



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

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

Schlussbericht Nr. 2309 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Helikopters
Airbus Helicopters AS 350 B3, HB-ZIS,

vom 14. Juli 2015

Guggigletscher, Lauterbrunnen/BE

Causes

L'accident est dû à la perte de contrôle de l'hélicoptère en raison de l'instabilité de la charge externe provoquant des oscillations du câble de transport le long du fuselage occasionnant ainsi des dommages dans les zones des rotors principal et arrière.

Le facteur causal suivant a été identifié :

- une vitesse trop élevée avec une charge instable.

Les facteurs suivants ont joué un rôle dans l'accident :

- une réserve de carburant insuffisante ;
- l'absence d'évaluation du dispositif d'attache de la charge par l'entreprise de transport aérien ;
- un dispositif d'attache de la charge inapproprié pour cette mission de transport.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (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 Sicherheitsuntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

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

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

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

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

LT = MESZ = UTC + 2 h.

Inhaltsverzeichnis

Überblick	6
Untersuchung	6
Kurzdarstellung	6
Ursachen	7
Sicherheitsempfehlungen.....	7
1 Sachverhalt.....	8
1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf.....	8
1.1.1 Allgemeines	8
1.1.2 Vorgeschichte	8
1.1.3 Flugverlauf.....	10
1.1.4 Ort und Zeit des Unfalls	12
1.2 Personenschäden.....	13
1.2.1 Verletzte Personen	13
1.3 Schaden am Luftfahrzeug.....	13
1.4 Drittschaden.....	13
1.5 Angaben zu Personen.....	13
1.5.1 Flugbesatzung	13
1.5.1.1 Pilot.....	13
1.5.1.1.1 Flugerfahrung	14
1.5.1.1.2 Einsatzplan	14
1.5.2 Flughelfer 1.....	14
1.5.3 Flughelfer 2.....	14
1.5.4 Flughelfer 3.....	14
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	15
1.6.1 Allgemeine Angaben	15
1.6.2 Treibstoffanzeige	16
1.6.3 Aussenlastsystem.....	16
1.6.4 Berechnung der Flugleistungswerte.....	17
1.6.5 Helicopter Journey / Techlog.....	17
1.6.6 Unterlast	17
1.7 Meteorologische Angaben.....	18
1.7.1 Allgemeine Wetterlage	18
1.7.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Unfalls	18
1.7.3 Astronomische Angaben:	19
1.8 Navigationshilfen.....	19
1.9 Kommunikation	19
1.10 Angaben zum Flughafen.....	19
1.11 Flugschreiber.....	19
1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	20
1.12.1 Unfallstelle	20
1.12.2 Aufprall.....	21
1.12.3 Wrack.....	21
1.12.3.1 Helikopter.....	21
1.12.3.2 Unterlast	22
1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen.....	23
1.14 Feuer.....	23
1.15 Überlebensaspekte.....	23

1.15.1	Allgemeines	23
1.15.2	Suche und Rettung.....	23
1.16	Versuche und Forschungsergebnisse	24
1.16.1	Untersuchung von Zelle und Triebwerk.....	24
1.16.2	Angaben zur Transportleine	24
1.16.3	Visuelle Beurteilung der Überreste der Transportleine	25
1.16.4	Untersuchung der Unterlast.....	26
1.16.5	Aerodynamisches Verhalten der Unterlast während des Fluges	26
1.17	Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	27
1.17.1	Flugbetriebsunternehmen.....	27
1.17.1.1	Allgemeines	27
1.17.1.2	Basis Lauterbrunnen	27
1.17.1.3	Betriebshandbuch.....	27
1.17.1.4	Lastanschlagtechnik gemäss Flughelfer-Syllabus	29
1.17.2	Baufirma	30
1.18	Zusätzliche Angaben.....	31
1.18.1	Flugplanung	31
1.18.2	Verifizierung der verfügbaren Treibstoffreserve	31
2	Analyse	32
2.1	Technische Aspekte.....	32
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte	32
2.2.1	Auftragsabwicklung	32
2.2.2	Berechnung des notwendigen Treibstoffvorrats.....	32
2.2.3	Unfallflug.....	33
3	Schlussfolgerungen.....	34
3.1	Befunde	34
3.1.1	Technische Aspekte	34
3.1.2	Besatzungen.....	34
3.1.3	Rahmenbedingungen	34
3.1.4	Flugverlauf.....	34
3.1.5	Wrack.....	35
3.2	Ursachen	35
4	Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen	36
4.1	Sicherheitsempfehlungen.....	36
4.2	Sicherheitshinweise	36
4.3	Seit dem Unfall getroffene Massnahmen	36

Zusammenfassung

Überblick

Eigentümer	MX Management AG, Hauptstrasse 26, 3800 Interlaken
Halter	Air-Glacières SA, Case postale 27, 1951 Sion
Hersteller	Airbus Helicopters
Luftfahrzeugmuster	AS 350 B3
Eintragsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-ZIS
Ort	Guggigletscher, Gemeinde Lauterbrunnen/BE
Datum und Zeit	14. Juli 2015, 08:22 Uhr

Untersuchung

Der Unfall ereignete sich um 08:22 Uhr. Die Meldung traf um ca. 08:40 Uhr ein. Die Untersuchung wurde am 14. Juli 2015 unmittelbar nach Eingang der Meldung durch die Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Bern eröffnet. Frankreich ernannte einen bevollmächtigten Vertreter, der an der Untersuchung mitwirkte.

Für die Untersuchung standen folgende Grundlagen zur Verfügung:

- Beweissicherung vor Ort
- Datenaufzeichnung aus dem Kollisionswarn- und dem Kartendarstellungsgerät
- Befragungen
- Verschiedene Foto- und Videoaufnahmen
- Verschiedene Expertisen

Der vorliegende Schlussbericht wird durch die SUST veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Am Morgen des 14. Juli 2015 traf sich die vierköpfige Besatzung der HB-ZIS auf der Basis in Lauterbrunnen und wurde anschliessend mit einem Fahrzeug zum Standort des Helikopters nach Zweilütschinen transportiert. Geplant war, ein Tagesprogramm mit 17 Flugaufträgen durchzuführen. Kurz nach 06:50 Uhr startete der Helikopter AS 350 B3, eingetragen als HB-ZIS, mit rund 300 l Treibstoff an Bord zu seinem ersten Auftrag. Als die HB-ZIS im Verlaufe des Tagesprogramms in der Region Jungfrauoch eintraf, stiegen die drei Flughelfer aus und der Pilot führte die ersten Transportrotationen von der Forschungsstation zum Stolleneingang beim Bahnhof Jungfrauoch aus.

Der nächste Flugauftrag umfasste den Abtransport eines 600 kg schweren Daches vom Observatorium Sphinx zur Bahnstation Eigergletscher. Dieses Dach verfügte über vordefinierte Lastanschlüsse, damit es mit einem Helikopter abgehoben und wieder auf das Gebäude aufgesetzt werden konnte. Der vordefinierte Lastanschlag erschien den Beteiligten auch für den Abtransport des Daches als geeignet. Folglich beurteilte niemand die Qualität und Zweckmässigkeit im Detail und das Dach wurde in derselben Art und Weise wie in früheren Fällen angehängt. Da die HB-ZIS auf der Basis Lauterbrunnen betankt werden musste, wurde der Transport des Daches mit diesem Flug verbunden.

Als der Transportflug kurz vor 08:20 Uhr in Angriff genommen wurde, zeigte die Treibstoffanzeige der HB-ZIS gemäss Angaben eines Flughelfers noch 74 l an. Nach der Lastaufnahme beschleunigte der Pilot zügig auf eine Geschwindigkeit gegenüber dem Boden (*ground speed* – GS) von rund 50 kt. Die Last wurde dadurch zunehmend instabil. In der Folge kam es zu einem Seilüberwurf der 30 m langen Transportleine, der vielfache Spuren auf der HB-ZIS hinterliess. Der Helikopter wurde durch die entstandenen Beschädigungen unkontrollierbar und stürzte auf den Guggigletscher ab. Der Pilot wurde beim Aufprall tödlich verletzt und der Helikopter zerstört. Es entstand geringer Flurschaden.

Ursachen

Der Unfall ist auf einen Kontrollverlust des Helikopters zurückzuführen, nachdem es durch eine instabile Unterlast zu einem Seilüberwurf der Transportleine kam. Dieser führte zu Beschädigungen im Bereich von Heck- und Hauptrotor.

Als ursächlich wurde folgender Faktor ermittelt:

- eine zu hohe Fluggeschwindigkeit mit einer instabilen Last.

Als beitragend wurden folgende Faktoren ermittelt:

- ein unzureichender Treibstoffvorrat;
- die fehlende Beurteilung des Lastanschlages durch das Flugbetriebsunternehmen;
- ein für dieses Transportvorhaben ungeeigneter Lastanschlag.

Sicherheitsempfehlungen

Mit diesem Schlussbericht werden keine Sicherheitsempfehlungen und keine Sicherheitshinweise ausgesprochen.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Der Flug wurde nach Sichtflugregeln (*Visual Flight Rules* – VFR) durchgeführt. Es handelte sich um einen gewerbsmässigen Arbeitsflug mit Unterlast.

1.1.2 Vorgeschichte

Im Zusammenhang mit Umbauarbeiten an der hochalpinen Forschungsstation Jungfrauoch musste unter anderem beim Observatorium Sphinx ein Dach ersetzt werden. Dieses Dach diente zur Abdeckung einer Öffnung, durch die grösseres Gerät ins Innere des Labors eingebracht werden konnte. Das bestehende Pyramidendach, eine Holzkonstruktion mit Blech eingedeckt, stammte aus den siebziger Jahren.



Abbildung 1: Observatorium Sphinx, der rote Pfeil zeigt auf das Dach

Das Anheben des Daches erfolgte jeweils mit Hilfe eines Helikopters. Zu diesem Zweck wurden an vier fixen Positionen in der Holzkonstruktion unter dem Dach Drahtseilschlingen angebracht, die durch Bohrungen im Holz eingezogen wurden. Wann diese Schlingen angebracht wurden, konnte nicht erhoben werden. Zur Vorbereitung des Transportes musste das Dach mit Hilfe einer Stockwinde angehoben werden, um die Schlingen nach aussen zu führen. Anschliessend brachte man an den vier Schlingen Verlängerungen an, um den Lastanschlag für einen Helikoptertransport vorzubereiten.

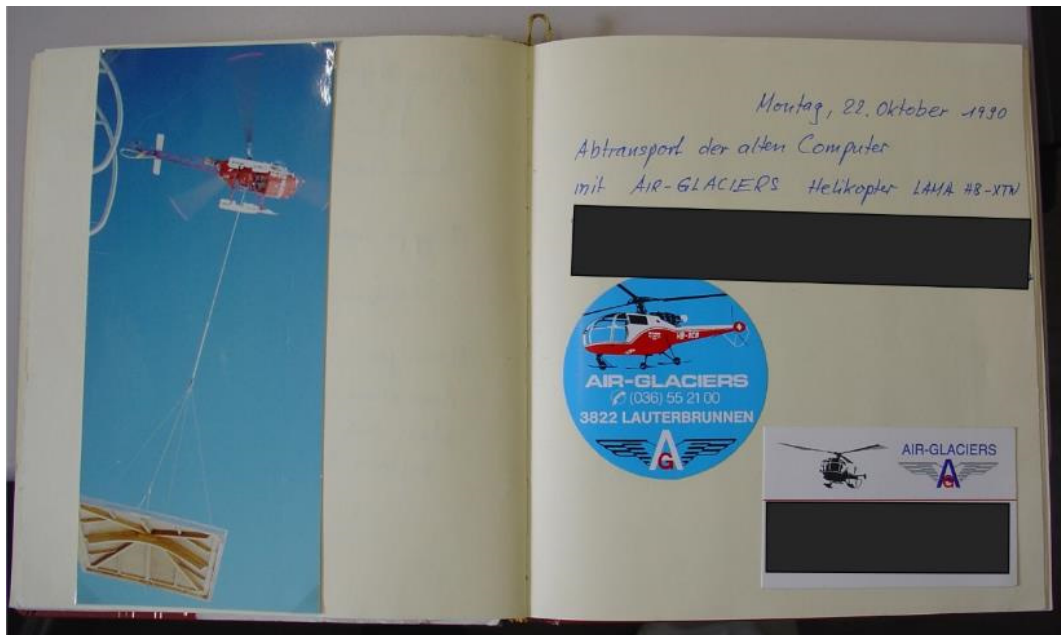


Abbildung 2: Dokumentation eines Dachtransports aus dem Jahre 1990.

Ursprünglich war geplant, das Dach abzuheben und in der Nähe auf dem Gletscher zu deponieren und für den Abtransport mit der Bahn vorzubereiten. Später änderte man diese Pläne und es wurde beabsichtigt, das Dach zur Bahnstation Eigergletscher zu fliegen. Von dort wäre das Dach anschliessend mit der Bahn ins Tal gelangt. Der Transport des Daches mit dem Helikopter war ein Teilauftrag in Zusammenhang mit weiteren Lastenflügen im Rahmen der Umbauarbeiten am Jungfrauoch. Als Datum wurde der 14. Juli 2015 festgelegt.

Am Vortag plante das Flugbetriebsunternehmen das Tagesprogramm der Besatzung des Helikopters AS 350 B3, eingetragen als HB-ZIS. Dafür waren ein Pilot und drei Flughelfer vorgesehen. Um die bis 08:00 Uhr geltende Flugbetriebseinschränkung auf der Helikopterbasis Lauterbrunnen umgehen zu können, wurde die HB-ZIS an diesem Tag nach dem Ende des Flugbetriebes bei Zweilütschinen mit 100 l Treibstoff im Tank im Gelände abgestellt. Der Pilot veranlasste, dass die AS 350 B3 mit 200 l aufgetankt wurde, sodass sich in der HB-ZIS 300 l Treibstoff befanden. Diese Betankung wurde weder im *techlog* der HB-ZIS noch in den Unterlagen des Tankfahrzeuges protokolliert. Nach Abschluss der Arbeiten begab sich die Besatzung zurück zur Basis. Auf der Basis führte der Pilot noch ein Gespräch mit einem erfahrenen Flughelfer bezüglich des anstehenden Transportfluges ab dem Observatorium Sphinx. Dabei kam zur Sprache, dass für den Transport zur Bahnstation Eigergletscher eine Transportseillänge von 70 m Sinn machen würde. Dadurch wäre es möglich gewesen, mit dem Helikopter im Bereich der Bahnstation zu landen. Anschliessend hätte der mitfliegende Flughelfer die Last und die Transportleine aushängen können. Der Lastanschlag wurde bei diesem Gespräch nicht thematisiert.

Am Morgen des 14. Juli 2015 traf sich die vierköpfige Besatzung der HB-ZIS auf der Basis in Lauterbrunnen. Nach Abschluss der üblichen Flugvorbereitungsarbeiten des Piloten wurden die Männer mit einem Fahrzeug nach Zweilütschinen transportiert. Diese bereiteten den Helikopter für das anstehende Tagesprogramm vor, das insgesamt 17 Flugaufträge mit 78 Rotationen vorsah. Nebst anderem Lastenmaterial wurden an diesem Tag drei Transportleinen von 20, 30 und 50 m Länge mitgenommen.

1.1.3 Flugverlauf

Kurz vor 06:50 Uhr startete der Pilot das Triebwerk HB-ZIS, um vier Passagiere in Richtung Männlichen Parwengi zu transportieren. Dabei war dem Piloten ein Flughelfer behilflich. Nachdem die Passagiere ausgestiegen waren, flog der Pilot zurück nach Zweilütschinen und nahm die übrigen Flughelfer und das restliche Material auf. Anschliessend setzte die Besatzung das Flugprogramm planmässig fort.

Kurz vor 08:00 Uhr flog die Besatzung bei der Mönchsjochhütte ab in Richtung Jungfrauoch, um mit den Flugaufträgen Nr. 7 und Nr. 8, beide zu Gunsten der hochalpinen Forschungsstation, zu beginnen. Der Auftrag Nr. 7 auf dem Programm beinhaltete den Abtransport des in Kapitel 1.1.2 beschriebenen Daches. Flugauftrag Nr. 8 sah vor, in rund 40 Rotationen diverses Abbruchmaterial von der Forschungsstation zum Stolleneingang beim Bahnhof Jungfrauoch zu transportieren. Während des Überfluges wurde der Flugauftrag Nr. 7 kurz besprochen. Dabei schien der Besatzung noch nicht klar gewesen zu sein, ob das Dach als Ganzes oder in Teilen transportiert werden sollte. Der Pilot erwähnte, dass sich an Bord der HB-ZIS noch Treibstoff für rund eine halbe Stunde befinde und er entschied deshalb, zuerst mit dem Auftrag Nr. 8 zu beginnen. Den Auftrag Nr. 7, den Abtransport des Daches vom Observatorium Sphinx zur Bahnstation Eigergletscher, plante er, mit dem Leerflug zur Helikopterbasis Lauterbrunnen zu verbinden, wo der Helikopter hätte betankt werden sollen.

In der Folge wurde der Flughelfer 2 auf dem Dach der Forschungsstation, dem Lastaufnahmeplatz des Auftrages Nr. 8, abgesetzt. Anschliessend landete der Helikopter auf dem westlich vom Jungfrauoch gelegenen Aussichts-Plateau, wo die beiden anderen Flughelfer das Material ausluden und ein Depot einrichteten. Nebst dem Anschlags- und Transportmaterial wurden auch noch Treibstoffkanister ausgeladen. Anschliessend begab sich der Flughelfer 1 zur Abladestelle vor dem Stolleneingang beim Bahnhof, westlich vom Restaurant. Der Flughelfer 3 wartete beim Materialdepot, bis er für den Flugauftrag Nr. 7 benötigt wurde.

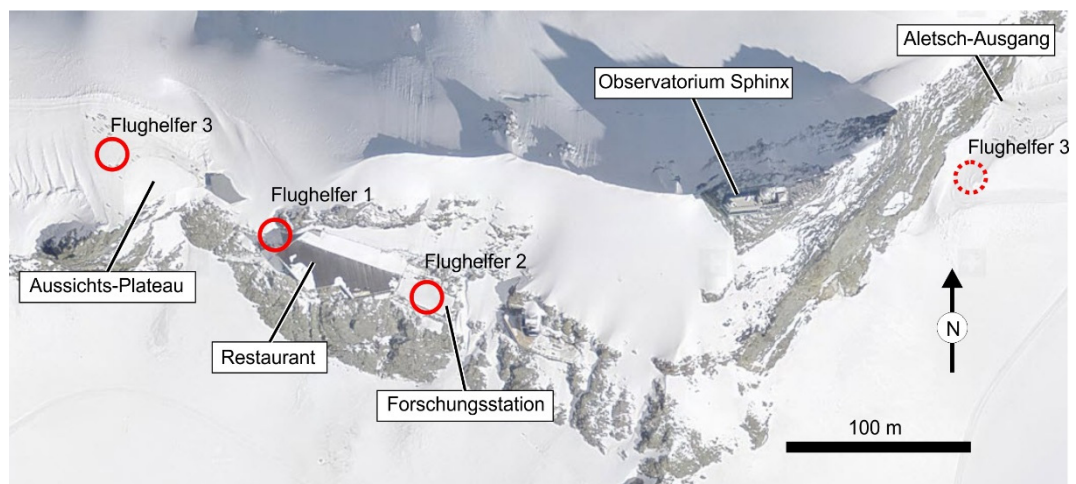


Abbildung 3: Luftbild mit den Standorten (rote Kreise) der Flughelfer vor Beginn der Flugaufträge Nr. 7 und Nr. 8. Der gestrichelte rote Kreis bezeichnet den Standort des Flughelfers 3 vor dem Unfallflug. Dieses Bild und alle folgenden Basiskarten in diesem Bericht sind mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie Swisstopo reproduziert worden (JA150149).

Beim Stolleneingang traf der Flughelfer 1 einen der zwei Monteure der Baufirma und übergab ihm vier 5 m lange Textilrundschnitten, die benutzt werden sollten, um die Last anzuschlagen. Dabei erfuhr der Flughelfer 1, dass das Dach des Flugauftrages Nr. 7 in einem Stück zur Helikopterbasis Lauterbrunnen geflogen werden sollte. Weiter erklärte der Monteur dem Flughelfer 1, dass die vier Rundschnitten

jeweils mit Schäkeln an den vormontierten Drahtseilschlingen des Daches befestigt würden. Der Flughelfer 1 ging davon aus, dass diese Schlingen an den vier Ecken des Daches vormontiert waren. Weiter fragte der Flughelfer 1, ob ihrerseits Hilfe zum Anhängen der Last vonnöten sei. Der Monteur verneinte und der Flughelfer 1 nahm dies zur Kenntnis. Ihm war bekannt, dass die Monteure, aufgrund des Tätigkeitsbereichs ihres Arbeitgebers mit An- und Abhängen von Lasten an einem Helikopter erfahren waren.

Die Information, das Dach nach Lauterbrunnen zu fliegen, wurde dem Piloten mittels Funk mitgeteilt. Weiter erklärten die beiden Monteure später, dass der Lastanschlag dieses Daches aufgrund der bestehenden Drahtseilschlingen aus Ihrer Sicht vorgegeben war und erwarteten deshalb auch keine Probleme. Der Lastanschlag wurde weder thematisiert noch überprüft.

Während den ersten Rotationen des Auftrags Nr. 8 fragte der Pilot den Flughelfer 1 über Funk, ob das Dach beim Observatorium Sphinx zum Abtransport bereit sei und welche Transportleine für diesen Auftrag geplant sei. Der Flughelfer 1 antwortete, dass er Ersteres nicht wisse, da die beiden Monteure der Baufirma die Last anhängen würden. Weiter schlug er dem Piloten vor, kurz aus der Luft zu schauen, inwieweit der Abtransport bereit sei. Er schlug dem Piloten vor, eine Transportleine von 50 m Länge zu verwenden. Anschliessend wies der Pilot den Flughelfer 3 per Funk an, das Material so vorzubereiten.

Nach geschätzten 10 bis 12 Rotationen landete der Helikopter auf dem Aussichts-Plateau, wo der Flughelfer 3 die Transportleine vorbereitet hatte. Dieser verlängerte die bestehende Transportleine auf insgesamt 50 m und stieg in den Helikopter ein. Anschliessend flog die HB-ZIS hoch zum Observatorium Sphinx. Nachdem der Pilot das Dach aus der Luft begutachtet hatte, sagte er zum Flughelfer 3, dass eine 30 m Transportleine ausreiche. Anschliessend flog er die HB-ZIS zum sogenannten Aletsch-Ausgang und landete. Der Flughelfer 3 stieg aus und verkürzte die Transportleine auf 30 m.

Da das Dach nun direkt nach Lauterbrunnen geflogen wurde, wurde der Flughelfer 3 nicht mehr benötigt. Dieser blieb auf dem Jungfraujoch zurück. Beim Aussteigen aus der HB-ZIS blickte er noch kurz auf die Treibstoffanzeige des Helikopters, die einen Wert von 74 l anzeigte.

Als die 30 m Leine eingehängt war, flog der Pilot zurück zum Observatorium Sphinx. Der Helikopter schwebte über der Plattform ein. Das Anhängen der Last durch den Monteur erfolgte ohne Probleme. Der Helikopter hob die Last zügig ab und flog in Richtung Wengen.



Abbildung 4: Die HB-ZIS beim Wegflug nach der Lastaufnahme

Der Pilot beschleunigte dabei die HB-ZIS stetig auf eine Geschwindigkeit gegenüber dem Boden (*ground speed – GS*) von rund 50 kt und leitete einen leichten Sinkflug ein. Die Last hing dabei zunächst ruhig. Doch plötzlich stellte sich das Dach vertikal auf. Der Helikopter änderte leicht seine Lage. Anschliessend fiel das Dach wieder in die Lastaufnahmen. Danach begann der Helikopter zu schlingern und zeitgleich pendelte und drehte sich die Last. Die Personen beim Observatorium Sphinx konnten nun kurzzeitig die Unterseite des Daches sehen. Plötzlich löste sich die Last und stürzte Richtung Guggigletscher. Als die Personen zum Helikopter blickten, sahen sie, dass die Nase des Helikopters rund 50° bis 60° nach oben zeigte. Eine Person meinte zu diesem Zeitpunkt auch eine weissliche Wolke gesehen zu haben. Anschliessend bewegte sich die HB-ZIS rückwärts und begann seitwärts weg zu drehen. Danach erschien es zunächst, als würde der Helikopter wieder eine normale Fluglage einnehmen. Die HB-ZIS begann nun aber stark zu sinken. Der Helikopter prallte in fast horizontaler Lage und mit geringer Vorwärtsgeschwindigkeit auf den Guggigletscher auf. Der Pilot kam dabei ums Leben und der Helikopter brannte teilweise aus. Mehrere Personen beobachteten den Unfall und alarmierten sofort die Polizei.

1.1.4 Ort und Zeit des Unfalls

Unfallort	Guggigletscher, Gemeinde Lauterbrunnen/BE 17 km südsüdöstlich von Interlaken
Datum und Zeit	14. Juli 2015 08:22 Uhr
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Koordinaten des Wracks	641 440 / 156 111 (<i>swiss grid</i> 1903)
Höhe	2790 m/M 9154 ft AMSL

Koordinaten der Endlage
der Unterlast 641 653 / 156 133 (*swiss grid* 1903)

Höhe 2850 m/M
9350 ft AMSL

1.2 Personenschäden

1.2.1 Verletzte Personen

Verletzungen	Besatzungs- mitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	1	0	1	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	0	0	0	Nicht zutreffend
Gesamthaft	1	0	1	0

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Der Helikopter wurde zerstört.

1.4 Drittschaden

Es entstand geringer Flurschaden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Flugbesatzung

1.5.1.1 Pilot

Person	Schweizer Bürger, Jahrgang 1964
Lizenz	Berufspilotenlizenz für Helikopter (<i>Commercial Pilot Licence Helicopter – CPL(H)</i>) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Aviation Safety Agency – EASA</i>), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL).
Berechtigungen	Musterberechtigung AS 350 als verantwortlicher Pilot, gültig bis 31. März 2016 Gebirgslandungen (<i>Mountain Flying – MOU(H)</i>) Fliegen mit Unterlasten (<i>External Cargo Cling – ECS</i>)
Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>Operators Proficiency Check (OPC)</i> vom 28. April 2015
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, VNL (<i>shall have available corrective lenses for near vision</i>). Gültig vom 4. Februar 2015 bis 13. August 2015
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	4. Februar 2015

1.5.1.1.1 Flugerfahrung

Gesamthaft	9139:21 h
davon auf dem Unfallmuster	1888:22 h
Während der letzten 90 Tage	67:46 h
davon auf dem Unfallmuster	61:18 h

Der Pilot war ein langjähriger Mitarbeiter des Flugbetriebsunternehmens und verfügte über eine fundierte Erfahrung in Bezug auf die Gebirgsfliegerei mit Unterlasten.

1.5.1.1.2 Einsatzplan

In der Woche vor dem Unfall beinhaltete der Einsatzplan das folgende Flugprogramm:

07.07.2015	Frei			
08.07.2015	HB-ZIS	AS 350 B3	1:12 h	17 Rotationen
09.07.2015	HB-ZNR	AS 350 B3	4:22 h	62 Rotationen
10.07.2015	Frei			
11.07.2015	HB-ZRK	EC 135	1:35 h	4 Rotationen
12.07.2015	Frei			
13.07.2015	HB-ZIS	AS 350 B3	2:17 h	49 Rotationen

1.5.2 Flughelfer 1

Schweizer Bürger, Jahrgang 1990

Im Mai 2014 begann der Flughelfer 1 mit seiner Ausbildung und arbeitete anschliessend im Flugbetriebsunternehmen. In den Wintermonaten fand jeweils ein Arbeitsunterbruch statt, da der Flughelfer eine Vollzeitbeschäftigung in einem Ski-gebiet ausübte. Vor 2014 war der Flughelfer 1 bereits gelegentlich an Wochenenden für das Flugbetriebsunternehmen im Hangar Dienst tätig. Er war am Unfalltag als Equipenchef eingeteilt.

1.5.3 Flughelfer 2

Schweizer Bürger, Jahrgang 1971

Der Flughelfer 2 begann diese Tätigkeit im Jahre 1993 beim Flugbetriebsunternehmen in nebenberuflicher Funktion. In den Jahren 1998 bis 2001 arbeitete er hauptberuflich als Flughelfer. Danach war der Flughelfer 2 beim Flugbetriebsunternehmen wieder in nebenberuflicher Funktion an rund 15 bis 25 Einsatztagen pro Jahr als Flughelfer tätig.

1.5.4 Flughelfer 3

Schweizer Bürger, Jahrgang 1990

Der Flughelfer 3 verfügte über eine Berufserfahrung von rund fünf Jahren. Die ersten drei Jahre war er bei einem anderen Flugbetriebsunternehmen als Flughelfer tätig.

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

1.6.1	Allgemeine Angaben	
	Eintragungszeichen	HB-ZIS
	Luftfahrzeugmuster	Airbus Helicopters AS 350 B3
	Charakteristik	Einmotoriger Mehrzweckhubschrauber mit sechs Sitzplätzen und Kufenlandegestell. Vollartikulierter Hauptrotor mit drei Blättern, konventioneller Drehmomentausgleich mit Heckrotor.
	Hersteller	Airbus Helicopters, Frankreich
	Baujahr	2008
	Werknummer	4493
	Eigentümer	MX Management AG, Hauptstrasse 26, 3800 Interlaken
	Halter	Air-Glacières SA, Case postale 27, 1951 Sion
	Triebwerk	Turbomeca Arriel 2B1, Werknummer 46456
	Ausrüstung	VFR-Ausrüstung mit Kartendarstellungsgerät MovingTerrain Kollisionswarngerät PowerFlarm Aussenlastsystem (<i>cargo swing</i>) und Aussenspiegel
	Betriebsstunden	Zelle: 4941 h (TSN ¹) Triebwerk: 1464 h (TSN)
	Höchstzulässige Massen	Höchstzulässige Abflugmasse: 2250 kg Höchstzulässige Masse mit Aussenlasten: 2800 kg
	Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Helikopters zum Unfallzeitpunkt betrug 2035 kg. Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Flughandbuch (<i>Flight Manual – FLM</i>) zulässigen Grenzen.
	Unterhalt	Die letzte geplante Unterhaltsarbeit, eine 100-h-Kontrolle an Zelle und Triebwerk wurde am 29. Juni 2015 bei 4902:21 Betriebsstunden bescheinigt.
	Technische Einschränkungen	In der <i>Hold Item List</i> (HIL) waren keine offenen Punkte eingetragen.
	Zugelassene Treibstoffqualität	Flugpetrol JET A1

¹ Betriebszeit seit Herstellung (*time since new – TSN*)

Eintragungszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 4. Juni 2013, gültig bis zur Löschung aus dem Luftfahrzeugregister.
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 14. Juli 2008, gültig bis auf Widerruf.
Lufttüchtigkeits-Folgezeugnis	Datum der Ausstellung: 25. Februar 2015 Datum des Ablaufs der Gültigkeit: 18. März 2016
Zulassungsbereich	Gewerbsmässig
Kategorie	VFR bei Tag

1.6.2 Treibstoffanzeige

Die HB-ZIS verfügte über einen 540 kg fassenden Treibstofftank. Die Treibstoffanzeige befand sich am linken Rand des oberen Bildschirms des *Vehicle and Engine Multifunction Display (VEMD)*. Die Anzeige bestand aus einem Balkendiagramm, das die Treibstoffmenge in Prozent anzeigte, und einer digitalen Anzeige in Liter unterhalb der graphischen Anzeige.

Sobald die Treibstoffmenge einen Wert von 60 l (48 kg) unterschreitet, leuchtet die bernsteinfarbene Warnung FUEL auf. In den Notverfahren des FLM wird der Pilot angewiesen, sobald wie möglich zu landen (*land as soon as possible*). Zudem steht der Hinweis, dass noch 15 Minuten Flugzeit im Dauerleistungsbetrieb verbleiben. Weiter wird vor grossen Fluglageänderungen gewarnt.

1.6.3 Aussenlastsystem

Die HB-ZIS war mit einem Aussenlastsystem vom Typ *cargo swing* ausgerüstet. Dieses System zeichnet sich durch eine pyramidenförmige Stahlkonstruktion (7) mit einem zentral angebrachten Drehhaken (2) aus, die mittels vier Stahlseilen (5 und 8) an der Rumpfunterseite (1 und 3) des Helikopters befestigt waren.

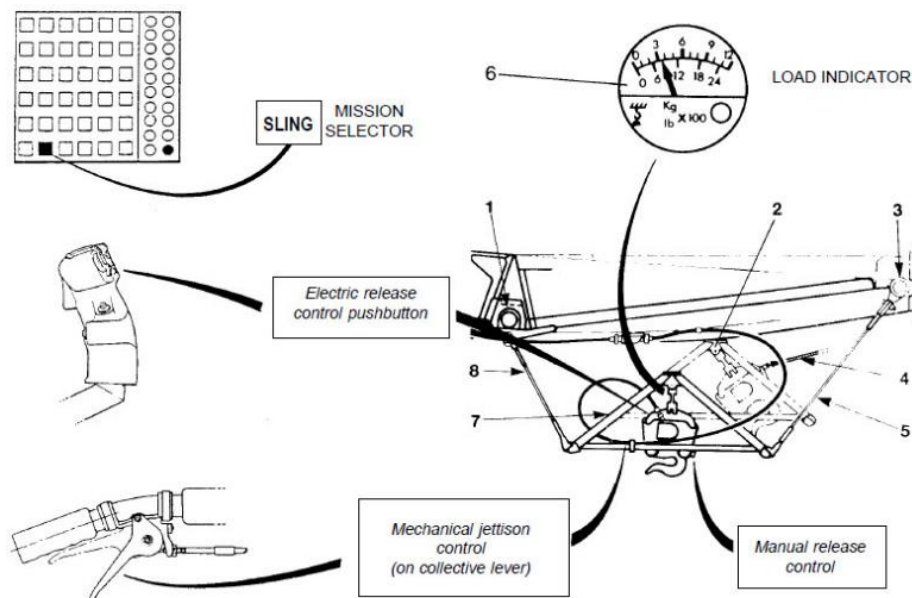


Abbildung 5: Illustration des Aussenlastsystems aus dem Flughandbuch von Airbus Helicopters.

Der Drehhaken kann im unbelasteten Zustand an einer elastischen Leine (4) zurückgehalten werden, um die Bodenfreiheit zu vergrössern. Der Drehhaken kann vom Cockpit aus elektrisch oder mechanisch betätigt werden. Zudem ist eine Lastwaage (6) eingebaut.

1.6.4 Berechnung der Flugleistungswerte

Unter Berücksichtigung der Druckhöhe und der Temperatur zum Unfallzeitpunkt bei der Lastaufnahme ergab eine Nachrechnung anhand der Tabelle des FLM, dass ein Schwebeflug ausserhalb des Bodeneffekts (*hover out of ground effect – HOGE*) bis zu einer Masse von rund 2150 kg möglich gewesen wäre. Dazu setzt der Hersteller folgende Bedingungen voraus:

- *No wind* [Kein Wind].
- *No P2 air bleed* [Keine Luftabgabe von der Kompressor-Stufe 2].
- *Maximum takeoff power* [Maximale Startleistung].

1.6.5 Helicopter Journey / Techlog

Das *helicopter journey / techlog* der HB-ZIS befand sich während des Unfalls nicht an Bord. Es wurde im Rahmen der Untersuchung auf der Basis Lauterbrunnen sichergestellt. Die letzte Tageskontrolle wurde am 13. Juli 2015 um 08:00 Uhr bescheinigt. Der am Unfall beteiligte Pilot flog an jenem Tag mit der HB-ZIS und bescheinigte einen Treibstoffstand von 230 l an Bord. Anschliessend flog er zwischen 08:00 Uhr und 17:20 Uhr insgesamt während 2:17 h.

Für den 14. Juli 2015 finden sich diesbezüglich im *journey / techlog* keine Eintragungen.

Gemäss Angaben des Basisleiters war es gängige Praxis, bei einem Abstellen des Helikopters im Gelände über Nacht das *journey / techlog* auf der Basis zurückzulassen. In diesem Fall wird die Tageskontrolle in der Regel bei der ersten Treibstoffaufnahme auf der Basis Lauterbrunnen durchgeführt.

1.6.6 Unterlast

Die transportierte Unterlast bestand aus einem pyramidenförmigen Dach mit zirka 15° Dachneigung. Aus den Abmessungen von 3.70 m x 4.05 m ergibt sich eine projizierte Dachfläche von 15 m². Das Gesamtgewicht des Daches lag knapp über 600 kg.

Die Tragkonstruktion des Daches bestand aus einem Hauptträger aus verleimtem Brettschichtholz, zwei Stück quer zu diesem Hauptträger montierten Dachsparren und vier Stück diagonal verlaufende Holzbalken, welche die Pyramidenkante des Daches bildeten. Ringsum war die Konstruktion durch Stirnbretter eingefasst.



Abbildung 6: Innenansicht des Daches. Der rote, dicke Pfeil zeigt den Hauptträger. Der rote Kreis bezeichnet einen der zwei Dachsparren. Die gelben Pfeile zeigen auf die beiden vormontierten Drahtseilschlingen im Hauptträger.

Auf diese Tragkonstruktion waren Holzbretter aufgenagelt. Sie dienten der Dachhaut aus Blech als Tragelemente.

Für das Anheben und den Transport des Daches waren sowohl der Hauptträger als auch die Dachsparren in der Nähe des Dachrandes durchbohrt. Durch diese Bohrungen waren Drahtseile eingezogen, die zu einer Schlinge verbunden wurden.

Die in den Bohrungen eingezogenen Drahtseile wirken unter Last auf die Sparren resp. den Hauptträger wie ein Spaltkeil. Dabei besteht die Gefahr eines Faserbruchs dieser Konstruktionselemente. Aus der Statik der Dachkonstruktion ergibt sich, dass die beiden Befestigungspunkte am verleimten Hauptträger beim Anheben bzw. Transport des Daches letztendlich durch das Gesamtgewicht des Daches belastet werden. Die Belastung der zwei Schlingen, die an den Dachsparren befestigt sind, ist gering, sie stabilisieren das Dach beim Anheben bzw. beim Transport.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Ein Ausläufer des Azorenhochs erstreckte sich nach Mitteleuropa. In der Höhe unterstützte ein flacher Rücken den Hochdruckeinfluss am Boden.

1.7.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Unfalls

Der Morgen war trocken und warm. Am Jungfraujoch wehte der Wind aus Nordwest. Das 10-Minuten-Mittel der Windgeschwindigkeit betrug 14 kt bei Maxima um 20 kt. Am Sporn des Schwarzmönchs wurde auf 2700 m/M Südwestwind gemessen. Die Windgeschwindigkeit lag bei 5, in Böen bei 9 kt.

Um Mitternacht befand sich die Nullgradgrenze in der freien Atmosphäre auf 4700 Meter über Meer. Bezogen auf die Internationale Standardatmosphäre (ISA), betrug die Temperaturabweichung am Jungfraujoch ISA plus 9, am Schwarzmönch auf 2700 m/M ISA plus 12 Grad.

	Wetter	sonnig	
	Wolken	1/8 Cirren	
	Sicht	25 km	
	Wind am Aufnahmeplatz	320 Grad, 14 kt, in Böen bis 20 kt	
	Temperatur/Taupunkt auf 3600 m/M	2 °C / -13 °C	
	Luftdruck QNH	1021 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ISA-Standardatmosphäre	
	Gefahren	keine	
1.7.3	Astronomische Angaben:		
	Sonnenstand	Azimut: 83°	Höhe: 23°
	Beleuchtungsverhältnisse	Tag, die Unfallstelle lag im Schatten der Topographie	
1.8	Navigationshilfen		
	Nicht betroffen		
1.9	Kommunikation		
	Es gibt keine Hinweise auf irgendwelche Schwierigkeiten beim Funkverkehr zwischen dem Piloten und den Flughelfern. Zwischen den Monteuren, die mit dem Einhängen der Unterlast betraut waren, und dem Piloten bestand keine Funkverbindung.		
1.10	Angaben zum Flughafen		
	Nicht zutreffend.		
1.11	Flugschreiber		
	In der HB-ZIS waren keine herkömmlichen Flugschreiber eingebaut. Solche sind für derartige Luftfahrzeuge auch nicht vorgeschrieben.		
	Der Helikopter war mit einem Kollisionswarn- und einem Kartendarstellungsgerät ausgerüstet, auf denen GPS-Daten aufgezeichnet werden. Beide Geräte konnten sichergestellt und ausgewertet werden.		
	Nachfolgend wird der Flugweg der HB-ZIS bezüglich des Flugauftrags Nr. 7 in vereinfachter Form rekonstruiert. Dabei konnte die Videoaufzeichnung mit einbezogen werden. Die Aufzeichnungen zeigen die Lastaufnahme und den ersten Teil des Abfluges mit der Last. Bis zum Ende dieser Aufzeichnung hing die Last ruhig unter dem Helikopter.		

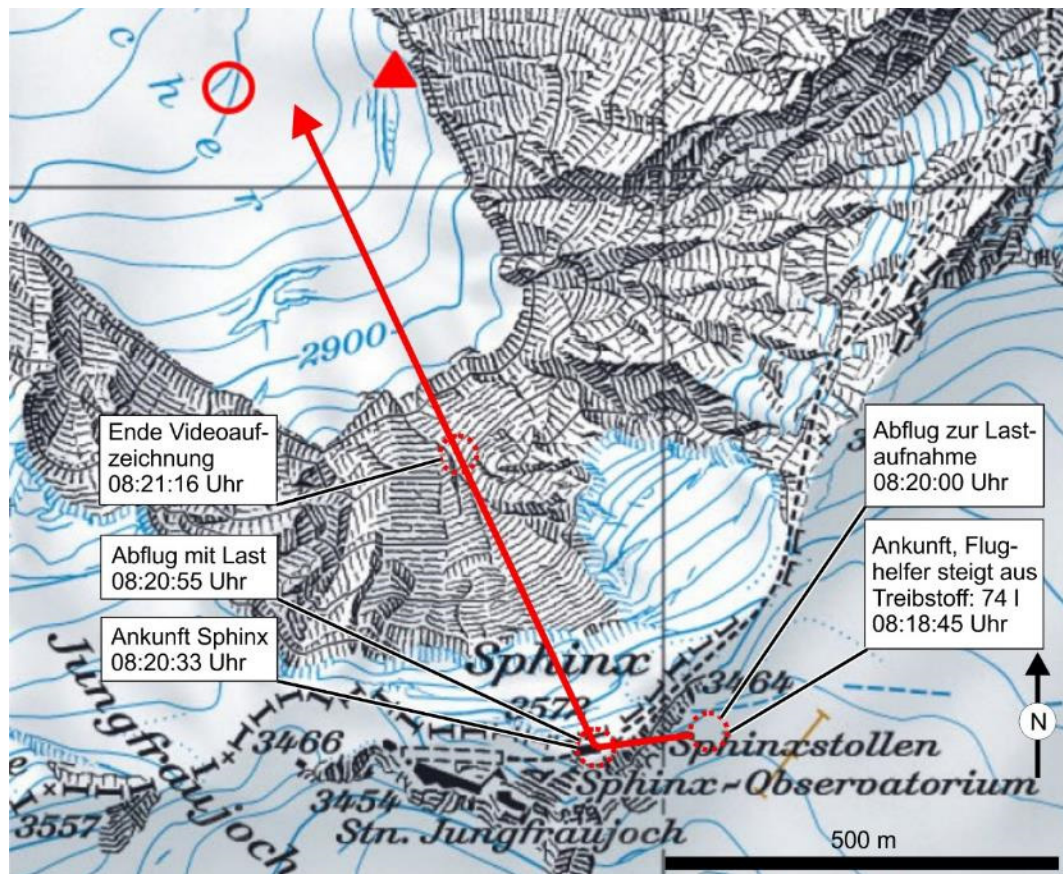


Abbildung 7: Flugweg der HB-ZIS. Der rote Kreis bezeichnet die Endlage des Wracks, das rote Dreieck die Endlage der Unterlast.

Die *Engine Control Unit* (ECU) wurde insbesondere durch die Brandeinwirkung beschädigt, sodass die Daten nicht ausgewertet werden konnten. Die ECU kommuniziert mit dem VEMD. Schwerwiegende Störungen bezüglich der Treibstoffregulierung werden durch die ECU an das VEMD übermittelt und dort gespeichert.

Das VEMD zeichnete während einer Sekunde eine Drehmomentüberschreitung (107 %) auf. Weiter wurde die Drehzahl des Gasgenerators (102 %) während einer Sekunde überschritten. Zudem wurden keine Systemfehler aufgezeichnet.

1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

1.12.1 Unfallstelle

Die Unfallstelle befand sich auf dem Guggigletscher im Berner Oberland. Dieser Gletscher liegt nordwestlich, unterhalb vom Observatorium Sphinx und ist nur mit Spezialausrüstung zugänglich. Das Gelände rund um die Unfallstelle war leicht abfallend und lag rund 400 m vom nordwestlich gelegenen Gletscherabbruch entfernt. Die Eisoberfläche war temperaturbedingt leicht aufgetaut.

Rund 200 m von der Unfallstelle entfernt, nahe einer Gletscherspalte, wurde die Unterlast aufgefunden. Die Dachoberfläche bzw. die Pyramidenspitze zeigten nach oben und die Holzkonstruktion war dem Eis zugewandt.



Abbildung 8: Übersicht Unfallstelle. Der rote Pfeil bezeichnet die Endlage des Wracks

1.12.2 Aufprall

Der Helikopter prallte mit hoher vertikaler und sehr geringer Vorwärtsgeschwindigkeit in Normallage auf dem Gletscher auf.



Abbildung 9: Wrackendlage

1.12.3 Wrack

1.12.3.1 Helikopter

Die Bauch- und Schultergurten wurden getragen und hielten der Beanspruchung stand.

Im Einzelnen konnten am Wrack folgende Feststellungen gemacht werden:

- Der Bereich der Hauptkabine war zerstört und teilweise ausgebrannt.
- Beide Landekufen waren in mehrere Teile gebrochen.
- Das Triebwerk und Teile der Verkleidung lagen auf dem Kabinenboden hinten rechts.
- Das Hauptgetriebe mit Rotorkopf lag nach vorne gerichtet auf der linken Seite des Kabinenbodens.

- Zwei Rotorblätter waren beschädigt und befanden sich noch am Rotorkopf.
- Das dritte Rotorblatt wurde aus dem Rotorkopf herausgerissen und befand sich rund 100 m in Flugrichtung vor dem Wrack auf dem Gletscher.
- Der Heckausleger war beim Kabinenübergang sowie vor dem *horizontal stabilizer* durchtrennt.
- Der Heckausleger wurde im Bereich des Heckrotorgetriebes in Flugrichtung gesehen gegen den Uhrzeigersinn verdreht.
- Die Antriebswelle des Heckrotors war kurz vor dessen Getriebe durchtrennt.
- Im Bereich der *vertical stabilizer* fand sich ein markanter, rund 30 cm langer Einschnitt mit Kunstfaserrückständen.
- Die Heckrotorblätter befanden sich noch am Getriebe und wiesen zahlreiche Beschädigungen auf.

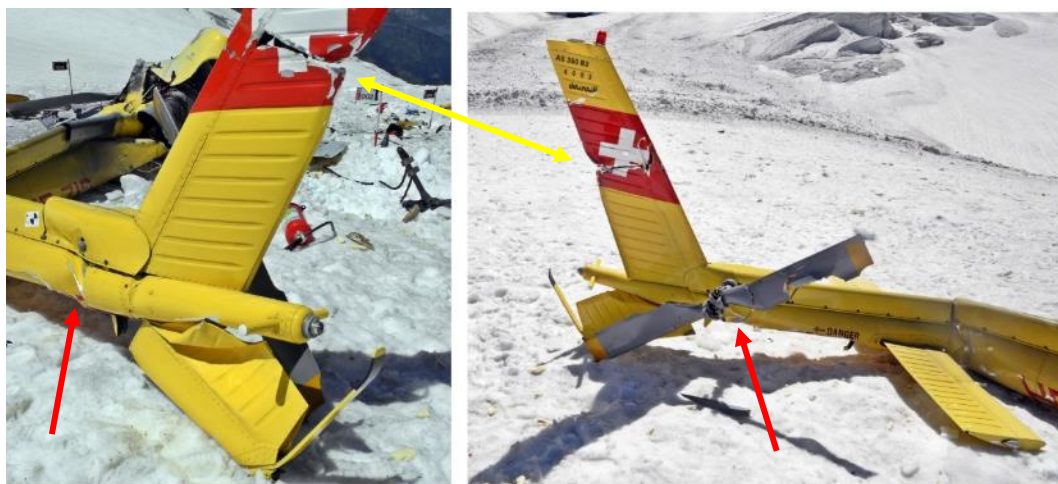


Abbildung 10: Detailaufnahme Heckausleger. Die roten Pfeile zeigen auf den verdrehten Bereich. Der gelbe Pfeil zeigt auf den Einschnitt im *vertical stabilizer*.

- Auf dem Heckausleger sowie auf den Rotorblättern konnten eindeutige Abdrücke der Transportleine erkannt werden.
- Von der 30 m langen Transportleine wurden insgesamt drei Teilstücke gefunden. Rund 5 m der Transportleine fehlen.

1.12.3.2 Unterlast

Die Dachhaut aus Blech war plastisch deformiert und das Dach auf einer Seite stark beschädigt. Alle vier textilen Rundschlingen sowie die über Rundschäkel daran befestigten Drahtseilschlingen wurden im mittelbaren Bereich des Daches aufgefunden. Das 14.6 m lange, abgetrennte Endstück der Transportleine lag ebenfalls bei den vier textilen Rundschlingen, die noch im Lashaken eingehängt waren. Nach dem Anheben des Daches von der Eisfläche wurde unter anderem folgendes festgestellt:

- Die Dachkonstruktion war an verschiedenen Stellen beschädigt.
- Ein Dachsparren lag ausgenagelt lose unter dem Dach.
- Ein Dachsparren war noch an der Dachkonstruktion mit den Nägeln verbunden.
- Der Hauptträger war längs, grösstenteils entlang der Klebefugen, aufgerissen.



Abbildung 11: Endlage der Unterlast

1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

Die Leiche des Piloten wurde einer Autopsie unterzogen. Die primäre Todesursache waren die durch den Aufprall verursachten multiplen Verletzungen. In den Analysen des Herzblutes wurde ein Carboxy-Haemoglobin (CO-Hb) -Gehalt von 19 % gemessen. Bei Rauchern kann in Abhängigkeit von der Menge der gerauchten Tabakwaren ein CO-Hb-Wert von ca. 10-15 % erreicht werden.

Obwohl man nach derartigen Verletzungen von einem raschen Sistieren der Atem- und Kreislauffunktion ausgehen kann, ist es nicht ausgeschlossen, dass für eine sehr kurze Zeit noch wenige Atemzüge bzw. Herzschläge erfolgten, so dass die durch den Brand verursachten Rauch und Gase noch inhaliert werden konnten.

Im Weiteren fanden sich am Körper keine Verletzungen, die auf eine Einwirkung der Transportleine schliessen lassen könnten.

Die Autopsie ergab keine Anhaltspunkte für eine gesundheitliche Beeinträchtigung des Piloten während des Unfallfluges.

Aus forensisch-toxikologischer Sicht lagen zum Zeitpunkt des Todes keine Hinweise für einen Konsum von Alkohol oder Betäubungsmitteln oder anderen flugrelevanten körperfremden Substanzen vor.

1.14 Feuer

Der Helikopter fing Feuer und brannte teilweise aus.

1.15 Überlebensaspekte

1.15.1 Allgemeines

Der Unfall war nicht überlebbar.

1.15.2 Suche und Rettung

Der Helikopter war mit einem automatischen Notsender (*Emergency Locator Transmitter* – ELT) ausgerüstet. Das Gerät wurde zerstört. Es wurden keine ELT-Signale registriert oder empfangen.

Die Alarmierung erfolgte von verschiedenen Beobachtern des Unfalls. Ein Helikopter des Flugbetriebsunternehmens und einer der Schweizerischen Rettungsflugwacht trafen mit Hilfskräften an der Unfallstelle ein.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

1.16.1 Untersuchung von Zelle und Triebwerk

Zelle und Triebwerk wurden in Anwesenheit von Vertretern der Hersteller untersucht. Aufgrund des hohen Zerstörungsgrades durch das Feuer war die Untersuchung nur eingeschränkt möglich.

Es konnten keine technischen Störungen gefunden werden, die den Unfallhergang erklären könnten. Die Resultate der Untersuchung des Triebwerks zeigen, dass dieses in der Lage war, Leistung abzugeben. Der Gasgenerator drehte unter Leistung, als der Helikopter aufprallte. Die festgestellten Beschädigungen sind Folgeschäden nach dem Aufprall.

Die dynamischen Komponenten, die Haupt- und Heckrotorblätter, weisen Beschädigungen auf, die auf eine geringe Rotationsenergie beim Aufprall hinweisen. Möglicherweise separierte sich ein Hauptrotorblatt bereits vor dem Aufprall. Dies kann erfahrungsgemäss nach Verlust der entsprechenden Ansteuerung des Hauptrotors erfolgen. Ein solcher Zustand bewirkt unkontrollierte Schlagbewegungen des Blattes und führt zur Überlastung.

Dieser Blattverlust führt aufgrund der resultierenden Unwucht im Rotorsystem zur Überbelastung der Haupttriebhubbefestigung an der Zelle und zum Ausfall des Hauptrotorantriebs. Dies erklärt die geringen Beschädigungen durch Rotationsenergie an den beiden verbliebenen Hauptrotorblättern nach dem Aufprall bei noch laufendem Triebwerk.

1.16.2 Angaben zur Transportleine

Die beim Unfallflug verwendete Kunstfasertransportleine wurde dem Flugbetriebsunternehmen höchstwahrscheinlich im Jahre 2010 geliefert. Dieser Typ Transportleine war nicht mit einer Ummantelung versehen und zeichnete sich durch folgende Spezifikationen aus:

- Selatec K12 rot, mit einem Durchmesser von 12 mm;
- Hochleistungs-Dyneemafaser, 12-fach geflochten mit Polyurethan (PU)-Beschichtung;
- Mindestbruchlast (MBK) 140 kN;
- Eigengewicht 8.3 kg/100 m.

Gemäss den Angaben des Flugbetriebes befindet sich an mindestens einem Leinenende eine Etikette, anhand derer eine Identifikation möglich ist. Etiketten mit solchen wichtigen Daten, wie sie für derartige Transportleinen gefordert sind, konnten keine gefunden werden.



Abbildung 12: Beispiel eines Endes einer Transportleine mit Kausche und Etikette. Diese Leine verfügt ebenfalls über keinen Schutzmantel.

Die drei an der Unfallstelle aufgefundenen Teilstücke der Transportleine hatten allesamt einen Durchmesser von rund 16 mm und massen in der Länge 14.6 m (Nr. 1), 7.95 m (Nr. 2) und 2.4 m (Nr. 3).

Das Teilstück Nr. 1 befand sich noch an der Unterlast (vgl. Kap. 1.12.3.2) während die Teilstücke Nr. 2 und Nr. 3 auf dem Gletscher zwischen Wrack und Unterlast aufgefunden wurden. Aufgrund der starken Beschädigungen und Verformungen der Seilstücke konnte keine eindeutige Zuordnung zwischen den verschiedenen Trennstellen gemacht werden. Bei den makro- und mikroskopischen Untersuchungen der Seilstücke konnten jeweils relativ gerade Trennflächen festgestellt, welche auf Schnittbeschädigungen hinweisen. Bei diesen Trennungen dürfte es sich um eine Kombination von initialen Schnitten, gefolgt von einem Reißen der Leine, handeln.

Die spurenkundliche Untersuchung der am *vertical stabilizer* gefundenen Faserstücke wiesen keine Unterschiede zu den Faserproben von der verwendeten Transportleine aus.

1.16.3 Visuelle Beurteilung der Überreste der Transportleine

Die Überreste der verwendeten Transportleine wurden durch den Hersteller beurteilt. Augenfällig war dabei die nicht korrekte Instandstellung des Spleisses und des Abbundes. Unter diesem Gesichtspunkt hätte dieses Seil nicht mehr im Flugbetrieb verwendet werden sollen. Mit Blick auf das Einsatzspektrum hatte diese Transportleine ihre Ablegereife erreicht. Dies wird aufgrund der festgestellten Lockerungen und Abfaserungen im Spleissbereich und stellenweise auf der freien Länge begründet.

Eine fabrikneue Transportleine hat einen Durchmesser von 12 mm. Durch den Gebrauch hatte sich der Durchmesser auf 16 mm vergrößert (vgl. Abb. 13).



Abbildung 13: Teilstück Nr. 1 der 30 m Transportleine mit dem nicht korrekt verspleisst Ende. Das Vergleichsmuster zeigt den Zustand einer fabrikneuen Dyneema-Leine.

1.16.4 Untersuchung der Unterlast

An den beiden Dachsparren und beim Hauptträger wurden im Bereich der vier Bohrungen der Befestigungspunkte plastische Deformationen festgestellt. Am aufgerissenen Ende des Hauptträgers verlief die Bohrung der eingezogenen Stahlschlinge in der Ebene der Klebefläche von zwei Brettlagen. Dies lässt darauf schliessen, dass die eingezogene Stahlschlinge unter Last den Bruch der Klebefuge initiiert hat. Die Schlinge lag lose daneben. Bei den andern drei Befestigungspunkten der Drahtseilschlingen war das Holz in der Bohrlochebene nicht aufgerissen.

Bei dieser Klebefuge wurde im Labor ein Faserbruchanteil von ca. 10 % bestimmt. Bei einer hohen Klebefugengüte kann mehrheitlich Holzbruch erwartet werden. Der festgestellte Faserbruchanteil von lediglich 10 % weist auf eine tiefe Klebefugengüte hin. Der Faserbruchanteil, zusammen mit der Festigkeit der Fuge, ermöglicht eine genaue Einschätzung der Klebefugengüte sowie deren Festigkeit. Zusätzliche Untersuchungen ergaben, dass Klebefugen der Prüfkörper, die im Bereich der Befestigungspunkte dem Hauptträger entnommen wurden, delaminiert waren oder mehrheitlich einen Faserbruchanteil von weniger als 20 % und eine ungenügende Scherfestigkeit aufwiesen.

1.16.5 Aerodynamisches Verhalten der Unterlast während des Fluges

Die vertikale Distanz zwischen der Kufe des Helikopters und dem Dachrand betrug rund 35 m. Es ist davon auszugehen, dass bei einem Transport dieser Art die Last aus der horizontalen Lage geraten kann.

Das transportierte Dach ist in aerodynamischer Hinsicht mit einem Drachen oder einem einfachen Flügelprofil vergleichbar. Es reagiert empfindlich und unkontrolliert, wenn sich die Strömung oder die Lage des Daches ändert.

Eine Abschätzung ergibt für dieses Dach mit seiner Fläche von 15 m², bei einer Anströmgeschwindigkeit von 20 m/s (72 km/h oder 39 kt) mit einem Anströmwinkel von 15 °, eine Auftriebskraft von rund 7000 N.

Die Masse dieses Daches betrug rund 600 kg, was einer Gewichtskraft von 5900 N entspricht. Unter Annahme der vorgängig erwähnten Bedingungen resultiert daraus ein Nettoauftrieb von über 1000 N. Folglich muss mit Schlawflseil und unkontrollierten Lastbewegungen gerechnet werden.

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.17.1 Flugbetriebsunternehmen

1.17.1.1 Allgemeines

Die Firma Air Glaciers AG wurde im Jahre 1965 in Sion gegründet. Sie betrieb ab 1967 zwei Helikopter vom Typ SA316 Alouette III und zwei Flächenflugzeuge vom Typ Pilatus Porter. In den Jahren danach entwickelte sich das Flugbetriebsunternehmen in den Sparten Flugrettung, Arbeits- und Taxifliegerei mit Helikoptern im Gebirge sowie im Flachland. Später kam eine Beechcraft King Air 200 dazu, die in der Bedarfsfliegerei ab Sion (LSGS) eingesetzt wurde.

Der Hauptsitz des Unternehmens befindet sich in Sion. Weitere Standorte im Kanton Wallis sind Collombey und Gampel. Zudem befinden sich Basen in Leysin, Lausanne, Genève, La Chaux-de-Fonds, Saanen und Lauterbrunnen, die allesamt dezentral geführt werden.

1.17.1.2 Basis Lauterbrunnen

Auf der Basis Lauterbrunnen werden durch rund 20 festangestellte Mitarbeiter Helikopter vom Typ AS 350 B3 sowie EC 135 betrieben. Weiter stehen dieser Basis verschiedene Teilzeitangestellte zur Verfügung, die bei betrieblichen Spitzen den Personalbedarf abdecken. Geleitet wird die Basis durch den Basisleiter.

Ab der Basis Lauterbrunnen darf der Flugbetrieb nicht vor 08:00 Uhr aufgenommen werden. Deshalb werden im Bedarfsfall die Helikopter am Vorabend ausserhalb der Basis im Gelände abgestellt (vgl. Kap. 1.6.5).

Die Lastenmaterialbewirtschaftung erfolgt durch einen erfahrenen Flughelfer. Die Qualitätssicherung des Rettungsmaterials sowie des Lastenmaterials aus Stahl erfolgt durch eine extern beauftragte Firma. Die Kontrolle des Lastenmaterials aus Kunstfasern wird firmenintern laufend durch den Verantwortlichen durchgeführt.

Die beim Unfallflug verwendete Transportleine gehörte zu einer Serie von Kunststofftransportleinen, die nach einer Evaluation ab 2010 im Flugbetrieb versuchsweise eingesetzt wurden. Bei Problemen arbeitete das Flugbetriebsunternehmen stets eng mit dem Lieferanten zusammen. Gemäss Angaben des Verantwortlichen wurden firmenintern keine Reparaturen an den Leinen durchgeführt.

1.17.1.3 Betriebshandbuch

Das Flugbetriebsunternehmen hat die Verfahrensvorgaben für die Besatzungen im Betriebshandbuch (*operations manual*) festgehalten. Das vom BAZL bewilligte Betriebshandbuch ist grösstenteils in französischer und teilweise in englischer Sprache verfasst. Der Untersuchung stand eine deutsche Übersetzung mit dem Hinweis zur Verfügung, dass im Zweifelsfall das offiziell bewilligte Dokument rechtskräftig ist.

Im Folgenden wird nur auf jene Passagen eingegangen, die für den vorliegenden Unfall von Bedeutung sind:

„5.12.1 Passagierflüge

Bei der Berechnung der Treib- und Schmierstoffmittelreserve wird berücksichtigt:

a) Wettervorhersagen

b) Vorhersehbare Verspätungen, die auf Vorkehrungen der Luftverkehrsleitstelle zurückzuführen sind

c) Vorhersehbare Verspätungen in Anbetracht des Luftverkehrs

d) Jede andere Eventualität, die die Landung verzögern oder den Treibstoff- oder Schmiermittelverbrauch steigern könnte

[...]

5.12.2 Arbeitsflüge

Bei der Berechnung der Treibstoff- und Schmiermittelreserve für Arbeitsflüge müssen die Punkte a, b, c und d unter Punkt 5.12.1 berücksichtigt werden.

Die Quantität des Treibstoffes kann auf eine Rotation plus 5 Minuten Flugzeit reduziert werden.

[...]

9.14.7 Kompetenzen des Equipenchefs

9.14.7.1 Allgemeines

Der Equipenchef ist kompetent eine Erkundung vor Ort einer Baustelle durchzuführen und den Kunden hinsichtlich der Sicherheitsvorkehrungen sowie der Vorbereitungen des Transportes und der Lasten zu unterrichten

9.14.7.2 Vor dem Flug

Der Equipenchef ist kompetent für die Koordination der Vorbereitung der Lasten und gibt den Flughelfern Richtlinien. Er ist fähig, einen Lande- und Betankungsplatz auszusuchen. Er ist fähig, die Arbeiter über die Vorsichts- und Sicherheitsmassnahmen zu unterrichten.

[...]

Der Equipenchef ist verpflichtet, den Piloten über den Verlauf der Vorbereitungen und den zu transportierenden Lasten zu informieren. Bei Streitigkeiten sucht er den Piloten auf.

9.14.7.5 Während des Fluges

Der Equipenchef ist kompetent, um die Sicherheit auf der Arbeitsstelle aufrechtzuerhalten. Er regelt anfallende Koordinationsprobleme. Der Equipenchef übermittelt dem Piloten und den Flughelfern eine Informationszusammenfassung. Wenn es die Umstände erfordern, ist er zuständig um den Flug unterbrechen zu lassen.

9.14.8 Organisation, Arbeitseinteilung, Koordination zwischen dem Equipenchef, Pilot und Flughelfer

9.14.8.1 Organisation

Air-Glaciers, die Hubschrauber der leichten Kategorie benützt, setzt Standardbesatzungen von 3 Personen ein: Ein Pilot, ein Equipenchef und ein Flughelfer.

9.14.8.2 Organisation

Vor dem Abflug der Basis erfolgt die Vorbereitung in Zusammenarbeit des Flugbetriebsleiters, dem Piloten und dem Equipenchef. Der Equipenchef gibt den betroffenen Flughelfern die Richtlinien der Vorbereitung weiter.

9.14.8.3 Organisation

Auf dem Start- oder Landeplatz der Lasten entscheiden Pilot, Equipenchef und Kunde je nach den zu transportierenden Materialien über den Ablauf des Transportes.

9.14.8.4 Organisation

Die Vorbereitung der Lasten erfolgt nach den Kompetenzen des Equipenchef.

[...]

9.14.8.6 Organisation

Die Einsatzzentrale, beziehungsweise der Pilot wird so früh wie möglich per Funk über wichtige Programmänderungen unterrichtet.“

1.17.1.4 Lastanschlagtechnik gemäss Flughelfer-Syllabus

Der Flughelfer-Syllabus ist ein Lern-, Lehr- und Informationsmittel für die Flughelferausbildung gewerbsmässiger Helikopterbetriebe. Unter anderem wird in diesem Dokument die Lastanschlagtechnik ausführlich beschrieben. Im vorliegenden Fall ist das Folgende von Bedeutung:

„LASTAUFNAHMEEINRICHTUNGEN

1. Grundsatz: Beurteilung

Die im Folgenden dargestellten und beschriebenen Berechnungen basieren auf der Erkenntnis, dass die Kräfte im Unterlasten-Flugbetrieb mit Helikoptern grösser sein können als im Hallenkranbetrieb und sich somit nicht abschliessend vergleichen lassen.

[...]

REGELN DER TECHNIK

[...]

Kennzeichnung

Lastaufnahmeeinrichtungen (LAE) müssen gemäss Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, Anhang I, Art 4.3.2 „Lastaufnahmeeinrichtungen“, mindestens mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein (Herstelleretikette)!

- Hersteller - max. Tragfähigkeit (WLL)

- Material - CE-Kennzeichnung

Weitere Angaben wie Herstelleranschrift, Seriennummer (S/N), Artikelnummer (P/N), Längen- und Durchmesserangabe, Name des Anwenders oder genaue Typenbeschreibung, Anwendungseinschränkungen (to be used only to lift by helicopter, no HEC), Sonderbehandlungen, usw. können von EN-Normen gefordert, vom Hersteller nach Bedarf oder auf Wunsch des Betreibers angebracht werden.

Nicht gekennzeichnete LAE sind nicht sicher!

[...]

Symmetrie – Asymmetrie

[...]

Das Statikmodell für das 4-Stranggehänge (sowie für das 2- und 3-Stranggehänge) gilt immer.

Einsatz Helikopter: Ein- und Zweistrang-Anschlagmittel sind immer so zu berechnen, dass 1 Strang die gesamte Last und die einwirkenden Kräfte aufnehmen kann (Ein- und Zweistrang = 1 bzw. 2 tragfähige Stränge = max. 1 tragender Strang). Analog dazu können Drei- und Vierstranggehänge mit 2 tragenden Strängen gerechnet werden.

Grund: Im Flugbetrieb mit Helikoptern ist eine Last niemals statisch, exakt symmetrisch beladen oder stabil. Durch ungleiche Stranglängen und nicht plane Anschlagpunkte, durch Pendeln, Drehen und Kurvenflug mit hohem Tempo ist mit einer ständigen Verlagerung der Kraft in den Strängen der Anschlagmittel zu rechnen. Es tragen zeitweise und wechselnd nur 1 Strang (ZGH) bzw. 2 Stränge (DGH, VGH) die Last!

[...]

Alterung

Anschlagmittel, Lastaufnahmemittel und Geräte unterliegen der Alterung. Diese wird durch den Gebrauch verursacht (Dehnung, Schmutz, scharfe Kanten, Überlasten, Laugen, Öle, UV usw.) und ist von den materialspezifischen Eigenschaften abhängig. Unterdimensionierte Anschlagmittel altern schneller, da die Lastkräfte sich oft im Bereich des "Fließens" (kurz bevor das "Brechen/Reissen" beginnt) belastet werden.

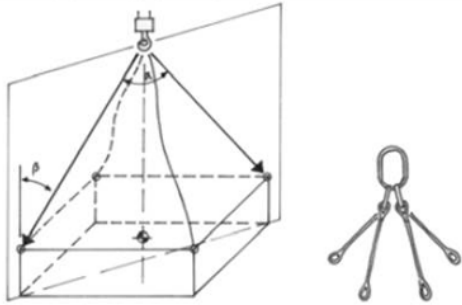
Helikoptertransporte weichen bezüglich Kräfte durch den Flugbetrieb (Querlage, dynamische Lasten, Anzahl Zyklen, Lastwechsel und Kraftmomente) erheblich von der industriellen Anwendung ab. Material, Anschlagtechniken und Lebenslaufzeiten müssen den Anforderungen angepasst werden.

[...]

BELASTUNGEN AUF LASTAUFNAHMEINRICHTUNGEN

Mehrsträngige Anschlagmittel

[...]"

4-Stranggehänge (VGH), NW 45°	Anschlagfaktor (AF)	
	Belastung der LAE:	
	Last (Masse)	100%
	Anschlagfaktor NW	1.41 [-]
	Mehrbelastung	41%
	Gesamtbelastung: 100 x 1.41	141%
	Verteilung der Belastung:	
	Anzahl tragfähiger Stränge	4
	Anzahl tragender Stränge	2
	Belastung pro Strang 141% : 2	70%
	Masse 100% - Belastung 141%	

1) Anschlagfaktor NW, entfällt (abgedeckt mit der Annahme, dass die Gesamtbelastung von 1 Strang getragen wird).

Abbildung 14: Illustration und Berechnungsgrundlage des 4-Stranggehänges aus dem Flughelfer-Syllabus.

1.17.2 Baufirma

Die Baufirma, die für die Erneuerung des Daches des Observatoriums Sphinx zuständig war, führt unter anderem auch Spezialaufträge im Gebirge durch.

Alle zwei Jahre finden Auffrischkurse für die Mitarbeitenden statt. Dabei werden die Gefahren beim Arbeitseinsatz mit einem Helikopter thematisiert.

1.18 Zusätzliche Angaben

1.18.1 Flugplanung

Der Flugauftrag Nr. 7 wurde im Verlauf des 14. Juli 2015 dahingehend abgeändert, dass der Lasttransport mit dem notwendigen Auftanken der HB-ZIS kombiniert wurde. Die direkte Distanz zwischen dem Observatorium Sphinx und der Basis Lauterbrunnen beträgt knapp 8 km.

Geht man beim Transport dieser instabilen Last von einer maximalen Geschwindigkeit von 10 kt aus, werden für die Zurücklegung dieser Strecke rund 25 Minuten benötigt. Bei einem durchschnittlichen Treibstoffverbrauch von 140 bis 180 l/h muss für diese Flugstrecke mit einem Helikopter vom Typ AS 350 B3 mit einem Verbrauch von knapp 70 l gerechnet werden.

1.18.2 Verifizierung der verfügbaren Treibstoffreserve

Der beobachtete Treibstoffstand von 74 l wurde anhand der folgenden Angaben verifiziert:

Basierend auf der zu Arbeitsbeginn verfügbaren Treibstoffmenge von 300 l, einer reinen Flugzeit von rund 1:20 h bis zum Beginn von Flugauftrag Nr. 7 und einem durchschnittlichen Treibstoffverbrauchs von 140 bis 180 l/h ergibt sich ein gerechneter Treibstoffvorrat von 85 l.

Somit erscheint der beobachtete Treibstoffstand plausibel.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel an der HB-ZIS vor, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Auftragsabwicklung

Für diesen Auftrag wurden verschiedene Szenarien bezüglich dem Transportziel diskutiert. Zu Beginn bestand die Absicht, das Dach weiterzuverwenden. Zu diesem Zweck sollte es lediglich in die Nähe einer Bahnstation der Jungfraubahnen geflogen werden. Dieser Plan wurde in der Woche vor dem Unfall verworfen, so dass im Arbeitsprogramm vom 14. Juli 2015 für den Flugauftrag Nr. 7 der Transport des Daches vom Observatorium Sphinx zur Bahnstation Eigergletscher mit einer 70 m Transportleine vorgesehen war.

Dieses Dach war seit den siebziger Jahren verschiedentlich mittels den vorinstallierten Drahtseilschlingen und mit Hilfe eines Helikopters, über kurze Distanzen transportiert worden. Dieser vordefinierte Lastanschlag erschien den Beteiligten geeignet, folglich hinterfragte niemand die Qualität und Zweckmässigkeit kritisch. Das Flugbetriebsunternehmen liess sich somit dazu verleiten, das Dach in derselben Art und Weise zu transportieren und baute den Flugauftrag Nr. 7 in den Verlauf des Tagesprogramms ein. Wie die Resultate der Materialprüfung der Unterlast belegen, war die Verwendung dieses vordefinierten Lastanschlags für einen längeren Überflug ungeeignet und risikobehaftet.

Für den Piloten der HB-ZIS gab es an diesem Tag keinen Anlass, die Last eingehend zu überprüfen, da dies durch die Spezialisten am Boden erfolgte, was gängige Praxis war. Der Entscheid, den Transport dieses Daches mit dem Auftanken des Helikopters in Lauterbrunnen zu verbinden, scheint spontan getroffen worden zu sein. Fest steht, dass für den Transport dieser instabilen Last eine Flugdauer von mindestens 25 Minuten eingerechnet werden musste, da nur mit geringer Geschwindigkeit geflogen werden konnte. Deshalb ist es unverständlich, warum der erfahrene Pilot den Flugauftrag mit nur 74 l Treibstoff in Angriff nahm. Dieser Umstand muss wohl der Aufmerksamkeit des Piloten entgangen sein.

2.2.2 Berechnung des notwendigen Treibstoffvorrats

In den Notverfahren des Herstellers wird der Pilot angewiesen, sobald wie möglich zu landen, wenn die bernsteinfarbene Warnung FUEL aufleuchtet. Die dabei noch verbleibende Flugzeitreserve von 15 Minuten im Dauerleistungsbetrieb versteht sich als Notreserve. Demgegenüber erlaubt das Flugbetriebsunternehmen, die Treibstoffmenge auf eine Rotation plus 5 Minuten Flugzeit zu reduzieren. Dabei ist nicht eindeutig ersichtlich, auf welchen Mindeststand sich dies bezieht.

Unter maximaler Ausnutzung der Vorgaben des Flugbetriebsunternehmens hätte der Mindesttreibstoffstand rund 85 l betragen. Dabei wird zwangsläufig die vom Hersteller des Helikopters spezifizierte Notreserve von 15 Minuten im Dauerleistungsbetrieb zu Zweidrittel aufgebraucht.

Wenn man die Vorgaben dahingehend auslegt, dass die Notreserve des Herstellers im Flugbetrieb nicht angegriffen werden darf, hätte der Mindesttreibstoffstand 130 l betragen müssen.

2.2.3 Unfallflug

Obschon der Helikopter nahe der Leistungsgrenze betrieben wurde, zeigen die Videoaufnahmen, dass die initiale Phase des Fluges bis zum Ende dieser Aufzeichnungen normal verlief. Der Pilot beschleunigte dabei die HB-ZIS zügig auf 50 kt, was andeutet, dass dem Piloten der geringe Treibstoffvorrat bewusst geworden war. Ob hier die bernsteinfarbene FUEL Warnung, die ab einem Treibstoffstand von 60 l aufleuchtet, eine Rolle gespielt hat, bleibt offen. Fest steht, dass diese Geschwindigkeit in Kombination mit dem ungeeigneten Lastanschlag dazu führte, dass die Unterlast instabil wurde. In der Folge kam es zu einem Seilüberwurf, der seine Spuren vielfach auf der HB-ZIS hinterliess. Im Bereich des Heckauslegers führte dies zur Beschädigung am *vertical stabilizer* und in der Folge zum Verdrehen des Heckauslegers. Als Konsequenz wurde die Antriebswelle des Heckrotors kurz vor dessen Getriebe durchtrennt. Es kann davon ausgegangen werden, dass bis zum Durchtrennen der Transportleine die gesamte Last nun am Heck des Helikopters hing, was die beobachtete, unkontrollierte Fluglage erklärt.

Auch auf der Oberseite der Hauptrotorblätter wurden Spuren der Transportleine festgestellt. Durch die Transportleine entstanden mit grosser Wahrscheinlichkeit auch Beschädigungen an Teilen der Hauptrotorsteuerung. Die daraus folgende Unwucht führte zum Ausfall des Hauptrotorantriebs und zum Bruch eines Rotorblattes. In dieser Situation war die HB-ZIS nicht mehr steuerbar und stürzte unkontrolliert auf den Gletscher.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Der Helikopter HB-ZIS war zum Verkehr nach VFR zugelassen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel an der HB-ZIS, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.
- Masse und Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Flughandbuch (*flight manual* – FLM) zulässigen Grenzen.
- Der Helikopter befand sich für einen Schwebeflug ausserhalb des Bodeneffektes (*hover out of ground effect* - HOGE) nahe der Leistungsgrenze.

3.1.2 Besatzungen

- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des Piloten, sowie der Beteiligten am Boden während des Unfallfluges vor.

3.1.3 Rahmenbedingungen

- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den Unfallhergang.
- Der Flugauftrag Nr. 7 sah vor, ein Dach mittels einer 70 m Transportleine vom Observatorium Sphinx zur Bahnstation Eigergletscher zu fliegen.
- Dieses pyramidenförmige Dach hatte eine Abmessung von 3.70 m x 4.05 m bei einer Masse von rund 600 kg und verfügte über einen vordefinierten Lastanschlag.
- Der bestehende Lastanschlag wurde benutzt, um das Dach mit Hilfe eines Helikopters abzuheben und wieder auf das Gebäude zu setzen, damit sperrige Gegenstände ins darunterliegende Labor eingebracht werden konnten.
- In der Holzkonstruktion des Daches waren an vier Positionen Drahtseilschlingen angebracht. Diese waren durch Bohrungen im Holz eingezogen.
- Der Lastanschlag des Daches in Zusammenhang mit dem Flugauftrag Nr. 7 wurde seitens des Flugbetriebsunternehmens nicht beurteilt.
- Der Lastanschlag war ungeeignet.
- Der Flugauftrag Nr. 7 wurde spontan dahingehend abgeändert, das Dach direkt nach Lauterbrunnen zu fliegen und mit dem Auftanken des Helikopters zu verbinden.
- Für die Flugstrecke vom Jungfrauoch zur Basis Lauterbrunnen muss mit einer derartigen Last mit einer Flugzeit von rund 25 Minuten gerechnet werden. Dabei verbraucht der Helikopter knapp 70 l Treibstoff.

3.1.4 Flugverlauf

- Vor Beginn des Flugauftrags Nr. 7 rekonoszierte der Pilot mit der HB-ZIS die Last und entschied, eine 30 m lange Transportleine zu verwenden.
- In der Folge landete die HB-ZIS vor dem Aletsch-Ausgang, damit der Flughelfer 3 die Transportleine von 50 auf 30 m verkürzen konnte.
- Beim Aussteigen aus der HB-ZIS stellte der Flughelfer 3 fest, dass die Treibstoffanzeige bei 74 l stand.

- Um 08:20 Uhr flog die HB-ZIS zum Observatorium Sphinx, um den Flugauftrag Nr. 7 in Angriff zu nehmen.
- Das Anhängen der Last an der Transportleine erfolgte durch einen Monteur der Baufirma.
- Nachdem die Last aufgenommen worden war, flog die HB-ZIS um 08:21 Uhr Richtung Lauterbrunnen. Der Pilot beschleunigte dabei zügig auf eine Geschwindigkeit gegenüber dem Boden (*ground speed* – GS) von 50 kt.
- Kurze Zeit später wurde die Last instabil und es kam zu Seilüberwurf bis in den Bereich von Heck- und Hauptrotor mit entsprechenden Beschädigungen.
- Der Helikopter wurde unkontrollierbar und stürzte um 08:22 Uhr auf den Guggletscher ab.
- Der Helikopter fing Feuer und brannte teilweise aus. Der Pilot kam beim Absturz ums Leben.

3.1.5 Wrack

- In Flugrichtung gesehen wurde der Heckausleger im Bereich des Heckrotorgetriebes gegen den Uhrzeigersinn verdreht.
- Die Antriebswelle des Heckrotors war kurz vor dessen Getriebe durchtrennt.
- Im Bereich der *vertical stabilizer* fand sich ein markanter, rund 30 cm langer Einschnitt mit Kunstfaserrückständen.
- Auf dem Heckausleger sowie auf den Rotorblättern konnten eindeutige Abdrücke der Transportleine erkannt werden.
- Zwei Rotorblätter waren beschädigt und befanden sich noch am Rotorkopf.
- Das dritte Rotorblatt wurde aus dem Rotorkopf herausgerissen und befand sich rund 100 m in Flugrichtung vor dem Wrack auf dem Gletscher.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist auf einen Kontrollverlust des Helikopters zurückzuführen, nachdem es durch eine instabile Unterlast zu einem Seilüberwurf der Transportleine kam. Dieser führte zu Beschädigungen im Bereich von Heck- und Hauptrotor.

Als ursächlich wurde folgender Faktor ermittelt:

- eine zu hohe Fluggeschwindigkeit mit einer instabilen Last.

Als beitragend wurden folgende Faktoren ermittelt:

- ein unzureichender Treibstoffvorrat;
- die fehlende Beurteilung des Lastanschlages durch das Flugbetriebsunternehmen;
- ein für dieses Transportvorhaben ungeeigneter Lastanschlag.

- 4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen**
- 4.1 Sicherheitsempfehlungen**
Keine
- 4.2 Sicherheitshinweise**
Keine
- 4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen**
Keine

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

Bern, 7. November 2017

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle