



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST
Service d'enquête suisse sur les accidents SESA
Servizio d'inchiesta svizzero sugli infortuni SISI
Swiss Accident Investigation Board SAIB

Bereich Aviatik

Schlussbericht Nr. 2225 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Helikopters
Agusta-Bell 206B, HB-XPQ

vom 24. Mai 2012

Eggschwand, Gemeinde Reichenbach/BE

42 km südsüdöstlich des Regionalflugplat-
zes Bern-Belp

Cause

L'accident est dû au fait que l'hélicoptère est entré en collision avec le câble porteur d'un téléphérique de transport inscrit dans le registre des obstacles à la navigation aérienne mais non balisé et qu'il s'est écrasé par la suite.

Les facteurs suivants ont été déterminés comme causals pour l'accident:

- le manque de perception de la situation par l'équipage (*situational awareness*) concernant les obstacles à la navigation aérienne
- le choix d'une trajectoire de vol qui, compte tenu des conditions préalables, comportait des risques
- l'absence d'un dispositif d'alerte de collision Floice

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident:

- le manque d'un *briefing* avant le vol, qui a conduit à une préparation du vol incomplète
- l'absence de tout marquage du téléphérique de transport

Le facteur suivant a été déterminé ni comme causal ni comme contribuant directement à l'accident, mais a été identifié comme facteur à risque (*factor to risk*):

- la charge de travail chroniquement élevé de l'instructeur de vol

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls.

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 Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

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

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

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*local time* – LT) angegeben, die zum Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h.

Inhaltsverzeichnis

Schlussbericht	6
1 Sachverhalt	8
1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf	8
1.1.1 Allgemeines	8
1.1.2 Hintergrund	8
1.1.3 Planung	8
1.1.4 Flugvorbereitung	9
1.1.5 Flugverlauf	10
1.2 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	12
1.2.1 Unfallstelle	12
1.2.2 Aufprall	13
1.2.3 Wrack	13
1.3 Feuer	13
1.4 Überlebensaspekte	13
1.4.1 Allgemeines	13
1.4.2 Suche und Rettung	13
1.5 Meteorologische Angaben	13
1.5.1 Allgemeine Wetterlage	13
1.5.2 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort	14
1.5.3 Astronomische Angaben zur Unfallzeit am Unfallort	14
1.5.4 Wetter gemäss Augenzeugenberichten	14
1.5.5 Bilder von Webcams aus der Region	15
1.6 Angaben zur Transportseilbahn	16
1.6.1 Allgemeines	16
1.6.2 Trag- und Zugseil	16
1.6.3 Profil	16
1.6.4 Luftfahrthindernis	17
1.6.5 Richtlinien für die Bearbeitung der Luftfahrthindernisse	17
1.6.6 Sichtbarkeit	19
1.7 Angaben zum Luftfahrzeug	19
1.7.1 Allgemeines	19
1.7.2 Treibstoffvorrat, Masse und Schwerpunkt	20
1.7.3 Angaben zur letzten geplanten Unterhaltsarbeit	20
1.7.4 Flüge vor dem Unfallflug	21
1.8 Angaben zu den technischen Untersuchungen	21
1.8.1 Allgemeines	21
1.8.2 Untersuchung des Wracks	21
1.8.3 Spurenkundlicher Abgleich	22
1.8.4 Triebwerk	23
1.8.5 Hauptantriebswelle	23
1.8.6 Cockpitinstrumente	24
1.8.7 Rekonstruktion der Kollision	25
1.9 Angaben zum Flugbetriebsunternehmen und zur Flugschule	26
1.9.1 Flugbetriebsunternehmen	26
1.9.2 Flugschule	26
1.9.3 Überführung in neue Struktur	26
1.10 Angaben zu Personen	26
1.10.1 Fluglehrer	26
1.10.1.1 Allgemeines	26
1.10.1.2 Aufgaben innerhalb des Flugbetriebsunternehmens	27
1.10.1.3 Arbeits- und Flugdienstzeiten	27
1.10.1.4 Gebietskenntnisse	28
1.10.1.5 Flugunfälle in der Vergangenheit	29

1.10.2	Pilotin	29
1.10.3	Pilot.....	30
1.11	Medizinische und pathologische Feststellungen.....	30
1.12	Angaben zum internen Gebirgscheckflug.....	31
1.12.1	Hintergründe und Einführung	31
1.12.2	Operations Manual	31
1.12.3	Flugprogramm	32
1.12.4	Durchführung in der Praxis	32
1.13	Hilfsmittel und Sicherheitsnetze zum Schutz vor Kabelkollisionen.....	34
1.13.1	Kabelkappsysteem	34
1.13.2	Lufffahrhinderniskarten	35
1.13.3	Kartendarstellungsgerät.....	36
1.13.4	Floice	36
1.14	Angaben zum Floice der HB-XPQ	36
1.14.1	Hintergrund.....	36
1.14.2	Funktionskontrolle und Rekonstruktionsflüge	37
1.15	Zusätzliche Angaben.....	37
1.15.1	Mindestflughöhen	37
1.15.2	Mögliche Landung beim Landeplatz „Latrejefeld“	38
1.15.3	Kampagnen des Bundesamtes für Zivilluftfahrt.....	38
2	Analyse	39
2.1	Technische Aspekte	39
2.1.1	Helikopter	39
2.1.2	Kabelkappsysteem	39
2.1.3	Floice	39
2.1.4	Transportseilbahn	40
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte.....	41
2.2.1	Flugvorbereitung.....	41
2.2.2	Flugverlauf.....	41
2.2.3	Flugdurchführung	41
2.2.4	Blendung durch Sonne	43
2.2.5	Medizinische Aspekte	43
2.2.6	Rahmenbedingungen.....	43
3	Schlussfolgerungen.....	44
3.1	Befunde.....	44
3.1.1	Besatzung	44
3.1.2	Technische Aspekte	44
3.1.3	Flugverlauf.....	44
3.1.4	Rahmenbedingungen.....	45
3.2	Ursachen.....	46
4	Sicherheitsempfehlungen und seit dem Unfall getroffene Massnahmen ...	47
4.1	Sicherheitsempfehlungen	47
4.2	Seit dem Unfall getroffene Massnahmen.....	47
4.2.1	Flugbetriebsunternehmen	47
4.2.2	Bundesamt für Zivilluftfahrt	47
Anlagen	49
Anlage 1: Karte des Unfallgebietes	49
Anlage 2: Formular interner Gebirgscheckflug (Rückseite)	50
Anlage 3: Profil des nach dem Unfall eingezogenen neuen Seiles	51

Schlussbericht

Luftfahrzeugmuster	Agusta-Bell 206B „Jet Ranger III“	HB-XPQ
Halter	Heliswiss, Schweizerische Helikopter AG, 3123 Belp	
Eigentümer	Heliswiss, Schweizerische Helikopter AG, 3123 Belp	

Fluglehrer	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1966			
Ausweis	für Berufspiloten Helikopter (<i>commercial pilot licence helicopter – CPL(H)</i>) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 22. Februar 1990			
Wesentliche Berechtigungen	Bell206, gültig bis 21. Februar 2013 Landungen im Gebirge (MOU(H)) Fluglehrer (FI(H)), Gebirgsfluglehrer (FI(H) MOU), beide gültig bis 4. Juni 2014			
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkungen: VDL (<i>shall wear corrective lenses</i>), ausgestellt am 21. Februar 2012, gültig bis 21. Februar 2013			
Flugstunden	insgesamt	ca. 8943 h	während der letzten 90 Tage	ca. 162 h
	auf dem Unfallmuster	ca. 4253 h	während der letzten 90 Tage	ca. 86 h
	als Fluglehrer	ca. 7047 h	während der letzten 90 Tage	ca. 134 h
	auf dem Unfallmuster	unbekannt	während der letzten 90 Tage	ca. 83 h

Pilotin	Schweizer Staatsangehörige, Jahrgang 1959			
Ausweis	für Berufspiloten Helikopter (<i>commercial pilot licence helicopter – CPL(H)</i>) nach JAR, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 27. Januar 2006			
Wesentliche Berechtigungen	Bell206, gültig bis 2. Juni 2013 Landungen im Gebirge (MOU(H))			
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, ohne Einschränkungen, ausgestellt am 21. Mai 2012, gültig bis 2. Juni 2013			
Flugstunden	insgesamt	ca. 598 h	während der letzten 90 Tage	ca. 7:20 h
	auf dem Unfallmuster	ca. 360 h	während der letzten 90 Tage	ca. 6:30 h

Pilot	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1966			
Ausweis	für Berufspiloten Helikopter (<i>commercial pilot licence helicopter – CPL(H)</i>) nach JAR, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 30. September 1991			
Wesentliche Berechtigungen	Bell206, gültig bis 9. März 2013 Landungen im Gebirge (MOU(H))			
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkungen: VDL (<i>shall wear corrective lenses</i>), ausgestellt am 6. Februar 2012, gültig bis 16. Februar 2013			
Flugstunden	insgesamt	ca. 772 h	während der letzten 90 Tage	ca. 9:40 h
	auf dem Unfallmuster	ca. 680 h	während der letzten 90 Tage	ca. 9:40 h

Ort Eggschwand, Gemeinde Reichenbach/BE
Koordinaten 625 350 / 158 775 (Kollision) **Höhe** ca. 1770 m/M
 625 065 / 158 480 (Endlage) ca. 1490 m/M
Datum und Zeit 24. Mai 2012, ca. 17:40 Uhr

Betriebsart VFR Schulung
Flugphase Reiseflug
Unfallart Kollision mit Drahtseil

Personenschaden

Verletzungen	Besatzungs- mitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	3	0	3	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	0	0	0	Nicht zutreffend
Gesamthaft	3	0	3	0

Schaden am Luftfahrzeug Zerstört

Drittschaden Schaden am Wald, Schaden an Transportseilbahn

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, Dokumente von Besatzung und Flugbetriebsunternehmen sowie Aussagen und Angaben verschiedener Auskunftspersonen verwendet.

Vom Flugverlauf liegen keine aufgezeichneten Daten vor. Ein mitgeführtes GPS-Gerät wurde an der Unfallstelle gefunden, konnte aber aufgrund der starken Beschädigung nicht ausgelesen werden. Ein Kollisionswarngerät Floice, das unter anderem auch Flugwegaufzeichnungen vornimmt, war üblicherweise im Unfallhelikopter installiert, beim Unfallflug aber nicht vorhanden (vgl. Kapitel 1.14). Vom Radar wurde der Helikopter gemäss Angaben von Skyguide nicht erfasst.

Der Flug wurde nach Sichtflugregeln (*visual flight rules* – VFR) durchgeführt. Es handelte sich um einen Schulungsflug.

1.1.2 Hintergrund

Beim Unfallflug handelte es sich um einen firmeninternen Gebirgscheckflug. Aufgrund diverser Unfälle innerhalb des Flugbetriebsunternehmens Heliswiss in den Jahren 2008 bis 2011 wurden seitens der Versicherung und des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) Massnahmen gefordert. Das Flugbetriebsunternehmen erliess darauf per 1. Juni 2011 unter anderem die Regelung, dass Privatpiloten sowie nebenamtliche Berufspiloten, die Aussenlandungen, d.h. Landungen ausserhalb von Flugplätzen und Heliports durchführen wollten, einen jährlichen internen Checkflug zu absolvieren hatten, bei dem solche Landungen durchgeführt wurden. Diesen Checkflug nannte das Unternehmen Aussenlandechek. Für Piloten, welche Aussenlandungen auf Gebirgslandeplätzen durchführen wollten, wurde zudem ein jährlicher interner Gebirgscheckflug gefordert. Im Rahmen dieses Gebirgscheckfluges konnte auch der Aussenlandechek absolviert werden.

Für die Abnahme dieser Checkflüge wurde von dem in den Unfall involvierten Fluglehrer, der unter anderem auch als *head of training* der betroffenen Flugschule fungierte, ein eigenes Formular entwickelt (vgl. Anlage 2). Dieses lehnte sich stark an das offizielle Formular des BAZL zur Abnahme der Prüfung für den Erwerb der Erweiterung für Landungen im Gebirge an. Insbesondere sah das Formular vor, zwei Landungen auf Plätzen zwischen 1100 m/M und 2000 m/M und drei Landungen auf offiziellen Gebirgslandeplätzen durchzuführen. Gemäss Gesetz dürfen im Rahmen von Schulungsflügen Landungen bis 2000 m/M auf – bis auf wenige Einschränkungen – beliebig gewählten Plätzen durchgeführt werden, über 2000 m/M dürfen nur offizielle Gebirgslandeplätze angefliegen werden. Diese sind im Luftfahrthandbuch der Schweiz (*aeronautical information publication* – AIP) unter VFR AGA 3-3-1 bis 3-3-3 publiziert.

Der Pilot und die Pilotin des Unfallfluges waren beide im Besitz einer Berufspilotenlizenz mit der Erweiterung für Landungen im Gebirge. Beide flogen regelmässig auf Basis einer nebenamtlichen Tätigkeit (*freelance*) für das Flugbetriebsunternehmen. Daneben führten sie auch private Flüge durch.

1.1.3 Planung

Aus nicht mehr eruierbaren Gründen wurde zu einem unbekanntem Zeitpunkt im Vorfeld des Fluges geplant, dass der Pilot und die Pilotin diesen Gebirgscheckflug gemeinsam absolvieren. Dies bedeutete, dass der eine Pilot zunächst mit dem Fluglehrer den Checkflug absolvierte, während der andere als Passagier mitflog,

um dann nach ungefähr der Hälfte des Fluges die Rollen zu tauschen. Dieses Vorgehen war gemäss verschiedenen Aussagen von Mitarbeitern und Piloten des Flugbetriebsunternehmens nicht üblich, kam aber hin und wieder vor. Vor allem im Rahmen der Ausbildung zum Erwerb der Erweiterung für Landungen im Gebirge komme es verschiedentlich vor, dass zwei Schüler gemeinsam mit einem Fluglehrer in dieser Form trainierten. Dies hat einerseits den Vorteil, weite Überflüge von der Basis ins Trainingsgelände einsparen zu können, andererseits führt das erhöhte Gewicht des Helikopters zu einer realistischeren Trainingssituation in Bezug auf spätere Flüge mit Passagieren. Auch kann es lehrreich sein, als Flugschüler vom hinteren Sitz aus die Flugdurchführung zu verfolgen.

Der gemeinsame Checkflug wurde ursprünglich für Freitag, den 11. Mai 2012 geplant, dann auf Freitag, den 25. Mai 2012 verschoben. Die Pilotin hatte an ihrer hauptamtlichen Arbeitsstelle jeden zweiten Freitag frei, und der 11. bzw. 25. Mai 2012 waren solche Freitage. Aus operationellen Gründen wurde der Flug am 25. Mai 2012 zuerst für 10 Uhr, dann für 12 Uhr, schliesslich für 16 Uhr eingeplant. In einer E-Mail vom Dienstag, 22. Mai 2012, äusserte die Pilotin gegenüber dem Fluglehrer deutlich ihr Missfallen über die „endlose Verschiebung“ des Gebirgscheckfluges. Sie führte weiter an, dass der Gebirgscheckflug im Grunde nicht etwas sei, was sie von ihm wolle, sondern eine Anforderung des Flugbetriebsunternehmens. Sie schloss mit den Worten: „*Bin frustriert und verärgert.*“

Der Fluglehrer antwortete kurze Zeit später mit den Worten: „*Ich auch – versuche alles in etwa unter einen Hut zu bringen, was im Moment sowieso ziemlich schwierig ist. (...)*“. Nur wenige Minuten später folgte eine E-Mail an die Pilotin und den Piloten, in welcher der Fluglehrer mitteilte, dass der Freitag nun doch nicht gehen würde und er bot alternative Termine am Mittwoch, 23. Mai 2012 von 9 bis 12 Uhr bzw. Donnerstag, 24. Mai 2012 ab 12 Uhr an. Der Grund für die erneute Verschiebung war laut Aussage der Einsatzleitung ein für Freitag geplanter Transportflug, den der Fluglehrer durchführen sollte.

Ungefähr eine Viertelstunde später folgte eine weitere E-Mail des Fluglehrers an die beiden Piloten, in welcher der Termin für Donnerstag, 24. Mai 2012 von 16 bis 19 Uhr fixiert wurde. Der Fluglehrer schrieb: „*Sorry ihr zwei. Ich versuche hier alles ein wenig zu tischen. Hoffe, das ist die letzte Änderung wenn es Euch geht.*“ Diese E-Mail enthielt weiter die Informationen, dass der Checkflug ab der Basis Bern-Belp und mit dem Muster Bell 206 stattfinden würde. Es finden sich weder in dieser E-Mail noch in anderen sichergestellten Unterlagen Hinweise über die geplante Route oder die anzufliegenden Landeplätze.

1.1.4 Flugvorbereitung

Der Pilot und die Pilotin begaben sich am Donnerstag, 24. Mai 2012 nach dem Eintreffen auf der Basis der Heliswiss zunächst in den Briefing-Raum, um sich der Flugvorbereitung zu widmen. Der Fluglehrer befand sich zu diesem Zeitpunkt mit dem Helikopter HB-XPQ auf einem weiteren Gebirgscheckflug. Der Start zu diesem Flug war um ca. 14:30 Uhr erfolgt. Im Anschluss an die Vorbereitungen warteten der Pilot und die Pilotin auf die Rückkehr des Fluglehrers mit der HB-XPQ.

Die Pilotin hinterlegte eine allgemeine Flugvorbereitung. Diese umfasste einerseits die Flugwetterprognose für den 24. Mai 2012, Ausgabe von 04:30 UTC, die um 11:26 Uhr via das Homebriefing-System ausgedruckt worden war. Die Pilotin notierte darauf handschriftlich die Abweichungen der Temperatur mit zunehmender Höhe von der Temperatur gemäss Standardatmosphäre (*international standard atmosphere – ISA*), was sie ebenso im entsprechenden Bereich der ebenfalls beiliegenden GAMET Karte, gültig von 09 bis 15 UTC, durchführte. Andererseits enthielt die Flugvorbereitung eine Gewichts- und Schwerpunktsberechnung, die von

60 amerikanischen Gallonen (US Gal) Treibstoff beim Start ausging, sowie eine Leistungsberechnung (*hover out of ground effect* – HOGE), welche die oben angesprochene Temperaturabweichung gegenüber ISA berücksichtigte und einen Wert beim Start von 10 000 ft Druckhöhe (*pressure altitude* – PA) lieferte. Schliesslich enthielt die Vorbereitung das *daily airspace bulletin Switzerland* (DABS) sowie die firmeninterne Fluganmeldung. Auf Letzterer war unter Route „Hochgebirge Berner Oberland“ und als späteste Rückkehr „1900 LT“ eingetragen. Die hinterlegte Flugvorbereitung enthielt keine Hinweise auf die konkrete Route bzw. die geplanten Landeplätze.

Im Briefing-Raum der Flugschule befand sich ein Computer, auf dem Landeskarten im Massstab 1:50 000 mit den aktuellen Luftfahrthindernissen elektronisch zur Verfügung standen. Entsprechende Auszüge konnten direkt vor Ort in Farbe ausgedruckt werden. Es liessen sich keine Hinweise finden, dass für den Unfallflug Auszüge erstellt worden waren.

Um ca. 16:05 Uhr landete die HB-XPQ auf der Basis in Bern-Belp. Der Fluglehrer liess das Triebwerk im Leerlauf weiterlaufen und blieb auf dem vorderen linken Pilotensitz sitzen, während der soeben geprüfte Kandidat den Helikopter verliess und dem Piloten half, den Helikopter auf 60 US Gal zu betanken. Die Pilotin nahm in der Zwischenzeit auf einem der hinteren Sitze Platz. Nach Abschluss der Betankung nahm der Pilot auf dem vorderen rechten Pilotensitz Platz.

Ob die Besatzung Luftfahrthinderniskarten oder entsprechende elektronische Hilfsmittel auf den Flug mitnahm, liess sich nicht eruieren.

1.1.5 Flugverlauf

Um 16:16:10 Uhr kontaktierte der Pilot die Platzverkehrsleitstelle des Regionalflugplatzes Bern-Belp und meldete, dass er zum Abflug in Richtung Thun via Meldepunkt HOTEL bereit sei. Der Flugverkehrsleiter erteilte umgehend die Startfreigabe, wies die Besatzung jedoch an, kurz vor dem Überqueren der Pistenachse zu warten, was der Pilot bestätigte. Ca. 30 Sekunden später erteilte der Flugverkehrsleiter der Besatzung die Freigabe, die Pistenachse zu überqueren und via den Meldepunkt HOTEL wie geplant abzufliegen.

Um 16:20:42 Uhr meldete sich der Pilot im Bereich des Gerzensees beim Flugverkehrsleiter ab.

Irgendwann zwischen 16 und 17 Uhr wurde von einem Senn bei der Alp „Aaberg“ (vgl. Anlage 1), die auf 1912 m/M an der südlichen Krete des Spiggegrund liegt, ein rot-weisser Helikopter beobachtet. Der Helikopter flog vom „Ärmighore“ her in Richtung der Alp „Uf der Schöni“, die sich südöstlich des Standortes des Senns befand und auf 1994 m/M liegt. Über dem Spiggegrund drehte der Helikopter ab und begann mit einem ersten Anflug im Bereich der Alp „Uf der Schöni“. Der Helikopter setzte dabei nicht vollständig auf dem Boden auf, sondern flog wieder weg und machte erneut einen Anflug am selben Ort. Auch beim zweiten Anflug setzte der Helikopter nicht am Boden auf, was der Senn schon öfters so beobachtet hatte. Anschliessend flog der Helikopter in Richtung „Blüemlisalp“, was ungefähr einem südlichen Kurs entsprach, und verschwand aus dem Blickfeld des Senns.

Geschätzte 20 bis 30 Minuten später sah der Senn wieder einen heranfliegenden Helikopter. Er war sich sicher, dass es sich um denselben Helikopter handelte, den er schon zuvor beobachtet hatte. Der Helikopter kam von der „Blüemlisalp“ her und flog dann erneut via „Ärmighore“ in Richtung Spiggegrund, um wieder die Alp „Uf der Schöni“ anzufliegen. Dort wurden wie zuvor zwei Anflüge nach demselben Muster durchgeführt, das heisst, die Maschine setzte jeweils nicht am Boden auf.

Diese zwei Sequenzen von Landeanflügen im Bereich der Alp „Uf der Schöni“ wurden ebenfalls von einer zweiten Person, welche sich im Bereich der Alp „Steinberg“ auf ca. 1470 m/M befand, beobachtet (vgl. Anlage 1). An die genauen Uhrzeiten konnte sich der Augenzeuge nicht erinnern, aber zwischen den beiden Sequenzen hätten maximal ca. 30 Minuten gelegen. Zufällig beobachtete dieser Augenzeuge den Helikopter während des letzten Anfluges mit einem Feldstecher. Dabei konnte er feststellen, dass es sich um einen rot-weissen Jet Ranger der Heliswiss handelte. Der Augenzeuge gab an, dass es üblich sei, dass Landungen im Bereich der Alp „Uf der Schöni“ durchgeführt werden.

Nach dem letzten Anflug beobachtete der Senn auf der Alp „Aabeberg“, wie der Helikopter in südwestliche Richtung startete (vgl. Anlage 1). Der Senn vermutete, dass die Maschine jetzt wieder wegfliegen würde, doch plötzlich drehte der Helikopter nach rechts und begann abzusinken. Der Helikopter flog sinkend am Standort des Senns vorbei, so dass dieser auf die Maschine hinabschauen konnte, und sank in das Tal des Spiggegrund ab, wo der Senn den Helikopter aus den Augen verlor. Er konnte das Geräusch der HB-XPQ jedoch weiterhin hören und ging davon aus, dass der Helikopter irgendwo im Talkessel Runden drehte. Plötzlich nahm der Senn ein ungewöhnliches, dumpfes Geräusch wahr und blickte auf die andere Talseite des Spiggegrund. Über dem „Eggmatti“, am Ausgang des Seitentales, in dem der Eggbach fliesst, konnte er den Helikopter erkennen. Der Senn sah von oben auf den sich drehenden Hauptrotor. Die Nase des Helikopters war steil nach unten gerichtet. Der Helikopter flog in einer Linkskurve und verschwand dann im steilen Sinkflug aus dem Blickfeld des Senns. Wenige Sekunden später vernahm der Senn einen Knall. Er lief ein wenig von seiner Hütte weg, da er den Bereich des Aufpralls von der Hütte her nicht einsehen konnte, und sah dann ein Feuer im Wald.

Ein anderer Senn, der bei seiner Hütte „Alti Weid“ im Talkessel des Spiggegrund auf 1291 m/M mit Arbeiten beschäftigt war (vgl. Anlage 1), sah, wie der Helikopter vom „Golderehore“ her in Richtung seiner Hütte und dann weiter in Richtung „Unders Marggofel“ flog. Der Helikopter flog entlang der südlichen Talseite taleinwärts. Wegen Bäumen hinter seiner Hütte verlor der Senn den Helikopter dann aus den Augen, hörte ihn jedoch weiterhin. Ca. eine bis drei Minuten später tauchte der Helikopter wieder auf und flog vom „Unders Marggofel“ in Richtung „Eggmatti“. Der Helikopter flog langsam und nicht allzu hoch. Im Bereich zwischen der „Eggschwand“ und dem „Eggmatti“ verlor der Senn den Helikopter wieder aus den Augen, als er ins Tal des Eggbachs einflog (vgl. Anlage 1 und Abb. 1). Der Augenzeuge war sich anlässlich einer Rekonstruktion des Flugweges sicher, dass der Helikopter unter dem Seil, mit dem es später zur Kollision kam, in das Tal des Eggbachs eingeflogen war. Trotz der Bachgeräusche konnte er den Helikopter noch hören. Ungefähr drei Minuten später kam der Helikopter wieder aus dem Tal des Eggbachs heraus. Dem Senn fiel auf, dass der Helikopter stark seitwärts schiebend und schneller flog als beim Einflug in das Tal. Auch „schwankte“ der Helikopter, was der Senn zunächst als Flugübungen interpretierte. Er konnte keine Beschädigungen am Helikopter feststellen. Dann senkte sich die Nase des Helikopters um etwa 30° nach unten und der Helikopter stürzte in einer geschätzten 90° Spiraldrehung nach links steil nach unten. Östlich des Eggbachs auf einem Felskopf unterhalb der „Eggschwand“ prallte der Helikopter mit einem dumpfen Knall auf. Unmittelbar danach sah der Senn einen grossen Feuerball.

Der Helikopter wurde durch den Aufprall zerstört und brannte aus. Alle drei Besatzungsmitglieder kamen ums Leben.

Das Tragseil der Transportseilbahn vom „Eggmatti“ zum „Eggburgli“ (vgl. Anlage 1 und Abb. 1) wurde nach dem Unfall durchtrennt vorgefunden.

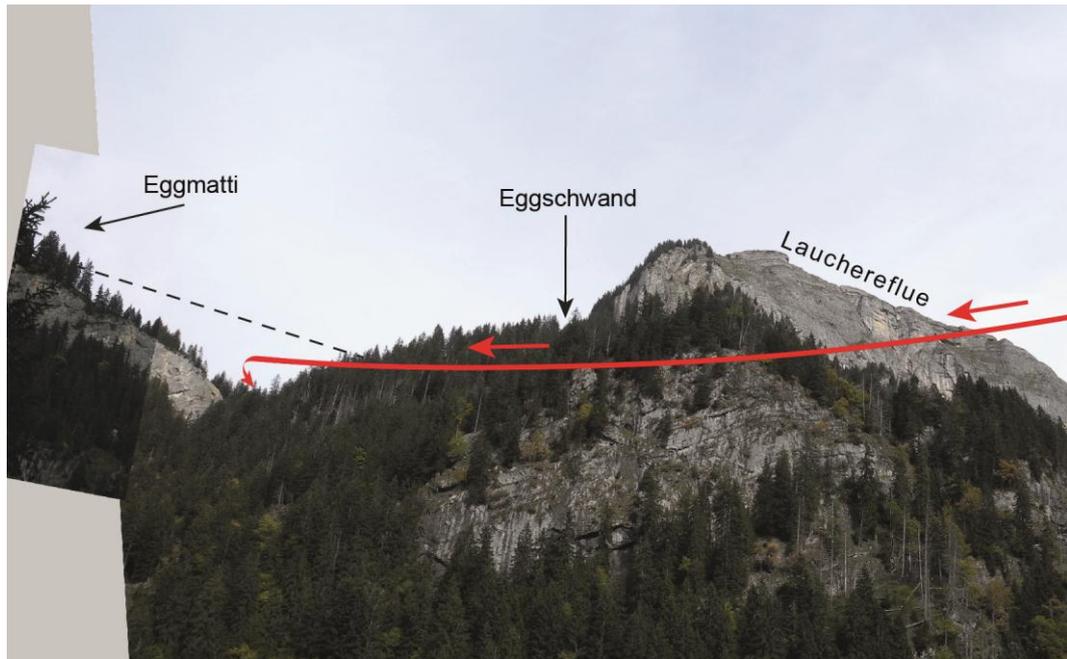


Abbildung 1: Flugweg beim Einflug ins Tal des Eggbachs gemäss Flugwegrekonstruktion zusammen mit dem Senn vom Standort bei der „Alti Weid“ aus (roter Pfeil). Das nach dem Unfall eingezogene neue Seil der Transportseilbahn vom „Eggmatti“ zum „Eggburgli“ (vgl. Anlage 1) wurde schwarz gestrichelt nachgezogen.

1.2 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

1.2.1 Unfallstelle

Die Wrack-Endlage befand sich auf der nördlichen Talseite des Spiggegrund ca. 20 m östlich des Eggbachs auf einem Felskopf unterhalb der „Eggschwand“ (vgl. Anlage 1 und Abb. 2). Das Gelände in diesem Gebiet ist bewaldet, schwer zugänglich und steil. Im gesamten Bereich der Unfallstelle lag keine zureichende Netzabdeckung für Mobiltelefonie vor.



Abbildung 2: Wrack-Endlage auf einem Felskopf östlich des Eggbachs.

1.2.2 Aufprall

Der Helikopter prallte auf einem Felskopf auf (vgl. Abb. 2).

Etliche Bäume im Bereich der Unfallstelle wiesen durch mechanische Einwirkung erfolgte Schäden auf. Diverse Bäume wurden durchtrennt.

1.2.3 Wrack

Das Hauptwrack lag auf einer kleinen Fläche. Der Helikopter wurde durch den Aufprall und das anschliessende Feuer fast vollständig zerstört. Die Turbine lag mitten im Hauptwrack, ebenso Überreste des Hauptgetriebes und des Rotormasts.

Das abgetrennte Heck, der hintere Teil des Landegestells und eine Türe lagen etwas unterhalb des Hauptwracks und wurden durch das Feuer nicht oder nur teilweise erfasst.

Der Hauptrotorkopf, verbunden mit Teilen der beiden Hauptrotorblätter, wurde ca. 20 m unterhalb des Hauptwracks gefunden. Der Hauptrotormast war durchtrennt. Verschiedene grössere und kleinere Teile der Hauptrotorblätter wurden teils an der Stelle des Hauptwracks, teils in grösserer Distanz davon aufgefunden. An den Hauptrotorblättern konnten deutliche Spuren eines Drahtseiles festgestellt werden.

Die Position der Leichen an der Unfallstelle lässt mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf schliessen, dass zum Zeitpunkt des Unfalls der Fluglehrer auf dem Pilotensitz vorne links, die Pilotin auf dem Pilotensitz vorne rechts und der Pilot auf einem der hinteren Sitze sassen.

1.3 Feuer

Durch den Aufprall entstand ein explosionsartiger Aufschlagbrand, der in der Folge auf den umliegenden Wald übergriff. Das Feuer wurde nach Eintreffen der ersten Rettungskräfte mit Hilfe eines Löschhelikopters gelöscht.

1.4 Überlebensaspekte

1.4.1 Allgemeines

Der Unfall war aufgrund der beim Aufprall wirkenden Kräfte nicht überlebbar.

1.4.2 Suche und Rettung

Der Helikopter war mit einem Notsender (*emergency location beacon aircraft – ELBA*) des Musters Kannad 406 AF ausgerüstet. Das Gerät war eingebaut, wurde jedoch durch den Aufprall und das Feuer zerstört. Es wurden keine Signale des ELBA empfangen.

Der Senn, der im Talboden des Spiggegrund bei der „Alti Weid“ den Aufprall beobachtet hatte, fuhr mit seinem Auto talauswärts, um in einen Bereich mit genügender Netzabdeckung zu gelangen. Um 17:46 Uhr alarmierte er mit seinem Mobiltelefon die Polizei.

Die ersten Rettungskräfte gelangten ungefähr 40 Minuten später zur Unfallstelle.

1.5 Meteorologische Angaben

1.5.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich am Rande eines kräftigen skandinavischen Hochs in einer ausgeprägten und hochreichenden Nordostströmung (Bise).

1.5.2 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

Es herrschte trockenes Wetter mit aufgelockerter Quellbewölkung und einem von Cumulonimben über Vesoul und dem Jura abgeschwemmten Cirrenschirm.

Aus der näheren Umgebung der Unfallstelle sind keine Meteo-Messdaten verfügbar. Die Strömungsverhältnisse lassen sich daher nur anhand von Modelldaten und weiter entfernten Messstellen abschätzen.

Die Achse des Kientals verläuft von Nordwest nach Südost quer zur grossräumigen Bisenströmung. In der Umgebung des Spiggegrund dürfte der Wind am Talboden schwach gewesen sein. Modelldaten liessen auf 2000 m/M Nordostwind mit 15 kt bis 20 kt erwarten, der einer Achse Saxetental-Rengglipass-Latrejegrat folgte. Bedingt durch die ausgeprägte Rauigkeit der realen Topografie sind lokal geringere Windgeschwindigkeiten zu erwarten als im Modell ausgewiesen.

Es ist wahrscheinlich, dass im Einzugsgebiet des Eggbachs, das im Lee des „Latrejegrats“ lag, eine schwache, gelegentlich mässige Nordostströmung mit Abwindkomponente herrschte.

Zum Vergleich dienen Messwerte vom Niederhorn, 1950 m/M und vom Männlichen, 2230 m/M. Zur Unfallzeit wehte am Niederhorn ein mittlerer Wind aus Nordost mit 3 kt und Böenspitzen um 6 kt. Auf dem Männlichen wurde Wind aus Nordnordost mit 4 kt und Böen um 6 kt gemessen, bei einer Temperatur von 11 °C und einem Taupunkt von 6 °C.

Die folgenden Angaben beziehen sich auf eine Höhe von 1700 m/M über der Einmündung des Tals des Eggbachs in den Spiggegrund.

Wolken	3/8-4/8	9100 ft AMSL ¹
	5/8-7/8	24 700 ft AMSL
Sicht	20 km	
Wind	040 Grad / 3 kt	
Temperatur/Taupunkt	14 °C / 11 °C	
Luftdruck QNH	1020 hPa	
Gefahren	keine	

1.5.3 Astronomische Angaben zur Unfallzeit am Unfallort

Sonnenstand Azimut: 267° Höhe: 32°

Beleuchtungsverhältnisse Tag

1.5.4 Wetter gemäss Augenzeugenberichten

Der Senn, der den Unfall von der „Alti Weid“ aus beobachtet hatte, machte zu den aktuellen Wetterverhältnissen folgende Aussage:

„Es war eher ein wenig bedeckt zu dieser Zeit. (...) Es war eine klare Sicht aber der Himmel war wie gesagt etwas bedeckt und die Sonne strahlte nicht so stark.“

Die Person, die sich im Bereich der Alp „Steinenberg“ aufhielt und kurz vor dem Unfall verschiedene Landeanflüge des Helikopters im Gebiet „Uf der Schöni“ beobachtet hatte, machte zu den Wetterverhältnissen folgende Aussage:

¹ ft AMSL: feet above mean sea level, Höhe in Fuss über dem mittleren Meeresspiegel

„Die Sichtverhältnisse waren zum Zeitpunkt der Beobachtung gut. (...) Möglicherweise war die Sonne durch Schleierwolken verdeckt. Das kann ich aber nicht mehr genau sagen.“

1.5.5 Bilder von Webcams aus der Region



Abbildung 3: Niesen, 24. Mai 2012, 17:45 Uhr, Sektor Süd.



Abbildung 4: Frutigen, 24. Mai 2012, 17:45 Uhr, Sektor Nordost.

1.6 Angaben zur Transportseilbahn

1.6.1 Allgemeines

Die Transportseilbahn, mit deren Tragseil der Helikopter kollidierte, führte vom „Eggmatti“ auf ca. 1666 m/M zum „Eggburgli“ auf ca. 2031 m/M (vgl. Anlage 1 und Abb. 5). Sie wurde in den Dreissigerjahren des letzten Jahrhunderts erbaut und diente während der Sommermonate zur Versorgung der Alphütte auf dem „Eggburgli“. Die Bahn war ausschliesslich für Materialtransporte bestimmt und war zu diesem Zweck mit einem offenen Fahrzeug ausgestattet, das sich zum Unfallzeitpunkt bei der Talstation befand. Die Trommel, auf der das Zugseil aufgewickelt wurde, befand sich bei der Bergstation.

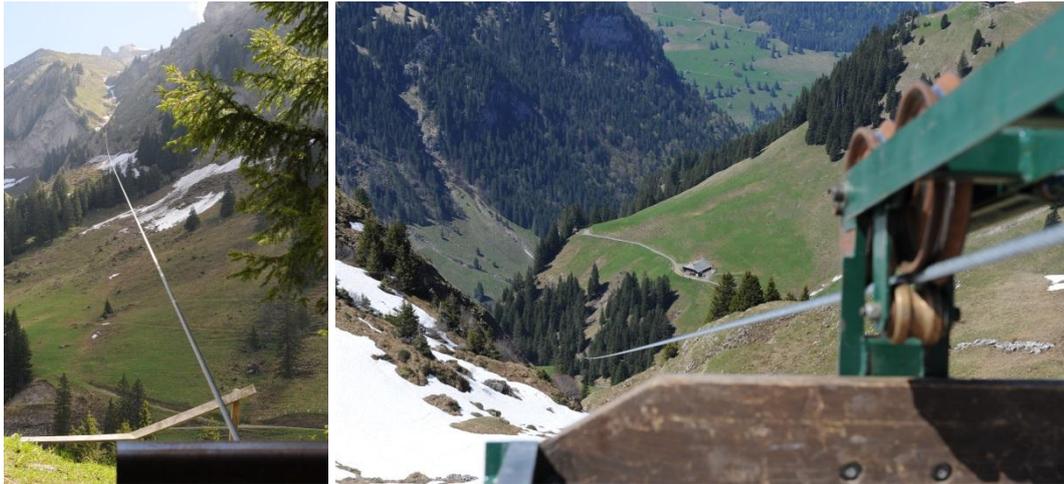


Abbildung 5: Blick von der Talstation entlang des Seiles in Richtung Bergstation (links). Blick von der Bergstation entlang des Seiles in Richtung Talstation (rechts). Aufnahmen vom Mai 2013.

1.6.2 Trag- und Zugseil

Das Tragseil bestand aus sechs kompaktierten Litzen mit je sieben metallischen Drähten mit natürlicher Fasereinlage und hatte einen Durchmesser von 14.6 mm. Es war mittels Klemmplatten an eine Metallkonstruktion montiert, die im Erdreich eingelassen war.

Das Tragseil wurde beim Unfall durchtrennt und lag deutlich aus der direkten Verbindungslinie zwischen Tal- und Bergstation in Richtung Ausgang des Tals des Eggbachs verschoben am Boden.

Die Trennstelle des Tragseiles befand sich bei ca. 405 m Seillänge gemessen ab der Talstation. Eine technische Untersuchung zeigte, dass die Trennstelle mit grosser Wahrscheinlichkeit auch der Kollisionsstelle des Helikopters mit dem Seil entspricht (vgl. Kapitel 1.8.3).

Das Zugseil wurde beim Unfall nicht beschädigt. Der Durchmesser des Zugseiles betrug 6 mm.

1.6.3 Profil

Das nach dem Unfall eingezogene neue Tragseil wurde im Detail vermessen (vgl. Kapitel 1.8.7). So konnte insbesondere das Profil des Seiles gegenüber dem Gelände gewonnen werden (vgl. Anlage 3). Aufgrund allfälliger geringer Längenunterschiede ist es möglich, dass dieses Profil im Vergleich zum Profil des zum Unfallzeitpunkt installierten Seiles geringfügige Differenzen aufweist.

Das Profil zeigt, dass das neue Seil eine maximale Höhe über Grund von rund 90 m aufweist. Diese grösste Höhe wird im Bereich der Talmitte über dem Fluss, die in einer Höhe von rund 1620 m/M liegt, und in einem Bereich leicht bergwärts davon, in Richtung „Eggburgli“, erreicht (vgl. Anlage 3).

Werden in diesem Profil entlang des neuen Seiles 405 m von der Talstation abgetragen, so findet sich die ungefähre Position der Trennstelle des ursprünglichen Seiles, die mit grosser Wahrscheinlichkeit auch der Kollisionsstelle entspricht. Die so ermittelte Stelle liegt bei ca. 1770 m/M und befindet sich ungefähr 70 m lotrecht über der Geländeoberfläche (vgl. Anlage 3 und Kapitel 1.8.7).

1.6.4 Luftfahrthindernis

Die Transportseilbahn war mit der Nummer 254-BE-30009 im Luftfahrthindernisregister des BAZL verzeichnet und auf der Luftfahrthinderniskarte Blatt Nummer 37 eingetragen. Die Transportseilbahn war nicht markiert.

Das entsprechende Stammbblatt, das alle relevanten Daten zum Hindernis enthält, wurde letztmals am 8. Juli 2008 geändert. Das Stammbblatt enthielt unter anderem die folgenden Informationen:

- Publikation als Luftfahrthindernis: 17. Oktober 2005
- Letztmalige Bewilligung durch das BAZL: 1. Juli 2008
- Dauer der Bewilligung: 31. Dezember 2023
- Koordinaten der Talstation: 625 000 / 158 649
- Koordinaten der Bergstation: 626 037 / 159 024
- Länge: 1103 m
- Maximale Höhe über Grund: 100 m
- Markierung: keine
- Befeuern: keine

Gemäss Bewilligung des BAZL vom 1. Juli 2008 wurden an die Besitzer der Bahn keine Auflagen hinsichtlich einer Markierung gemacht. Bezüglich der Argumente, die bei der damaligen Beurteilung zu dieser Entscheidung geführt haben, liegen laut BAZL keine schriftlichen Unterlagen vor. Es dürften aber nach Einschätzung des BAZL dieselben Aspekte berücksichtigt worden sein wie bei der Neubeurteilung des Hindernisses nach dem Unfall (vgl. Kapitel 4.2.2).

1.6.5 Richtlinien für die Bearbeitung der Luftfahrthindernisse

Zum Zeitpunkt des Unfalls waren die Luftfahrthindernis-Richtlinien (LFHR), herausgegeben vom BAZL im Januar 1993, in Kraft.

Für Hindernisse ausserhalb von Flugplatzzonen halten diese Richtlinien in Kapitel 3.2.2. fest:

„Ein Hindernis, das die Hindernisbestimmungsfläche [60 m/Grund] durchstösst, wird nur mit den Auflagen BAZL/BAMF bewilligt. Die Auflagen richten sich nach der:

- *Art des Hindernisses*
- *Lage im Gelände*
- *Relevanz hinsichtlich der Flugsicherheit.“*

In Kapitel 4.2.2. wird in Bezug auf die Markierung präzisiert: [Fettdruck im Original]

„Hindernisse, welche die Hindernisbegrenzungsfläche (60 m/Grund) durchstossen, werden normalerweise markiert, es sei denn:

- *sie sind gemäss 4.1 mit Warnkörper versehen*
- *sie werden durch ein anderes, nicht verschiebbares Hindernis abgeschattet oder*
- *sie bedeuten durch ihre Art, Form und Standort keine Gefahr für die Luftfahrt.*

Hindernisse mit einer Maximalhöhe von 100 m/Grund oder mehr werden grundsätzlich markiert, ausser eine flugtechnische Studie bestätigt die Ungefährlichkeit für die Luftfahrt.

Je nach Art des Hindernisses wird die Markierung analog zu 4.2.1 a), b), c) ausgeführt.“

Für kabelförmige Hindernisse von permanenter Dauer sieht Kapitel 4.2.1. c) vor:

„Die Hindernismarkierung erfolgt mit Hilfe von rot/orangen Polyesterkugeln, die mindestens alle 40 m angebracht sind.

Entweder erfolgt die Montage auf einem Teilstück (normalerweise dem kritischen Abschnitt) oder auf der ganzen Länge. Wenn die Art des Hindernisses oder eine flugtechnische Studie die Ungefährlichkeit des Hindernisses zeigt, kann die Markierung reduziert werden.“

Das oben erwähnte Kapitel 4.1. hält unter dem Titel *„Einfache Kennzeichnung“* fest: [Fettdruck im Original]

„Massnahmen mit einfacher Kennzeichnung sind vor allem für kabelförmige Anlagen vorgesehen. Sie können folgender Natur sein:

- *Hängenlassen einer Last beim grössten vertikalen Bodenabstand, wenn die Anlage ausser Betrieb ist (rot/weiss/rot markiertes Fass, Baumstamm),*
oder sie werden durch einfache Warnkörper mit folgendem Charakter verwirklicht:
- **Windsack** *rot/orange/fluoreszierend (...), platziert bei der Talstation oder Bergstation, allenfalls an beiden Standorten.*
- **Kabelwarner** (...) [Pyramide mit quadratischer Grundfläche 100x100 cm], *platziert bei der Talstation oder Bergstation oder allenfalls an beiden Standorten.*

Diese Kennzeichnungen werden in der Regel für Kabelanlagen mit einem grössten Bodenabstand zwischen 60 und 100 m vorgesehen, die eine Gefahr für die allgemeine Luftfahrt darstellen.

Die Anlagen werden jedoch nicht als markierte Anlagen betrachtet.“

Im Kapitel 6.1.4. wird schliesslich generell festgehalten:

„Ergibt eine flugtechnische Untersuchung oder Begehung durch das BAMF/BAZL, dass ein Objekt wegen seiner besonderen Lage im Gelände für die Luftfahrt kaum oder gar nicht hinderlich oder gefährlich ist, so kann eine reduzierte Markierung angeordnet oder auf eine solche verzichtet werden.

(...)“

1.6.6 Sichtbarkeit

Im Rahmen von Rekonstruktionsflügen im Mai 2013 (vgl. Kapitel 1.14) wurde auch die Sichtbarkeit der Transportseilbahn aus verschiedenen Perspektiven geprüft.

Tal- und Bergstation sind bei einem Einflug ins Tal des Eggbachs vom Spiggegrund her praktisch nicht zu sehen. Die Talstation liegt hinter Bäumen, die Bergstation in einem tiefen Einschnitt des Geländes (vgl. Abb. 5 und 6).

Bei einem Flug in umgekehrter Richtung, aus dem Tal des Eggbachs hinaus in Richtung Spiggegrund, ist die Talstation zu sehen (vgl. Abb. 6). Die Bergstation liegt auch da im Einschnitt des Geländes verborgen.

Bezüglich der Sichtbarkeit des Seiles selbst ist vorab anzumerken, dass das nach dem Unfall eingezogene neue Seil aufgrund der noch nicht verwitterten Oberfläche im Rahmen der Rekonstruktionsflüge mit grosser Wahrscheinlichkeit deutlich besser erkennbar war als das ursprüngliche, verrostete Seil. Die Sichtbarkeit vor uniformem, hellem Hintergrund wie dem blauen Himmel oder einer weissen Wolke war relativ gut. Vor nicht uniformem, dunklerem Hintergrund wie dem umliegenden Gras- und Felsland war die Sichtbarkeit sehr schlecht. Selbst bei bekannter Position und intensivem Fixieren konnte das Seil auch aus relativ geringer Distanz im Schwebeflug teilweise nur erahnt werden. Aufgrund der Topografie im Gebiet der Unfallstelle liegt das Seil bei einer ungefähr horizontalen Annäherung praktisch immer vor grasigem und felsigem Hintergrund.



Abbildung 6: Blick auf die Talstation, Blickrichtung vom Tal des Eggbachs talauswärts in Richtung Spiggegrund. Im Talboden die „Alti Weid“. Aufnahme vom Unfalltag.

1.7 Angaben zum Luftfahrzeug

1.7.1 Allgemeines

Beim verunfallten Helikopter handelte es sich um den Typ Agusta-Bell 206B „Jet Ranger III“, einen Mehrzweckhelikopter mit fünf Sitzplätzen und einer höchstzulässigen Abflugmasse von 3200 lb. Der Antrieb erfolgte durch ein Allison

250-C20B Freilauf-Triebwerk mit einer verfügbaren Höchstleistung von 420 SHP², entsprechend 313 kW. Aufgrund der Betriebsgrenzen des Hauptgetriebes war die Leistung des Triebwerks auf 317 SHP, entsprechend 236 kW, begrenzt (*flat rated*). Das Muster Agusta-Bell 206B verfügt über ein im Gegenuhrzeigersinn drehendes, halbstarres (*semi-rigid*) Hauptrotorsystem. Der notwendige Drehmomentausgleich erfolgt durch einen konventionellen Heckrotor.

Der Helikopter mit der Seriennummer 8606, eingetragen als HB-XPQ, wurde 1980 gebaut und wies zum Unfallzeitpunkt rund 18 309 Betriebsstunden auf.

1.7.2 Treibstoffvorrat, Masse und Schwerpunkt

Beim Start in Bern-Belp befanden sich rund 60 US Gal Treibstoff an Bord. Bei einem Verbrauch von ca. 25 US Gal pro Stunde wäre somit eine totale Flugzeit von ca. 2:20 h möglich gewesen, ohne Berücksichtigung von Reserven. Die Masse des Helikopters beim Abflug betrug ca. 2850 lb.

Der Unfall ereignete sich nach ca. 1:23 h Flugzeit. Es befanden sich somit zum Unfallzeitpunkt noch rund 25 US Gal Treibstoff an Bord. Die Masse des Helikopters zum Unfallzeitpunkt betrug ca. 2610 lb.

Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich während des gesamten Fluges innerhalb der gemäss Luftfahrzeughandbuch (*aircraft flight manual – AFM*) zulässigen Grenzen.

1.7.3 Angaben zur letzten geplanten Unterhaltsarbeit

Die letzte geplante Unterhaltsarbeit an der HB-XPQ vor dem Unfall fand während der Zeit vom 27. Februar bis 18. Mai 2012 statt. Folgende grössere Arbeiten wurden gemäss den technischen Akten an der Zelle ausgeführt:

- 100-Stunden-/300-Stunden- und Jahresinspektion
- 1500-Stunden-Inspektion inkl. Überholung des Hauptrotormastes
- 1500-Stunden-Inspektion des Hauptgetriebes
- Inspektion und Kalibration des Kraftstofftanks
- Neubemalung der Zelle

Am Triebwerk:

- Reparatur des Turbinen-Moduls (*turbine assembly*)
- Überholung des Kompressor-Moduls (*compressor assembly*)
- Inspektion des Turbinengetriebes (*gearbox assembly*)
- 100-Stunden-/300-Stunden-Inspektion

Die Arbeiten am Triebwerk wurden durch eine zertifizierte Firma in Kanada ausgeführt und mit einem Triebwerkstest abgeschlossen.

Für die Arbeiten wurden das Triebwerk und das Hauptgetriebe inkl. Hauptrotormast zur Inspektion beziehungsweise Überholung oder Reparatur aus dem Helikopter ausgebaut. Die Hauptantriebswelle (*main drive shaft*), welche zur Drehmomentübertragung zwischen der Turbine und dem Hauptgetriebe dient, wurde ebenfalls ausgebaut und einer Inspektion unterzogen.

Anschliessend wurden alle Komponenten wieder in den Helikopter eingebaut.

² SHP: *shaft horse power*, angelsächsische Einheit zur Messung der Wellenleistung, entsprechend 0.746 kW pro SHP

1.7.4 Flüge vor dem Unfallflug

Am 18. Mai 2012 fanden mit der HB-XPQ technische Kontrollflüge nach den im Kapitel 1.7.3 beschriebenen umfangreichen Arbeiten statt. Im Anschluss daran wurde der Helikopter zum regulären Flugdienst freigegeben (*release to service*).

Danach flog der Helikopter erst am 24. Mai 2012, dem Unfalltag, wieder. Es fanden an diesem Tag mit der HB-XPQ vor dem Unfallflug vier Flüge mit einer totalen effektiven Flugzeit von 3:21 h statt. Sowohl der Pilot des ersten Fluges an diesem Tag als auch der Pilot des letzten Fluges vor dem Unfallflug bestätigten, dass der Helikopter einwandfrei funktioniert habe. Im *technical logbook* des Helikopters wurden für alle diese Flüge keine Beanstandungen eingetragen.

1.8 Angaben zu den technischen Untersuchungen

1.8.1 Allgemeines

Aufgrund des hohen Zerstörungsgrades des Helikopters durch den Aufprall und das anschliessende Feuer waren nur eingeschränkte technische Untersuchungen möglich. Die Untersuchungen beinhalteten folgende Punkte:

- Untersuchung des Wracks respektive der relevanten Komponenten, um mögliche technische Mängel festzustellen, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.
- Spurenkundlicher Abgleich zwischen dem Drahtseil im Bereich der Trennstelle und dessen Kontaktstellen am Helikopter.
- Untersuchung des Drahtseils an der Trennstelle.

1.8.2 Untersuchung des Wracks

Die einzelnen Komponenten des Helikopters wurden einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Folgende Feststellungen sind für den Unfallhergang von Bedeutung:

- Das Doppelsteuer war eingebaut.
- Der Gasdrehgriff (*twist grip*) am kollektiven Blattverstellhebel (*collective*) wurde in der Position Leerlauf (*idle*) vorgefunden.
- Alle Bruchflächen an den Steuerorganen sowie an den auftreibenden Komponenten und Antriebssystemen entstanden durch Gewalteinwirkungen.
- An beiden Hauptrotorblättern waren an der Eintrittskante und teilweise auf der Ober- und Unterseite Eindrucksuren des Drahtseiles vorhanden (vgl. Abb. 7).
- Die Blattverstellhebel (*pitchlinks*) beider Hauptrotorblätter waren gebrochen. Einer der beiden *pitchlink* war zudem verbogen und wies im Bereich der Verbiegung Eindrucksuren des Drahtseiles auf.
- Am Landegestell konnten keine Fremdspuren festgestellt werden.
- Am Kupplungsgehäuse der Hauptantriebswelle (*main drive shaft*) fehlte einer der vier Bolzen und die Mutter eines weiteren Bolzens war nicht festgezogen. Zudem war ein Segment des Gehäuses ausgebrochen (vgl. Kapitel 1.8.5).
- Es konnte diverseres, zum Teil verbranntes Kartenmaterial aufgefunden werden. Hinweise auf mitgeführte Hinderniskarten gab es keine.

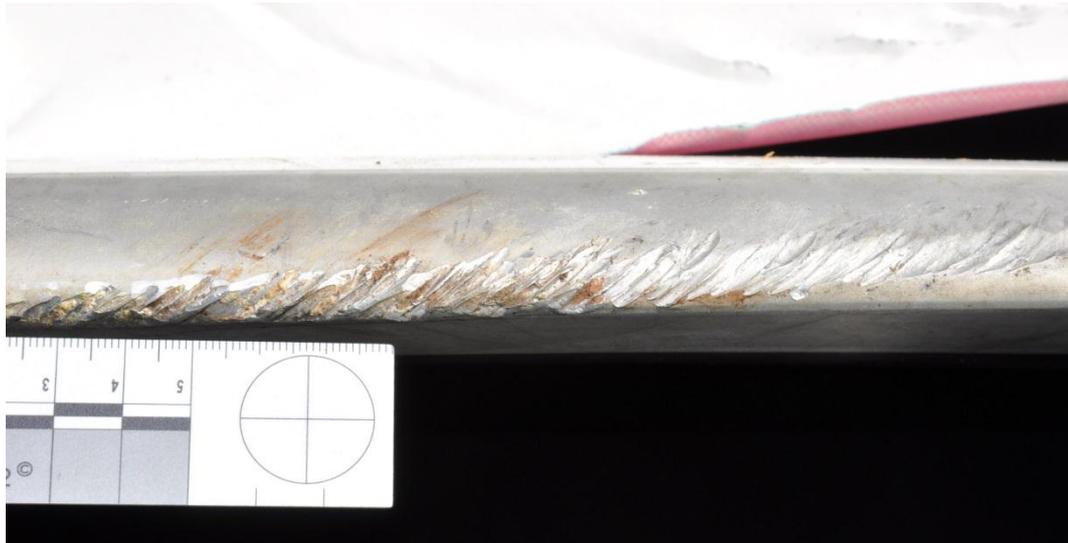


Abbildung 7: Eindrucksuren des Drahtseiles an der Eintrittskante des Hauptrotorblattes.

1.8.3 Spurenkundlicher Abgleich

Folgend sind die Spurübereinstimmungen zwischen dem Drahtseil und den Komponenten des Helikopters aufgeführt:

Spurenart (Fremdmaterial)	Spurensicherungsort	Korrespondierend mit Eigenmaterial ab
Abriebspuren	Hauptrotorblätter	Drahtseil (Grösse/Form/Lage)
Eindrucksuren	Eintrittskante Hauptrotorblatt	Drahtseil (Grösse/Form)
Metallrückstände (Aluminiumlegierung)	Drahtseil	Eintrittskante Hauptrotorblatt
Eindrucksuren	Blattverstellhebel (<i>pitchlink</i>)	Drahtseil (Grösse/Form)

Da mehrere Kontaktsuren des Drahtseiles an beiden Hauptrotorblättern festgestellt werden konnten, kann davon ausgegangen werden, dass diese mehrmals mit dem Seil in Kontakt kamen.

Die Eindrucksuren an der Eintrittskante des untersuchten Hauptrotorblattes weisen auf eine Materialverschiebung (Drahtseil) eher Richtung Zentrum des Rotors hin.

Ob der Bruch der Blattverstellhebel (*pitchlinks*) aufgrund des Kontaktes mit dem Drahtseil erfolgte oder eine Folge des Aufpralls am Boden war, konnte nicht festgestellt werden.

Aufgrund der gefundenen Suren und der Deformation des Drahtseiles im Bereich der Trennstelle kann mit grosser Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die Trennstelle des Drahtseiles auch der Kollisionsstelle mit den Hauptrotorblättern des Helikopters entspricht.

1.8.4 Triebwerk

Die Untersuchung des Triebwerks ergab folgende Befunde:

- Das Getriebegehäuse des Triebwerks, die Aggregate sowie das Treibstoffsystem wurden durch die grosse Hitzeentwicklung des Feuers grösstenteils zerstört.
- Alle Antriebswellen waren intakt.
- Das Turbinengetriebe (*engine power output N2*) war intakt.
- Die Rotoren und Statoren des Axialverdichters wiesen ausser Brandspuren keine Beschädigungen auf.
- Der Rotor und der Mantelring des Radialverdichters wiesen Schleifspuren auf (*compressor impeller blade rub damage* respektive *compressor impeller shroud rub damage*).
- Die Brennkammer wies im Bereich der Einspritzdüse eine etwa daumengrosse Delle auf.
- Die zweite und vierte Turbinenstufe wiesen Schleifspuren auf (*turbine blade track rub damage*).
- Weder in Axialverdichter, Radialverdichter, Brennkammer noch Turbine konnte Fremdmaterial gefunden werden.

1.8.5 Hauptantriebswelle

Bei der flexiblen Zahnkupplung der Hauptantriebswelle (*main drive shaft*) auf Seite des Hauptgetriebes, die ein geringes Axialspiel und einen geringen Wellenversatz ausgleicht, wurde ein ausgebrochenes Verzahnungssegment des Kupplungsgehäuses festgestellt. Zudem fehlte im Bereich des fehlenden Segments ein Bolzen; eine weitere Bolzenverbindung war lose.



Abbildung 8: Fehlender Bolzen (Pos. 1), lose Bolzenverbindung (Pos. 2), intakte Bolzenverbindungen (Pos. 3 und 4), fehlendes Verzahnungssegment (Pos. 5).

Eingehende Untersuchungen durch die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt ergaben diesbezüglich folgende Anhaltspunkte:

- Innerhalb des Bohrlochs (Pos. 1), bei dem der Bolzen fehlte, konnten ganz leichte Abriebspuren festgestellt werden.
- Die Bolzen (Pos. 3 und 4) zeigten ein gewisses Mass an Verformung.
- Der Bolzen (Pos. 2) war verbogen und die Mutter, verglichen mit den Bolzen-Verbindungen (Pos. 3 und 4), nicht gleich weit auf den Bolzen gedreht.
- Das Bolzengewinde (Pos. 2) war fast über die ganze Länge verformt bzw. beschädigt.
- Bei allen Bohrungen (Pos. 1-4) konnten keine Ablagerungen von Brandrückständen beobachtet werden.
- Das Kupplungsgehäuse war leicht deformiert.
- Die beiden Bruchkanten des ausgebrochenen Gehäusesegmentes verliefen in der Vertiefung der Innenverzahnung und öffneten sich konzentrisch.
- Am Gegenstück des Kupplungsgehäuses, dem Zahnrad, waren drei Zähne teilweise abgebrochen.

Der Prüfbericht hält abschliessend fest:

„Aufgrund der Beobachtungen an der losen Schraube kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese nicht richtig angezogen war.

(...)

Zur fehlenden Schraube kann keine sichere Aussage darüber gemacht werden, ob sie bereits vor dem Absturz fehlte. Indizien deuten jedoch darauf, dass sie ursprünglich vorhanden war.

(...)

Die Bruchfläche [des ausgebrochenen Segmentes] ist aufgrund der sekundären Beschädigung nicht mehr fraktographisch auswertbar. Somit kann keine Aussage über die Art des Bruches gemacht werden.“

1.8.6 Cockpitinstrumente

Folgende zwei Triebwerkanzeigen wurden spurenkundlich untersucht:

- Anzeige der Gasgenerator Drehzahl (*gas producer RPM indicator*):
Das Gerät wies erhebliche Brandspuren auf und die Glasabdeckung war nicht mehr vorhanden. Der kleinere Zeiger war nicht blockiert und konnte locker gedreht werden. Der grössere Zeiger war auf der Position null blockiert. Es konnte auf dem Zifferblatt keine Deformation oder Spur, die auf die Zeigerstellung zur Unfallzeit hinweisen könnte, festgestellt werden.
- Kombinierte Drehzahlanzeige für Power-Turbine und Hauptrotor (*power turbine and rotor RPM indicator*):

Das Gerät wies erhebliche Brandspuren auf und die Glasabdeckung war nicht mehr vorhanden. Der Zeiger der Drehzahl der Power-Turbine (N2) konnte noch bewegt werden. Der Zeiger der Drehzahl des Rotors (NR) war blockiert und befand sich im ehemals grünen Bereich. Eine dunkle Spur zeigte vom Zifferblattzentrum ungefähr auf die Markierung „80%“. Spurenlänge und Form entsprach dem Zeiger der Turbine (N2) und war eher eine Folge der Brandeinwirkung. Diese Feststellungen ergaben jedoch keine Rückschlüsse betreffend die Zeigerstellungen zum Zeitpunkt des Unfalles.

1.8.7 Rekonstruktion der Kollision

Um die Kollision zwischen dem Helikopter und dem Tragseil der Seilbahn zu rekonstruieren, wurden die noch vorhandenen Teile des Hauptrotors sowie die Teilstücke des Tragseiles ab der Trennstelle mittels optischem 3D-Oberflächen-scanning erfasst. Dieses Streifenlichtscanningsystem ermöglicht es, massstabsgetreue, hochauflösende, farbgetreue 3D-Oberflächenmodelle zu erstellen.

Ebenso wurde ein typengleicher Helikopter mittels Laserscanning und dem oben beschriebenen Streifenlichtscanningsystem erfasst.

Der Verlauf des nach dem Unfall neu installierten Tragseiles der Seilbahn wurde mit differentiellm GPS vermessen und grafisch dargestellt (vgl. Anlage 3).

Die nach den oben beschriebenen Verfahren erstellten digitalen 3D-Modelle konnten mittels Computersoftware grafisch dargestellt und relativ zueinander repositioniert werden. Dies lieferte zumindest Anhaltspunkte für die mögliche genaue Kollisionsart. Insbesondere konnte damit die wahrscheinliche, ungefähre Position der Kollisionsstelle ermittelt und in einem 3D-Geländemodell visualisiert werden (vgl. Abb. 9).

Auf dieselbe Weise konnten auch Beschädigungen und beschädigungsverursachende Teile hinsichtlich Übereinstimmung miteinander verglichen werden.

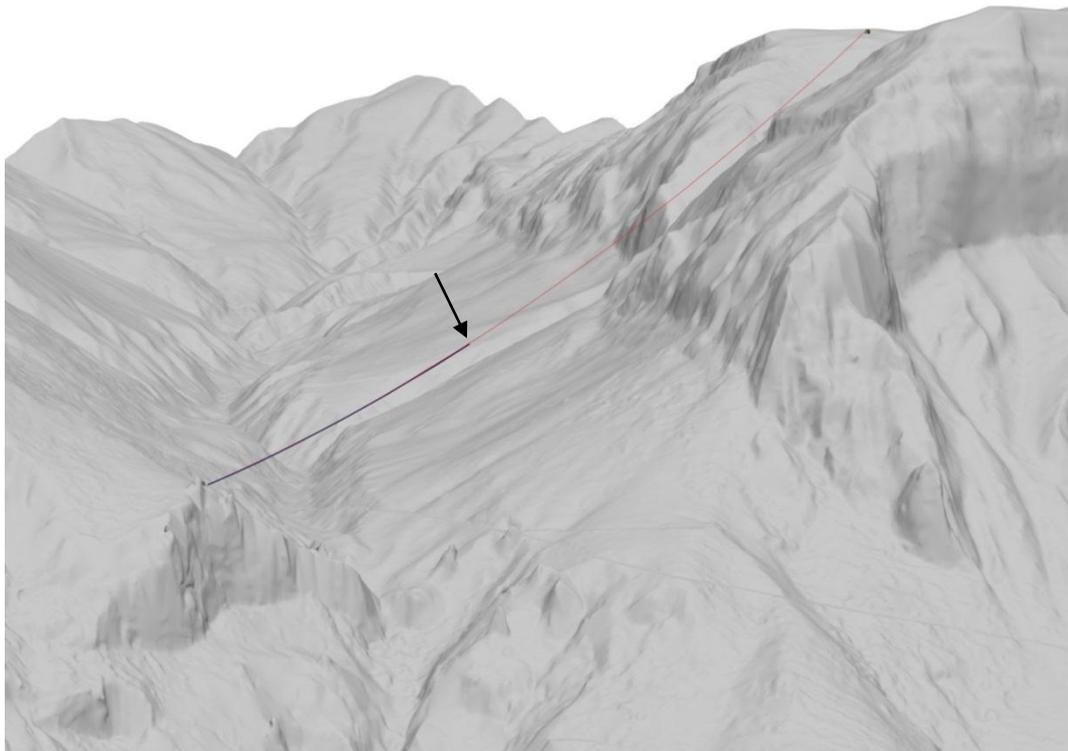


Abbildung 9: 3D-Modell des Verlaufs des nach dem Unfall eingezogenen neuen Seiles. Die ersten 405 m von der Talstation bergwärts sind blau eingetragen; der Rest des Seils ist rot eingefärbt. Der Wechsel der beiden Farben (schwarzer Pfeil) entspricht der ungefähren Position, an der das zum Unfallzeitpunkt installierte Seil durchtrennt wurde. Die Trennstelle entspricht mit grosser Wahrscheinlichkeit auch der Kollisionsstelle.

1.9 Angaben zum Flugbetriebsunternehmen und zur Flugschule

1.9.1 Flugbetriebsunternehmen

Das Flugbetriebsunternehmen Heliswiss betrieb zum Zeitpunkt des Unfalls Basen in Bern-Belp, Gruyère und Gstaad (nur Winterbasis). Das Unternehmen bot kommerzielle Transport- und Personenflüge aller Art an, vercharterte Helikopter an Privatpiloten und betrieb eine Flugschule. Des Weiteren war dem Unternehmen ein Unterhaltsbetrieb für Helikopter angegliedert.

Die Heliswiss war Teil der Swiss Helicopter Group (SHG), einem Verbund mehrerer eigenständiger Helikopterfirmen, die über die ganze Schweiz verteilt waren.

1.9.2 Flugschule

Die Flugschule der Heliswiss bot zum Unfallzeitpunkt die Ausbildung zum Privat- und Berufspiloten an. Daneben konnten die Gebirgs- und die Nachtflugausbildung sowie Umschulungen auf andere Helikoptermuster absolviert werden. Auch Unterlastausbildung wurde angeboten.

Die Flugschule der Heliswiss war Teil der Swiss Helicopter Training (SHT), einer übergeordneten Flugschulorganisation (*flight training organisation* – FTO) mit mehreren Flugschulstandorten in der ganzen Schweiz.

1.9.3 Überführung in neue Struktur

Per 1. Juli 2012 war geplant, die im Verbund der SHG zusammengeschlossenen eigenständigen Firmen in eine gemeinsame Firma mit gemeinsamem Namen, die Swiss Helicopter, zu überführen.

Im Zuge dieser Neustrukturierung waren auch Anpassungen an der zugehörigen FTO, der SHT, erforderlich.

Zum Zeitpunkt des Unfalls waren die Planungs- und Vorbereitungsarbeiten für diese umfassende Neuorganisation in vollem Gange.

1.10 Angaben zu Personen

1.10.1 Fluglehrer

1.10.1.1 Allgemeines

Der Fluglehrer war seit 1990 im Besitz der schweizerischen Berufspilotenlizenz und arbeitete seit diesem Jahr, zeitweise auf Teilzeitbasis, als Berufspilot. 1995 erwarb er die Berechtigung als Fluglehrer und begann auch als Fluglehrer zu arbeiten. 1997 erwarb er die Berechtigung für die Ausbildung von Piloten im Gebirge.

1999 wechselte er in das in den Unfall involvierte Flugbetriebsunternehmen bzw. die angegliederte Flugschule und übernahm dort die Funktionen des Basisleiters Bern-Belp und des Cheffluglehrers. Ab dem Jahr 2002 absolvierte er die Ausbildung für das Fliegen mit Unterlasten (*external cargo sling* – ECS). 2006 übernahm er zusätzlich zu den bestehenden Funktionen die Geschäftsführung des Flugbetriebsunternehmens.

Es folgten im Jahr 2007 die Berechtigungen, Flugprüfungen für Privat- und Berufspiloten sowie Prüfungen für das Erteilen der Erweiterung für Landungen im Gebirge sowie für Musterzulassungen abzunehmen. Später im Jahr 2007 erwarb er die Berechtigung, angehende Fluglehrer auszubilden.

1.10.1.2 Aufgaben innerhalb des Flugbetriebsunternehmens

Zum Zeitpunkt des Unfalls vereinte der Fluglehrer folgende drei Funktionen auf sich: Geschäftsführer des Flugbetriebsunternehmens Heliswiss, Basisleiter der Basis Bern-Belp sowie *head of training* der angegliederten Flugschulorganisation. Ausserdem war er Mitglied der Geschäftsleitung der SHG. Daneben führte der Fluglehrer regelmässig Transport- und andere kommerzielle Flüge durch, nahm Prüfungs- und Checkflüge ab und bildete angehende Fluglehrer aus.

Durch die per 1. Juli 2012 geplante Neuorganisation des Flugbetriebsunternehmens und die teilweise damit verbundenen Anpassungen der Flugschulorganisation war der Fluglehrer mit zusätzlichen Aufgaben betraut. Innerhalb dieser neuen Struktur hätte er die Funktionen des Basisleiters Bern-Belp und des *head of training* der neuen Flugschulorganisation übernommen, zudem wäre er Mitglied der Geschäftsleitung geworden.

Die Äusserungen verschiedener im Rahmen der Untersuchung befragter Personen belegen, dass der Fluglehrer ein enormes Arbeitspensum bewältigte. Alle befragten Piloten, die mit dem Fluglehrer Teile ihrer Ausbildung oder Checkflüge absolviert hatten, attestierten dem Fluglehrer eine aus ihrer Sicht kompetente und sichere Arbeitsweise. Eine der befragten Personen formulierte es so:

„Er liess seine Aufgaben am Boden und diese schienen ihn nicht zu belasten, während er in der Luft war.“

Einer der befragten Piloten meinte:

„[Name des Fluglehrers] hatte für uns Piloten, die mit ihm die Ausbildung gemacht haben, fast schon „Gott-Status“. Er hatte einfach alles im Griff. Es war beeindruckend, zu sehen, wie er bei der Heliswiss zwei bis drei Jobs parallel erledigte, und dies in sehr unterschiedlichen Gebieten. Sein workload war auf jeden Fall sehr hoch, aber er wirkte nie gestresst und es schien, dass er alles im Griff hatte.“

Ein Führungsmitglied der damaligen Swiss Helicopter Group gab folgende Aussage zu Protokoll:

„[Name des Fluglehrers] war wirklich ein genialer Mensch, menschlich, wie auch ein exzellenter Fachmann mit einer sehr schnellen Auffassungsgabe. Er war phänomenal effizient in seiner Arbeit. (...) [Name des Fluglehrers] arbeitete sicher auch manchmal länger oder zu eher ungewöhnlicher Zeit, aber [Name des Fluglehrers] war mit Herzblut an seiner Arbeit. Wir redeten oft zusammen. Ich glaube nicht, dass die Belastung von [Name des Fluglehrers] zu hoch war. (...) Ich hatte die Empfindung, dass [Name des Fluglehrers] sein Leben im Griff hatte. Ich bin überzeugt, dass sich [Name des Fluglehrers] während seiner freien Tage auch total von seinen beruflichen Verpflichtungen lösen konnte.“

Weiter gab dieselbe Auskunftsperson an, dass er dem Fluglehrer geraten habe, nicht auch noch mit der Unterlastfliegerei anzufangen, da dies nur eine zusätzliche Belastung würde, die es nicht wirklich brauche. Als der Fluglehrer trotzdem mit der Unterlastfliegerei begann, habe er nicht interveniert.

Die Auskunftsperson konnte sich des Weiteren daran erinnern, dass sich der Fluglehrer einmal positiv über die geplante Umstrukturierung des Unternehmens geäussert hatte, da er sah, dass er sich nach der Umstrukturierung nur auf die Flugschule hätte konzentrieren können.

1.10.1.3 Arbeits- und Flugdienstzeiten

Eine Rekonstruktion der Arbeits- und Flugdienstzeiten des Fluglehrers in der Woche des Unfalls (Montag, 21. bis Donnerstag, 24. Mai 2012) ergab folgendes Ergebnis:

Am Montag arbeitete der Fluglehrer wie an Montagen üblich von zuhause aus (*home office*). Am Nachmittag nahm er in Balzers zwei *proficiency checks* ab. Totale Flugzeit 2:35 h (*rotor turning time* – RTT), erster Start um ca. 15:45 Uhr, letzte Landung um ca. 19:05 Uhr. Um 22:46 Uhr versendete der Fluglehrer eine berufliche E-Mail.

Am Dienstag traf der Fluglehrer um ca. 7:30 Uhr auf der Basis Bern-Belp ein. Mehrere Mitarbeiter bestätigten, dass der Fluglehrer „*auffallend relaxed*“ gewesen sei und gemeint habe: „*Ich habe Zeit!*“ Ab 9 Uhr fand eine Besprechung bezüglich der Überführung des Flugbetriebsunternehmens bzw. der angegliederten Flugschulorganisation in die neue Struktur statt. Am Nachmittag nahm der Fluglehrer einen *proficiency check* ab. Effektive Flugzeit 0:58 h, Start um ca. 14:00 Uhr, Landung um ca. 15:55 Uhr. Um ca. 17:30 Uhr verliess der Fluglehrer die Basis. Um 1:11 bzw. 1:34 Uhr nachts versendete der Fluglehrer zwei berufliche E-Mails, wobei die zweite, lange E-Mail im Zusammenhang mit der Überführung der Flugschulorganisation in die neue Struktur stand.

Am Mittwoch traf der Fluglehrer um ca. 7:15 Uhr auf der Basis ein. Ab 7:30 Uhr folgte eine interne Sitzung. Den ganzen Tag über hatte der Fluglehrer keine Termine und keine Flüge. Er nahm sich gemäss Aussage einer Mitarbeiterin viel Zeit für Gespräche mit dem Personal und machte eine unüblich lange Mittagspause zusammen mit Mitarbeitern. Um ca. 17 Uhr verliess der Fluglehrer die Basis, gemäss elektronischem Kalender für einen privaten Termin.

Am Donnerstag, dem Unfalltag, traf der Fluglehrer um ca. 7 Uhr auf der Basis ein. Am Vormittag waren Transportflüge im Raum Thun mit einer Eurocopter AS350 zu erledigen. Start um ca. 9:20 Uhr, Landung um ca. 11 Uhr, totale effektive Flugzeit 0:44 h. Einer Mitarbeiterin fiel auf, dass der Fluglehrer „*wohl sehr gut drauf*“ gewesen sei. Am Nachmittag nahm der Fluglehrer ab ca. 12 Uhr auf einer Schweizer 269C einen Solo-Check eines Schülers eines Fluglehrerkollegen ab. Start um ca. 12:35 Uhr, Landung um ca. 13:50 Uhr, effektive Flugzeit 1:01 h. Im Anschluss folgte der erste Gebirgscheckflug auf der HB-XPQ, Start um ca. 14:30 Uhr, Landung um ca. 16:05 Uhr, effektive Flugzeit 1:29 h. Danach folgte der Unfallflug, Start um ca. 16:17 Uhr. Dies war der letzte geplante Flug für diesen Tag. Da sich der Unfall um ca. 17:40 Uhr ereignete, betrug die Flugzeit des Unfallfluges ca. 1:23 h. Somit belief sich die effektive Flugzeit des Fluglehrers am Unfalltag bis zum Unfall auf insgesamt ca. 4:37 h.

Der Wohnort des Fluglehrers lag im Raum Aarau. Bei Arbeitstagen auf der Basis Bern-Belp pflegte der Fluglehrer per Fahrrad von seinem Wohnort nach Aarau zu fahren, dann per Zug via Bern nach Belp zu gelangen, um dann von dort wieder per Fahrrad zur Basis zu fahren. Und am Abend entsprechend umgekehrt zurück. Im Idealfall betrug der Arbeitsweg von Tür zu Tür etwa 1 ½ Stunden. Hin und wieder, v.a. bei Arbeitszeiten bis in den Abend hinein, beispielsweise bei Theorieinstruktionen, benützte der Fluglehrer einen Firmenwagen, um nach Hause und am nächsten Tag wieder auf die Basis zu gelangen.

1.10.1.4 Gebietskenntnisse

Aufgrund der Lage der Unfallstelle im Gebiet zwischen der Basis Bern-Belp und den nächstgelegenen Gebirgslandeplätzen in der Region „Blüemlisalp“ sowie der langjährigen Tätigkeit des Fluglehrers ab der Basis Bern-Belp ist davon auszugehen, dass der Fluglehrer über gute Kenntnisse des Gebietes rund um die Unfallstelle verfügte. Insbesondere auch in Bezug auf die Hindernissituation.

Sämtliche im Rahmen der Untersuchung befragten Piloten, die mit dem Fluglehrer Teile ihrer Ausbildung oder Checkflüge absolviert hatten, bestätigten diese Einschätzung.

Ein Fluglehrerkollege äusserte sich dazu wie folgt:

„Ich habe das Gefühl, dass [Name des Fluglehrers] diese Region gut kannte. Er hat ja viele Gebirgsausbildungen durchgeführt. Vermutlich hat er über dieses Kabel [Unfallkabel] Kenntnis gehabt. Ich kannte es von einem Überflug her. Wir haben aber nie zusammen über dieses Kabel gesprochen. In dieser Region fliegt man nur, wenn Transporte oder Ausbildung gemacht werden. Ansonsten wird diese Region hoch überflogen.“

1.10.1.5 Flugunfälle in der Vergangenheit

Der Fluglehrer war im Rahmen seiner Tätigkeit in zwei weitere Flugunfälle involviert:

10. Juli 2003, Schweizer 269C HB-XQF (Schlussbericht Nr. 1994): Ein Flugschüler, der die Berufspiloten- und die Gebirgsausbildung erfolgreich abgeschlossen hatte, absolvierte mit dem Fluglehrer einen Trainingsflug in der Absicht, Landungen mit erhöhtem Schwierigkeitsgrad und an der Leistungsgrenze des Helikopters zu üben. Im Rahmen von Anflügen auf einen Aussenlandeplatz (1925 m/M) reichte beim dritten Anflug im Endanflug die Leistung für einen kontrollierten Schwebeflug nicht aus. Der Helikopter kollidierte mit dem Gelände und stürzte einen steilen Abhang hinunter. Der Flugschüler wurde erheblich, der Fluglehrer leicht verletzt. Der Helikopter wurde zerstört. Als Unfallursache hält der Untersuchungsbericht fest:

„Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass die Besatzung während des Landeanfluges die Kontrolle über den Helikopter verlor, weil ein Anflug ohne ausreichende Leistungsreserven versucht wurde.

Zum Unfall beigetragen haben:

Nicht Beachtung bekannter Leistungsgrenzen

Zu spätes Eingreifen des Fluglehrers“.

11. November 2010, Schweizer 269C HB-XYI (Schlussbericht Nr. 2178): Einem Flugschüler, der soeben die Ausbildung zum Privatpiloten abgeschlossen hatte, wurde anlässlich der Privatpilotenprüfung nahegelegt, mit einem Fluglehrer ein zusätzliches Training in den Bereichen Systematik bei Aussenlandungen sowie Einleiten und Durchführen von Autorotationen zu absolvieren. Im Rahmen eines solchen Trainingsfluges mit dem Fluglehrer führte die Besatzung zum Abschluss des Fluges eine spontane 180-Grad-Autorotation durch, in deren Verlauf die Sinkrate während des *flare* vor der Landung nicht genügend abgebaut werden konnte. Der Helikopter schlug hart auf dem Boden auf und wurde schwer beschädigt. Die Piloten blieben unverletzt. Als Unfallursache hält der Untersuchungsbericht fest:

„Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass der Helikopter nach einer misslungenen Autorotationsübung mit dem Gelände kollidierte.“

1.10.2 Pilotin

Die Pilotin war seit 2001 im Besitz der Privatpilotenlizenz und der Musterzulassung für die Bell 206, seit 2006 im Besitz der Berufspilotenlizenz. 2007 erwarb sie die Erweiterung für Landungen im Gebirge. Seit 2006 flog sie auf Basis einer nebenamtlichen Tätigkeit für das in den Unfall involvierte Flugbetriebsunternehmen. Die hauptamtliche Tätigkeit der Pilotin lag ausserhalb der Aviatik. In den letzten Jahren vor dem Unfall flog die Pilotin mehrheitlich auf der Bell 206, gelegentlich führte sie Flüge am Doppelsteuer auf anderen Mustern, primär der Eurocopter AS350, durch. Bemerkenswert ist, dass von den rund 600 Stunden Gesamtflugerfahrung der Pilotin mehr als 350 Stunden als Doppelsteuerstunden verzeichnet sind.

Die Pilotin und der Fluglehrer kannten sich seit Jahren und führten oft zusammen Ausbildungs- und Checkflüge durch. Insbesondere hatte die Pilotin die Gebirgsausbildung mehrheitlich mit dem Fluglehrer absolviert. Der letzte *proficiency check* der Pilotin fand am 4. Mai 2012 mit dem Fluglehrer auf der Bell 206 statt. Der letzte Flug der Pilotin vor dem Unfallflug fand am 15. Mai 2012 statt.

Die Pilotin hatte gemäss den vorliegenden Unterlagen den neu eingeführten internen Gebirgscheckflug vor dem Unfallflug noch nie absolviert.

Die Pilotin führte für das Flugbetriebsunternehmen Rund- und Taxiflüge aus. Daneben flog sie regelmässig auch zu privaten Zwecken. Aufgrund dieses Einsatzspektrums kann geschlossen werden, dass die Pilotin das Gebiet rund um die Unfallstelle sicher von zahlreichen Überflügen her kannte, im Gebiet selber wohl aber nur für Ausbildungs- und Checkflüge geflogen war.

In der Woche des Unfalls arbeitete die Pilotin an ihrer hauptamtlichen Arbeitsstelle wie folgt: Am Montag und Dienstag von 07:30 bis 17:00 Uhr, am Mittwoch von 07:30 bis 15:30 Uhr und am Donnerstag, dem Unfalltag, von 07:30 bis 15:00 Uhr.

1.10.3 Pilot

Der Pilot war seit 1991 im Besitz der Privatpilotenlizenz und der Musterzulassung für die Bell 206, etwas später im 1991 erwarb er die Berufspilotenlizenz mit der Erweiterung für Landungen im Gebirge. Seit 1991 flog er auf Basis einer nebenamtlichen Tätigkeit für das in den Unfall involvierte Flugbetriebsunternehmen. Die hauptamtliche Tätigkeit des Piloten lag ausserhalb der Aviatik. In den letzten Jahren vor dem Unfall flog der Pilot praktisch ausschliesslich auf der Bell 206.

Der Pilot und der Fluglehrer kannten sich seit Jahren und führten oft zusammen Checkflüge durch. Der letzte *proficiency check* des Piloten fand am 1. März 2012 mit dem Fluglehrer auf der Bell 206 statt. Der letzte Flug des Piloten vor dem Unfallflug fand am 16. Mai 2012 statt.

Am 17. Juni 2011 hatte der Pilot mit dem Fluglehrer bereits einmal den per 1. Juni 2011 neu eingeführten Gebirgscheckflug absolviert. Dieser Flug fand laut ausgefülltem Checkformular mit dem Helikopter HB-XPQ ab der Basis Bern-Belp statt und beinhaltete neben Landungen auf offiziellen Gebirgslandeplätzen im Raum „Petersgrat“ unter anderem auch einen Anflug auf einen Landeplatz unter 2000 m/M im Gebiet „Suldtal“, einem Paralleltal des Kientals. Der genaue Ort dieses Landeplatzes ist nicht bekannt. Der Fluglehrer beurteilte gemäss Checkformular den Anflug auf diesen Landeplatz aufgrund des nicht erfüllten Kriteriums „14 Decision (landing / go around)“ (vgl. Anlage 2) negativ und fügte bei den Bemerkungen „Kabel“ hinzu. Bei den generellen Bemerkungen am Ende des Formulars ergänzte er: „*Professionelle Fliegerei. Fliche benützen und berücksichtigen!*“

Der Pilot führte für das Flugbetriebsunternehmen Rund-, Taxi- und Fotoflüge aus. Daneben flog er regelmässig zu privaten Zwecken. Aufgrund dieses Einsatzspektrums kann geschlossen werden, dass der Pilot das Gebiet rund um die Unfallstelle sicher von zahlreichen Überflügen her kannte, im Gebiet selber wohl aber nur für Ausbildungs- und Checkflüge geflogen war.

1.11 Medizinische und pathologische Feststellungen

Die Leichen der drei Besatzungsmitglieder wurden einer Obduktion unterzogen.

Beim Fluglehrer konnten keine vorbestandenen Krankheiten oder krankhaften Veränderungen festgestellt werden, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

Bei der Pilotin wurden am Herz leichte Vorschädigungen im Sinne von Bindegewebsvermehrungen in der Herzmuskulatur festgestellt. Diese können zu plötzlichen Herzrhythmusstörungen und in der Folge zu Bewusstseinsstörungen oder

sogar zum Tod führen. Ob eine derartige Herzrhythmusstörung tatsächlich vorlag, konnte nicht festgestellt werden.

Beim Piloten wurden leicht- bis mässiggradige Verkalkungen der Herzkranzschlagadern festgestellt. Die dadurch bedingten Einengungen der Herzkranzschlagadern können zu einer relevanten Durchblutungsstörung im Bereich der Herzmuskulatur führen, was zu Bewusstseinsstörungen oder sogar zum Tod führen kann. Ob eine derartige, akute Durchblutungsstörung tatsächlich vorlag, konnte nicht festgestellt werden.

Die Untersuchung auf Alkohol, Schlaf- und Beruhigungsmittel sowie Psychopharmaka lieferte bei allen Besatzungsmitgliedern ein negatives Resultat.

Die bei allen Besatzungsmitgliedern durch den Aufprall verursachten schweren Verletzungen führten innert kürzester Zeit zum Tod.

Aufgrund der im Rahmen der Obduktion aufgedeckten Resultate sass die Pilotin zum Zeitpunkt des Unfalls mit grosser Wahrscheinlichkeit auf dem rechten Pilotensitz.

1.12 Angaben zum internen Gebirgscheckflug

1.12.1 Hintergründe und Einführung

Wie bereits erwähnt, wurden aufgrund diverser Unfälle innerhalb des Flugbetriebsunternehmens Heliswiss in den Jahren 2008 bis 2011 seitens der Versicherung und des BAZL Massnahmen gefordert. Das Flugbetriebsunternehmen erliess darauf per 1. Juni 2011 unter anderem die Regelung, dass Privatpiloten sowie nebenamtliche Berufspiloten, die Aussenlandungen, d.h. Landungen ausserhalb von Flugplätzen und Heliports durchführen wollten, einen jährlichen internen Checkflug zu absolvieren hatten, bei dem solche Landungen durchgeführt wurden. Diesen Checkflug nannte das Unternehmen Aussenlandcheck. Für Piloten, die Aussenlandungen auf Gebirgslandeplätzen durchführen wollten, wurde zudem ein jährlicher interner Gebirgscheckflug gefordert. Im Rahmen dieses Gebirgscheckfluges konnte auch der Aussenlandcheck absolviert werden.

Für die Abnahme dieser Checkflüge wurde, wie ebenfalls bereits erwähnt, vom Fluglehrer ein eigenes Formular entwickelt (Anlage 2). In einer E-Mail vom 9. Juni 2011 an seine Fluglehrerkollegen, mit der auch das neu erstellte Formular versendet wurde, schrieb der Fluglehrer unter anderem:

„Bitte nehmt euch genügend Zeit für die Checkflüge und neben dem fliegerisch Handwerklichen sollte vor allem die Entscheidungsfindung im Vordergrund stehen oder sicher nicht zu kurz kommen.“

Das Formular wurde während des Fluges ausgefüllt und nach dem Flug abgelegt. Es lehnte sich stark an das offizielle Formular des BAZL zur Abnahme der Prüfung für den Erwerb der Erweiterung für Landungen im Gebirge an. Insbesondere sah das Formular vor, zwei Landungen auf Plätzen zwischen 1100 m/M und 2000 m/M und drei Landungen auf offiziellen Gebirgslandeplätzen durchzuführen. Gemäss Gesetz dürfen im Rahmen von Schulungsflügen Landungen bis 2000 m/M auf – bis auf wenige Einschränkungen – beliebig gewählten Plätzen durchgeführt werden, über 2000 m/M dürfen nur offizielle Gebirgslandeplätze angefliegen werden. Diese sind im AIP unter VFR AGA 3-3-1 bis 3-3-3 publiziert.

1.12.2 Operations Manual

Das Betriebshandbuch (*operations manual* (OM) der Flugschulorganisation, Revision No. 6 vom 1. Dezember 2011, enthielt zu diesen internen Gebirgscheckflügen keine Angaben.

1.12.3 Flugprogramm

Für die Durchführung der Checkflüge existierte kein Standardprogramm. Gemäss Aussage eines Fluglehrerkollegen des Fluglehrers entwickelte jeder Fluglehrer im Rahmen seiner Tätigkeit eine gewisse Vorliebe für einzelne Landeplätze. Weiter sagte er aus:

„In der Regel werden drei bis fünf Plätze angefliegen, zwei unter 2000 m/M und drei über 2000 m/M. Diese Plätze werden individuell mit dem Kandidaten vorgängig angeschaut. Entweder werden vorher dem Kandidaten die Koordinaten zugeteilt oder es werden die Landstellen am Prüfungstag in einem ausgedehnten Briefing besprochen. Ich möchte betonen, dass ich es so handhabe. Ich bin nie zusammen mit [Name des Fluglehrers] an so einem MOU-Checkflug beteiligt gewesen.“

Von Belp aus gesehen werden vorwiegend Blüemlisalp und Petersgrat angefliegen. Des Weiteren ist das Gebiet im Gurnigel/Gantrisch, Diemtigtal und die Region Kiental für die Anflüge unter 2000 m/M interessant, weil in diesen Gebieten auch die Kabelproblematik behandelt werden kann. Zudem liegen diese Gebiete entlang der Strecke zur Blüemlisalp.“

Im Unfallgebiet kenne er zwei Landeplätze, die für Anflüge geeignet seien. Einerseits „Latrejefeld“ auf 1994 m/M, andererseits „Glütsch“ auf 1940 m/M (vgl. Anlage 1). Letzterer sei ihm vom Fluglehrer gezeigt worden, dieser habe ihm per E-Mail die Koordinaten geschickt.

1.12.4 Durchführung in der Praxis

Zur Abklärung der Durchführung dieser internen Gebirgscheckflüge in der Praxis wurden stichprobenweise mehrere Piloten befragt. Die befragten Piloten setzten sich einerseits zusammen aus vier Berufspiloten, welche ebenfalls auf Basis einer nebenamtlichen Tätigkeit für das Flugbetriebsunternehmen flogen und in Bezug auf die Gesamtflugerfahrung teils erfahrener, teils weniger erfahren waren als der Pilot bzw. die Pilotin. Andererseits umfasste die Befragung zwei Privatpiloten, welche in Bezug auf die Gesamtflugerfahrung weniger erfahren waren als der Pilot bzw. die Pilotin.

Alle diese Piloten hatten den internen Gebirgscheckflug im Zeitraum zwischen der Einführung am 1. Juni 2011 und dem Unfall am 24. Mai 2012 mit dem Fluglehrer absolviert, einer der Piloten sogar zweimal.

Die Befragung lieferte in Bezug auf die Planung und Vorbereitung das folgende Bild:

- In keinem der Fälle wurden dem Kandidaten die anzufliegenden Landeplätze im Vorfeld des Fluges per E-Mail oder Telefon mitgeteilt.
- In der Regel traf sich der Kandidat mit dem Fluglehrer rund eine Stunde vor dem Flug und die anzufliegenden Landeplätze wurden dann besprochen. Diese umfassten immer offizielle Gebirgslandeplätze, zusätzlich in den meisten Fällen auch Plätze unter 2000 m/M. In der Folge bereitete sich der Kandidat selbständig auf den Flug vor und studierte insbesondere die anzufliegenden Landeplätze unter 2000 m/M auf der Luftfahrthinderniskarte, die in der Folge auch zur Navigation während des Fluges verwendet wurde. Unmittelbar vor dem Flug kam der Fluglehrer wieder dazu und es fand ein Briefing über alle wesentlichen Punkte statt.
- Es gab auch Fälle, wo nur das grobe Gebiet und die offiziellen Gebirgslandeplätze im Vorfeld des Fluges besprochen wurden, nicht aber die Landeplätze unter 2000 m/M. Diese wurden dann während des Fluges spontan durch den Fluglehrer festgelegt.

In Bezug auf die Einhaltung des Programms:

- Teilweise wurde das Programm wie besprochen geflogen, ohne spontane Änderung während des Fluges. Dies war v.a. bei den Privatpiloten der Fall.
- Zum Teil wurden zusätzliche Plätze unter 2000 m/M während des Fluges spontan durch den Fluglehrer bestimmt, insbesondere natürlich in den Fällen, wo keine Vorbesprechung dieser Plätze stattgefunden hatte. Dies war v.a. bei den Berufspiloten der Fall.

In Bezug auf die Auswahl der Landeplätze unter 2000 m/M:

- Sämtliche tatsächlich angeflogenen Landeplätze waren nach Einschätzung der Kandidaten dem Fluglehrer bekannt.
- Die meisten der gewählten Landeplätze lagen auf kleinen Kuppen oder Kreten und waren in Bezug auf die Hindernissituation unkritisch.
- Es gab vereinzelt Landeplätze, typischerweise in der Nähe von Alphütten, die in Bezug auf die Hindernissituation nicht unkritisch waren und eine entsprechende Anflugtaktik erforderten.
- Keiner der Landeplätze lag in „kabelverseuchtem“ Gebiet.
- In der unmittelbaren Umgebung der Unfallstelle wurde nur der Landeplatz „Uf der Schöni“ erwähnt (vgl. Anlage 1). Die Landeplätze „Latrejefeld“ und „Glütsch“ wurden nicht erwähnt. Es wurden keine Landeplätze tief im Spiggegrund oder in Seitentälern des Spiggegrund angegeben.

In Bezug auf die Anflüge spontan bestimmter Landeplätze:

- Die Landeplätze waren nach Einschätzung der Kandidaten dem Fluglehrer stets bekannt.
- Bei der Rekognoszierung der Landeplätze mussten allfällig vorhandene Kabel oder Hindernisse durch den Kandidaten identifiziert oder angesprochen werden. Andernfalls griff der Fluglehrer ein bzw. wies auf die Hindernisse hin.
- Es wurde kein Landeplatz angeflogen, ohne dass die Hindernissituation rund um den Platz vorgängig besprochen worden war.
- Von einem Piloten wurde berichtet, dass in gewissen Fällen eine Landung auf den spezifizierten Landeplätzen nicht möglich war. Der Fluglehrer wollte damit eine entsprechende Entscheidung beim Kandidaten provozieren.

In Bezug auf verwendete Hilfsmittel:

- Wenn Landeplätze vorgängig besprochen worden waren, wurden diese in die entsprechende Luftfahrthinderniskarte übertragen. Danach wurde während des Fluges mithilfe dieser Karte navigiert.
- Bei spontan ausgewählten Landeplätzen wurde in der Regel ohne Konsultation der Luftfahrthinderniskarte geflogen.
- Manchmal wurde auch gänzlich ohne Luftfahrthinderniskarte geflogen.
- Wenn das Floice eingebaut und funktionsbereit war, wurde es während des Fluges stets eingeschaltet (vgl. Kapitel 1.13.4).

In Bezug auf Demonstrationen im Zusammenhang mit Luftfahrthindernissen:

- Während der Checkflüge fanden keine Demonstrationen in Bezug auf Luftfahrthindernisse durch den Fluglehrer statt.
- Während der Ausbildung, schon auf Privatpilotenstufe und v.a. während der Gebirgsausbildung, hatten praktisch alle Kandidaten Demonstrationen des Fluglehrers oder anderer Fluglehrer in Bezug auf Luftfahrthindernisse erlebt.
- Diese konnten das Aufsuchen und Identifizieren gefährlicher Kabel umfassen oder das Demonstrieren der schlechten Sichtbarkeit von Kabeln.
- Die Kabelproblematik war auf praktisch allen Flügen ein Thema. Der Fluglehrer legte sehr viel Wert auf die Sensibilisierung der Kandidaten in Bezug auf diese Thematik.

In Bezug auf die generelle Flugdurchführung:

- Der Fluglehrer verstand es nach Auffassung der Kandidaten sehr gut, sie gemäss ihren Fähigkeiten zu fordern und auch anspruchsvollere Landeplätze anfliegen zu lassen.
- Nach Auffassung aller Kandidaten hatte der Fluglehrer jederzeit alles unter Kontrolle und war sich insbesondere stets über die aktuelle Position im Klaren.
- Gemäss Einschätzung eines Teils der Kandidaten, v.a. der Berufspiloten, wollte sie der Fluglehrer auf unerwartete, aber im kommerziellen Betrieb realistische Situationen vorbereiten. Er habe zwar oft den Entscheidungsprozess bei den Piloten gesucht und provoziert, die letzte Entscheidung habe aber immer bei ihm gelegen.

1.13 Hilfsmittel und Sicherheitsnetze zum Schutz vor Kabelkollisionen

1.13.1 Kabelkappsystem

Ein Kabelkappsystem (*wire strike protection system* – WSPS) ist eine passive Sicherheitseinrichtung, die zum Schutz vor Unfällen durch Kabelkollisionen dient.

Ein WSPS besteht aus je einem scharfkantigen Schneidemesser (*lower cutter, upper cutter*), das auf dem Kabinendach bzw. unter der Zelle angebracht ist, sowie einer Ablenkschiene zur Verstärkung und als Führungsschiene für den aufprallenden Draht (*windshield deflector*). Diese Schiene ist entlang der Mittelstrebe der Frontscheibe montiert. Sie leitet den Draht in das obere oder untere Drahtschneidemesser, das dann den aufprallenden Draht zerschneidet (vgl. Abb. 10).

Kabelkappsysteme bieten jedoch keinen umfassenden Schutz, da die Umstände des Kabeleinfluges wie die Lage des Helikopters, der Einflugwinkel, die Flugeschwindigkeit und die Beschaffenheit des Kabels eine wesentliche Rolle spielen.

Gemäss Angaben eines WSPS-Herstellers ist das Kabelkappsystem bei folgenden Konstellationen effektiv:

- Vorwärtsgeschwindigkeit zwischen 24 km/h und 96 km/h
- Aufprallwinkel zwischen Flugweg und Draht von 60° bis 90°
- Neigungswinkel des Helikopters zwischen -5° und +5° (*nose down / nose up*)
- Kabelspannweite bis zu 61 m
- Kritischer Drahtdurchmesser 10 mm (1 x 7 Stahl-Litzen)
- Gierwinkel beim Aufprall 30° bei 24 km/h bzw. 15° bei 96 km/h

Der Helikopter HB-XPQ war nicht mit einem derartigen System ausgerüstet. Ein solches war nicht vorgeschrieben.



Abbildung 10: Bell 206 mit WSPS. *Upper cutter* (1), *windshield deflector* (2), *lower cutter* (3).

1.13.2 Luftfahrthinderniskarten

Das Bundesamt für Landestopografie gibt in Zusammenarbeit mit dem BAZL und der Schweizer Luftwaffe Luftfahrthinderniskarten der Schweiz im Massstab 1:100 000 heraus. Darin werden unter anderem die Luftfahrthindernisse gemäss der zum Druckzeitpunkt aktuellen Datenbank des BAZL dargestellt. Der thematische Inhalt der Karten wird ca. alle 18 Monate bei einem Neudruck aktualisiert. Für die manuelle Nachführung der Karten werden periodische Aktualisierungen publiziert.

Analoge Darstellungen sind auch in verschiedenen elektronischen Formaten verfügbar.

Es liegen keine Hinweise vor, dass die Besatzung der HB-XPQ über entsprechende Karten oder Ausdrücke während des Unfallfluges verfügte.

1.13.3 Kartendarstellungsgerät

Bei einem elektronischen Kartendarstellungsgerät handelt es sich um ein GPS-basiertes Navigationssystem, das auf einem Bildschirm im Cockpit die aktuelle Position des Luftfahrzeuges auf einer Karte anzeigt. Die Art der Karte kann dabei aus einem Set hinterlegter Karten ausgewählt werden, beispielsweise Luftfahrtkarten, topografische Karten oder Anflugkarten von Flugplätzen.

Das System bietet weiter die Möglichkeit, eine elektronische Hindernisdatenbank zu hinterlegen, die periodisch aktualisiert werden kann. Die darin gespeicherten Hindernisse werden dann auf der gewählten Karte überlagert. Somit verfügt die Besatzung während des Fluges jederzeit über eine grafische Darstellung der Position des Luftfahrzeuges relativ zu den verzeichneten Hindernissen.

Ein derartiges System war im Helikopter HB-XPQ nicht eingebaut. Dies war nicht vorgeschrieben.

1.13.4 Floice

Das Kollisionswarngerät Floice ist eine Weiterentwicklung des Flarm und warnt bei Kollisionsgefahr einerseits vor anderen Luftfahrzeugen, die ebenfalls mit entsprechenden Geräten (Flarm bzw. Floice) ausgerüstet sind, andererseits vor in einer Datenbank gespeicherten fixen Luftfahrthindernissen, die periodisch aktualisiert werden kann. Das Gerät verwendet dazu die Position und den momentanen Geschwindigkeitsvektor des eigenen Luftfahrzeuges, bestimmt mittels GPS sowie die entsprechenden Daten anderer Luftfahrzeuge bzw. die fixen Koordinaten samt Höhen von Hindernissen in der Datenbank.

Gemäss Pilotenhandbuch des Gerätes funktioniert das Warnen vor Hindernissen wie folgt:

„Kollisionspunkte mit Hindernissen werden mit der Tangentialen zur aktuellen Flugbahn berechnet. Das gemeldete Hindernis befindet sich also immer in der aktuellen Bewegungsrichtung. Es wird immer nur das aktuell gefährlichste Hindernis gemeldet.

Meldungen von Hindernissen haben das Format:

<Warnton> „Obstruction“ <Distanz>

Je nach Vorwarnzeit zum berechneten Begegnungspunkt werden unterschiedliche Warntöne erzeugt:

- 10 Sekunden oder weniger: Sirenenton
- 10 bis 19 Sekunden: Doppelpieps
- 19 bis 28 Sekunden: Pieps

Die Distanz wird in Hektometer gemeldet, „One“ entspricht 100 m, „Four“ entspricht 400 m. (...) Distanzen unter 50 m werden nicht gemeldet. Distanzen werden gerundet (...).“

Die akustische Warnung wird ins Intercom eingespeist. Daneben wird die Warnung noch zusätzlich optisch über LED am Gerät angezeigt.

Ein derartiges System war im Helikopter HB-XPQ üblicherweise eingebaut, beim Unfallflug aber nicht vorhanden. Ein Einbau war nicht vorgeschrieben.

1.14 Angaben zum Floice der HB-XPQ

1.14.1 Hintergrund

Im Helikopter HB-XPQ war üblicherweise ein Kollisionswarngerät Floice eingebaut. Im Rahmen der kurz vor dem Unfall durchgeführten Revision des Helikopters

(vgl. Kapitel 1.7.3) wurde das Gerät ausgebaut und in einen anderen Helikopter eingebaut, dessen Floice einen Defekt aufwies. Dieses defekte Gerät wurde anschliessend an den Hersteller zur Reparatur eingesandt. Nach erfolgter Reparatur wurde das Gerät an das Flugbetriebsunternehmen retourniert und für den Einbau in die HB-XPQ nach der Revision vorgesehen.

Beim Wiedereinbau und dem anschliessenden Test im Hangar ertönte die akustische Warnung „NO GPS“. Der betreffende Mitarbeiter, der kein Avioniker war, erachtete das Gerät als nicht in Ordnung und baute es deshalb wieder aus, um es erneut an den Hersteller einzusenden.

Beim Unfallflug war das Gerät somit nicht vorhanden.

1.14.2 Funktionskontrolle und Rekonstruktionsflüge

Das nicht eingebaute Gerät wurde nach dem Unfall sichergestellt und am Boden wie im Flug einer ersten Funktionskontrolle unterzogen. Dabei konnte keine Fehlfunktion festgestellt werden.

Laut Angaben des Herstellers ist die Meldung „NO GPS“ eine normale Zustandsnachricht, da der Verlust der GPS-Position durch verschiedene Einflüsse auftreten und auch schnell wieder verschwinden kann. Dies ist im Handbuch nicht im Detail beschrieben.

Um zu überprüfen, ob das Mitführen des Gerätes auf dem Unfallflug die Kollision mit dem Unfallkabel allenfalls hätte verhindern können, wurden im Mai 2013 Rekonstruktionsflüge im Unfallgebiet durchgeführt. Dabei konnten die folgenden Feststellungen gemacht werden:

- Das Floice, das für die HB-XPQ vorgesehen war, funktionierte im Rahmen der getesteten Manöver einwandfrei.
- Das Gerät reagierte sensibel auf Änderungen des Flugvektors und warnte nur, wenn der momentane Flugvektor auf das Hindernis (bzw. die entsprechend hinterlegten Koordinaten samt Höhen) zeigte und eine Kollision innert der entsprechenden Vorwarnzeit erfolgen würde. Die Vorwarnzeiten bei der ersten Warnung lagen bei den geflogenen Manövern im Rahmen der Rekonstruktionsflüge immer über mindestens rund 10 s.
- Beim Nachfliegen des mutmasslichen Flugweges der HB-XPQ in der Endphase des Unfallfluges (vgl. Anlage 1), mit leicht unterschiedlichen Höhen, leicht variierenden Flugwegen und unterschiedlichen Geschwindigkeiten, erfolgte in allen Fällen eine zeitgerechte Warnung vor dem Unfallkabel. Und zwar sowohl beim Einfliegen in das Tal des Eggbachs als auch beim Verlassen des Selbigen.
- Es konnte beim Nachfliegen des mutmasslichen Flugweges der HB-XPQ in der Endphase des Unfallfluges kein *overflow* an Warnungen festgestellt werden. Ein solcher wäre aufgrund der zahlreich vorhandenen Hindernisse im Unfallgebiet grundsätzlich denkbar.

Zusammengefasst kann somit festgehalten werden, dass das Gerät im Rahmen der Rekonstruktionsflüge zuverlässig, sensibel in Bezug auf den momentanen Flugvektor und zeitgerecht vor dem Unfallkabel warnte.

1.15 Zusätzliche Angaben

1.15.1 Mindestflughöhen

Die Verordnung über die Verkehrsregeln für Luftfahrzeuge (VVR) schreibt für VFR-Flüge über dicht besiedelten Zonen von Ortschaften und über Schauplätzen grösserer Veranstaltungen eine Flughöhe von mindestens 300 m über Grund, anderswo eine solche von mindestens 150 m über Grund oder Wasser vor.

Die Mindestflughöhen dürfen, soweit erforderlich, unter anderem unterschritten werden für die Bedürfnisse von Abflug und Landung sowie mit Helikoptern zu Ausbildungszwecken ausserhalb von dicht besiedeltem Wohngebiet.

1.15.2 Mögliche Landung beim Landeplatz „Latrejefeld“

Am Tag nach dem Unfall wurde per Helikopter im Gebiet des Landeplatzes „Latrejefeld“ (vgl. Anlage 1) nach Spuren einer möglichen Landung der HB-XPQ gesucht. Das Gelände war noch teilweise schneebedeckt, so dass Spuren, falls eine Landung im Schnee erfolgt wäre, gut sichtbar hätten sein müssen. Es konnte keine Landestelle identifiziert werden.

1.15.3 Kampagnen des Bundesamtes für Zivilluftfahrt

Das BAZL publizierte zur Sensibilisierung der Piloten vor der Gefahr möglicher Kabelkollisionen verschiedentlich Merkblätter, Informationen und Plakate.

Im Jahr 1972 wurde das Merkblatt „Piloten Achtung Kabel“ veröffentlicht.

Im Oktober 2008 publizierte das BAZL im Rahmen der *lessons learned* des Meldesystems SWANS (*swiss aviation notification system*) das Schreiben SWANS-LL-2008-002 „Vorsicht vor Kabeln“. Darin wird unter anderem festgehalten: [Fett-druck im Original]

„Obwohl die verschiedenen Massnahmen das Bewusstsein für die Thematik geschärft haben, ereignen sich nach wie vor zu viele Zwischenfälle. Aus diesem Grund sieht das BAZL erneut Handlungsbedarf. Mit einer «Safety Awareness Campaign» in Form einer Plakatkampagne will das BAZL die Marktteilnehmer auf das anhaltende Risiko hinweisen mit dem entscheidenden Ziel, einen Beitrag zur Reduktion des Gefahrenpotenzials durch Kabel und Drähte zu leisten. Die Botschaft lautet:

Mit Grundwissen, guter Vorbereitung, offenen Augen und richtiger Flugtaktik lässt sich die Gefahr einer Kollision mit Kabel minimieren!

Eine entsprechende Kampagne mit Plakaten folgte.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Helikopter

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

Die festgestellten Schleifspuren in Verdichter und Turbine sprechen für ein laufendes Triebwerk zum Zeitpunkt des Aufpralls. Die Delle im hinteren Bereich der Brennkammer kann auf den Aufprall zurückgeführt werden. Es bestehen somit keine Hinweise, dass das Triebwerk bis zum Zeitpunkt des Aufpralls nicht ordnungsgemäss funktionierte.

Die etwas auffälligen Beschädigungen am Kupplungsgehäuse des *main drive shaft* lassen sich durchaus mit dem Unfallverlauf in Einklang bringen. Dass im Rahmen der umfangreichen Revisionsarbeiten am Helikopter kurz vor dem Unfall ein Bolzen vergessen oder eine Mutter nicht vollständig angezogen worden war, ist grundsätzlich denkbar, erscheint aber angesichts des einwandfreien Funktionierens des Helikopters während mehrerer Flugstunden unwahrscheinlich.

Die an mehreren Stellen über die gesamte Länge der Hauptrotorblätter gefundenen Eindruckspuren des Drahtseiles sowie die Spuren am einen *pitchlink* deuten darauf hin, dass der Helikopter mit den Rotorblattspitzen mit dem Seil kollidierte und sich dieses anschliessend in Richtung Zentrum des Rotors bewegte. Dies führte einerseits zu einer Verzögerung und Ablenkung des Helikopters entlang seiner Flugbahn, andererseits zu einem Drehmoment im Uhrzeigersinn um die Hochachse. Dies kann den beobachteten, stark schiebenden Flug des Helikopters sowie die „*schwankenden*“ Bewegungen kurz vor dem Absturz, wie auch den Flugweg (vgl. Anlage 1), erklären. Als Folge der Kollision wurde der Helikopter unkontrollierbar und stürzte ab.

Die nach dem Unfall festgestellte Position des *twist grip* in der Position *idle* ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Besatzung die Leistung verringerte, weil der Helikopter nach der Kollision mit dem Drahtseil grossen Drehmomenten ausgesetzt war. Denkbar ist auch, dass diese Leistungseinstellung durch den Aufschlag am Boden entstand. Aufgrund der Topografie erscheint es hingegen unwahrscheinlich, dass die Besatzung den Gasdrehgriff schon vor der Kollision mit dem Drahtseil zu Trainingszwecken bewusst in die Leerlaufstellung gebracht hatte.

2.1.2 Kabelkapsystem

Falls die Hauptrotorblätter direkt mit dem Seil kollidierten, wäre auch ein installiertes Kabelkapsystem wirkungslos geblieben.

Angesichts des grossen Seildurchmessers von 14.6 mm wäre die Wirksamkeit eines solchen Systems grundsätzlich fraglich gewesen.

2.1.3 Floice

Der nach der Revision des Helikopters mit dem Einbau des Floice-Gerätes betraute Mitarbeiter führte die Funktionskontrolle im Hangar durch. Dadurch konnte das Floice keine Signale von GPS-Satelliten empfangen und gab wie vorgesehen die Meldung „*NO GPS*“ aus. Der Mitarbeiter war kein Avioniker und offenbar mit den zu erwartenden Zustandswarnungen und Meldungen nicht vertraut, so dass er das Gerät aufgrund dieser Meldung als defekt ansah und es wieder aus der HB-XPQ entfernte.

Im Rahmen der Untersuchung des vorliegenden Unfalls konnten keine Fehlfunktionen des Floice-Geräts festgestellt werden.

Weiter zeigten Rekonstruktionsflüge, dass die Besatzung mit grosser Wahrscheinlichkeit zeitgerecht vor der drohenden Kollision mit dem Unfallkabel gewarnt worden wäre, wenn das Kollisionswarngerät Floice in der HB-XPQ eingebaut gewesen und benutzt worden wäre.

2.1.4 Transportseilbahn

Aufgrund des Längsprofils des Seiles und der topografischen Verhältnisse muss die Transportseilbahn – die abgelegene Lage nicht berücksichtigend – für die Luftfahrt als gefährlich eingestuft werden:

- Das Seil überspannt die Talsohle und erreicht dort, ungefähr Mitte Tal, eine grösste Höhe über Grund von ca. 90 m.
- Die Bergstation liegt in einem Einschnitt des Geländes und ist aus den Richtungen quer zum Seil praktisch nicht sichtbar.
- Die Talstation ist bei einem Einflug vom Spiggegrund her nicht sichtbar, da sie hinter Bäumen liegt.
- Das Seil selber ist bei einer ungefähr horizontalen Annäherung praktisch nicht sichtbar.

Die Transportseilbahn war im Luftfahrthindernisregister des BAZL verzeichnet und sowohl auf der Luftfahrthinderniskarte als auch in den entsprechenden elektronischen Datenbanken vorhanden. Dies entsprach den Vorgaben der LFHR.

Die Transportseilbahn war nicht markiert. Die Bewilligung des BAZL vom 1. Juli 2008 an die Besitzer der Bahn enthielt keine Auflagen hinsichtlich einer Markierung. Gemäss LFHR, Kapitel 4.2.2., hätte das Hindernis mit einer verzeichneten maximalen Höhe über Grund von 100 m und einer tatsächlichen von ca. 90 m markiert sein sollen, ausser es wäre gemäss Kapitel 4.1 der LFHR mit Warnkörpern versehen gewesen – dies war nicht der Fall –, es wäre durch ein anderes Hindernis abgeschattet worden – dies war nicht der Fall –, oder es hätte durch seine Art, Form und Standort keine Gefahr für die Luftfahrt bedeutet.

Das BAZL kann nicht belegen, wie es zu diesem Entscheid kam.

Wie oben dargelegt, handelte es sich beim Unfallkabel um ein gefährliches Luftfahrthindernis, das bei einer konsequenten Anwendung der LFHR hätte markiert sein sollen.

Eine Markierung mit Warnkörpern gemäss Kapitel 4.1 der LFHR hätte mässige Wirksamkeit gehabt, da Tal- und Bergstation der Bahn schlecht sichtbar sind. Ob der Unfall mit einer derartigen Markierung hätte verhindert werden können, muss daher offen bleiben.

Laut BAZL dient eine Markierung mit Kabelwarnern dazu, dem Piloten ein aufgrund der Publikationen schon bekanntes Hindernis im Gelände besser erkennbar bzw. identifizierbar zu machen. Kabelwarner helfen jedoch nicht, den Kabelverlauf für den Piloten per se wirksam sichtbar zu machen.

Eine Markierung mit Polyesterkugeln gemäss Kapitel 4.2.1. c) der LFHR wäre sicher wirksamer gewesen. Es ist daher wahrscheinlich, dass der Unfall mit einer derartigen Markierung hätte verhindert werden können.

Laut BAZL werden Transportseilbahnen bis zu einer maximalen Höhe über Grund von 100 m im Rahmen einer Gesamtbetrachtung aufgrund der anwendbaren Richtlinie lediglich mit Kabelwarnern ausgerüstet, falls eine Markierung als erforderlich erachtet wird. Zur Anbringung von Polyesterkugeln müsste ein zweites, parallel zur Transportseilbahn verlaufendes Kabel installiert werden, was in den wenigsten Fällen als verhältnismässig erachtet wird.

Nach dem Unfall nahm das BAZL eine Neu Beurteilung der Transportseilbahn vor (vgl. Kapitel 4.2.2). Obwohl die durch das BAZL zu diesem Zeitpunkt berücksichtigten Punkte die Gefährlichkeit dieses Hindernisses eher noch unterstreichen, wurde zunächst wiederum keine Markierung vorgeschrieben. Diese Beurteilung ist schwer nachvollziehbar.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugvorbereitung

Es liegen keine Hinweise vor, dass die im Rahmen des Checkfluges anzufliegenden Landeplätze dem Piloten und der Pilotin im Vorfeld des Fluges mitgeteilt worden waren. Dies schien der Fluglehrer nie so zu handhaben.

In der Regel gab er die anzufliegenden Landeplätze bei einem ausgedehnten Briefing unmittelbar vor dem Flug bekannt. Ein solches Briefing kann aufgrund der Tatsache, dass die Betankung des Helikopters und der Wechsel der Piloten zwischen den beiden Gebirgscheckflügen bei laufendem Triebwerk stattfand, für den Unfallflug nicht stattgefunden haben. Dies legt den Schluss nahe, dass die Landeplätze im Flug durch den Fluglehrer spontan festgelegt wurden.

Die fehlende Vorflugbesprechung (Briefing) verunmöglichte dem Piloten und der Pilotin eine adäquate Vorbereitung des Fluges in Bezug auf die Landeplätze und insbesondere die spezifische Hindernissituation. Die durch die Pilotin auf der Basis hinterlegte Flugvorbereitung war zwar grundsätzlich umfassend, konnte sich aber aufgrund der fehlenden Information über die anzufliegenden Landeplätze ebenfalls nicht auf die Hindernissituation erstrecken.

2.2.2 Flugverlauf

Aufgrund der Beobachtungen durch die Augenzeugen, der zeitlichen Verhältnisse und der Befunde an der Unfallstelle scheint der folgende generelle Ablauf des Fluges unter Berücksichtigung betrieblicher Aspekte plausibel:

Nach dem Start in Bern-Belp wurden zunächst mit dem Piloten am Steuer Landungen unter 2000 m/M durchgeführt. Ob dabei auf dem Überflug von Bern-Belp zur Alp „Uf der Schöni“ noch an anderen Stellen Landungen durchgeführt wurden, muss offen bleiben. Nach den Anflügen im Bereich der Alp „Uf der Schöni“ flog die Besatzung in die Region der „Blüemlisalp“ und führte in diesem Gebiet Landungen über 2000 m/M mit dem Piloten am Steuer durch.

Auf einem der Gebirgslandeplätze in dieser Gegend, wahrscheinlich kurz nach 17 Uhr, fand der Wechsel zwischen dem Piloten und der Pilotin statt. Es ist anzunehmen, dass dieser Wechsel bei laufendem Triebwerk stattfand.

Im Anschluss daran wurden mit der Pilotin am Steuer zunächst Landungen über 2000 m/M wieder im Gebiet der „Blüemlisalp“ durchgeführt. Anschliessend folgte der Überflug zur Alp „Uf der Schöni“, um mit Landungen unter 2000 m/M fortzufahren.

2.2.3 Flugdurchführung

Die Alp „Uf der Schöni“ ist ein bekannter Landeplatz in diesem Gebiet und wird regelmässig angefliegen. Der Landeplatz liegt auf einer Krete und ist in Bezug auf die Hindernissituation unkritisch.

Ein Anflug dieses Platzes war daher auch ohne detaillierte Vorbereitung seitens des Piloten und der Pilotin sicher durchführbar, zumal der Fluglehrer den Platz nachweislich kannte. Angesichts des fehlenden Briefings vor dem Flug war die Wahl dieses Landeplatzes durch den Fluglehrer situationsgerecht. Die Wahl ist zudem im Einklang mit den Eindrücken, die nach dem Unfall bei der Befragung der

Piloten, welche mit dem Fluglehrer diesen Checkflug auch absolviert hatten, gewonnen werden konnten.

Durch das danach beobachtete tiefe Absinken in den Talgrund des Spiggegrund begab sich die Besatzung in grundsätzlich durch Kabel überspannbares Gebiet. Die Wahl eines solchen Flugweges stellte daher ein erhöhtes Risiko dar, das verstärkt wurde durch die Tatsache, dass dieses Gebiet bekanntermassen als „kabelverseucht“ gilt (vgl. Anlage 1). Dies dürfte allen drei Besatzungsmitgliedern bewusst gewesen sein.

Die Wahl eines solchen Flugweges erstaunt und wirft Fragen auf:

Hätten andere, bekannte Landeplätze in diesem Gebiet angefliegen werden sollen, wie zum Beispiel „Latrejefeld“ oder „Glütsch“, hätte dies taktisch adäquat ohne Absinken in den Talgrund und daher ohne Kollisionsrisiko erfolgen können.

Angesichts des fehlenden Briefings und der generellen Auswahlkriterien des Fluglehrers für Landeplätze erscheint es unwahrscheinlich, dass er im Rahmen des Checkfluges einen Landeplatz tief im Spiggegrund oder im Tal des Eggbachs vorgab.

Die Befragung der Piloten, die mit dem Fluglehrer diesen Checkflug auch absolviert hatten, zeigt, dass er im Rahmen von Checkflügen keine Demonstrationen in Bezug auf Hindernisse zu machen pflegte. Daher erscheint es unwahrscheinlich, dass der Fluglehrer der Pilotin und dem Piloten gegen Ende des Checkfluges zur Weiterbildung etwas zeigen wollte.

Das tiefe Absinken in den Spiggegrund konnte sicher durchgeführt werden, sofern sich die Besatzung jederzeit über die aktuelle Position des Helikopters relativ zu den dort zahlreich vorhandenen Luftfahrthindernissen bewusst war. Da der Fluglehrer über profunde Gebietskenntnisse verfügte, insbesondere mit grosser Wahrscheinlichkeit auch bezüglich der lokalen Hindernissituation, war dies grundsätzlich gegeben. Der Pilot und die Pilotin verfügten kaum über derart detaillierte lokale Kenntnisse. Es gibt keine Hinweise, dass die Besatzung Luftfahrthinderniskarten oder entsprechende elektronische Hilfsmittel mitführte.

Der beobachtete Flugweg in der Endphase zeigt jedoch, dass sich die Besatzung mit grosser Wahrscheinlichkeit bereits beim Einflug ins Tal des Eggbachs der Präsenz des späteren Unfallkabels nicht bewusst war: Aufgrund der Beobachtungen des Augenzeugen bei der „Alti Weid“ kann geschlossen werden, dass die HB-XPQ sehr nahe am Transportseil, mit dem sie später kollidierte, vorbei in das Tal des Eggbachs einflog. Möglicherweise flog der Helikopter sogar unter dem Transportseil in das Seitental ein (vgl. Abb. 1). Aufgrund einer gewissen Bandbreite in Bezug auf die exakte Position des Helikopters aus Sicht des Augenzeugen sowie der speziellen Perspektive kann nicht abschliessend beurteilt werden, ob der Helikopter beim Einflug tatsächlich unter dem Unfallkabel hindurchflog.

Dem Fluglehrer war das Unfallkabel mit grosser Wahrscheinlichkeit bekannt. Trotzdem war er sich offenbar der aktuellen Position des Helikopters bezüglich des Transportseils nicht bewusst, so dass es schliesslich zu einer Kollision mit dem Kabel kam. Wie die Unfallforschung zeigt, ist ein solcher – häufig nur kurzfristiger – Verlust des Bewusstseins über die Gesamtsituation (*situational awareness*) auch bei erfahrenen Berufsleuten nicht ungewöhnlich.

Durch das Absinken weit unter die Kretenhöhe wählte die Besatzung aber auf jeden Fall einen Flugweg, bei dem das Risiko einer Kabelkollision grundsätzlich gegeben war. Es muss jedoch festgehalten werden, dass der Beweggrund für das Absinken offen bleibt.

2.2.4 Blendung durch Sonne

Aufgrund der Beobachtungen der Augenzeugen und des Verlaufs des Tals des Eggbachs flog der Helikopter unmittelbar vor der Kollision mit dem Kabel ungefähr einen Kurs von 220 Grad (vgl. Anlage 1). Eine Blendung der Besatzung durch die Sonne, die zu diesem Zeitpunkt ungefähr im Westen stand, war daher grundsätzlich möglich.

Die Abklärung der Wolkensituation im Unfallgebiet und westlich davon zeigt jedoch, dass der Himmel zum Unfallzeitpunkt mehrheitlich bedeckt war und die Sonne daher abgedeckt wurde. Eine Blendung erscheint daher unwahrscheinlich.

Beim Einflug ins Tal des Eggbachs fand sicher keine Blendung statt, da die Sonne dann aus Sicht der Besatzung zunächst links, dann hinten links stand.

Die Transportseilbahn ist auch ohne Blendung schlecht sichtbar. Um eine Kollision mit dem Kabel sicher vermeiden zu können, muss die Präsenz des Kabels bekannt sein. Eine rein visuelle Erkennung ist nur zufällig möglich.

2.2.5 Medizinische Aspekte

Angesichts des beobachteten Flugverlaufs in der Endphase und der Konstellation mit dem Fluglehrer auf dem vorderen linken Pilotensitz ist es unwahrscheinlich, dass die im Rahmen der Obduktion beim Piloten und der Pilotin festgestellten pathologischen Befunde beim Unfall eine Rolle spielten.

2.2.6 Rahmenbedingungen

Die diversen Führungsfunktionen des Fluglehrers innerhalb des Flugbetriebsunternehmens bzw. der angegliederten Flugschulorganisation und seine regelmäßige und intensive Tätigkeit als Fluglehrer, Prüfer und Pilot führten zu einer chronisch hohen Arbeitslast. Durch die geplante Überführung des Unternehmens in die neue, übergeordnete Struktur wurde dies in der Zeit vor dem Unfall noch akzentuiert.

Dazu kam ein relativ langer Arbeitsweg, der zusätzlich Zeit beanspruchte.

Die Planung des Unfallfluges zeigt exemplarisch, wie schwierig es für den Fluglehrer war, allen Bedürfnissen gerecht zu werden. Auch der Abflug zum Unfallflug ohne Briefing und nach einer Betankung bei laufendem Triebwerk illustriert den straffen Zeitplan des Fluglehrers.

Auch wenn kein direkt kausaler Zusammenhang zum Unfall hergestellt werden kann und sämtliche befragten Personen dem Fluglehrer eine aus ihrer Sicht kompetente und sichere Arbeitsweise attestierten, so barg die chronisch hohe Arbeitslast des Fluglehrers aus Sicht der Flugsicherheit zweifellos inhärente Risiken, indem sie möglicherweise zu einer langfristigen Ermüdung (*fatigue*) führte.

Die Pilotin arbeitete am Unfalltag bis etwa eine Stunde vor Beginn des Unfallfluges. Die dokumentierten Arbeitszeiten für den Unfalltag sowie für die Tage davor deuten nicht darauf hin, dass die Pilotin den Unfallflug übermüdet antrat.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Besatzung

- Die Piloten besaßen die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es ist unwahrscheinlich, dass gesundheitliche Einschränkungen der Piloten mit akutem Kontrollverlust (*disease-related inflight sudden incapacitation*) als Erklärung für den Unfall in Frage kommen.

3.1.2 Technische Aspekte

- Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.
- Masse und Schwerpunkt des Helikopters befanden sich während des gesamten Fluges innerhalb der vom Hersteller angegebenen Grenzen.
- Ein Notsender war eingebaut, wurde durch den Unfall aber zerstört. Es wurden keine Signale des Notsenders empfangen.

3.1.3 Flugverlauf

- Während des gesamten Fluges befand sich der Fluglehrer auf dem linken Pilotensitz.
- Um ca. 16:17 Uhr startete der Helikopter mit dem Piloten am Steuer von der Basis in Bern-Belp.
- Danach wurde der Helikopter beobachtet, wie er im Gebiet der Alp „Uf der Schöni“ zwei Landeanflüge durchführte.
- Im Anschluss flog der Helikopter in Richtung „Blüemlisalp“.
- Auf einem der Gebirgslandeplätze in der Region „Blüemlisalp“ dürfte kurz nach 17 Uhr der Wechsel zwischen dem Piloten und der Pilotin stattgefunden haben.
- 20 bis 30 Minuten nach der ersten Anflugsequenz im Bereich der Alp „Uf der Schöni“ kehrte der Helikopter aus dem Gebiet „Blüemlisalp“ zurück.
- In der Folge wurden erneut zwei Anflüge auf der Alp „Uf der Schöni“ durchgeführt.
- Danach sank der Helikopter in den Spiggegrund ab und flog zunächst auf der südlichen Talseite taleinwärts.
- Wenig später kehrte der Helikopter auf der nördlichen Talseite zurück und flog ins Tal des Eggbachs ein.
- Beim Einflug ins Tal des Eggbachs flog der Helikopter nahe am Transportseil, mit dem er später kollidierte, vorbei. Möglicherweise unterflog er es sogar.
- Ungefähr drei Minuten später kehrte der Helikopter aus dem Tal des Eggbachs zurück.
- Dabei kollidierte der Helikopter um ca. 17:40 Uhr mit dem Tragseil der Transportseilbahn vom „Eggmatti“ zum „Eggburgli“.
- Das Seil mit einem Durchmesser von 14.6 mm wurde durchtrennt.
- Der Helikopter wurde als Folge der Kollision unkontrollierbar und stürzte ab.
- Es entwickelte sich ein Aufschlagbrand.
- Alle drei Besatzungsmitglieder kamen ums Leben.

- Der Helikopter wurde zerstört.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Beim Flug handelte es sich um einen firmeninternen Gebirgscheckflug.
- Der Pilot und die Pilotin absolvierten diesen Checkflug auf einem gemeinsamen Flug.
- Es liegen keine Hinweise vor, dass dem Piloten und der Pilotin im Vorfeld des Fluges die anzufliegenden Landeplätze mitgeteilt worden waren.
- Vor dem Flug fand kein Briefing statt.
- Nach Rückkehr des Fluglehrers vom vorangehenden Checkflug wurde der Helikopter bei laufendem Triebwerk betankt.
- Ein Kollisionswarngerät Floice war üblicherweise im Helikopter eingebaut, beim Flug aber nicht vorhanden, da es als defekt erachtet und daher nicht eingebaut worden war.
- Die nach dem Unfall durchgeführten Funktionskontrollen zeigten, dass das betreffende Floice-Gerät funktionstüchtig war.
- Ein eingebautes und benutztes Kollisionswarngerät Floice hätte mit grosser Wahrscheinlichkeit zeitgerecht vor der drohenden Kollision mit dem Seil gewarnt.
- Die Transportseilbahn war im Luftfahrthindernisregister mit einer maximalen Höhe über Grund von 100 m verzeichnet und auf der Luftfahrthinderniskarte eingetragen.
- Die maximale Höhe über Grund des nach dem Unfall neu eingezogenen Seiles beträgt ca. 90 m und liegt nahe der Talmitte über dem Fluss.
- Die Transportseilbahn war nicht markiert.
- Das BAZL machte den Besitzern der Bahn keine Auflagen hinsichtlich einer Markierung.
- Bei einer konsequenten Anwendung der Luftfahrthindernis-Richtlinien hätte die Transportseilbahn markiert sein müssen.
- Die Transportseilbahn war aus der Luft nur schwer zu erkennen.
- Die Trennstelle des Seiles entspricht mit grosser Wahrscheinlichkeit auch der Kollisionsstelle der Hauptrotorblätter des Helikopters mit dem Seil und lag auf ca. 1770 m/M, ca. 70 m lotrecht über der Geländeoberfläche.
- Es gibt keine Hinweise, dass die Besatzung Luftfahrthinderniskarten oder entsprechende elektronische Hilfsmittel mitführte.
- Der Fluglehrer verfügte über profunde Gebietskenntnisse.
- Mit grosser Wahrscheinlichkeit war dem Fluglehrer das Unfallkabel bekannt.
- Der Fluglehrer hatte diverse Führungsfunktionen innerhalb des Flugbetriebsunternehmens bzw. der angegliederten Flugschulorganisation inne.
- Daneben übte er regelmässig und intensiv seine Tätigkeit als Fluglehrer, Prüfer und Pilot aus und war mit zusätzlichen Aufgaben im Rahmen der Umstrukturierung des Unternehmens betraut.
- Die Wetterverhältnisse hatten keinen Einfluss auf das Unfallgeschehen.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass der Helikopter mit dem Tragseil einer im Luftfahrthindernisregister verzeichneten, aber nicht markierten Transportseilbahn kollidierte und in der Folge abstürzte.

Die folgenden Faktoren wurden als kausal ermittelt:

- Fehlende *situational awareness* der Besatzung bezüglich des Luftfahrthindernisses.
- Wahl eines Flugweges, der angesichts der Voraussetzungen risikobehaftet war.
- Fehlendes Kollisionswarngerät Floice.

Die folgenden Faktoren haben zum Unfall beigetragen:

- Fehlendes Briefing vor dem Flug, was zu einer lückenhaften Flugvorbereitung führte.
- Fehlen jeglicher Markierung der Transportseilbahn.

Der folgende Faktor wurde weder als ursächlich noch als direkt beitragend, aber als risikoreich erkannt (*factor to risk*):

- Chronisch hohe Arbeitslast des Fluglehrers.

4 Sicherheitsempfehlungen und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der ICAO richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, die darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl 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 Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen (VFU) bezüglich der Umsetzung folgende Regelung vor:

„Art. 32 Sicherheitsempfehlungen

¹ Das UVEK richtet, gestützt auf die Sicherheitsempfehlungen in den Berichten der SUST sowie in den ausländischen Berichten, Umsetzungsaufträge oder Empfehlungen an das BAZL.

² Das BAZL informiert das UVEK periodisch über die Umsetzung der erteilten Aufträge oder Empfehlungen.

³ Das UVEK informiert die SUST mindestens zweimal jährlich über den Stand der Umsetzung beim BAZL.“

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Keine.

4.2 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.2.1 Flugbetriebsunternehmen

Die Funktionen, die der Fluglehrer innehatte, wurden nach dem Unfall auf mehrere Personen verteilt.

4.2.2 Bundesamt für Zivilluftfahrt

Das BAZL prüfte kurz nach dem Unfall, ob für die Transportseilbahn nach Einzug des neuen Seiles eine Markierung mit Kabelwarnern angeordnet werden solle oder nicht. Nach Berücksichtigung der lokalen Verhältnisse der Installation, der topografischen Situation und des Längsprofils des Seiles wurde entschieden, die Entscheidung vom 1. Juli 2008, wonach keine Markierung notwendig sei, nicht zu ändern.

In Bezug auf das Längsprofil des Seiles und die topografische Situation wurden nach Angaben des BAZL für diese Entscheidung die folgenden Aspekte berücksichtigt:

- maximale Höhe über Grund in Realität unter 85 m
- Höhe von 50 m über Grund während weniger als 50 % der Seillänge erreicht
- spezielle Geometrie des Seiles, ohne Zwischenmast, mit oberem Seilabschnitt in einem Einschnitt des Geländes und geringer Höhe über Grund
- Bergstation weit entfernt vom Seilabschnitt mit der grössten Höhe über Grund, Baumreihe südlich der Talstation
- Tal- und Bergstation basierend auf den Publikationen leicht lokalisierbar aus der Luft

Auch fand nach Angaben des BAZL eine Abschätzung des allfälligen Nutzens einer Installation von Kabelwarnern bei der Tal- und/oder Bergstation, um das Erkennen des Seiles aus der Luft zu erleichtern, statt. Dabei wurde davon ausgegangen, dass dem Piloten das Hindernis via eine Publikation (Luftfahrthinderniskarte, MovingTerrain usw.) bereits bekannt ist.

Das BAZL betont in diesem Zusammenhang, dass die Rolle der Publikationen entscheidend sei, damit der Pilot schon während der Flugvorbereitung über die während des Fluges zu berücksichtigenden Hindernisse informiert sei.

Auch hält das BAZL fest, dass die Einschätzung der Gefahr eines Hindernisses für die Luftfahrt und allfällige damit verbundene Auflagen seitens des BAZL stets auf einem Expertenurteil beruhen.

Im April 2013 trat eine neue Richtlinie für Luftfahrthindernisse in Kraft.

In Bezug auf die Markierung von Materialeilbahnen ausserhalb von überbautem Gebiet enthält diese neue Richtlinie keine wesentliche Änderung im Vergleich zu den Luftfahrthindernis-Richtlinien (LFHR) von 1993. Insbesondere sehen die Richtlinien vor, dass Materialeilbahnen ab einer maximalen Höhe über Grund von 60 m mit Kabelwarnern bei der Tal- und Bergstation und allfälligen Masten markiert werden sollen. Ab einer maximalen Höhe über Grund von 100 m oder bei besonderer Gefährdung sieht die Richtlinie eine Markierung mit orangen Kugeln an einem separaten Markierseil vor.

Abweichungen von diesen Sicherheitsmassnahmen sind in Spezialfällen möglich und werden durch das BAZL mittels Verfügung festgelegt.

Im August 2014, nach Vorliegen des Entwurfs des Schlussberichts der SUST, führte das BAZL gestützt auf die neue Luftfahrthindernis-Richtlinie von 2013 eine erneute Überprüfung der Transportseilbahn durch. Aufgrund des etwas strengeren Wortlauts der neuen Richtlinie kam es dabei zum Schluss, die Markierung der Tal- und Bergstation mittels Kabelwarnern nachträglich anzuordnen. Das BAZL ist jedoch der Meinung, dass solche Markierungen im vorliegenden Fall einen Unfall nicht verhindert hätten.

Payerne, 21. November 2014

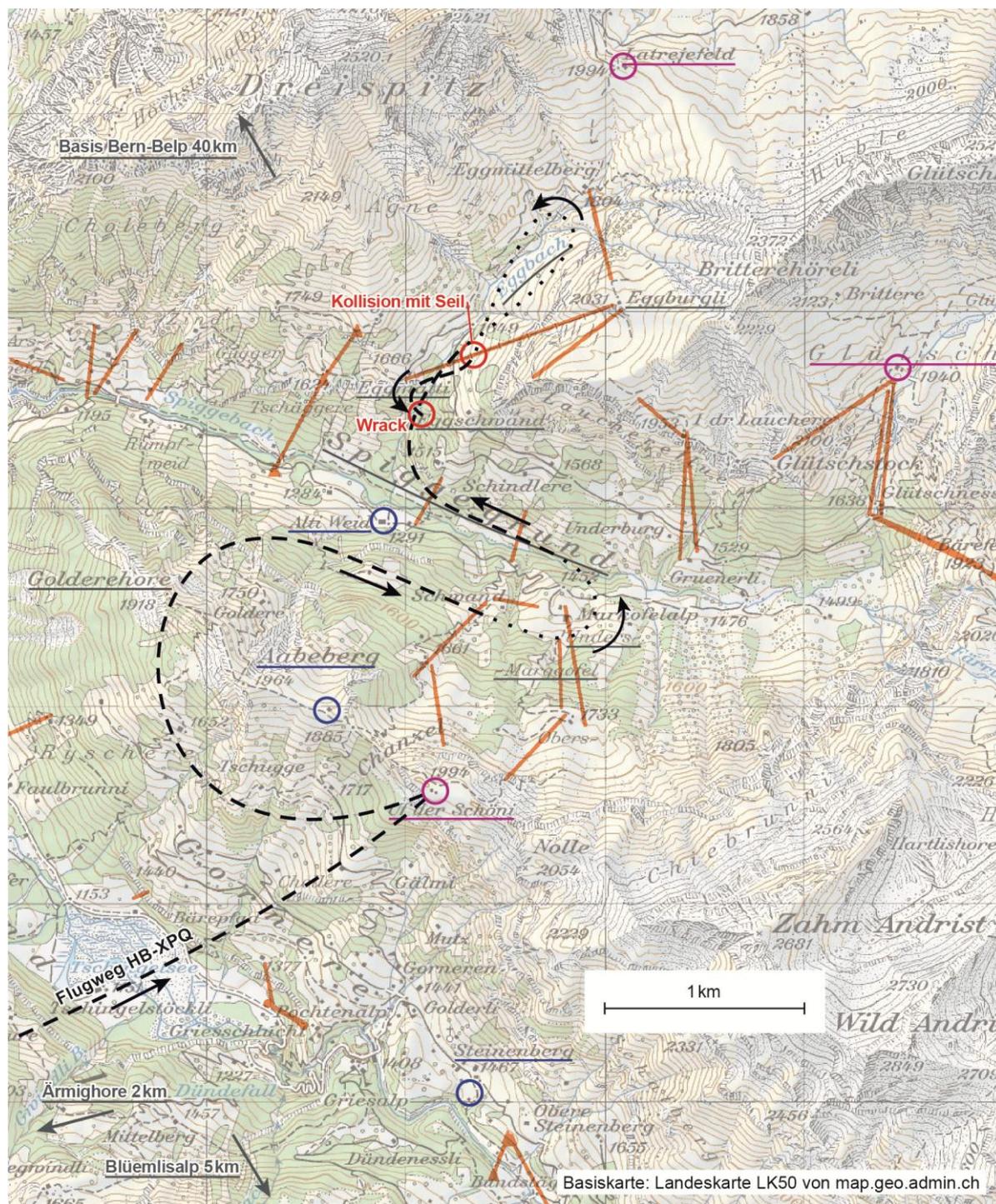
Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle

Dieser Schlussbericht wurde von der Geschäftsleitung der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 3 Abs. 4g der Verordnung über die Organisation der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle vom 23. März 2011).

Bern, 2. Dezember 2014

Anlagen

Anlage 1: Karte des Unfallgebietes



- Unterstrichen Im Bericht erwähnte geografische Bezeichnungen
- Flugweg HB-XPQ unmittelbar vor Unfall, rekonstruiert gemäss Augenzeugenberichten
- Flugweg HB-XPQ unbekannt
- Kollision mit Seil, Wrack
- Augenzeugen: Senn auf der Alp „Aabeberg“, Person bei der Alp „Steinberg“, Senn bei der „Alti Weid“
- Landeplätze: „Uf der Schöni“, „Glütsch“, „Latrejefeld“
- Luffahrthindernisse gemäss Hindernisdatenbank zum Unfallzeitpunkt

Anlage 3: Profil des nach dem Unfall eingezogenen neuen Seiles

