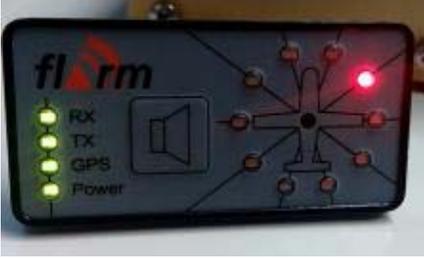
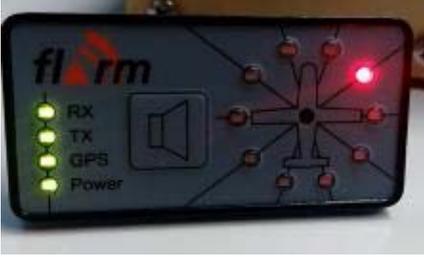
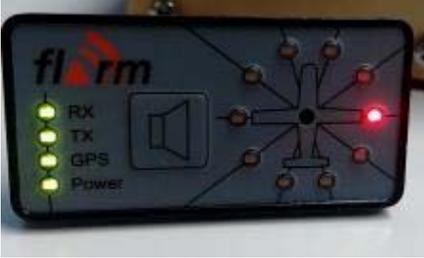
1.10.1.2 HB-ZRR

Zeit [UTC] Art der Warnung	Anzeigen und Warnungen des Floice (schematisch)
12:18:22 Verkehrshinweis	 <p>Die LED in der 12-Uhr-Position und die LED bei LOW leuchten grün auf, kein Warnton, Sprachausgabe: „<i>twelve o'clock, low, glider, two three</i>“. Noch während der Sprachausgabe, um 12:18:25 UTC, wechselt die Anzeige in die 11-Uhr-Position.</p>
12:18:36 Warnung Stufe 1	 <p>Die LED in der 11-Uhr-Position wechselt von grün nach gelb und die LED bei LOW leuchtet weiterhin grün, Piepston, Sprachausgabe: „<i>eleven o'clock, low, glider, one two</i>“.</p>
12:18:43 Warnung Stufe 2	 <p>Die LED in der 11-Uhr-Position und die LED bei LOW leuchten weiterhin gelb bzw. grün, Doppelpiepston, Sprachausgabe: „<i>eleven o'clock, low, glider, seven</i>“.</p>

<p>12:18:48 Warnung Stufe 3</p>	 <p>Die LED in der 11-Uhr-Position wechselt von gelb nach rot und die LED bei LOW leuchtet weiterhin grün, Sirenen-ton, Sprachausgabe: „<i>eleven o'clock, low, glider, four</i>“. Noch während der Sprachausgabe, um 12:18:50 UTC, wechselt die Anzeige in die 12-Uhr-Position.</p>
<p>12:18:51 Warnung Stufe 3</p>	 <p>Die LED in der 12-Uhr-Position und die LED bei LOW leuchten weiterhin rot bzw. grün, Sirenen-ton, Sprachausgabe: „<i>twelve o'clock, low, two</i>“. Noch während der Sprachausgabe, um 12:18:53 UTC, wechselt die Anzeige in die 1-Uhr-Position.</p>
<p>12:18:54 Warnung Stufe 3</p>	 <p>Die LED in der 1-Uhr-Position und die LED bei LOW leuchten weiterhin rot bzw. grün, Sirenen-ton, Sprachausgabe: „<i>one o'clock, low, glider, two</i>“. Noch während der Sprachausgabe, um 12:18:56 UTC, wechselt die LED der Positionsanzeige von rot nach grün, d.h. es bestand gemäss dem verwendeten Algorithmus ab diesem Zeitpunkt keine Kollisionsgefahr mehr.</p>

**Tabelle 1:** Anzeigen und Warnungen des Floice gemäss Simulation.

## 1.10.1.3 HB-2088

Zeit [UTC] Art der Warnung	Anzeigen und Warnungen des Flarm (Fotos externes Display)
12:18:20 Verkehrshinweis	 <p>Die LED in der 2-Uhr-Position leuchtet auf. Kein Piepston.</p>
12:18:36 Warnung Stufe 1	 <p>Die LED in der 2-Uhr-Position beginnt zu blinken. Piepston.</p>
12:18:43 Warnung Stufe 2	 <p>Die LED in der 2-Uhr-Position beginnt rascher zu blinken. Der Piepston wird höher und die Piepsfrequenz rascher. Um 12:18:47 UTC wechselt die Anzeige auf die LED in der 3-Uhr-Position.</p>
12:18:49 Warnung Stufe 3	 <p>Die LED in der 3-Uhr-Position beginnt noch rascher zu blinken. Der Piepston wird noch höher und die Piepsfrequenz noch rascher. Um 12:18:54 UTC wechselt die Anzeige auf die LED in der 4-Uhr-Position. Um 12:18:55 UTC hört das Gerät auf zu warnen, d. h. es bestand gemäss dem verwendeten Algorithmus ab diesem Zeitpunkt keine Kollisionsgefahr mehr.</p>

**Tabelle 2:** Anzeigen und Warnungen des Flarm gemäss Simulation. In der HB-2088 stand neben dem hier gezeigten externen Display zusätzlich noch die Anzeige des Flarm-Gerätes selber mit der vertikalen Situation zur Verfügung (vgl. Abb. 11).

## 1.11 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

### 1.11.1 Schweizerische Rettungsflugwacht

#### 1.11.1.1 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 Vorfalles betrieb die Rega zwölf über die Schweiz verteilte Helikopterbasen, darunter eine auf dem Flugplatz Samedan. Der Hauptsitz befindet sich am Flughafen Zürich.

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

#### 1.11.1.2 Verfahrensvorgaben

##### 1.11.1.2.1 Allgemeines

Das Flugbetriebsunternehmen betreibt seine beiden Helikoptermuster Agusta-Westland AW109SP und Eurocopter EC 145 nach den Vorgaben des Betriebs-handbuchs (*operations manual* – OM). Die für den vorliegenden Fall relevanten Passagen werden nachfolgend beschrieben.

##### 1.11.1.2.2 Luftraumüberwachung

Im OM B SOP<sup>8</sup> AW109SP „*Crew coordination concept*“ wird unter anderem festgehalten:

*„Die Luftraum- und Hindernisbeobachtung trägt wesentlich zur Flugsicherheit bei und ist daher eine Pflicht jedes Besatzungsmitglieds. Die Sektoren werden wie folgt aufgeteilt:*

*CDR [commander] 10 – 4 Uhr*

*HCM/Copi (Co-Pilotensitz) 8 – 2 Uhr*

*MCM [Arzt] Kabine rechts 1 – 5 Uhr*

*[...]“*

##### 1.11.1.2.3 Floice

Im OM B SOP AW109SP „*Crew coordination concept*“ wird unter anderem festgehalten:

*„Beim Ertönen einer Floice-Warnung werden Gespräche unterbrochen (Silent Cockpit) und die Luftraum-/Hindernisbeobachtung von allen Besatzungsmitgliedern intensiviert. Floice-Warnungen sollen von der Besatzung erst quittiert werden, wenn das andere Flugzeug oder das Hindernis identifiziert wurde.*

*[...]“*

<sup>8</sup> SOP, *standard operating procedures*, Standardbetriebsverfahren

## 1.11.2 Club da svoul a vela Muottas

### 1.11.2.1 Allgemeines

Der Club da svoul a vela Muottas (CSVM) wurde 1982 von einigen im Oberengadin ansässigen Segelflugpiloten gegründet und löste die bereits 1936 gegründete Segelfluggruppe Oberengadin ab. Der CSVM ist ein Verein, der zusammen mit der Flugplatzbetreiberin für den Segelflugbetrieb auf dem Flugplatz Samedan verantwortlich ist.

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls hatte der Verein 16 Mitglieder und betrieb zwei doppelsitzige Segelflugzeuge des Musters Duo Discus und den Reisemotorsegler Grob G 109 B, eingetragen als HB-2088. Weitere sieben Segelflugzeuge werden von Mitgliedern des CSVM privat betrieben.

### 1.11.2.2 Verfahrensvorgaben

Als Privatflug unterlag der Flug der HB-2088 keinen speziellen Verfahrensvorgaben.

## 1.12 Zusätzliche Angaben

### 1.12.1 Transponder

#### 1.12.1.1 HB-ZRR

Der Transponder der HB-ZRR befand sich während des gesamten Fluges im Modus mit Höhenübermittlung und hatte den Code 7100 eingestellt.

#### 1.12.1.2 HB-2088

Der Transponder der HB-2088 war während des Vorfalles ausgeschaltet. Gemäss Angabe des Piloten wurde das bei Lokalfügen stets so gehandhabt.

#### 1.12.1.3 Transponderregelung

Die zum Vorfalleszeitpunkt gültige Regelung bezüglich der Benutzung des Transponders bei VFR-Flügen lautete gemäss VFR-Guide, RAC 1-4: [Fettdruck im Original]

**„Luftraum der Klasse G und Luftraum der Klasse E unterhalb 7000 ft AMSL (inkl. Platzrundenverkehr auf unkontrollierten Flugplätzen).**

**Die Luftfahrzeugführer sind verpflichtet, bei entsprechend ausgerüsteten Luftfahrzeugen den funktionstüchtigen Transponder auf Code 7000 (mit Höhenübermittlung) einzuschalten.**

**Luftraum der Klasse E auf und oberhalb 7000 ft AMSL**

**Das Mitführen und Einschalten des funktionstüchtigen Transponders auf Code 7000 (mit Höhenübermittlung) ist obligatorisch.**

[...]“

### 1.12.2 Aussenlichter

#### 1.12.2.1 HB-ZRR

Gemäss Angabe des Piloten waren zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls alle Aussenlichter in Betrieb, das heisst das Kollisionswarnlicht (*anti collision light*), die Positionslichter (*position lights*) und die Landescheinwerfer (*landing lights*).

#### 1.12.2.2 HB-2088

Die HB-2088 war nicht mit Aussenlichtern ausgerüstet.

**1.13 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken**

Die Simulation der Warnungen der Kollisionswarngeräte (vgl. Kapitel 1.10.1) wurde als spezielle und möglicherweise auch bei zukünftigen Untersuchungen nützliche oder effektive Untersuchungstechnik erstmalig angewandt.

## 2 Analyse

### 2.1 Technische Aspekte

#### 2.1.1 Kollisionswarngeräte

##### 2.1.1.1 Flarm/Floice

Es liegen keine Hinweise für technische Mängel an den Kollisionswarngeräten vor, die den schweren Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

Insbesondere zeigt die Reichweitenanalyse, dass beide Geräte über eine gute Empfangsreichweite von über 3 km verfügten. Durch die Tatsache, dass sich die beiden Geräte ab dem Zeitpunkt, als erstmals direkte Sichtverbindung bestand, auf eine Distanz von über 3 km gegenseitig empfangen konnten, ist belegt, dass auch die Sendereichweite beider Geräte gut war. Dieser Zeitpunkt lag rund 40 s vor dem Zeitpunkt der geringsten Annäherung, womit genügend Zeit für die Ausgabe von Warnungen blieb. Da die ausgegebenen Warnungen nicht aufgezeichnet werden, kann jedoch keine abschliessende Aussage darüber gemacht werden, welche Warnungen zu welchen Zeitpunkten ausgegeben wurden.

Durch die Simulation der Warnungen konnte dennoch ein Anhaltspunkt über das mögliche Warnverhalten der Geräte im vorliegenden Fall gewonnen werden. Da es keine Anzeichen für Sende- oder Empfangsprobleme gibt, liegt die Simulation mit grosser Wahrscheinlichkeit sehr nahe am tatsächlichen Warnverhalten der Geräte. Gut 30 s vor der berechneten nächsten Annäherung wurde erstmals ein Verkehrshinweis ausgegeben. Die erste Warnung erfolgte rund 20 s vor der berechneten nächsten Annäherung. In der Folge wurde die Warnstufe sukzessive erhöht und erreichte rund 8 s vor der berechneten nächsten Annäherung die höchste Stufe. Beim Floice wurden dabei in rascher Folge drei Sprachmeldungen der Warnstufe 3 ausgegeben. Ab etwa 12:18:55 UTC hörten die Geräte auf zu warnen, da gemäss dem verwendeten Algorithmus keine Kollisionsgefahr mehr bestand. Die geometrisch geringste Annäherung erfolgte etwa 2 s später. Die optischen Anzeigen entsprachen der tatsächlichen geometrischen Situation.

Das Flarm der HB-2088 war als Typ 1 konfiguriert, was der werkseitigen Konfiguration des Gerätes entspricht. Es ist angesichts des in Fussnote 6 auf Seite 21 beschriebenen Sachverhalts zweifelhaft, ob den Betreibern der HB-2088 bekannt war, dass die Firma Flarm Technology Ltd. zumindest in einem Teil ihrer technischen Dokumente für den Typ 1 die Spezifikation „*glider / motor glider*“ aufführte. Vielmehr ist davon auszugehen, dass das Flarm der HB-2088 nie bewusst konfiguriert wurde und die Konfiguration daher der werkseitigen Einstellung entsprach. Die HB-2088 wurde fast ausschliesslich und auch im vorliegenden Fall als Motorflugzeug betrieben, womit eine Konfiguration als Typ 8 „*powered aircraft*“ in jedem Fall zweckmässiger gewesen wäre. Auch die Firma Flarm Technology Ltd. ist der Meinung, dass ein Luftfahrzeug primär nach seinem Einsatz- bzw. Verwendungszweck konfiguriert werden sollte.

Nach Angabe der Firma Flarm Technology Ltd. hatte diese unzureichende Konfiguration im vorliegenden Fall keinen Einfluss auf die verwendeten Berechnungsalgorithmen und somit auf den Verlauf des schweren Vorfalls im technischen Sinn. Allerdings beeinflusste die empfangene Meldung „*glider*“ wahrscheinlich die Art und Weise, wie die Besatzung der HB-ZRR nach dem unbekanntem Verkehr Ausschau hielt. Da die Sprachausgabe des Floice alle nach Typ 1 konfigurierten Geräte in jedem Fall einfach mit „*glider*“ ausgibt, konnte die Besatzung nicht erkennen, dass es sich in Wahrheit um ein Motorsegelflugzeug handelte. Dieser Punkt würde für eine eigene Konfigurationskategorie „*motor glider*“ mit entsprechender Sprachausgabe des Floice sprechen. Allerdings wäre grundsätzlich zu überlegen,

ob eine neutrale Sprachausgabe „*traffic*“ unabhängig von der Art des Luftfahrzeuges nicht insgesamt besser und zweckmässiger wäre, da Falschmeldungen aufgrund unzulässig konfigurierter Geräte damit ausgeschlossen würden.

#### 2.1.1.2 Verkehrshinweissystem

Da die Besatzung der HB-2088 den Transponder nicht einschaltete, konnte das Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system* – TAS) in der HB-ZRR die HB-2088 nicht erkennen. Somit war eine Warnung der Besatzung durch das TAS nicht möglich und ein wesentliches Sicherheitsnetz unwirksam geworden.

## 2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

### 2.2.1 Besatzung HB-ZRR

Der Erstaufwurf des Piloten auf der Frequenz des Flugplatzes Samedan war korrekt und erfolgte unmittelbar nach Einflug ins Val Bever. Eine frühere Kontaktaufnahme wäre kaum möglich gewesen, da die Qualität der Funkverbindung aufgrund der topografischen Verhältnisse zuvor stark eingeschränkt war. Dies verunmöglichte es der Besatzung auch, den Funkverkehr zwischen dem FISO und der HB-2088 anlässlich deren Starts empfangen zu können, da sich die HB-ZRR zu diesem Zeitpunkt noch zu weit vom Flugplatz entfernt befand.

Der FISO erteilte der Besatzung die üblichen Landeinformationen, ohne einen Verkehrshinweis über die soeben gestartete und in Richtung des Meldepunktes HN fliegende HB-2088 zu integrieren. Geht man von der Annahme aus, dass eine durchschnittliche Flugbesatzung einen Verkehrshinweis beachtet und ihn entsprechend nutzt, so liegt der Schluss nahe, dass im vorliegenden Fall ein solcher dazu geführt hätte, dass die Besatzung der HB-ZRR den anderen Verkehr frühzeitig visuell gesucht hätte. Auch wäre wahrscheinlich der Anflug hinsichtlich Flugroute, Geschwindigkeit und Sinkrate angepasst worden. Damit hätte ein solcher Verkehrshinweis mit grosser Wahrscheinlichkeit die gefährliche Annäherung verhindern können.

In der Folge überflog die Besatzung den Kamm zwischen dem Val Bever und dem Engadiner Haupttal und leitete den Sinkflug entlang des Piz Padella in Richtung des Meldepunktes HN ein. Durch das bewusste Überfliegen der Alphütte im Bereich der Alp Munt war die Aufmerksamkeit der Besatzung für eine gewisse Zeit auf das Objekt am Boden rechts unterhalb des Helikopters gerichtet. Dies könnte dazu beigetragen haben, dass der mit grosser Wahrscheinlichkeit in dieser Phase erfolgte Verkehrshinweis des Floice überhört wurde.

Danach war die Besatzung wieder auf den Anflug konzentriert und setzte den Sinkflug entlang des Hanges fort. Durch die hohe Geschwindigkeit und die grosse Sinkrate näherte sich die HB-ZRR rasch dem Voltenbereich des Flugplatzes. Damit blieb für die Luftraumüberwachung und allfällige Ausweichmanöver grundsätzlich wenig Zeit. Auch in Bezug auf die Lärminderung war die Wahl eines solchen Anflugprofils nicht optimal.

Alle Besatzungsmitglieder waren der Ansicht, dass das Floice Warnungen ausgegeben hatte, bezüglich des genauen Zeitpunkts dieser Warnungen gibt es jedoch Diskrepanzen. So war der HCM der Meinung, dass es mehrere Warnungen mit immer geringerer Distanz gab, wobei die Warnungen grundsätzlich spät erfolgt seien. Der Pilot war auch der Meinung, dass das Floice spät gewarnt habe, nach seiner Einschätzung etwa vier bis fünf Sekunden nach dem Überflug der Alphütte. Die Ärztin war der Ansicht, das Floice habe erst gewarnt, als sie die HB-2088 bereits visuell hatte wahrnehmen können, was ungefähr dem Zeitpunkt der geringsten Annäherung entsprechen dürfte. Diese Diskrepanzen zeigen, dass die Wahrnehmungen der verschiedenen Besatzungsmitglieder unterschiedlich waren und

keine systematische Analyse der Warnungen mit entsprechender Reaktion erfolgte. Aufgrund der Warnungen wurde die Luftraumüberwachung im 11-Uhr-Bereich intensiviert, was aber ohne Erfolg blieb. Die Simulation der Warnungen zeigte, dass das Floice mit grosser Wahrscheinlichkeit wie vorgesehen funktioniert und somit frühzeitig Warnungen ausgegeben hatte. Insbesondere erfolgte gemäss Simulation die erste Warnung rund 20 s vor der geringsten Annäherung und etwa 10 s nach dem Überfliegen der Alphütte bei der Alp Munt. Es ist ferner naheliegend, dass die unzuweckmässige Konfiguration des Flarm als Typ 1 bzw. die Sprachausgabe „glider“ des Floice die Art und Weise der Beobachtung der Besatzung der HB-ZRR beeinflusste. Das Verhalten und die dynamischen Möglichkeiten eines Segelflugzeuges unterscheiden sich wesentlich von denjenigen eines Motorflugzeuges. So ist es in der Regel nicht möglich, dass ein Segelflugzeug in geradlinigem Flug steigen kann, wie dies beim vorliegenden Reisemotorsegler während des Abfluges vorkam.

Trotz der Warnungen des Floice gelang es der Besatzung nicht, visuellen Kontakt zur HB-2088 herzustellen. Die geometrischen Verhältnisse der Annäherung zeigen, dass sich die HB-2088 bis kurz vor der geringsten Annäherung immer ungefähr in einer 11-Uhr-Position zur HB-ZRR befand. Diese annähernd stehende Peilung erschwerte die visuelle Erkennbarkeit, da das menschliche Auge primär auf Relativbewegungen anspricht. Zudem blickte die Besatzung der HB-ZRR von oben auf die HB-2088, so dass sich diese vor dem Gelände des Talbodens bewegte, was die Erkennbarkeit ebenfalls erschwert haben dürfte. Weiter waren für den Piloten aufgrund seiner Sitzposition und des Cockpitlayouts der AW109SP die Sichtverhältnisse nach links vorne unten stark eingeschränkt, so dass ihm eine visuelle Erkennung der HB-2088 wahrscheinlich gar nicht möglich war. Für die Ärztin, die hinten rechts in der Kabine sass, trifft dies ebenfalls zu.

Schliesslich entschloss sich der Pilot, ein intuitives Ausweichmanöver nach links mit Abflachen des Anfluges zu fliegen. Da dem Piloten nicht klar war, wo sich das andere Luftfahrzeug befand, war der Beitrag dieses Manövers zur Entschärfung der Situation zufällig. Erst nachdem der Flugweg der HB-2088 bereits gekreuzt worden war, konnte die Ärztin Sichtkontakt herstellen.

### 2.2.2 Besatzung HB-2088

Während des Startlaufs der HB-2088 auf der Piste 21 erfolgte der Erstaufwurf der HB-ZRR auf der Frequenz des Flugplatzes. Es wäre dem Piloten daher grundsätzlich möglich gewesen, aufgrund des Funkverkehrs zwischen dem FISO und dem Piloten der HB-ZRR den sich anbahnenden Konflikt erkennen zu können. Da die Besatzung die lokalen Verhältnisse gut kannte, war ihr auch das spezielle Helikopteranflugverfahren via den Meldepunkt HN bekannt, obwohl Letzteres nicht publiziert wurde. Da der Passagier kein Headset trug, war ihm ein Mithören des Funkverkehrs nicht möglich. Allerdings wird oft beobachtet, dass Besatzungen Funkgespräche, die nicht direkt an sie gerichtet sind, ausblenden. Dies insbesondere in Phasen hoher Arbeitsbelastung, wie es hier während des Startlaufs mit diesem schwach motorisierten Reisemotorsegler bei anspruchsvollen Windbedingungen gegeben war. Ein expliziter Verkehrshinweis betreffend die HB-ZRR an die Besatzung wäre daher von dieser eher wahrgenommen worden und hätte sie mit grosser Wahrscheinlichkeit auf den sich anbahnenden Konflikt aufmerksam gemacht.

Die Besatzung folgte dem publizierten Abflugverfahren in Richtung des Meldepunktes W. Zu keinem Zeitpunkt nahm sie eine Warnung des Flarm wahr. Aufgrund der Ergebnisse der Simulation und der Tatsache, dass die Besatzung zu einem späteren Zeitpunkt während des Fluges sowie während eines zweiten Fluges an diesem Tag Warnungen des Flarm wahrnahm, ist davon auszugehen, dass das Flarm korrekt warnte. Dass die Besatzung diese Warnungen nicht wahrnahm,

lässt sich einerseits mit der hohen Arbeitsbelastung während des Startlaufs und des Anfangssteigflugs erklären. Andererseits wurden die Warnungen nicht ins *intercom* eingespeist, was sie zumindest für den Piloten, der ein Headset trug, akustisch schwer wahrnehmbar machte.

Rein visuell wäre die HB-ZRR für die Besatzung bis kurz vor der geringsten Annäherung immer überhöht und ungefähr in einer 2-Uhr-Position erkennbar gewesen. Allerdings dürfte die Aufmerksamkeit der Besatzung während des Startlaufs und des anfänglichen Steigfluges primär nach vorne in den Bereich der geflogenen Flugroute gerichtet gewesen sein, so dass die HB-ZRR nur eher zufällig hätte erkannt werden können. Ein Verkehrshinweis seitens des FISO hätte aber auch diese Besatzung sicherlich veranlasst, den entsprechenden Bereich aufmerksam zu prüfen, so dass die HB-ZRR mit grosser Wahrscheinlichkeit erkannt worden wäre.

Die Kreuzung der HB-ZRR erfolgte dann hinter der HB-2088, was erklärt, wieso die Besatzung trotz der geringen Distanzen die gefährliche Annäherung nicht wahrgenommen hatte.

Die Besatzung schaltete den Transponder nicht ein, was gemäss Angabe des Piloten auf Lokalflügen üblich war. Damit vergab sich die Besatzung die Möglichkeit, von anderen Luftfahrzeugen, die mit transponderbasierten Kollisionswarngeräten wie beispielsweise dem TAS ausgerüstet sind, erfasst zu werden. Nicht zuletzt aus diesem Grund sieht die Regelung für die Transponderbenützung vor, dass der Transponder in entsprechend ausgerüsteten Luftfahrzeugen stets in Betrieb genommen werden muss.

### 2.2.3 FISO

Zum Zeitpunkt, als sich die HB-2088 im Abflug und die HB-ZRR im Anflug befanden, herrschte wenig Flugbetrieb. Im Arbeitsraum des FISO befanden sich mehrere Personen, die sich unterhielten. Dies könnte möglicherweise zu einer gewissen Ablenkung des FISO geführt haben.

Dennoch ist es erstaunlich, dass der FISO dem Piloten der HB-ZRR nach dessen Erstaufwurf keinen Verkehrshinweis bezüglich der HB-2088 erteilte, die sich zu diesem Zeitpunkt ungefähr vor seinem Gebäude kurz nach dem Start befand. Es erscheint unwahrscheinlich, dass der FISO die HB-2088 vergessen hatte. Denkbar ist, dass der FISO die Geschwindigkeiten der beiden Luftfahrzeuge, oder auch den Flugweg der HB-ZRR, falsch einschätzte, so dass er der Meinung war, dass es nicht zu einem Konflikt kommen würde. Diese Beurteilung entsprach jedoch nicht den tatsächlichen Gegebenheiten, was darauf hinweist, dass kein Bewusstsein über die Gesamtsituation (*situational awareness*) vorhanden war.

Wie bereits oben dargelegt, ist es naheliegend, dass die Besatzungen durch einen Verkehrshinweis in die Lage versetzt worden wären, den Konflikt schon im Ansatz zu entschärfen. Deshalb muss das Fehlen eines solchen Hinweises als kausaler Faktor für den schweren Vorfall gewichtet werden.

### 2.2.4 Verfahren

Der von der HB-ZRR geflogene Anflug entsprach einem speziellen Verfahren, das in einem internen Konzept der Flughafenbetreiberin festgehalten war. Diese speziellen Verfahren ermöglichen den auf dem Flugplatz ansässigen Helikopterbetreibern, direkt in die Gebiete süd- und nordwestlich des Flugplatzes abzufliegen bzw. aus diesen Gebieten anzufliegen.

Diese Verfahren führen über den Meldepunkt HN, der im Voltenbereich des Flugplatzes liegt. Bei An- und Abflügen über diesen Meldepunkt muss daher stets der

Voltenbereich gekreuzt werden, zudem erfolgt in der Regel ein zweimaliges Kreuzen der Pistenachse. Auch erfordern die Anflüge entlang dieser Routen aufgrund der topografischen Verhältnisse ein steiles Absinken, so dass die Volte auch vertikal in steilem Winkel gekreuzt wird. Der von der HB-ZRR geflogene Anflug entlang des Piz Padella verläuft zudem parallel zum Hang, wo sich in den Sommermonaten viele Segelflugzeuge aufzuhalten pflegen, was auch in der Sichtanflugkarte vermerkt ist. All diese Punkte zeigen, dass diese speziellen An- und Abflugverfahren inhärente Risiken bergen.

Diese Verfahren waren zudem nicht publiziert. Dies stellte ebenfalls ein Risiko dar, da nicht alle Luftraumteilnehmer über die verwendeten Verfahren im Bild waren. Auch die Verwendung von nicht publizierten Meldepunkten am Funk ist für nicht Eingeweihte verwirrend und schafft Unsicherheit. Im vorliegenden Fall spielte dies allerdings nur eine untergeordnete Rolle, da die Besatzung der HB-2088 über gute lokale Kenntnisse verfügte und ihr diese speziellen Verfahren bekannt waren.

### 3 Schlussfolgerungen

#### 3.1 Befunde

##### 3.1.1 Technische Aspekte

- Die Luftfahrzeuge waren zum Verkehr nach VFR zugelassen.
- Die HB-ZRR war mit einem Kollisionswarngerät Floice ausgerüstet.
- Die HB-2088 war mit einem Kollisionswarngerät Flarm ausgerüstet.
- Die beiden Kollisionswarngeräte konnten sich rund 40 Sekunden vor der geringsten Annäherung gegenseitig empfangen.
- Es liegen keine Hinweise für technische Mängel an den Kollisionswarngeräten vor.
- Das Flarm war als Typ 1 konfiguriert, was beim Floice zu einer Sprachausgabe „glider“ führte.
- Die HB-ZRR war mit einem Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system* – TAS) ausgerüstet. Das TAS konnte nicht vor der HB-2088 warnen, da deren Transponder ausgeschaltet war.

##### 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 Mitarbeiter des Flugplatzinformationsdienstes

- Der *flight information service officer* (FISO) war im Besitz der notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des FISO zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles vor.

##### 3.1.4 Flugverlauf

- Ungefähr um 12:16:40 UTC begann die HB-2088 ihren Startlauf auf der Piste 21, um über den Meldepunkt W den Flugplatzbereich zu verlassen.
- Um 12:17:30 UTC, als sich die HB-2088 ungefähr vor dem FISO-Gebäude befand, meldete sich der Pilot der HB-ZRR erstmals auf der Frequenz des Flugplatzes Samedan und kündigte einen Anflug via den Meldepunkt HN an.
- Der FISO erteilte daraufhin die üblichen Landeinformationen. Verkehrshinweise an die beiden Luftfahrzeuge erfolgten nicht.
- Die HB-ZRR überflog kurz nach 12:18 UTC den Kamm zwischen dem Val Bever und dem Engadiner Haupttal und drehte dann nach rechts, um entlang der nördlichen Talflanke in Richtung HN abzusinken.
- Der Pilot wählte einen Flugweg, der es ihm ermöglichte, auf der rechten Seite auf seine Alphütte zu blicken.
- Der Sinkflug erfolgte mit einer mittleren Geschwindigkeit gegenüber Grund von rund 140 kt und einer mittleren Sinkrate von rund 2500 ft/min.
- Die HB-2088 setzte ihren Abflug in Richtung W entlang der publizierten Route in einem kontinuierlichen Steigflug fort. Die Geschwindigkeit gegenüber Grund betrug rund 50 kt.

- Die Besatzung der HB-ZRR nahm Warnungen des Floice wahr, konnte jedoch visuell keinen Verkehr erkennen.
- Der Pilot entschied sich, ein Ausweichmanöver nach links unter gleichzeitigem Abflachen des Anfluges durchzuführen.
- Erst nach dem Kreuzen des Flugweges der HB-2088 konnte die Ärztin an Bord der HB-ZRR das andere Flugzeug erkennen.
- Die Besatzung der HB-2088 nahm keine Warnungen des Flarm wahr und sah die HB-ZRR nie.
- Die beiden Luftfahrzeuge näherten sich um 12:18:57 UTC im Bereich des Meldepunktes HN bis auf 160 m horizontal und 40 m vertikal.
- Die HB-ZRR landete anschliessend auf dem Flugplatz Samedan. Die HB-2088 setzte ihren Flug fort.

### 3.1.5 Rahmenbedingungen

- Der von der HB-ZRR geflogene Anflug entsprach einem speziellen Verfahren, das nur in einem internen Konzept der Flughafenbetreiberin festgehalten war.
- Diese speziellen Verfahren führen über den Meldepunkt HN, der im Voltenbereich des Flugplatzes liegt. Der Voltenbereich wird sowohl lateral wie vertikal gekreuzt; zudem wird in der Regel die Pistenachse zweimal gekreuzt.
- Diese speziellen Verfahren und insbesondere der Meldepunkt HN waren nicht publiziert.
- Das Konzept der Fluginformationszone (*flight information zone* – FIZ) sieht vor, dass Verkehrshinweise zur Vermeidung von Kollisionen an sämtliche dem FISO bekannten Luftraumteilnehmer erteilt werden.
- Der Bereich nordwestlich der Piste ist für den FISO aufgrund der Konstruktion des Gebäudes nicht einsehbar.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den Verlauf des schweren Vorfalls.

### 3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass die Besatzung eines Helikopters im Anflug und diejenige eines Reisemotorseglers im Abflug keinen Sichtkontakt herstellen konnten und es in der Folge zu einer gefährlichen Annäherung der beiden Luftfahrzeuge kam.

Der folgende direkte Faktor wurde als kausal erkannt:

- Durch den Flugplatzinformationsdienst wurden keine Verkehrshinweise an die beiden Besatzungen erteilt.

Die folgenden direkten Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Hohe Anfluggeschwindigkeit und grosse Sinkrate des Helikopters.
- Die Warnungen des Kollisionswarngerätes des Helikopters hatten nur eine eingeschränkte Wirkung auf die Besatzung.
- Die Warnungen des Kollisionswarngerätes des Reisemotorseglers wurden von der Besatzung nicht wahrgenommen.
- Die Besatzung des Reisemotorseglers benutzte den Transponder nicht.
- Das Kollisionswarngerät des Reisemotorseglers war unzweckmässig konfiguriert.

Der folgende systemische Faktor hat zum schweren Vorfall beigetragen:

- Das verwendete Anflugverfahren für Helikopter weist inhärente Risiken auf.

Der folgende systemische Faktor hat zwar nicht unmittelbar zum schweren Vorfall beigetragen, wurde aber als risikoreich (*factor to risk*) erkannt:

- Das verwendete Anflugverfahren für Helikopter war nicht publiziert.

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

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*International Civil Aviation Organization* – ICAO) sowie Artikel 17 der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Oktober 2010 über die Untersuchung und Verhütung von Unfällen und Störungen in der Zivilluftfahrt und zur Aufhebung der Richtlinie 94/56/EG richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, die darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

*„Art. 48 Sicherheitsempfehlungen*

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

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

*<sup>3</sup> Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.“*

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

#### **Sicherheitshinweise**

Als Reaktion auf während der Untersuchung festgestellte Sicherheitsdefizite kann die SUST Sicherheitshinweise veröffentlichen. Sicherheitshinweise werden formuliert, wenn eine Sicherheitsempfehlung nach der Verordnung (EU) Nr. 996/2010 nicht angezeigt erscheint, formell nicht möglich ist oder wenn durch die freiere Form eines Sicherheitshinweises eine grössere Wirkung absehbar ist. Sicherheitshinweise der SUST haben ihre Rechtsgrundlage in Artikel 56 der VSZV:

*„Art. 56 Informationen zur Unfallverhütung*

*Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen zur Unfallverhütung veröffentlichen.“*

## 4.1 Sicherheitsempfehlungen

### 4.1.1 An- und Abflugverfahren und deren Publikation

#### 4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 20. Juli 2015 kam es ungefähr 1 NM südwestlich des Flugplatzes Samedan im Bereich des Meldepunktes HN zu einer gefährlichen Annäherung zwischen einem Helikopter im An- und einem Reisemotorsegler im Abflug. Der Helikopter benutzte dabei ein spezielles Anflugverfahren, das nur in einem internen Konzept der Flughafenbetreiberin festgehalten war und nur den auf dem Flugplatz Samedan ansässigen Helikopterbetrieben erlaubt war.

Diese Verfahren führen über den Meldepunkt HN, der im Voltenbereich des Flugplatzes liegt. Bei An- und Abflügen über diesen Meldepunkt muss daher stets der Voltenbereich gekreuzt werden. Zudem erfolgt in der Regel ein zweimaliges Kreuzen der Pistenachse. Auch erfordern die Anflüge entlang dieser Routen aufgrund der topografischen Verhältnisse ein steiles Absinken, so dass die Volte auch vertikal in steilem Winkel gekreuzt wird. Einer der Anflüge verläuft zudem parallel zum Hang des Piz Padella, an dem sich in den Sommermonaten viele Segelflugzeuge aufzuhalten pflegen, was auch in der Sichtanflugkarte vermerkt ist. All diese Punkte zeigen, dass diese speziellen An- und Abflugverfahren inhärente Risiken bergen.

Diese speziellen Verfahren und insbesondere der Meldepunkt HN waren zudem nicht publiziert. Dies stellte ebenfalls ein Risiko dar, da nicht alle Luftraumteilnehmer über die verwendeten Verfahren im Bild waren. Auch die Verwendung von nicht publizierten Meldepunkten am Funk ist für nicht Eingeweihte verwirrend und schafft Unsicherheit.

Bereits bei früheren Untersuchungen hatte die fehlende Publikation eines Abflugverfahrens einen begünstigenden Einfluss auf den schweren Vorfall:

- Gefährliche Annäherung zwischen einem Helikopter und einem Verkehrsflugzeug (vgl. Schlussbericht Nr. 2202)
- Gefährliche Annäherung zwischen einem zivil eingetragenen Kampfflugzeug und einem Geschäftsreiseflugzeug (vgl. Schlussbericht Nr. 2226)

#### 4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 509

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gemeinsam mit der Flugplatzbetreiberin und den ortsansässigen Helikopterbetrieben die speziellen An- und Abflugverfahren für Helikopter auf dem Flugplatz Samedan überprüfen.

#### 4.1.1.3 Sicherheitsempfehlung Nr. 510

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte sicherstellen, dass sämtliche An- und Abflugverfahren auf allen Schweizer Flugplätzen für das Luftfahrtpersonal publiziert sind, auch wenn diese Verfahren möglicherweise nur von einem eingeschränkten Personenkreis benutzt werden dürfen.

## 4.2 Sicherheitshinweise

### 4.2.1 Konfiguration von Flarm-Systemen und Sprachausgabe

#### 4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 20. Juli 2015 kam es ungefähr 1 NM südwestlich des Flugplatzes Samedan im Bereich des Meldepunktes HN zu einer gefährlichen Annäherung zwischen einem Helikopter im An- und einem Reisemotorsegler im Abflug. Beide Luftfahrzeuge waren mit Kollisionswarnsystemen der Flarm-Technologie ausgerüstet.

Das Flarm-Gerät des Reisemotorseglers war als Typ 1 konfiguriert, was der werkseitigen Konfiguration des Gerätes entspricht und beim Flarm-Gerät des Helikopters zu einer Sprachausgabe „*glider*“ führte. Der Reisemotorsegler wurde jedoch fast ausschliesslich und auch in diesem Fall als Motorflugzeug betrieben, womit eine Konfiguration als Typ 8 „*powered aircraft*“ zweckmässiger gewesen wäre und wahrscheinlich auch die visuelle Suche des Luftfahrzeuges erleichtert hätte.

Die zweckmässige Konfiguration der Flarm-Systeme ist wichtig, da die Konfiguration die verwendeten Algorithmen beeinflusst und es daher bei unzureichender Konfiguration zu einem suboptimalen Warnverhalten kommen kann. Zudem legt die Konfiguration die Art des Luftfahrzeuges fest, die anderen Verkehrsteilnehmern gemeldet wird, und beeinflusst somit möglicherweise die Art und Weise, wie diese nach dem unbekanntem Verkehr Ausschau halten.

Bereits bei einer früheren Untersuchung, einer gefährlichen Annäherung zwischen zwei Helikoptern, hatte die unzureichende Konfiguration eines Flarm-Gerätes einen gewissen Einfluss auf den schweren Vorfall (vgl. Schlussbericht Nr. 2233).

#### 4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 8

Thema: Konfiguration von Flarm-Systemen

Zielgruppe: Betreiber von Flarm-Systemen

Sämtliche Betreiber von Flarm-Systemen sollten sicherstellen, dass die Konfiguration des Gerätes zweckmässig ist und dem Einsatz- bzw. Verwendungszweck des verwendeten Luftfahrzeuges entspricht.

#### 4.2.1.3 Sicherheitshinweis Nr. 9

Thema: Konfiguration von Flarm-Systemen und Sprachausgabe

Zielgruppe: Entwickler von Flarm-Systemen

Entwickler von Flarm-Systemen sollten die möglichen Konfigurationstypen überdenken und allenfalls anpassen. Bei Geräten mit Sprachausgabe sollte die entsprechende Sprachausgabe überprüft und allenfalls angepasst werden.

### 4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

#### 4.3.1 Flugplatzbetreiberin

Infolge des schweren Vorfalls und als Reaktion auf den Entwurf des Schlussberichtes entschied sich die Flugplatzbetreiberin, die für die Anflugverfahren verantwortlich ist, ein *Safety Committee* einzuberufen und ein *Safety Assessment* zu erstellen mit dem Ziel, folgende Punkte zu beurteilen:

1. Sinn, Zweck und Gefahren von speziellen Anflugrouten im Allgemeinen
2. Gefahren der Route HN
3. Mögliche Alternativen und deren Gefahren zur bestehenden Route HN

Das *Safety Committee* bestand aus Vertretern der Flugplatzbetreiberin, der ortsansässigen Helikopterbetrieben sowie weiterer ortsansässiger Luftraumbenutzer.

An einer Sitzung vom 25. Februar 2016 wurden durch das *Safety Committee* die folgenden Gefahren für die Route HN identifiziert und deren Risiken beurteilt:

1. Fehlende Verkehrshinweise durch den FISO -> tolerierbares Risiko
2. Ohne Funkkontakt in die FIZ einfliegende Luftfahrzeuge -> tolerierbares Risiko

3. Fehlende Publikation der Route HN -> nicht akzeptierbares Risiko
4. Schlechte Sichtverhältnisse für den FISO -> tolerierbares Risiko

Zur Mitigation dieser identifizierten Risiken wurden nach Angabe der Flugplatzbetreiberin die folgenden Massnahmen eingeleitet:

- Frühzeitiger Aufruf beim FISO
- Offizielle Publikation der Route HN
- Geschwindigkeitsbeschränkung von 100 kt für den Anflug
- Obligatorische Verkehrshinweise durch den FISO

Unter Berücksichtigung dieser Massnahmen wurden die Risiken der identifizierten Gefahren neu wie folgt beurteilt:

1. Fehlende Verkehrshinweise durch den FISO -> akzeptierbares Risiko
2. Ohne Funkkontakt in die FIZ einfliegende Luftfahrzeuge -> tolerierbares Risiko
3. Fehlende Publikation der Route HN -> akzeptierbares Risiko
4. Schlechte Sichtverhältnisse für den FISO -> tolerierbares Risiko

Abschliessend wurde festgehalten: „Das spezielle Anflugverfahren für Helikopter-anflüge von einheimischen Stakeholdern zum Punkt HN ist für die Rega und die einheimischen Stakeholder wichtig. An seiner Sitzung [...] hat das Safety Committee Alternativrouten zur Mitigierung der identifizierten Gefahren geprüft. Dabei wurde festgestellt, dass durch Alternativrouten die Gefahren z.T. verschoben und neue Gefahren entstehen, die nur zum Teil mitigiert werden können. Das Safety Committee kommt somit zum Schluss, dass die Beibehaltung der Route HN aus Safety Sicht verantwortbar ist, da durch die Einleitung der Massnahmen zur Mitigierung der identifizierten Gefahren diese in einen tolerierbaren bzw. akzeptierbaren Bereich fallen und die Stakeholder durch das Safety Assessment auf die speziellen Verhältnisse und Gefahren sensibilisiert wurden.“

Payerne, 19. Dezember 2016

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, 25. Oktober 2016*

Anlagen

Anlage 1: Sichtenflugkarte des Flugplatzes Samedan

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie Swisstopo (JA150149)

