



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 SIS
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Schlussbericht Nr. 2352 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Gleitschirms
Gradient Golden4 22,
in Zusammenhang mit dem
Helikopter EC 120 B, HB-ZFM,

vom 28. Dezember 2016

Glasholz, Gemeinde Oberdiessbach (BE)

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

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

Gemäss Art. 3.1 der 10. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 18. November 2010, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Art. 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt (LFG; SR 748.0) vom 21. Dezember 1948 (Stand am 1. Januar 2019) 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.

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 Zeit (MEZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MEZ und koordinierter Weltzeit (*Coordinated Universal Time* – UTC) lautet:

LT = MEZ = UTC + 1 h.

Schlussbericht

Luftfahrzeug 1	EC 120 B	HB-ZFM
Halter	Swiss Helicopter AG, Hartbertstrasse 11, 7000 Chur	
Eigentümer	Swiss Helicopter AG, Hartbertstrasse 11, 7000 Chur	
Pilot	Schweizer Bürger, Jahrgang 1986	
Ausweis	Privatpilotenausweis für Helikopter (<i>Private Pilot Licence Helicopter – PPL(H)</i>) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (<i>European Aviation Safety Agency – EASA</i>), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)	
Flugstunden	insgesamt	112:15 h während der letzten 90 Tage
	auf dem Muster EC 120 B	112:15 h während der letzten 90 Tage
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>Visual Flight Rules – VFR</i>)	
Betriebsart	Privat	
Flugphase	Steigflug	
Unfallart	Nicht verunfallt	
Luftfahrzeug 2	Gleitschirm Gradient Golden4 22	
Pilotin	Schweizer Bürgerin, Jahrgang 1970	
Ausweis	Hängegleiterausweis	
Anzahl Flüge	insgesamt	ca. 400
Betriebsart	Privat	
Flugphase	Gleitflug	
Unfallart	Kontrollverlust	
Ort	Glasholz, Gemeinde Oberdiessbach (BE)	
Koordinaten	615 811 / 188 889	Höhe 990 m/M
Datum und Zeit	28. Dezember 2016, 14:32 Uhr	
Personenschaden	Erhebliche Verletzungen der Gleitschirm-Pilotin	
Schaden an den Luftfahrzeugen	Keiner	
Drittschaden	Keiner	

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Grundlagen

Die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf basiert auf den Aussagen der beteiligten Personen sowie von Augenzeugen. Vom Flugweg des Helikopters lagen Radaraufzeichnungen vor, die allerdings aufgrund der geflogenen Flughöhen nur Teilstücke abdeckten. Vom für den vorliegenden Fall relevanten Abschnitt lagen keine Aufzeichnungen vor. Vom Flugweg des Gleitschirms existierte eine GPS-Aufzeichnung des mitgeführten Loggers.

1.1.2 Vorgeschichte

Die Gleitschirm-Pilotin, die später verunfallte, studierte am Vormittag des 28. Dezember 2016 zusammen mit einem weiteren Gleitschirm-Piloten die aktuelle Wetersituation und -vorhersage. Sie planten, ab dem Startplatz beim Guggel, einem Geländeausläufer, der rund 2.5 km nordöstlich und oberhalb von Oberdiessbach liegt (vgl. Abbildung 1), je zwei Gleitflüge zur Landwiese östlich von Oberdiessbach durchzuführen. Der Startplatz lag auf einer Höhe von rund 1070 m/M. Aufgrund der prognostizierten Bisentendenz im Mittelland beschlossen sie, zum Startplatz zu fahren und dort die Bedingungen vor Ort zu prüfen. Von diesem Standort aus kann bei Bise normalerweise nicht geflogen werden, da der Start aufgrund des Geländes in südlicher Richtung durchgeführt wird und damit mit Rückenwind erfolgen müsste. Um die Mittagszeit trafen sie beim Startplatz ein und beobachteten die lokalen Windverhältnisse. Zur Beurteilung dienten ein eigens dafür montiertes Band direkt beim Startplatz und verschiedene andere Indikatoren, wie eine Fahne beim nahegelegenen Bauernhof Glasholz und ein offenes Feuer mit Rauch (vgl. Abbildung 2). Gemäss den Gleitschirm-Piloten habe zu diesem Zeitpunkt ein schwacher Wind aus südöstlicher Richtung geweht, weshalb sie beschlossen hätten, den ersten Flug wie geplant durchzuführen. Um etwa 12:10 Uhr startete die Gleitschirm-Pilotin und flog im Gleitflug, das heisst ohne Aufwinde, über den Bauernhof Glasholz hinweg in Richtung Landeplatz bei Oberdiessbach. Der Gleitschirm-Pilot startete kurz danach und folgte ihr, wobei sie miteinander über Funkgeräte kommunizierten. Rund sieben Minuten nach dem Start landeten die beiden Gleitschirm-Piloten im Tal. Die Pilotin schilderte ihren Flug als sehr ruhig und unspektakulär. Anschliessend begaben sie sich wieder zum Startplatz, um den zweiten Flug durchzuführen. Dieser sollte analog zum ersten erfolgen.

Der Pilot des Helikopters des Musters EC 120 B, eingetragen als HB-ZFM, plante an diesem Tag zwei private Rundflüge, die er mit jeweils drei Passagieren von unterschiedlichen Startplätzen aus durchführen wollte. Er begab sich dazu zur Helikopterbasis Pfaffnau (LSXP), wo der von ihm gecharterte Helikopter stationiert war. Um 13 Uhr startete er alleine an Bord und flog zum ersten Platz in der Gegend von Sumiswald, wo er die ersten drei Passagiere an Bord nahm. Nach einem Rundflug über das Napfgebiet liess der Pilot die drei Passagiere am gleichen Ort wieder aussteigen und flog alleine weiter nach Herbligen südwestlich von Oberdiessbach, wo er kurz vor 14 Uhr landete. Dort stiegen die drei nächsten Passagiere an Bord; es war geplant, dass diese nach einem lokalen Rundflug mit dem Piloten nach Pfaffnau zurückfliegen würden.

1.1.3 Flugverlauf

Um etwa 14:10 Uhr startete die HB-ZFM in Herbligen und flog südwärts in Richtung Thunersee, überflog diesen und drehte dann in einem weiten Linksbogen wieder zurück in Richtung Herbligen und Oberdiessbach. Um 14:23:39 Uhr wurde die Position der HB-ZFM letztmals vom Radar aufgezeichnet. Der Helikopter befand sich

dabei rund 5 km südlich von Oberdiessbach auf einer Flughöhe von 4600 ft und im Sinkflug. Gemäss Angabe des Piloten flog er in Richtung Oberdiessbach weiter und folgte dann der Hochspannungsleitung bis nach Barschwand, um dort für einen Moment im stationären Schwebeflug zu verharren (vgl. Abbildung 1). Er schätzte seine Flughöhe auf 150 m über Grund oder höher. Eine Polizeipatrouille gab an, dass sie den Helikopter um genau 14:30 Uhr im Talboden südöstlich von Oberdiessbach wahrgenommen habe, wie er relativ langsam und in einer geschätzten Höhe von etwa 150 m über Grund der Hochspannungsleitung entlang in Richtung Barschwand geflogen sei.

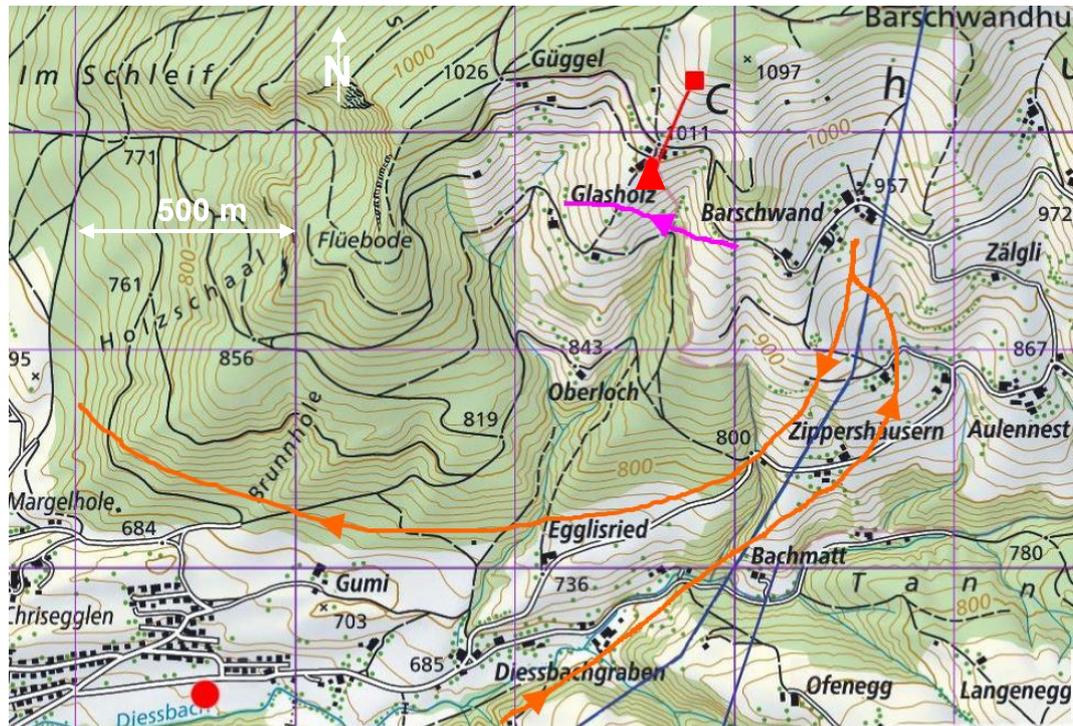


Abbildung 1: Das rote Quadrat bezeichnet den Gleitschirm-Startplatz beim Guggel, die rote Strecke den aufgezeichneten Flugweg und das rote Dreieck beim Bauernhof Glasholz die Absturzstelle der Gleitschirm-Pilotin. Der ungefähre Flugweg der HB-ZFM gemäss Angabe des Helikopterpiloten ist orange eingezeichnet. Der ungefähre Flugweg der HB-ZFM, wie er von den beiden Gleitschirm-Piloten wahrgenommen und skizziert wurde, ist violett eingezeichnet. In blau ist die Hochspannungsleitung von Oberdiessbach nach Barschwand hervorgehoben. Der rote Kreis bezeichnet den Gleitschirm-Landeplatz im Talboden bei Oberdiessbach. Quelle der Basiskarte: Bundesamt für Landestopografie.

Nachdem die beiden Gleitschirm-Piloten wieder am Startplatz beim Guggel eingetroffen waren, machten sie eine kurze Pause und beobachteten erneut die lokalen Windverhältnisse. Der Wind habe immer noch aus südöstlicher Richtung geweht, sei zu diesem Zeitpunkt aber stärker gewesen als zuvor. Sie schätzten die Windgeschwindigkeit beim Startplatz auf 5 bis 7 km/h. Der Gleitschirm-Pilot gab an, in dieser Phase einen Helikopter bei Barschwand wahrgenommen zu haben; er habe den Eindruck gehabt, dass dieser mit stillstehendem Rotor am Boden gestanden sei. Die Gleitschirm-Pilotin brach den ersten Startversuch ab, da sich der Schirm aufgrund des Windes von links nicht optimal aufziehen liess. In der Folge führte sie kurz nach 14:31 Uhr einen sogenannten Rückwärtsstart¹ aus und flog dann wie

¹ Als Rückwärtsstart wird eine fortgeschrittene Starttechnik bezeichnet, die bei stärkerem Wind angewendet wird. Dabei dreht sich der Pilot gegen den Schirm und zieht diesen rückwärts stehend auf. Sobald der Schirm über dem Piloten im Kulminationspunkt angelangt ist, dreht sich der Pilot in Richtung des Startlaufs. Die direkte Sicht auf den Schirm ermöglicht eine bessere Kontrolle beim Aufziehen, führt jedoch vorübergehend zu einer eingeschränkten Sicht auf die Abflugzone.

beim ersten Flug in Richtung des Bauernhofs Glasholz. Dem Gleitschirm-Piloten, der sich noch am Startplatz befand und sich ebenfalls für den Start bereit machte, fiel auf, dass der Flug sehr flach vom Startplatz wegführte, also mit nur sehr geringem Sinken.



Abbildung 2: Blick vom Gleitschirm-Startplatz beim Guggel in südsüdwestlicher Richtung zum Bauernhof Glasholz; die Distanz zum Bauernhof beträgt knapp 250 m. Links im Bild ist das an einem Ast befestigte rote Band zur Indikation des Windes zu sehen (weisser Kreis). Der Weiler Barschwand befindet sich links der Waldkrete, die am linken Bildrand hinter dem roten Band zu sehen ist, und ist vom Startplatz aus nicht sichtbar. Die Aufnahme wurde am Folgetag kurz vor 16 Uhr gemacht.

Nachdem die HB-ZFM südlich von Barschwand einen Moment im Schwebeflug verharret hatte, drehte der Pilot den Helikopter um die Hochachse und nahm mit einem ungefähr südwestlichen Kurs wieder Fahrt auf (vgl. Abbildung 1). Nach seiner Aussage erfolgte die Geschwindigkeitsaufnahme entlang einer zunächst leicht sinkenden Flugbahn. Danach habe er einen Steigflug eingeleitet. Anschliessend drehte der Pilot die HB-ZFM nach seinen Angaben nach rechts und flog um den Guggel herum. Er gab an, zu keinem Zeitpunkt einen Gleitschirm wahrgenommen zu haben.

Der Gleitschirm-Pilot nahm wahr, dass der Helikopter von Barschwand wegflog und informierte die Gleitschirm-Pilotin über Funk. Kurz darauf, als der Helikopter um die Waldkrete (vgl. Abbildung 2) geflogen war, hatte er den Eindruck, dass der Helikopter vom Gleitschirm wegdrehte und er teilte dies der Pilotin via Funk mit. Er habe dabei von seinem Standort aus den Gleitschirm und den Helikopter ungefähr in einer Linie gesehen, wobei der Helikopter etwa horizontal oder leicht steigend geflogen sei. Die Distanz zwischen dem Gleitschirm und dem Helikopter schätzte er auf 100 m.

Durch die Funksprüche auf den Helikopter aufmerksam geworden, nahm die Gleitschirm-Pilotin den Helikopter nun ebenfalls wahr, wie er von der Waldkrete herkommend leicht steigend und etwas tiefer als sie in ihre Richtung geflogen sei. Sie

hatte auch den Eindruck, dass der Helikopter von ihr weggedreht habe. Zu der Distanz konnte sie keine Angaben machen. Wenige Sekunden später begann ihr Schirm plötzlich instabil zu werden. Zu diesem Zeitpunkt befand sie sich etwa über dem Bauernhof Glasholz. Gemäss Flugwegaufzeichnung war dies rund 30 s nach dem Start. Die Flughöhe betrug etwa 1050 m/M, entsprechend rund 50 Meter über Grund. Sie habe versucht, den Schirm zu stabilisieren, dann sei aber der gesamte frontale Bereich eingeklappt und der Schirm habe sich bis zum Aufprall auf dem Boden nicht mehr geöffnet. In der Folge setzte eine rasche Linksdrehung bei grosser Sinkrate ein.

Der Gleitschirm-Pilot nahm diese Schwierigkeiten wahr und gab sofort via Funk Anweisungen zum Retablieren des Schirmes². Etwas später forderte er die Gleitschirm-Pilotin auf, den Notschirm zu ziehen, wofür ihr aber keine Zeit mehr blieb. Kurz vor 14:32 Uhr prallte die Gleitschirm-Pilotin unterhalb des Bauernhofs Glasholz auf eine steil abfallende Wiese und wurde dabei schwer an der Hand und am Rücken verletzt.

Zwei Augenzeugen, die den Absturz beobachtet hatten, eilten zur Unfallstelle und leisteten der Pilotin erste Hilfe. Sie alarmierten die Schweizerische Rettungsflugwacht (Rega). Wenig später traf auch der Gleitschirm-Pilot an der Unfallstelle ein. Die Pilotin wurde anschliessend ins Inselspital Bern geflogen.

Um 14:32:43 Uhr wurde die Position der HB-ZFM erstmals wieder vom Radar aufgezeichnet. Sie befand sich dabei rund 1.6 km nördlich der Unfallstelle auf einer Höhe von 4200 ft. Um 14:50 Uhr landete die HB-ZFM in Pfaffnau.

1.2 Meteorologische Angaben

1.2.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz befand sich am Südrand eines kräftigen Hochs, dessen Kern sich von Baden-Württemberg bis Belgien erstreckte.

1.2.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Unfalls

Das Wetter war sonnig und windschwach. Es herrschte eine ausgeprägte Inversionslage. Die Untergrenze der Temperatur-Inversion lag auf rund 900 m/M.

Wolken	wolkenlos
Sicht	mehr als 70 km
Wind	110 bis 180 Grad, 2 kt
Temperatur/Taupunkt	3 °C / -2 °C
Luftdruck (QNH)	1038 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO ³ -Standardatmosphäre
Gefahren	keine

1.2.3 Astronomische Angaben

Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Sonnenstand	Azimut 208 Grad Elevation 15 Grad

² Unter Retablieren des Schirmes wird die Wiederherstellung eines kontrollierten Flugzustandes bei voll geöffnetem Schirm verstanden.

³ ICAO: *International Civil Aviation Organisation*, internationale Zivilluftfahrtorganisation

1.2.4 Weiterführende Angaben zu den lokalen Windverhältnissen

Umfangreiche Abklärungen zu den lokalen Windverhältnissen führten zusammengefasst zu folgenden Erkenntnissen:

- Über dem Mittelland herrschte Bise.
- Der Südhang des Churzenberges, an dessen westlichen Ende sich der Gleitschirm-Startplatz beim Guggel befindet, lag in einer windschwachen Geländekammer.
- Die Schichtung der Luft war stabil und trotz trockenem Boden und Sonneneinstrahlung war kaum nutzbare Thermik verfügbar.

1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.3.1 Helikopter HB-ZFM

Beim Muster EC 120 B handelt es sich um einen einmotorigen, fünfsitzigen Mehrzweckhelikopter mit ummanteltem Heckrotor und Landegestell. Der Hauptrotordurchmesser beträgt 10.0 m. Die maximal zulässige Startmasse liegt bei 1715 kg.



Abbildung 3: Helikopter EC 120 B, HB-ZFM

Der Pilot befand sich auf dem vorderen rechten Pilotensitz. Einer der Passagiere sass vorne links und die beiden anderen Passagiere befanden sich auf der hinteren Sitzreihe. Der Treibstoffvorrat zum Zeitpunkt des Zwischenfalls betrug geschätzt etwa 100 kg, was rund einer Stunde Flugzeit ohne Berücksichtigung von Reserven entspricht. Die Gesamtmasse der HB-ZFM betrug daher geschätzt 1500 kg. Der Schwerpunkt befand sich innerhalb der vom Hersteller zulässigen Grenzen.

Die HB-ZFM war mit einem transponderbasierten Verkehrshinweissystem (*Traffic Advisory System* – TAS) ausgerüstet. Es war kein Flarm-Kollisionswarnsystem installiert.

1.3.2 Gleitschirm

Beim verunfallten Gleitschirm vom Typ Gradient Golden4 handelt es sich um einen weitverbreiteten, modernen Gleitschirm. Der Schirm wird in verschiedenen Grössen produziert; die beim Unfallflug verwendete Grösse 22 weist 51 Kammern und eine Fläche von 22.42 m² bei einer Spannweite von 10.89 m auf. Der Schirm wiegt 4.3 kg und ist für eine totale Startmasse von 62 bis 77 kg ausgelegt.

Die tatsächliche Startmasse lag bei rund 74 kg.

In der Klassifizierung gemäss den Deutschen Lufttüchtigkeitsforderungen (LTF) ist der Schirm der zweituntersten Klasse B zugeordnet, ebenso in der Klassifizierung gemäss den Europäischen Normen (EN). Das bedeutet, dass der Schirm als relativ einfach zu fliegen gilt, gute passive Sicherheit und ein verzeihendes Flugverhalten aufweist sowie relativ widerstandsfähig gegen abnormale Flugzustände ist.

In Bezug auf besondere Flugmanöver hält das Handbuch des Herstellers einleitend fest: „[...] *in starken thermischen und turbulenten Bedingungen kann es zu allen möglichen Arten von Klappern kommen. Der Golden4 verhält sich in dieser Situation unkritisch, er verhält sich in diesen Situationen durchaus selbständig stabilisierend und bringt eine überdurchschnittliche Sicherheitsreserve mit sich.*“

In Bezug auf das Ausleiten eines Frontklappers hält das Handbuch fest: „*Unter normalen Bedingungen öffnet der Golden4 selbständig [...]. Die Öffnung kann durch kurzzeitiges beidseitiges Bremsen beschleunigt werden.*“

Eine detaillierte technische Untersuchung nach dem Unfall durch einen Gleitschirm-Experten ergab, dass der Schirm in einem guten, praktisch neuwertigen Allgemeinzustand war. Die Bremsleinen waren gegenüber den Spezifikationen des Herstellers um ca. 7 cm verkürzt, was gemäss Aussage des Experten im üblichen Rahmen lag⁴. Das verwendete Gurtzeug wies einen Rückenprotector und einen Notschirm auf, der sich problemlos auslösen liess. Abgesehen von Schäden, die im Rahmen der Bergung der Pilotin erfolgt waren, war das Gurtzeug unbeschädigt.

Der Gleitschirmhersteller gab an, dass eine Verkürzung der Bremsleinen um ca. 7 cm im Verhältnis zur Schirmgrösse markant sei und zu einem verlangsamten Wiederöffnen des Schirmes nach einem Einklapper führen könne. Bei einer Überreaktion des Piloten könne es nach einem Einklapper aufgrund der verkürzten Bremsleinen leicht zu einem Strömungsabriss kommen: „*The shortened brakes about 7 cm could be the main problem in our opinion (for size 22 is really big). This “big” shortening is not caused by line shrinkage, the pilot had to make this additional shortening himself. It could make slower regeneration. If pilot did overreaction during collapse he could easily stall the glider because of shortened brakes.*“

Das Handbuch hält zum Thema verkürzte Bremsleinen fest: „*Natürlich ist es aber auch möglich, die Bremsleinenlänge dem Körperbau des Piloten, dem Aufhängepunkt des Gurtzeuges oder dem persönlichen Flugstil anzupassen. Wir bitten Dich allerdings, Änderungen mit grösster Umsicht und Vorsicht vorzunehmen. [...]*

Die Bremsleinen sind zu kurz, wenn

- *die Hände in einer ermüdenden, unnatürlichen Position gehalten werden müssen,*
- *sie das Ausleiten von gewissen instabilen Manövern verhindern,*
- *der Schirm seine Endgeschwindigkeit nicht erreicht.“*

⁴ Die Gleitschirm-Pilotin liess zu einem späteren Zeitpunkt beim Importeur der Gradient Gleitschirme für die Schweiz ein eigenes Gutachten erstellen. Darin wurde eine Verkürzung der Bremsleinen um 3 cm festgehalten.

Der Gleitschirm der Pilotin war in den Farben grün und schwarz gehalten. Die Pilotin führte ein Multifunktionsgerät vom Typ Flytec 6015 mit integriertem GPS-Empfänger mit, das unter anderem den Flugweg aufzeichnete. Ein Flarm-Modul⁵ war nicht vorhanden.



Abbildung 4: Ausgelegter Gleitschirm Gradient Golden4 22 der Pilotin.

1.4 Angaben zu Personen

1.4.1 Pilot der HB-ZFM

Der Pilot war seit dem Sommer 2014 im Besitz der Privatpilotenlizenz für Helikopter. Er absolvierte die Ausbildung auf dem Muster EC 120 B und hatte sämtliche Stunden auf diesem Typ geflogen. Zum Zeitpunkt des Zwischenfalls wies er eine Gesamtflugerfahrung von 112 h auf.

Der Pilot kannte die lokalen Gegebenheiten gut, da er aus der Region stammte. Insbesondere war ihm der Gleitschirm-Startplatz beim Güggelel bekannt, der nach seiner Aussage aber nicht oft benützt werde.

1.4.2 Gleitschirm-Pilotin

Die verunfallte Gleitschirm-Pilotin hatte im Jahr 2011 mit dem Gleitschirmfliegen begonnen. Im Jahr darauf besuchte sie einen Sicherheitskurs für Extremflugmanöver. Seit rund zwei Jahren flog sie mit dem Gradient Golden4. Zuvor hatte sie

⁵ Neben Flarm-Kollisionswarngeräten, die den vollen Funktionsumfang umfassen, also senden und empfangen können, existieren auch einfachere Flarm-Module, die nur das Sendemodul umfassen. Das heisst dass diese Geräte permanent die eigene Position und den prognostizierten Flugweg aussenden, so dass andere Luftfahrzeuge, die mit Geräten derselben Technologie ausgestattet sind, bei einer allfälligen Kollisionsgefahr gewarnt werden. Die Geräte verfügen aber über kein Empfangsmodul und können daher nicht vor anderen Luftfahrzeugen warnen. Diese einfacheren Flarm-Module finden insbesondere bei eher langsam fliegenden Luftfahrzeugen, wie beispielsweise Gleitschirmen, Anwendung. Die Module können entweder separat mitgeführt oder teilweise auch in vorhandene Multifunktionsgeräte, die ohnehin mitgeführt werden, integriert werden.

einen Schirm der Klasse A geflogen. Sie flog regelmässig und das ganze Jahr über in verschiedenen Gebieten. Im Jahr 2016 hatte sie rund 50 Flüge absolviert, insgesamt wies sie eine Erfahrung von ca. 400 Flügen auf.

Die Pilotin kannte die lokalen Gegebenheiten gut, da sie aus der Region stammte. Der Startplatz beim Guggel sei in der Gegend bekannt und werde auch von anderen Piloten und schon seit längerer Zeit benutzt.

1.4.3 Gleitschirm-Pilot

Der Gleitschirm-Pilot begleitete die Gleitschirm-Pilotin praktisch immer auf deren Flügen. Er flog seit rund 25 Jahren und hatte insgesamt etwa 2200 Flüge absolviert. Er flog einen Gleitschirm der Klasse C.

Der Pilot kannte die lokalen Gegebenheiten ebenfalls gut. Er schätzte, dass sie ab dem Startplatz beim Guggel in der Vergangenheit bereits rund fünf Starts gemacht hätten.

1.5 Rotorabwind und Nachlaufturbulenz

1.5.1 Hintergründe und Gefahren

Bei der aerodynamischen Erzeugung von Auftrieb mittels eines Rotors entstehen nebst dem nach unten gerichteten Rotorabwind (*downwash*) auch Wirbel, die in ihrer Gesamtheit als Nachlaufturbulenz (*wake turbulence*) bezeichnet werden. Beim Vorwärtsflug lassen sowohl Flugzeuge als auch Helikopter ein gegenläufig rotierendes Wirbelpaar hinter sich.

Der Rotorabwind (*downwash*) manifestiert sich in Form einer unmittelbar einsetzenden, kräftigen, teilweise turbulenten Luftströmung, die im Schwebeflug in annähernd vertikaler Richtung nach unten zeigt. Die Stärke der Strömung hängt in erster Linie von der Masse des Helikopters und dem Rotordurchmesser ab. Im Schwebeflug oder langsamen Vorwärtsflug ist die Strömung am stärksten.

Die Nachlaufturbulenz (*wake turbulence*), bestehend aus einem gegenläufig rotierenden Wirbelpaar, entsteht ebenfalls als unmittelbare Konsequenz der Auftriebs-erzeugung. Bei ruhiger Luft sinken diese Wirbel annähernd vertikal ab, driften seitlich auseinander und können bis zu zwei Minuten, mit stark abgeschwächter Wirkung auch noch länger bestehen bleiben. Der Wind hat wesentlichen Einfluss sowohl auf die Bewegungsrichtung der Wirbel als auch auf deren zeitliche Entwicklung. Aus Untersuchungen geht hervor, dass die Stärke der Nachlaufturbulenz bei Helikoptern ausgeprägter ist als bei Flächenflugzeugen derselben Masse. Wie bei Flächenflugzeugen spielt auch bei Helikoptern die Fluggeschwindigkeit eine massgebliche Rolle. Messungen deuten darauf hin, dass bei Helikoptern die Entstehung der Nachlaufturbulenz im Geschwindigkeitsbereich von etwa 20 bis 50 kt besonders ausgeprägt ist.

Nachlaufturbulenz ist nicht sichtbar und kann noch mehrere Minuten nach dem Zeitpunkt, an dem ein Luftfahrzeug eine bestimmte Stelle passiert hat, eine Gefahr für ein nachfolgendes Luftfahrzeug darstellen. Demgegenüber ist die Gefahrenzone des Rotorabwindes, der seine Wirkung unmittelbar und lokal begrenzt unterhalb des Helikopters entfaltet, einfacher vorhersehbar.

1.5.2 Bekannte Zwischenfälle

Weltweit sind zahlreiche Vorfälle und Unfälle im Zusammenhang mit Nachlaufturbulenz registriert. Eine Zusammenstellung solcher Fälle sowie weiterführende Informationen zum Thema finden sich im Schlussbericht Nr. 2334 der SUST, in dem der Beinahe-Absturz eines Kleinflugzeuges nach dessen Einflug in die Nachlaufturbulenz eines Helikopters untersucht wurde.

Ein Absturz eines Gleitschirm-Flugschülers, der von der Nachlauftrübung eines Helikopters erfasst worden war, wurde von der SUST untersucht, vgl. dazu den Schlussbericht Nr. 2335. Dabei wurde festgestellt, dass sowohl auf Seiten der Helikopter- wie auch auf Seiten der Gleitschirmpiloten das Bewusstsein für die Gefahr, die von der Nachlauftrübung eines Helikopters ausgeht, fehlte.

Aus Dänemark ist ein Fall⁶ bekannt, bei dem ein Gleitschirm in Küstennähe möglicherweise infolge der Nachlauftrübung eines Helikopters vom Typ EH101, der in einer Distanz von rund 450 m über dem offenen Meer und mit einer Geschwindigkeit von rund 100 kt an dem Gleitschirm vorbeigeflogen war, abstürzte. Gemäss Zeugenaussagen erfolgte der Absturz ein bis zwei Minuten nach dem Vorbeiflug des Helikopters. Der Wind, der mit rund 10 kt vom Meer zum Land hin wehte, hatte möglicherweise die Nachlauftrübung des Helikopters in den Bereich des Gleitschirms verfrachtet.

⁶ [Flysik Årsrapport 2015](#)

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Allgemeines

Es liegen keine Hinweise für technische Einschränkungen an den beiden Luftfahrzeugen vor, die den Unfall hätten verursachen können.

Es ist denkbar, dass die verkürzten Bremsleinen am Gleitschirm der Pilotin einen negativen Einfluss auf die Möglichkeiten zum Retablieren des Schirmes nach dem Einklappen hatten, nicht aber auf dessen Entstehung.

Die HB-ZFM war mit einem transponderbasierten Verkehrshinweissystem (*Traffic Advisory System* – TAS) ausgerüstet, nicht aber mit einem Flarm-Kollisionswarngerät, wie es üblicherweise in Segelflugzeugen und vermehrt auch bei Gleitschirmen mitgeführt wird. Die Gleitschirm-Pilotin führte kein Flarm-Modul mit. Damit war eine gegenseitige Erkennung der beiden Luftfahrzeuge nur auf Sicht möglich. Das Sicherheitsdefizit nicht vorhandener oder untereinander nicht kompatibler Kollisionswarngeräte wurde schon in diversen Untersuchungen festgestellt und thematisiert, vgl. dazu beispielsweise den [Schlussbericht Nr. 2238](#) der SUST und die darin ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen Nr. 498 und Nr. 499. Eine daraus resultierende Kampagne zum Thema *see and avoid* wurde auf den Internetseiten des Bundesamtes für Zivilluffahrt (BAZL) publiziert.

2.1.2 Flugweg der HB-ZFM

Da vom Flugweg der HB-ZFM für den fraglichen Flugabschnitt keine Aufzeichnungen vorlagen, musste dieser anhand der Aussagen rekonstruiert werden. Die Aussagen wiesen zum Teil Diskrepanzen auf, was auf die unterschiedliche Wahrnehmung und Optik der einzelnen Personen zurückgeführt werden kann.

Die vom Gleitschirm-Piloten geschilderte Landung der HB-ZFM bei Barschwand konnte aus folgenden Gründen ausgeschlossen werden: Das Gelände rund um Barschwand ist vom Gleitschirm-Startplatz aus nicht einsehbar. Geometrische Abschätzungen zeigen, dass ein Helikopter im Bereich leicht südlich von Barschwand vom Startplatz aus erst sichtbar ist, wenn er sich in einer Höhe von etwa 1000 m/M oder mehr befindet. Barschwand liegt auf rund 960 m/M (vgl. Abbildung 1). Ausserdem wurde die HB-ZFM um 14:30 Uhr beobachtet, wie sie in Richtung Barschwand flog, weshalb eine Landung auch aus zeitlichen Gründen ausgeschlossen werden kann.

Es ist naheliegend, dass der durch die Gleitschirm-Piloten skizzierte Flugweg der HB-ZFM von Barschwand bis zum Vorbeiflug am Gleitschirm eher der Realität entspricht als der vom Piloten der HB-ZFM beschriebene. Die Gleitschirm-Piloten nahmen den Vorbeiflug des Helikopters bewusst wahr und konnten dessen Vorbeiflug in Beziehung zu einem konkreten, geografischen Bezugspunkt bringen. Da der Pilot der HB-ZFM angab, den Gleitschirm zu keinem Zeitpunkt gesehen zu haben, fehlte ihm der Bezug zu einem solchen eindeutigen, geografischen Bezugspunkt. Es ist gut nachvollziehbar und ist auch in Linie mit seinen Aussagen, dass er den Helikopter auf einem ungefähr südwestlichen Kurs in einem leichten Sinkflug parallel zum Gelände beschleunigen liess und anschliessend in einen leichten Steigflug überging, um dann nach rechts zu drehen und dem Gelände folgend um den Guggel herumzufliegen (vgl. Abbildung 1).

Da der Pilot der HB-ZFM angab, zu keinem Zeitpunkt einen Gleitschirm gesehen zu haben, kommt ein bewusstes Ausweichmanöver nicht in Frage. Es ist denkbar, dass der Pilot der HB-ZFM, steigend dem Gelände folgend, zufällig ungefähr im Bereich des Gleitschirms eine Kurskorrektur nach links ausführte, wie es aufgrund

der Topographie grundsätzlich möglich erscheint. Diese Kurskorrektur könnte aus Sicht der Gleitschirm-Piloten wie ein Ausweichmanöver gewirkt haben.

Zusammenfassend sind folgende Eckpunkte deshalb naheliegend:

- Die HB-ZFM verharrte ab einem Zeitpunkt kurz nach 14:30 Uhr für einen Moment im stationären Schwebeflug im Bereich leicht südlich von Barschwand, in einer Höhe von rund 1000 m/M oder höher.
- Zum Zeitpunkt des Starts der Gleitschirm-Pilotin befand sich die HB-ZFM noch in dieser Position.
- Danach beschleunigte die HB-ZFM auf ungefähr südwestlichem Kurs in einem leichten Sinkflug, um anschliessend in einen leichten Steigflug überzugehen und dem Gelände folgend nach rechts zu drehen.
- Zum Zeitpunkt des Vorbeifluges am Gleitschirm befand sich der Helikopter im leichten Steigflug und wenig unterhalb des Gleitschirms, der sich seinerseits auf rund 1050 m/M befand.
- Die geringste laterale Distanz zwischen dem Helikopter und dem Gleitschirm betrug rund 100 m oder mehr.
- Die Schwierigkeiten mit dem Schirm der Gleitschirm-Pilotin setzten wenige Sekunden nach dem Vorbeiflug der HB-ZFM ein und rund 30 s nach dem Start der Pilotin ab dem Gleitschirm-Startplatz.

2.1.3 Einklappen des Gleitschirms

Der erste Flug der Pilotin um die Mittagszeit war absolut ruhig, ebenso der zweite Flug bis zum plötzlichen Einsetzen der Schwierigkeiten mit dem Schirm. Die ausgeprägte Instabilität des Schirms und der Frontklapper lassen sich durch eine plötzlich auftretende, starke Turbulenz oder einen Scherwind erklären.

Natürliche Phänomene, die eine solch starke Turbulenz oder einen Scherwind erzeugen könnten, wären entweder Leeturbulenzen bei Bise am nach Süden ausgerichteten Hang oder Turbulenzen bei starker Thermik. Beides erscheint in Anbetracht der meteorologischen Verhältnisse als unwahrscheinlich (vgl. Kapitel 1.2). Ausserdem ist es angesichts der sehr stabilen Bedingungen und der aufgrund der Jahreszeit schwachen Sonneneinstrahlung wenig plausibel, dass sich die Bedingungen zwischen dem ersten und dem zweiten Gleitschirmflug in einem Zeitfenster von rund zweieinhalb Stunden markant geändert hatten.

Der Rotorabwind (*downwash*) eines Helikopters bzw. dessen Nachlaufturbulenz (*wake turbulence*) können grundsätzlich Turbulenzen erzeugen, die einen Gleitschirm zum Absturz bringen können (vgl. Kapitel 1.5). Im vorliegenden Fall kann die unmittelbare Wirkung des Rotorabwindes, die sich unterhalb des Helikopters und sofort manifestiert, als Ursache ausgeschlossen werden. Dafür flog die HB-ZFM in einer zu grossen Distanz und ausserdem in einer leicht geringeren Höhe am Gleitschirm vorbei (vgl. Kapitel 2.1.2).

Es ist hingegen denkbar, dass die vom Helikopter erzeugten Turbulenzen durch den schwachen Wind in den Bereich des Gleitschirms verfrachtet wurden. Am Gleitschirm-Startplatz blies der Wind aus Südosten und daher ungefähr aus dem Sektor, wo sich der Helikopter relativ zum Gleitschirm befand (vgl. Abbildung 1). Der Fall in Dänemark und ähnliche Fälle legen nahe, dass eine Verfrachtung der Turbulenzen durch den Wind auch über eine grössere Distanz möglich ist (vgl. Kapitel 1.5.2).

Die Verfrachtung der von der HB-ZFM im Schwebeflug verursachten Turbulenzen zur Unfallstelle durch den Wind hätte rund vier Minuten gedauert. Es ist unwahrscheinlich, dass diese Turbulenzen über einen Zeitraum von mehr als zwei Minuten Bestand haben konnten. Beim anschliessenden Vorbeiflug der HB-ZFM an der Gleitschirm-Pilotin hätte die Verfrachtung der Nachlaufturbulenzen rund 50 s gedauert. Die Schwierigkeiten mit dem Schirm setzten aber innerhalb weniger Sekunden nach dem Vorbeiflug des Helikopters ein.

Da jedoch aufgrund der fehlenden Flugwegaufzeichnung der HB-ZFM eine erhebliche Unsicherheit in Bezug auf die geometrischen und zeitlichen Verhältnisse besteht und eine andere Ursache für das Einklappen des Schirmes wenig wahrscheinlich ist, lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Nachlaufturbulenz der HB-ZFM und dem Einklappen des Gleitschirms nicht ausschliessen.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Pilot der HB-ZFM

Der Pilot gab an, zu keinem Zeitpunkt einen Gleitschirm gesehen zu haben. Geometrische Abschätzungen basierend auf dem rekonstruierten Flugweg der HB-ZFM (vgl. Kapitel 2.1.2 und Abbildung 1) zeigen, dass der Gleitschirm für den Helikopterpiloten während des Abfluges von Barschwand bis zum Vorbeiflug am Gleitschirm vorne rechts und leicht höher, dann zunehmend mehr rechts hätte sichtbar sein können. Die Sicht aus der EC 120 B in den Bereich nach vorne rechts oben ist gut (vgl. Abbildung 3). Aus der Perspektive des Piloten der HB-ZFM hatte sich der Gleitschirm wahrscheinlich nur kurzzeitig knapp über dem Horizont vor dem blauen Himmel befunden, was einen guten Kontrast zum Hintergrund ergeben hätte. Mehrheitlich aber befand sich der Gleitschirm vor dem Gelände, was angesichts der grünschwarzen Farbgebung des Schirms (vgl. Abbildung 4) zu einem schlechten Kontrast geführt haben dürfte. Dies könnte erklären, wieso der Pilot den Gleitschirm nie wahrnahm.

Zudem war der Pilot mit dem Abflug von Barschwand beschäftigt: Im stationären Schwebeflug ausserhalb des Bodeneffektes verharrend drehte er den Helikopter um die Hochachse in die gewünschte Abflugrichtung, beschleunigte dann ungefähr parallel zum Gelände weg von der Hochspannungsleitung und drehte anschliessend nach rechts, um steigend der Geländetopographie zu folgen. Dies stellte für einen Privatpiloten mit vergleichbarer Erfahrung ein eher anspruchsvolles Manöver dar und kann dazu geführt haben, dass der Fokus vorübergehend einseitig auf der Steuerung des Helikopters und weniger auf der Luftraumüberwachung lag.

Ein Flarm-Kollisionswarngerät hätte den Piloten frühzeitig auf den Gleitschirm aufmerksam gemacht, sofern auf Seiten des Gleitschirms ein Flarm-Modul vorhanden gewesen wäre.

2.2.2 Gleitschirm-Piloten

Der Gleitschirm-Pilot nahm während der Startvorbereitungen am Gleitschirm-Startplatz die HB-ZFM im Bereich Barschwand wahr, was er der Gleitschirm-Pilotin nicht mitteilte. Die Sichtung des Helikopters bewog ihn ausserdem nicht dazu, die Pilotin vom geplanten Start abzuhalten. Daraus lässt sich ableiten, dass nach seiner Einschätzung von der HB-ZFM keine Gefahr für die Gleitschirme ausging.

Dies lässt sich damit erklären, dass er die HB-ZFM entweder mit vermeintlich stillstehendem Rotor am Boden stehend wahrgenommen hatte, oder dass er sich der Gefahr, die insbesondere von der Nachlaufturbulenz eines Helikopters ausgeht, nicht bewusst war. Für Letzteres spricht das bereits im Schlussbericht Nr. 2334

und Nr. 2335 festgestellte Sicherheitsdefizit, das mit der Sicherheitsempfehlung Nr. 542 adressiert wurde.

Neben dem Einsatz eines Flarm-Moduls kann eine grelle, auffällige Farbgebung des Gleitschirmes dazu beitragen, dessen Erkennbarkeit gegenüber anderen Luftverkehrsteilnehmern zu verbessern.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Es liegen keine Hinweise für technische Einschränkungen an den Luftfahrzeugen vor, die den Unfall hätten verursachen können.
- Die Bremsleinen des Gleitschirms waren gegenüber den Spezifikationen des Herstellers leicht verkürzt.
- Die beiden Luftfahrzeuge verfügten über keine bzw. über nicht kompatible Kollisionswarngeräte.
- Der Gleitschirm war in den Farben grün und schwarz gehalten.
- Sowohl die Gesamtmasse der HB-ZFM, die rund 1500 kg betrug, als auch deren Schwerpunkt befanden innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch zulässigen Grenzen.
- Die Startmasse des Gleitschirms betrug rund 74 kg und befand sich im Bereich, für den der Schirm ausgelegt war.

3.1.2 Besatzungen

- Der Pilot der HB-ZFM besass die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Er kannte die lokalen Gegebenheiten gut; insbesondere war ihm der Gleitschirm-Startplatz beim Guggel bekannt.
- Die Gleitschirm-Pilotin kannte die lokalen Gegebenheiten gut.
- Sie flog in Begleitung eines erfahrenen Gleitschirm-Piloten, der sich zum Unfallzeitpunkt beim Gleitschirm-Startplatz befand.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der beteiligten Personen während des Unfalls vor.

3.1.3 Flugverlauf

- Die Gleitschirm-Pilotin startete kurz nach 14:31 Uhr vom Gleitschirm-Startplatz, der sich auf rund 1070 m/M befindet, und flog in einem flachen Gleitflug in Richtung des Bauernhofs Glasholz.
- Die HB-ZFM befand sich zu diesem Zeitpunkt in einem stationären Schwebeflug bei Barschwand, rund 500 m südöstlich vom Gleitschirm-Startplatz und von der späteren Unfallstelle entfernt, in einer Höhe von rund 1000 m/M oder mehr.
- Die HB-ZFM beschleunigte entlang eines ungefähr südwestlichen Kurses in einem leichten Sinkflug, ging dann in einen leichten Steigflug über und drehte nach rechts, um steigend dem Gelände zu folgen.
- Der Gleitschirm-Pilot beim Startplatz nahm wahr, dass der Helikopter von Barschwand wegflog, und informierte die Gleitschirm-Pilotin via Funk.
- Die HB-ZFM flog leicht steigend und etwas tiefer in einer lateralen Distanz von etwa 100 m oder mehr an der Gleitschirm-Pilotin vorbei.
- Beide Gleitschirm-Piloten hatten den Eindruck, dass die HB-ZFM vom Gleitschirm wegdrehte.

- Wenige Sekunden später begann der Gleitschirm der Pilotin plötzlich instabil zu werden und es bildete sich ein Frontklapper aus; sie befand sich dabei etwa 50 m über Grund.
- Die Gleitschirm-Pilotin prallte auf eine steil abfallende Wiese und wurde dabei schwer verletzt.
- Der Pilot der HB-ZFM gab an, zu keinem Zeitpunkt einen Gleitschirm wahrgenommen zu haben.
- Der Einfluss von Nachlaufturbulenz des Helikopters auf das Einklappen des Gleitschirms konnte weder ausgeschlossen noch nachgewiesen werden.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Wetter war sonnig und windschwach.
- Im Bereich des Gleitschirm-Startplatzes wehte ein Wind aus südöstlicher Richtung mit rund 5 bis 7 km/h.
- Schwache, jedoch kaum nutzbare Thermik könnte direkt über dem Boden vorhanden gewesen sein.
- Das Auftreten von Scherwinden war unwahrscheinlich.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass ein Gleitschirm in geringer Höhe über Grund einklappte und die Gleitschirm-Pilotin in der Folge abstürzte.

Die Ursache für das Einklappen des Schirmes konnte nicht zweifelsfrei ermittelt werden. Möglicherweise spielte die Nachlaufturbulenz eines Helikopters eine Rolle.

- 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, 26. März 2019

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle