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. 2328 der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Segelflugzeuges DG-400, HB-2139,

vom 21. Mai 2016

nordwestlich vom Flugfeld Montricher, Gemeinde Montricher (VD)

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
3003 Bern
Tel. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sust.admin.ch

Cause

L’accident est lié au fait que le planeur a effleuré les cimes d’une forêt en coteau si bien que le planeur n’a plus été sous contrôle et qu’il s’est finalement écrasé sur le sol de la forêt.

Éléments ayant contribué à l’accident :

- vol de pente à proximité du relief avec une faible marge de sécurité ;
- probable soudaine incapacité d’agir découlant de problèmes de santé.

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, (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.

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.

Schlussbericht

Luftfahrzeugmuster	DG-400	HB-2139
Halter	Privat	
Eigentümer	Privat	

Pilot	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1951			
Ausweis	Pilotenlizenz für Segelflugzeuge (*sailplane*) nach der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (*European Aviation Safety Agency* – EASA), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL)			
Flugstunden	**insgesamt**	2985 h	**während der letzten 90 Tage**	25:58 h
	auf dem Unfallmuster	773 h	**während der letzten 90 Tage**	25:40 h

Ort	4.1 km nordwestlich vom Flugfeld Montricher (LSTR)		
Koordinaten	517 383 / 163 138	**Höhe**	1168 m/M
Datum und Zeit	21. Mai 2016, 13:27 Uhr		

Betriebsart	Privat
Flugregeln	Sichtflugregeln (*Visual Flight Rules* – VFR)
Startort	Montricher (LSTR)
Bestimmungsort	Montricher (LSTR)
Flugphase	Reiseflug
Unfallart	Kollision mit Gelände

Personenschaden

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

Schaden am Luftfahrzeug	Zerstört
Drittschaden	Leichter Waldschaden

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden Flugdaten aus dem Navigationsgerät Naviter Oudie, Auswertungen von Dokumenten sowie Aussagen von Auskunftspersonen verwendet.

1.1.2 Vorgeschichte

Der Pilot, der mit der HB-2139 verunfallte, erlangte am 8. Februar 1972 erstmals eine Pilotenlizenz für Segelflugzeuge. Seit dem ersten Flug am 10. April 2005 mit seiner DG-400, eingetragen als HB-2139, flog er rund 98 % der Flugstunden mit diesem Segelflugzeugmuster. Segelflugkollegen schilderten ihn als zurückhaltende und ruhige Person und schätzten ihn als vorsichtigen Piloten ein.

Vom Flugfeld Montricher (LSTR) aus flog er vorwiegend über dem Jura, manchmal auch in den Alpen. Seit vielen Jahren begab er sich alljährlich nach Frankreich, wo er ab den Flugplätzen Mont-Dauphin Saint-Crépin, Gap und Sisteron zu Segelflügen in den südfranzösischen Alpen startete.

Die Segelflugsaison 2016 begann der Pilot mit einem 18-minütigen Checkflug zusammen mit einem Fluglehrer in einer Duo Discus XL, bei dem sie ab dem Flugfeld Montricher im Flugzeugschlepp starteten.

Am Tag des Unfalls, dem 21. Mai 2016, nahm der Pilot um 9:30 Uhr am Briefing teil. Auf Segelflugkollegen, die mit ihm einige Worte wechselten, wirkte er entspannt und in guter Verfassung.

Die HB-2139 sei jeweils in montiertem Zustand im Hangar untergebracht gewesen. Vor dem Flugbetrieb hätten einzig die Ansteckflügel angebracht werden müssen, so auch an diesem Tag.

1.1.3 Flugverlauf

Um 12:42 Uhr startete der Pilot mit seinem eigenstartfähigen Segelflugzeug auf der Piste 21 des Flugfeldes Montricher. Er steuerte die HB-2139 im Steigflug nach einer Umkehrkurve in Drehrichtung rechts in nördlicher Flugrichtung bis östlich von Le Pont, wo er den Motor abstellte. Kurz danach, rund 10 Minuten nach dem Start, war das Klapptriebwerk auf einer Höhe von 2034 m/M eingefahren (vgl. Anlage 1).

Als die HB-2139 im Gleitflug ohne Höhengewinn entlang der Dent de Vaulion geflogen war und sich nach einer Umkehrkurve wieder östlich von Le Pont befand, hatte sie seit dem Einfahren des Klapptriebwerks rund 270 Meter an Höhe verloren. Danach flog der Pilot auf demselben Flugweg wie im Steigflug, in entgegengesetzter Richtung zurück bis rund 1.5 km nordwestlich von Montricher, wo er wendete. Nach der Umkehrkurve flog er wieder rund 4 km in Richtung Norden und danach über den Col du Mollendruz, den er ungefähr um 13:06 Uhr in einer Flughöhe von 1450 m/M überflog.

Über der Combe à Berger flog der Pilot in einer Flughöhe von rund 1300 m/M einen Vollkreis und dann zum bewaldeten, ost-südöstlich orientierten Hang nordwestlich von Montricher, wo er in Flughöhen zwischen rund 1170 und 1250 m/M während 17 Minuten viele Kreise und einige Achten flog.

Eine Person beobachtete von ihrem Haus in Montricher aus das Segelflugzeug in einer Distanz von ungefähr 2 km einige Augenblicke lang, wie es von links nach rechts unter der Hangkante flog. Die Lage der Flügel sei *„senkrecht zum Horizont“*

gewesen, bevor ein Flügel die Bäume streifte und das Segelflugzeug in horizontaler Lage aus dem Blickfeld des Beobachters im Wald verschwand.

Bei der Kollision der HB-2139 mit den Bäumen um 13:27 Uhr wurde der linke Tragflügel vom Rumpf abgetrennt und blieb in einer Baumkrone auf einer Höhe von ungefähr 20 m über dem Boden hängen. Der hintere Teil des Rumpfes mit dem Seiten- und Höhenleitwerk wurden bei der Kollision mit Baumstämmen abgetrennt. In einer Distanz von ungefähr 60 m zum linken Tragflügel prallten der vordere Teil des Rumpfes und der rechte Tragflügel auf dem Waldboden auf. Der Pilot überlebte den Absturz nicht.

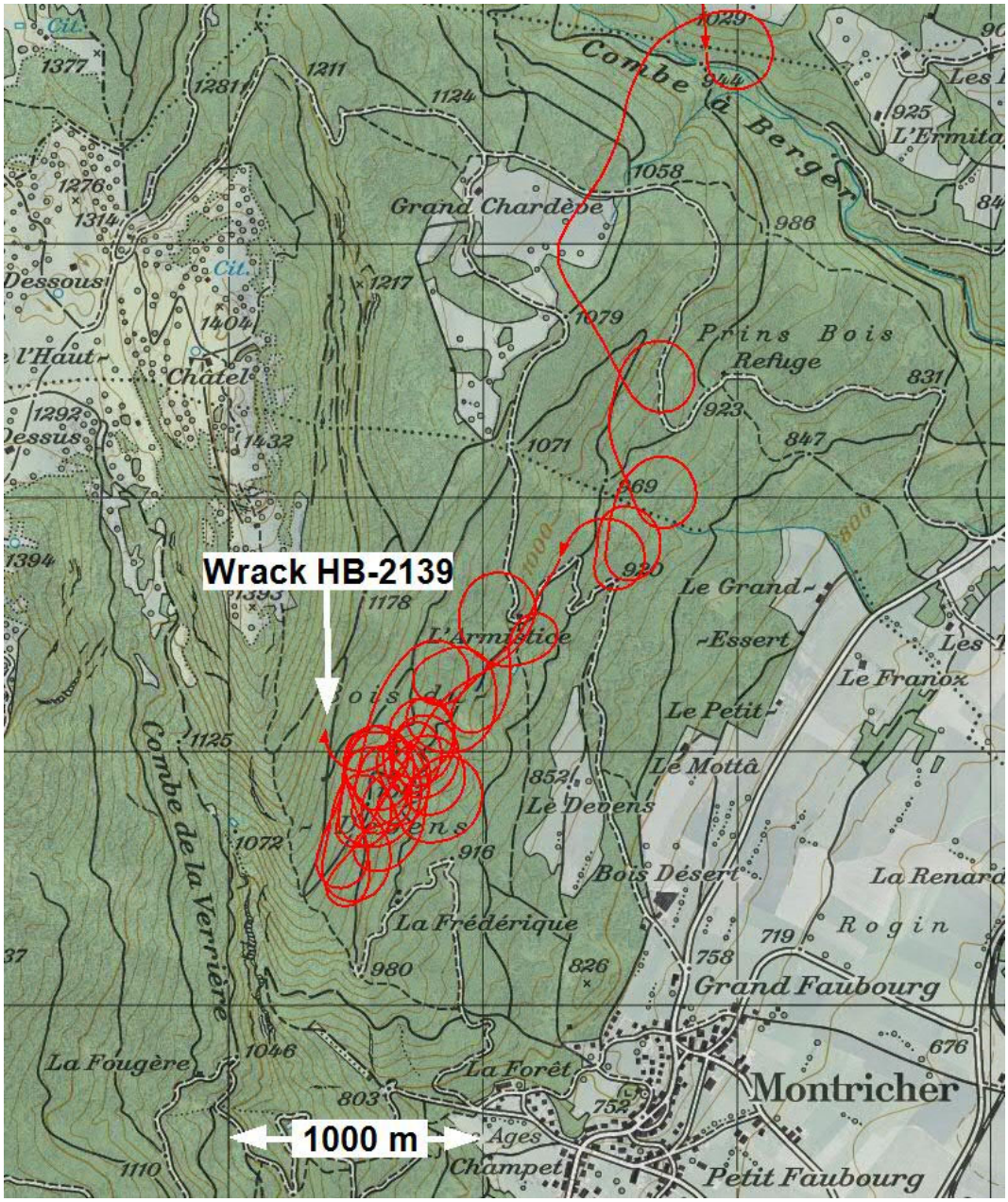


Abbildung 1: Flugweg der HB-2139 (rot) ab 13:09 Uhr bis 13:27 Uhr mit Unfallort, Quelle der Karte: Bundesamt für Landestopografie

1.2 Meteorologische Angaben

1.2.1 Allgemeine Wetterlage

Zwischen einem Tief bei Island und einem Hoch über dem westlichen Mittelmeer floss milde Luft in die Schweiz.

1.2.2 Wetter zum Zeitpunkt und am Ort des Unfalls

Entlang des Juras entstanden einzelne Schönwetterquellwolken mit einer Basis um 4400 ft AMSL[1]. Trotz Cirren war das Wetter sonnig. Über dem Jura folgte die Temperatur bis auf rund 1200 m/M annähernd der Trockenadiabate. Anschliessend blieb die Temperatur bis auf 1600 m/M mehr oder weniger konstant. Unterhalb dieser Isothermie war der Wind über dem Mittelland schwach und wehte vornehmlich aus Südwest. Gemäss Vorhersagemodell mit hoher Auflösung wehte der bodennahe Wind im Raum Montricher und am Jurahang aus Südost. Die berechneten Windspitzen erreichten 20 bis 25 km/h. Windmessungen in Berolle, auf 740 m/M direkt am Hangfuss südwestlich von Montricher gelegen, bestätigen die Grössenordnung des mittleren Windes und der Windspitzen. Der Wind wehte hier aus Richtung Süd bis Südsüdwest. In Bullet / La Frétaz, auf 1205 m/M und nordwestlich von Montricher gelegen, wurde Wind aus Südost verzeichnet, analog zu den Werten aus dem Modell. Die mittlere Windgeschwindigkeit erreichte knapp 5 kt.

Wolken	1/8 – 2/8 um 4400 ft AMSL 5/8 – 7/8 auf 31 000 ft AMSL, transparent
Sicht	50 km
Wind	180 Grad, 5 kt variierend zwischen 150 und 210 Grad
Temperatur/Taupunkt	15 °C / 10 °C
Luftdruck QNH	1018 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO[2]-Standardatmosphäre
Gefahren	mässige Turbulenz oberhalb von 3000 ft AMSL bis Flugfläche 070

1.2.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand	Azimut: 187°	Höhe: 63°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.2.4 Segelflugwetterprognose

Die MeteoSchweiz publizierte am Samstag, den 21. Mai 2016 um 07:15 Uhr die Segelflugwetterprognose gültig für den Samstagnachmittag. Bezüglich der Thermikentwicklung wurde Folgendes prognostiziert:

„Mittlere Thermik:

Auf der Alpennordseite unterhalb von 1500 bis 1800 m/M meist mässige bis gute Thermik, darüber anziehende SW-Winde.“

[1] AMSL: *Above Mean Sea Level,* Höhe über dem mittleren Meeresspiegel

[2] ICAO: *International Civil Aviation Organization*

1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

Eintragungszeichen	HB-2139
Luftfahrzeugmuster	DG-400
Charakteristik	Einsitziges, eigenstartfähiges Hochleistungssegelflugzeug mit Klapptriebwerk
Hersteller	DG Flugzeugbau GmbH, Bruchsal, Deutschland
Baujahr	1983
Flügelspannweite	17 m
Masse und Schwerpunkt	Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch (*aircraft flight manual* – AFM) zulässigen Grenzen
Überziehgeschwindigkeit	bei Flächenbelastung 40 kg/m^2: 84 km/h bei Wölbklappenstellung -10° 71 km/h bei Wölbklappenstellung +8°

1.4 Auswertung der Flugwegaufzeichnungen

1.4.1 Allgemeines

In der HB-2139 war ein Kollisionswarngerät Flarm eingebaut und der Pilot führte zusätzlich ein Navigationsgerät des Musters Naviter Oudie mit. Die Flugwegdaten konnten aus beiden Geräten ausgelesen werden.

1.4.2 Kollisionswarngerät

Im Kollisionswarngerät wurden die Datenpunkte des Flugweges in einem Intervall von 8 Sekunden registriert. Der letzte Datenpunkt wurde infolge des unfallbedingten Stromunterbruchs nur bis um 13:26:35 Uhr aufgezeichnet.

Zahlreiche andere, mit Flarm ausgestattete Luftfahrzeuge, wurden im Flarm-Gerät der HB-2139 registriert. Von den zwischen 13:25:08 und 13:26:35 Uhr registrierten Luftfahrzeugen befand sich keines in annähernd gleicher Höhe und in einer Distanz, die ein Ausweichmanöver des Piloten der HB-2139 hätte veranlassen können.

1.4.3 Navigationsgerät

Das Navigationsgerät war nicht fix eingebaut und nicht am pneumatischen System des Segelflugzeuges angeschlossen. Die Datenpunkte des Flugweges wurden in einem Intervall von einer Sekunde registriert. Der letzte Datenpunkt wurde um 13:27:08 Uhr aufgezeichnet. Die registrierten, geschätzten Positionsfehler (*estimated position error* – EPE) lagen während 2 Minuten vor dem letzten Datenpunkt bei 6 m.

Um 13:27:07 Uhr wurde ein Wert des Umgebungsgeräuschniveaus (*engine noise level* – ENL) von 388, und um 13:27:08 Uhr ein Wert von 848 registriert. In der Zeitspanne zwei Minuten vor 13:27:07 Uhr lag der errechnete Mittelwert des ENL bei 9.

Die Daten sind auszugsweise in den Anlagen 1 – 6 grafisch dargestellt.

Nebst den Flugwegdaten des Unfallfluges wurden Daten von 7 weiteren Flügen ausgewertet, die der Pilot innerhalb von 30 Tagen vor dem Unfall ausgeführt hatte. Bei dreien dieser Flüge flog die HB-2139 am bewaldeten, ost-südöstlich orientierten Hang nordwestlich von Montricher in ähnlichen Flughöhen wie beim Unfallflug.

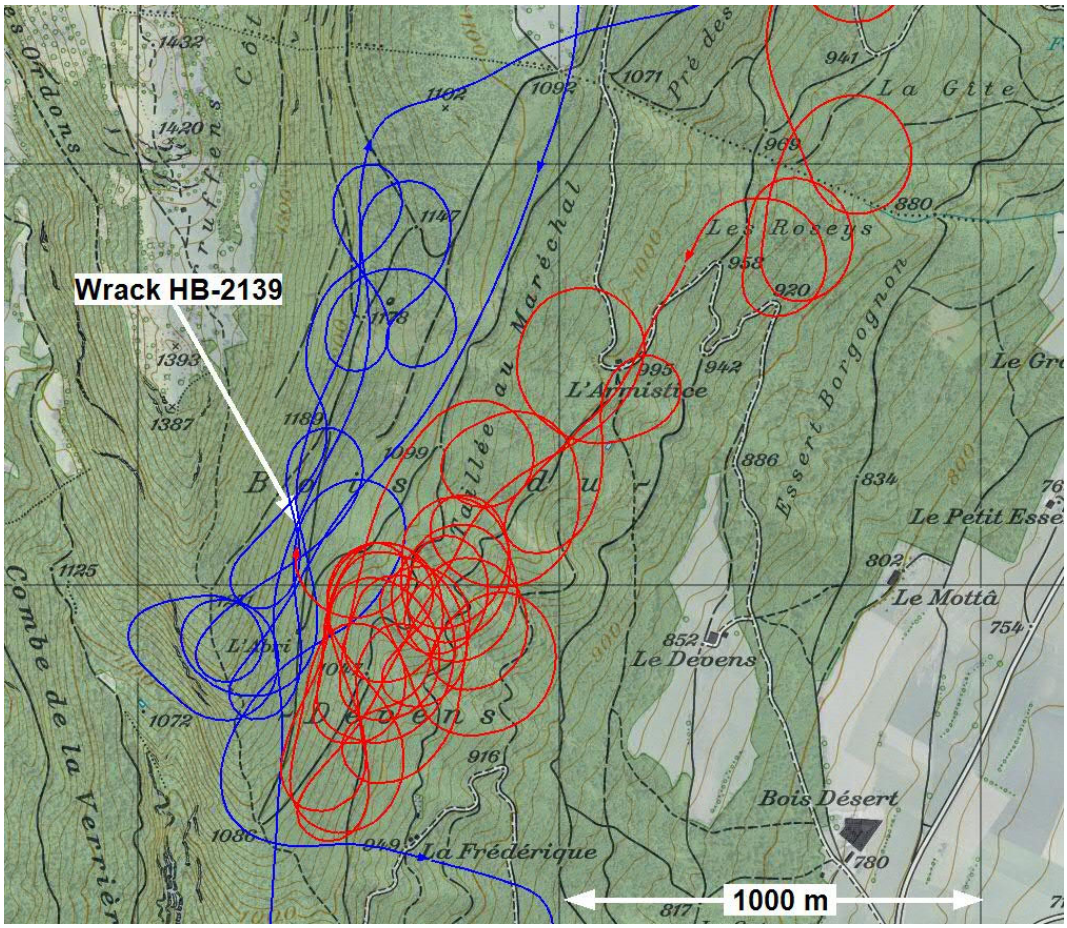


Abbildung 2: Flugwege der HB-2139 vom 21. Mai 2016 (rot) und vom 20. Mai 2016 (blau), Quelle der Karte: Bundesamt für Landestopografie.

1.5 Angaben über die Unfallstelle, den Aufprall und das Wrack

1.5.1 Unfallstelle

Die Unfallstelle befand sich im Wald des ost-südöstlich orientierten, rund 58 % geneigten Hangs, auf einer Höhe von rund 1170 m/M ungefähr 2 km nordwestlich von Montricher. Die mittlere Wipfelhöhe der Laubbäume betrug rund 30 m.

Der Pilot war im Cockpit des Segelflugzeuges angeschnallt und trug einen Rettungsfallschirm. Die Bauch- und Schultergurte hielten dem Aufprall stand.

1.5.2 Aufprall

Bei der Kollision des Segelflugzeuges mit den Bäumen wurde der linke Tragflügel vom Rumpf abgetrennt und blieb in einer Baumkrone, auf einer Höhe von ungefähr 20 m über dem Boden, hängen. Der Rumpf stürzte mit dem rechten Tragflügel zusammen entlang der Höhenlinie des Hanges durch den Wald und hinterliess dabei eine deutlich erkennbare Spur von abgerissenen Ästen und Blättern. In einer Distanz von ungefähr 60 m zur Endlage des linken Tragflügels prallten der vordere Teil des Rumpfes und der rechte Tragflügel auf dem Waldboden auf. Der hintere Teil des Rumpfes mit dem Seiten- und Höhenleitwerk wurden beim Absturz durch die Bäume abgetrennt und lagen auf der Höhenlinie zwischen der Position des linken Tragflügels und der des vorderen Teils des Rumpfes und des rechten Tragflügels.

1.5.3 Wrack

Abbildung 3: Vorderteil des Rumpfes der HB-2139 mit dem rechten Tragflügel.

- Der Rumpf war hinter dem Triebwerksschacht gebrochen. Das Fahrwerk war ausgefahren. An den Fahrwerksklappen wurden keine Rückstände von Ästen und Blättern festgestellt.
- Das Höhen- und das Seitenleitwerk zeigten Spuren von mehreren Kollisionen mit Ästen. Aufgrund einer visuellen Kontrolle der Steuergestänge und der Steuerseile deutete nichts auf ein Versagen von Höhen- und Seitenruder hin.
- Der rechte Tragflügel wies Spuren von Kollisionen mit Ästen und Baumstämmen auf. Er war durch den Holm mit dem Rumpfvorderteil verbunden.
- Die Wölbklappe des rechten Tragflügels war abgerissen. Ihre Stellung konnte aufgrund des Zerstörungsgrades nicht festgestellt werden.
- Die Bremsklappe des rechten Tragflügels war ausgefahren. Es wurden daran keine Rückstände von Ästen und Blättern festgestellt.
- Zur Bergung des linken Tragflügels musste ein ungefähr 30 m hoher Baum gefällt werden.
- Das Klapptriebwerk war eingefahren. Die Treibstoffmenge im Tank konnte nicht festgestellt werden. Der Geruch von ausgelaufenem Treibstoff wurde festgestellt.
- Die Cockpithaube war komplett zersplittert und der Verschlussmechanismus konnte aufgrund des Zerstörungsgrades nicht überprüft werden.
- Die Bordbatterie war mit dem Bordnetz verbunden. Das Funkgerät, auf dem die Frequenz von 133.2 MHz des Flugfeldes Montricher eingestellt war, lief Stunden nach dem Unfall noch und funktionierte.

- Der automatische Notsender (*emergency locator transmitter* – ELT) älterer Bauart wurde aus seiner Halterung gerissen und lag im Gepäckfach hinter dem Kopf des Piloten. Das Gehäuse des ELT war mechanisch leicht beschädigt. Der Schalter, der sowohl manuell, wie auch vom Massenpendel betätigt werden kann, wurde in der Position ON vorgefunden. Vor dem Abschalten des ELT an der Unfallstelle, ungefähr 4 Stunden nach dem Aufprall, wurde auf der Notfrequenz 121.5 MHz kein Signal empfangen.

1.5.4 Weitere Angaben

Die technische Untersuchung des Notsenders Model EBC-102A zeigte, dass die Halterung des ELT im Gepäckfach waagrecht, und nicht nach Empfehlung des Herstellers an einer Seitenwand senkrecht, eingebaut war. Bei Beschleunigung quer zur Flugrichtung kann ein derart eingebautes Gerät unter Umständen nicht auslösen und/oder aus seiner Halterung rutschen.

An der im Gerät eingebauten 9 Volt Alkaline-Mangan-Batterie mit 6 Zellen wurde eine Leerlaufspannung von 8.29 V gemessen. Das Ablaufdatum der Batterie war mehr als ein Jahr überschritten. Der Ladezustand konnte nicht schlüssig festgestellt werden. Nach Inbetriebnahme des Geräts im Laufe der Untersuchung sendete dieses auf der Frequenz von 121.5 MHz ein Notsignal aus, das empfangen werden konnte.

Wenn sich das unbeschädigte Gerät in den Stellungen OFF oder ARM befindet, wird das Massenpendel durch eine Spiralfeder an den Auslöseschalter gedrückt. Da das Gehäuse deformiert war, wurde die Spiralfeder mehr als normal zusammengedrückt, wodurch die Vorspannung auf den Schalterarm grösser wurde und die notwendige Beschleunigung zur Betätigung des Schalters kleiner wurde. Der ELT konnte relativ leicht durch einen Handschlag ausgelöst werden.

1.6 Medizinische und pathologische Feststellungen

1.6.1 Medizinische Vorgeschichte

Der Pilot wurde 1969 erstmalig fliegerärztlich untersucht. Bis zu seiner obligatorischen Untersuchung ab dem 60. Altersjahr hat er sich, laut eigenen Angaben jährlich medizinischen Untersuchungen unterzogen, die keine nennenswerten Befunde zeigten. Er nahm regelmassig ein Medikament ein, das laut Kompendium zu Sehstörungen, Schwindel, orthostatischer Hypotonie und Synkopen führen könnte, wodurch die Fahrtüchtigkeit und die Fähigkeit zum Bedienen von Maschinen beeinträchtigt sein könnten. Beim Piloten traten keine solche Nebenwirkungen auf, so dass angenommen werden kann, dass er beim Unfallflug nicht beeinträchtigt war.

Im Jahr 2012 wurde dem Piloten ein Medical 2 ohne Einschränkung ausgestellt. Bei der letzten fliegerärztlichen Untersuchung am 2. Juli 2014 gab er an, wegen einer Visusminderung, zum Fliegen eine Brille zu tragen.

Bei einer sonst unauffälligen klinischen Untersuchung mit normalen Kreislaufparametern wurden erstmals fehlende Fusspulse rechts festgestellt. Dieser Befund war schon im Jahr 2014 ein Hinweis auf das Vorhandensein einer peripheren arteriellen vasculären Erkrankung. Weitere spezifische Untersuchungen sind nicht bekannt.

1.6.2 Autopsie

Die Leiche des 64 jährigen Piloten wurde einer Autopsie unterzogen. Der Tod trat wegen schwerer, unfallbedingter Verletzungen ein.

Die Untersuchung zeigte eine Einengung einer Herzkranzarterie von bis zu 75 % sowie eine deutliche Verkalkung der Gefässwand mit einer Einengung des Lumens von bis zu 70 % bei einer zweiten Herzkranzarterie. Zudem deutet eine frische nicht vorbestandene Läsion einer Gefässwand auf ein akutes Ereignis hin.

Die Gesamtheit dieser Befunde an den Gefässen kann ein akutes koronares Ereignis mit einer plötzlichen Handlungsunfähigkeit (*sudden incapacitation*) hervorgerufen durch Herzrhythmusstörungen, akutes Unwohlsein oder sogar akuten Herztod erklären.

Die Resultate der chemisch-toxikologischen Analyse waren für alle getesteten Substanzen negativ.

1.7 Suche und Rettung

1.7.1 Allgemeines

In einer Studie der SUST über die Organisation und Wirksamkeit des Such-und Rettungsdienstes der zivilen Luftfahrt (*search and rescue* – SAR) in der Schweiz wurden zur Beleuchtung der Abläufe mehrere exemplarische Fälle der letzten Jahre untersucht und dokumentiert. Für die Dokumentation der Such- und Rettungsaktionen wurde im Hinblick auf Vergleichsmöglichkeiten dieselbe Darstellung wie in der Studie gewählt.

1.7.2 Chronologie der Such- und Rettungsaktion

Zeitpunkt	Dauer seit Unfall	Ereignis
13:27	00:00	Unfall
13:27	00:00	Eine Person beobachtet den Absturz der HB-2139 von ihrem Bauernhaus in Montricher aus.
		Die Person sucht zu Hause zuerst die Telefonnummer des Flugfeldes Montricher und versucht danach erfolglos dieses über zwei verschiede Telefonnummern zu kontaktieren.
		Danach versucht sie ebenso erfolglos einen ihr bekannten Schlepppiloten, der in Montricher wohnte, zu kontaktieren.
		Danach begibt sie sich mit ihrem Auto zum Flugfeld Montricher und berichtet über ihre Beobachtungen.
	ca. 00:45	Das Schleppflugzeug ist in der Luft und hat eben ein Segelflugzeug ausgeklinkt, als der Schlepppilot vom Flugfeld Montricher angewiesen wird, nach einem Segelflugzeug Ausschau zu halten, das oberhalb Montricher abgestürzt sei. Auf seinem Erkundungsflug in besagtem Gebiet kann der Schlepppilot nichts finden, worauf er auf dem Flugfeld Montricher landet.
	ca. 00:45	Die Person bricht zusammen mit einem Segelflugpiloten auf, um im eigenen Geländefahrzeug auf den Forststrassen der Region "La Chardevaz" und auf der Strasse "La Frederique" die Gegend nach dem abgestürzten Segelflugzeug abzusuchen. Die Suche wird nach ungefähr einer Stunde erfolglos abgebrochen.
14:17	00:50	Das Koordinationszentrum (*rescue coordination centre* – RCC) wird von der Bezirksleitstelle (*Area control Center* – ACC) Genf informiert, dass ELT-Signale von vier überfliegenden Flugzeugen zwischen Genfersee (St. Prex) und Neuenburg empfangen wurden.
14:28	01:01	Das RCC kontaktiert den Flugfeldleiter des Flugfeldes Yverdon-les-Bains um abzuklären, ob dort ELT senden.
14:34	01:07	Die Rückmeldung aus Yverdon ist negativ: kein Empfang eines ELT. Via Funk werden die Flugzeuge im Raum Yverdon aufgefordert, die Frequenz 121.5 MHz abzuhören.

14:41	01:14	Das Bundesamt für Kommunikation (BAKOM) will das Gebiet abhören und Rückmeldung an das RCC erstatten.
	ca. 01:20	Der Schlepppilot startete erneut mit einem Segelflugzeug im Flugzeugschlepp. Nach dem Ausklinken des Segelflugzeuges bemerkt der Schlepppilot den Flügel der HB-2139 in den Baumwipfeln und benachrichtigt unverzüglich die Kollegen auf dem Flugfeld Montricher über Flugfunk.
15:01	01:34	Die Schweizerische Rettungsflugwacht (Rega) wird durch einen Fluglehrer von Montricher alarmiert.
15:03	01:36	Das BAKOM hört im vermuteten Gebiet nichts, will das Gebiet noch etwas ausweiten und dann wieder Meldung erstatten.
15:08	01:41	Ein Rega-Helikopter startet ab dem Spital Neuenburg mit drei Besatzungsmitgliedern (Pilot, Rettungsspezialist Helikopter (RSH), Arzt) zu einem Suchflug ins Einsatzgebiet.
15:17	01:50	Das RCC wird von der Rega über den Absturz eines Segelflugzeuges im Raum Mont Tendre und Col du Mollendruz informiert. Der Absturz wurde von div. Personen gemeldet. Näheres ist noch nicht bekannt. Der ELT wurde vermutlich ausgelöst.
15:31	02:04	Das RCC kontaktiert die Einsatzzentrale der Kantonspolizei des Kantons Waadt (Kapo VD), die die Suche nach dem abgestürzten Segelflugzeug veranlasst.
15:38	02:11	Der Rega-Helikopter landet im Unfallgebiet, nachdem ein Arzt mit der Winde abgesetzt wurde.
15:47	02:20	Die Kapo VD teilt dem RCC mit, dass das abgestürzte Segelflugzeug und eine tote Person von der Rega gefunden wurden.
17:14	03:47	Der Rega-Helikopter startet im Unfallgebiet zum Rückflug nach Lausanne.

1.8 Segelfliegen am Hang

Da geländenahes Segelfliegen anspruchsvoll ist und nur geringe Toleranz bei allfälligen Fehlern umfasst, sind in der Broschüre *„Sicherheit beim Gebirgssegelflug, Empfehlungen für das Verhalten und die Ausbildung“*[3] zahlreiche Risiken aufgezeigt und wichtige Verhaltensregeln zur Vermeidung von Unfällen empfohlen. Gemäss einer Empfehlung aus dieser Broschüre sollte die Fluggeschwindigkeit beim Fliegen nahe am Gelände bei turbulenten Windverhältnissen mindestens das 1.45-fache der Überziehgeschwindigkeit betragen. Für das Segelflugzeugmuster DG-400 würde dies bei einer Wölbklappenstellung von +8° rund 103 km/h und bei -10° rund 122 km/h bedeuten.

[3] Die Broschüre *„Sicherheit beim Gebirgssegelflug, Empfehlungen für das Verhalten und die Ausbildung“* basiert auf der Arbeit und Erfahrung der Instruktoren des nationalen Segelflugzentrums von Saint-Auban-sur-Durance (CNVV), Frankreich. Sie wurde Ende 2011 auf den Internetseiten des Schweizer Segelflugverbandes (SFVS) publiziert.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

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

Der Start der HB-2139 erfolgte ab dem Flugfeld Montricher mit Hilfe des Klapptriebwerks, das nach der Steigphase eingefahren werden konnte. Dies lässt den Schluss zu, dass am Klapptriebwerk keine technischen Mängel vorlagen.

Durch die horizontale Einbaulage der Halterung des Notsenders im Segelflugzeug konnte dieser bei einer Beschleunigung quer zur Flugrichtung, wie sie beim Aufprall des Rumpfes in Seitenlage entstanden sein musste, aus seiner Halterung rutschen. Er wurde dabei mechanisch beschädigt. Wie Tests ergaben, löste der Notsender trotz der leichten Beschädigung aus und sendete, obschon das Ablaufdatum der Batterie bereits abgelaufenen war, auf der Frequenz von 121.5 MHz Notsignale. Dies lässt den Schluss zu, dass der Notsender nach dem Aufprall funktionierte und die von Luftfahrzeugen zwischen Genfersee (St. Prex) und Neuenburg empfangenen ELT-Signale vom Notsender der HB-2139 gesendet wurden.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Der 64-jährige Pilot der HB-2139 erlangte im Alter von 21 Jahren erstmals eine Pilotenlizenz für Segelflugzeuge und verfügte über eine grosse Flugerfahrung auf Segelflugzeugen im Allgemeinen sowie auf dem Segelflugzeugmuster, mit dem er verunfallte. Mit den lokalen Verhältnissen war er zweifelsfrei vertraut, da er meist ab dem Flugfeld Montricher startete und Segelflüge im Jura ausführte. Durch seine alljährlichen Segelflugferien in den südfranzösischen Alpen verfügte er auch über Erfahrung im Gebirgssegelflug.

Gemäss Fliegerkollegen galt er als zurückhaltend und vorsichtig. Zu Beginn der Segelflugsaison 2016 absolvierte er am 19. März 2016 einen Checkflug mit einem Fluglehrer. Bei drei Segelflügen innerhalb von 30 Tagen vor dem Unfall flog der Pilot am bewaldeten, ost-südöstlich orientierten Hang nordwestlich von Montricher in ähnlichen Flughöhen wie beim Unfallflug, was zeigt, dass er Übung im Hangfliegen hatte und die dortigen topografischen Verhältnisse gut kannte.

Aufgrund der Segelflugwetterprognose von MeteoSchweiz (vgl. Kapitel 1.2.4) durfte am 21. Mai 2016 unterhalb von 1500 – 1800 m/M mit mässiger bis guter Thermik gerechnet werden. Nach dem Abstellen des Motors (vgl. Anlage 1) fand der Pilot allerdings keine thermischen Aufwinde, durchflog beim Abgleiten eine thermische Sperrschicht und das herrschende Windprofil. Als er am Hang nordwestlich von Montricher in einer Höhe von weniger als 1300 m/M ankam, musste er gewusst haben, dass es keine Chance gab, entsprechend der Thermikprognose kurzfristig an Höhe zu gewinnen. Er hatte sich wohl dazu entschieden, am Hang abzuwarten, wo er seine Flughöhe halten konnte, um später von allfällig besseren Bedingungen zu profitieren. Sein Entschluss, in unmittelbarer Nähe des Flugplatzes alleine an einem vertrauten Hang zu fliegen, ist nachvollziehbar. Dabei flog er in einem Höhenband von rund 80 m (vgl. Anlage 2). Ob er sich der spezifischen Risiken des hangnahen Fliegens bewusst war und die entsprechenden Massnahmen für ein sicheres Hangfliegen (vgl. Kapitel 1.8) kannte, kann daraus nicht automatisch gefolgert werden.

Der Pilot flog insgesamt während 17 Minuten am ost-südöstlich orientierten Hang Kreise und Achten (vgl. Abbildung 1). Überlegungen zur Fluggeschwindigkeit der HB-2139 beim geländenahen Segelfliegen können im vorliegenden Fall nur anhand der registrierten Geschwindigkeit gegenüber dem Boden (*ground speed* –

GS) und Annahmen über die Windgeschwindigkeit erfolgen, da weder die Eigengeschwindigkeit (*true air speed* – TAS) noch die angezeigte Fluggeschwindigkeit (*indicated airspeed* – IAS) registriert wurden. Die mittlere GS betrug während den letzten 12 Minuten vor dem Unfall rund 94 km/h (vgl. Anlage 2). Unter der Annahme einer mittleren Windgeschwindigkeit von 5 kt (entsprechend rund 9 km/h) aus 180 Grad variieren die Werte der TAS während den letzten 2 Minuten vor dem Unfall (vgl. Anlagen 3 und 4) zwischen knapp 80 km/h und knapp 115 km/h. Aufgrund der obigen Abschätzungen kann auch ohne Kenntnis der gewählten Wölbklappenstellung davon ausgegangen werden, dass die Fluggeschwindigkeit der HB-2139 während der letzten 2 Minuten vor dem Unfall zeitweise geringer war als das 1.45-fache der Überziehgeschwindigkeiten (vgl. Kapitel 1.8). Da es keine Indizien für einen Strömungsabriss vor dem Streifen der Baumwipfel gibt, kann jedoch kein kausaler Zusammenhang zwischen diesen geringeren Fluggeschwindigkeiten und der Unfallursache hergeleitet werden.

Während den letzten 12 Minuten vor dem Unfall flog die HB-2139 am Hang in geringen Höhen über dem Gelände. Die zwischen 13:25:08 und 13:27:08 Uhr ermittelten Werte (vgl. Anlagen 4 und 5) von knapp 100 m über Grund, respektive 70 m über den Baumwipfeln, sind gering, aber beim Hangsegelfliegen nicht unüblich, ebenso wie der um 13:25:58 Uhr resultierende Hangabstand (vgl. Anlage 6). Allerdings müssen beim geländenahen Fliegen grundsätzlich erhöhte Fluggeschwindigkeiten berücksichtigt werden. Um diese stets einhalten zu können, sollte man immer darauf vorbereitet sein, den Knüppel nach vorn zu stossen, d.h. deutlich nachzudrücken, und Richtung Tal abzudrehen. Um ein solches Flugmanöver ohne Geländeberührung ausführen zu können, muss in Flugrichtung immer genügend Bodenabstand vorhanden sein. Beim Achten fliegen, wo die Annäherung zum Hang nahezu parallel zu den Höhenlinien erfolgt, ist diese Voraussetzung geometriebedingt einfacher zu erfüllen, als beim Kreisen am Hang, wo die Annäherung phasenweise senkrecht zu den Höhenlinien erfolgt. Zum sicheren Ausführen des Flugmanövers über Hängen mit geringer Neigung müssen zudem grössere Abstände zum Gelände vorhanden sein als beim Fliegen entlang von steilen Felswänden. Der Pilot flog am Hang sowohl Achten, als auch Kreise. Dabei erfolgten die Annäherungen zu den Höhenlinien bei den Achten erwartungsgemäss stets in geringerem Winkel als bei den Kreisen. Bis 20 Sekunden vor dem Unfall flog er die Kreise vom Hang wegdrehend mit einer moderaten Querlage, so dass sich der Hangabstand vergrösserte und die Annäherung zum Hang mit nicht allzu grosser Querlage und Annäherungswinkel erfolgen konnte.

Weshalb beim letzten Kreis, 20 Sekunden vor dem Unfall, die Kurve enger wurde und sich damit die Flugbahn zum Hang verlagerte, ist aufgrund der vorhandenen Informationen nicht nachvollziehbar. Eine kurzzeitige Unachtsamkeit aufgrund einer Ablenkung, eine plötzliche Handlungsunfähigkeit oder akutes Unwohlsein könnten den enger werdenden Kreis zum Hang ausgelöst haben. Ein Ausweichmanöver gegenüber einem anderen, mit dem Kollisionswarnsystem Flarm ausgerüsteten, Luftfahrzeug kann als Grund dafür ausgeschlossen werden.

Das geländenahe Fliegen am Hang erfordert jederzeit die uneingeschränkte Aufmerksamkeit eines Piloten und bedingt grössere Sicherheitsreserven als beim freien Flug in normalen Flughöhen.

Die HB-2139 hatte im Kurvenflug in Drehrichtung rechts mit grosser Wahrscheinlichkeit zuerst mit dem rechten Tragflügel die Baumwipfel gestreift, wurde durch den Impuls um die Hochachse gedreht und kollidierte danach mit Bäumen. Dieses Szenario wird durch die Flugwegaufzeichnung und die Beschreibung der Person, die das Segelflugzeug in senkrechter Lage zum Horizont beobachtete, bevor ein Flügel die Bäume streifte und danach in horizontaler Lage im Wald verschwand, gestützt. Bei der Kollision mit Baumwipfeln wurde der linke Tragflügel vom Rumpf

getrennt und blieb in einer Baumkrone hängen. Aufgrund der Spuren an der Unfallstelle muss der Rumpf zusammen mit dem rechten Tragflügel in einem relativ flachen Winkel den Höhenlinien entlang ungefähr 60 m weit durch den Wald gestürzt sein, bevor sie auf dem Waldboden aufprallten.

Am Unfallort wurde das Klapptriebwerk der HB-2139 in eingefahrenem Zustand vorgefunden. Diese Tatsache und der Verlauf der registrierten ENL-Werte lassen den Schluss zu, dass der Pilot nicht versucht hatte, den Motor in Betrieb zu setzen. Für ein gefahrloses Ausfahren des Klapptriebwerks und eine sichere Inbetriebnahme des Motors wäre eine viel grössere Flughöhe über Boden nötig gewesen.

Das Fahrwerk und die Bremsklappe des rechten Tragflügels wurden in ausgefahrenem Zustand vorgefunden. Da weder an der Bremsklappe noch an den Fahrwerksklappen Spuren von Blättern und Ästen festzustellen waren, müssen bei der ersten Berührung der Baumwipfel die Bremsklappen verriegelt und das Fahrwerk eingefahren gewesen sein.

2.3 Suche und Rettung

Der Absturz des Segelflugzeuges wurde von einer Person aus einer Distanz von ungefähr 2 km zum Unfallort beobachtet. Diese Person schilderte Piloten auf dem Flugfeld Montricher ihre Beobachtungen, benachrichtigte aber weder die Rega, noch die Polizei.

Danach suchten Personen vom Flugfeld Montricher aus das Segelflugzeug zuerst per Auto und mit dem Schleppflugzeug aus der Luft, bevor sie nach mehr als 1 ½ Stunden nach dem Unfall die Rega alarmierten. Das RCC wurde schliesslich nach 1:50 h von der Rega über den Unfall informiert.

Es ist nachvollziehbar, dass Personen ohne fliegerischen Hintergrund das korrekte Vorgehen zur Alarmierung bei Flugunfällen nicht kennen, obwohl bei einem vergleichbaren Autounfall sehr wahrscheinlich adäquater gehandelt würde und die Rettungskräfte unverzüglich alarmiert würden.

Das Verhalten der Fliegerkameraden auf dem Flugfeld Montricher zeigt einmal mehr, dass bei Teilnehmern der allgemeinen Luftfahrt ein Informationsdefizit in Bezug auf den SAR besteht.

Im vorliegenden Fall hätte das Befolgen z.B. folgender, einfacher Verhaltensregeln die Zeitspanne zwischen dem Unfall und dem Einsatz der Such- und Rettungskräfte erheblich reduziert:

- *„Sofort alarmieren: beim geringsten Verdacht eines Flugunfalls unverzüglich das RCC informieren“* und
- *„Zeit gewinnen: zuerst das RCC informieren und erst danach eigene Abklärungen in Absprache mit dem RCC tätigen“.*

Solche Kernbotschaften sind in der Broschüre sar-booklet.ch zur Studie über den Such- und Rettungsdienst der zivilen Luftfahrt (SAR) in der Schweiz enthalten.

Bei einer zeitnahen, vorsorglichen Alarmierung hätte das RCC die von Luftfahrzeugen empfangenen ELT-Signale anders interpretieren können und die Peilung durch Suchhelikopter veranlassen können. Im vorliegenden Fall spielten diese Umstände für die Rettung keine Rolle, da der Pilot den Aufprall nicht überlebt hatte. Im Allgemeinen ist jedoch immer davon auszugehen, dass die Zeitspanne vom Unfall bis zur Erstversorgung an der Unfallstelle beziehungsweise zur Einlieferung in ein geeignetes Spital vom Verhalten aller Beteiligten beeinflusst wird.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Segelflugzeug war zum VFR-Verkehr zugelassen.
- Sowohl Masse als auch Schwerpunkt des Segelflugzeuges lagen innerhalb der zulässigen Grenzen gemäss Flughandbuch.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestehende technische Mängel, die den Unfall hätten verursachen oder beeinflussen können.
- Das Segelflugzeug war mit einem Notsender älterer Bauart ausgerüstet. An der Unfallstelle wurde ungefähr 4 Stunden nach dem Aufprall auf der Notfrequenz 121.5 MHz kein Signal empfangen. Die spätere technische Untersuchung des Notsenders zeigte, dass er trotz leichter mechanischer Beschädigung funktionstüchtig war.

3.1.2 Pilot

- Der Pilot besass die notwendigen Ausweise.
- Der Tod trat wegen schwerer, unfallbedingter Verletzungen ein.
- Eine plötzliche Handlungsunfähigkeit hervorgerufen durch Herzrhythmusstörungen, akutes Unwohlsein oder sogar akuten Herztod kann aufgrund der medizinischen Befunde nicht ausgeschlossen werden.
- Die Resultate der chemisch-toxikologischen Analyse waren für alle getesteten Substanzen negativ.

3.1.3 Flugverlauf

- Der Flug dauerte rund 46 Minuten.
- Während den letzten 12 Minuten vor dem Unfall flog die HB-2139 an einem Hang in geringen Höhen über dem Gelände.
- Das Segelflugzeug kollidierte mit Bäumen. Dabei wurde der linke Tragflügel vom Rumpf abgetrennt und blieb in den Baumwipfeln hängen.
- In einer Distanz von ungefähr 60 m zur Endlage des linken Tragflügels prallten der vordere Teil des Rumpfes und der rechte Tragflügel auf dem Waldboden auf
- Das Segelflugzeug wurde beim Aufprall zerstört.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Zum Zeitpunkt des Unfalls herrschte Wind aus 180 Grad mit einer Geschwindigkeit von 5 kt variierend zwischen 150 und 210 Grad.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass das Segelflugzeug Baumwipfel eines Waldes in Hanglage streifte, wodurch die Kontrolle über das Segelflugzeug verloren ging und es in der Folge auf den Waldboden aufschlug.

Folgende Faktoren haben zum Unfall beigetragen:

- geländenahes Fliegen am Hang mit geringer Sicherheitsreserve;
- möglicherweise eine gesundheitsbedingte, plötzliche Handlungsunfähigkeit.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Keine

4.2 Sicherheitshinweise

Keine

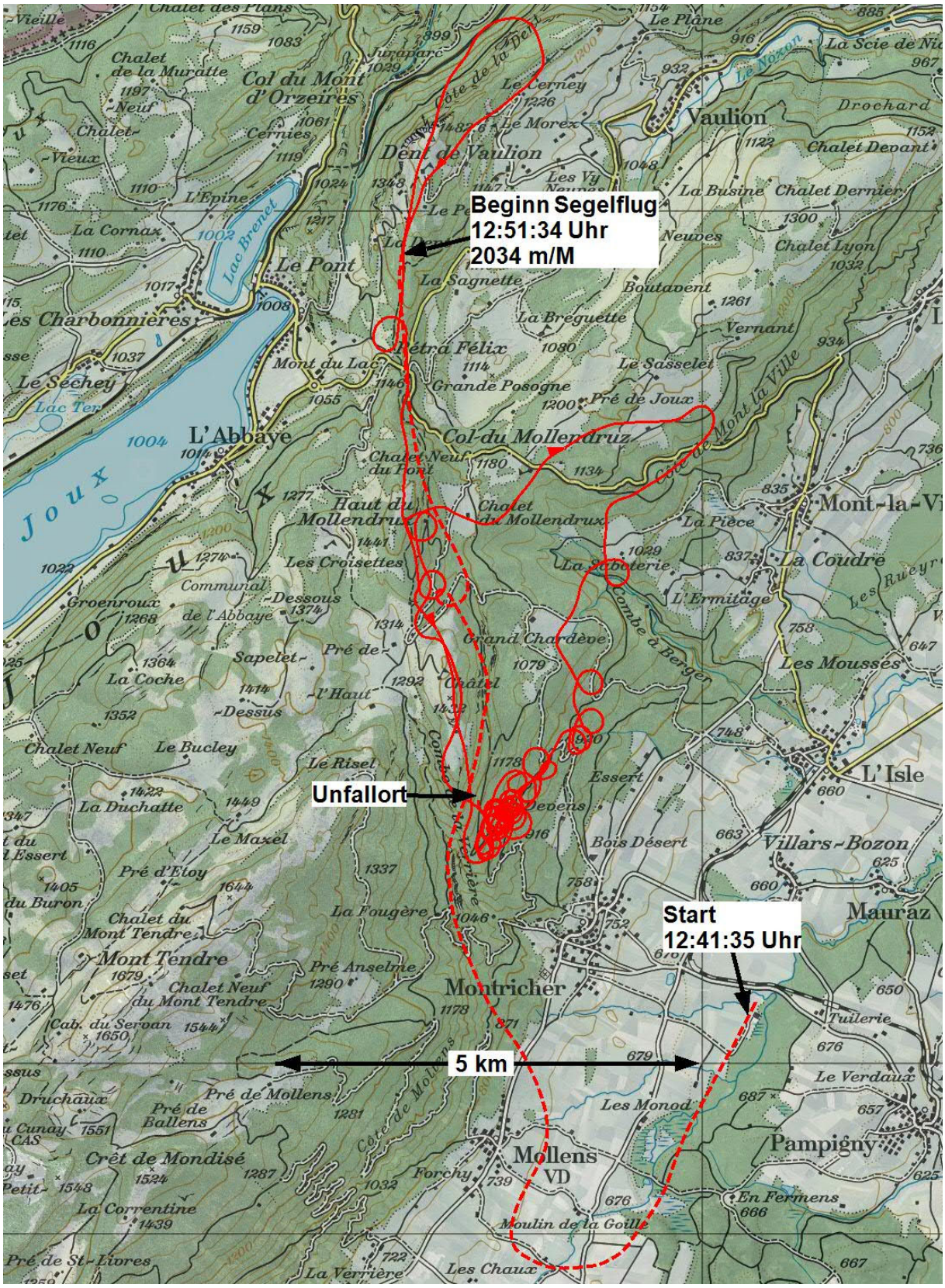
4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

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).

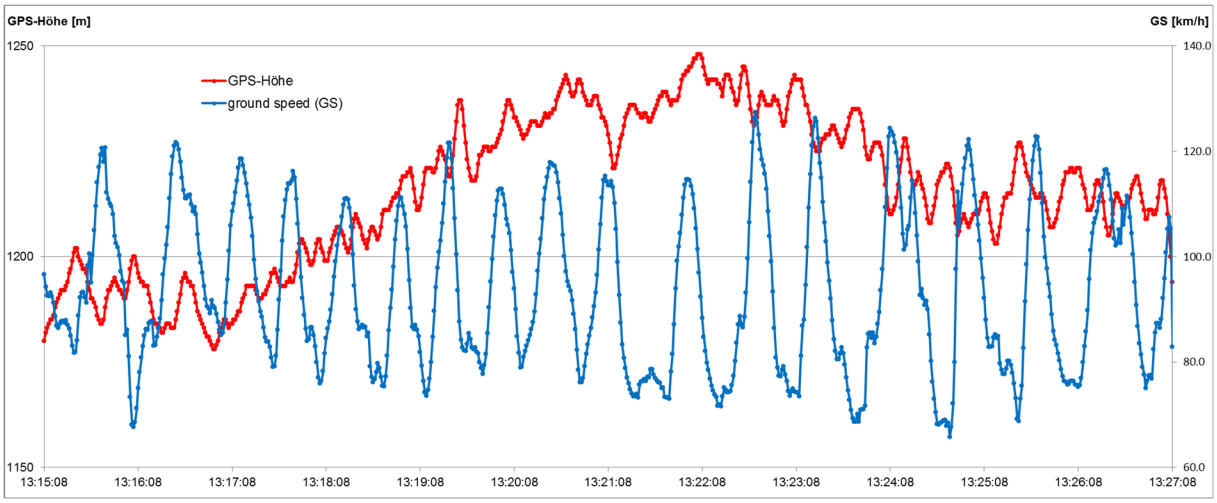
Bern, 4. Februar 2020 Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

Anlage 1: Flugverlauf der HB-2139



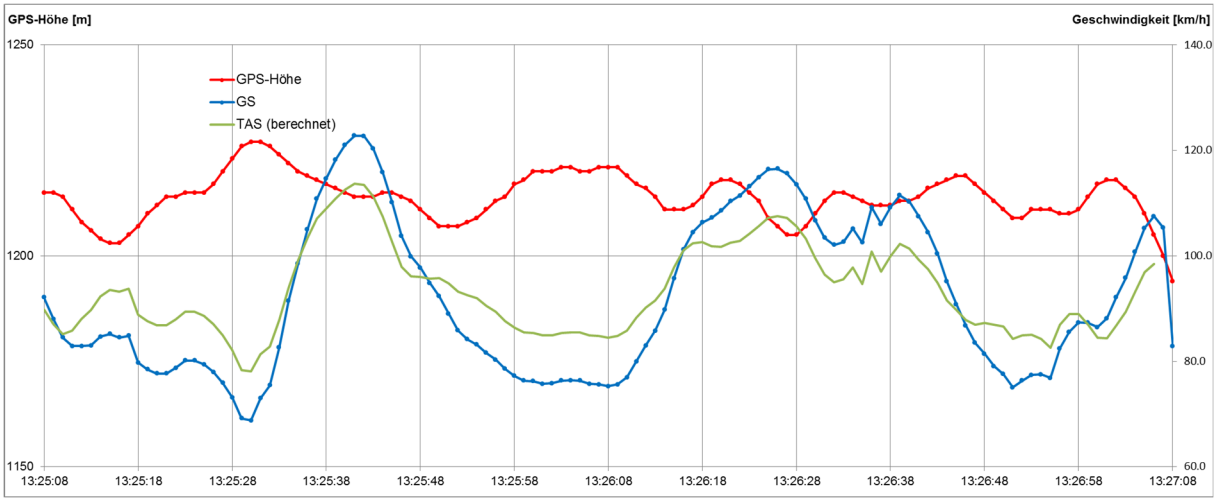
Flugweg der HB-2139 vom Start auf dem Flugfeld Montricher bis Beginn Segelflug (rot gestrichelt) und danach bis zum Unfallort (rot durchgezogen), Quelle der Karte: Bundesamt für Landestopografie.

Anlage 2: GPS-Höhe und ground speed während 12 Minuten vor Aufzeichnungsende



GPS-Höhe und *ground speed* (GS) der HB-2139 aufgezeichnet im Navigationsgerät des Musters Navi-ter Oudie in einem Intervall von einer Sekunde

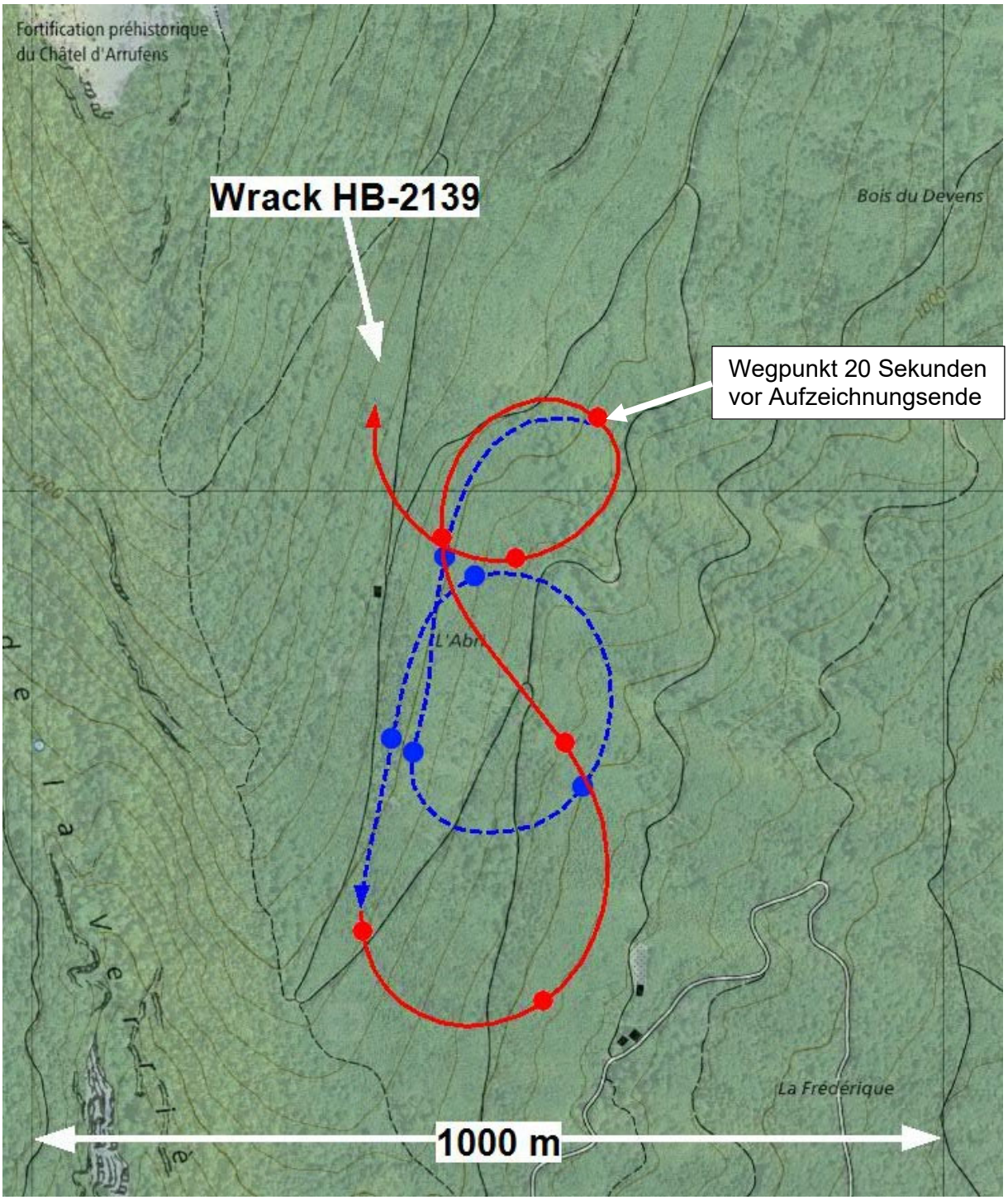
Anlage 3: GPS-Höhe und Geschwindigkeiten während 2 Minuten vor Aufzeichnungsende



GPS-Höhe und *ground speed* (GS) der HB-2139 aufgezeichnet im Navigationsgerät des Musters Navi-ter Oudie in einem Intervall von einer Sekunde sowie aus GS berechnete *true air speed* (TAS) unter Annahme einer Windgeschwindigkeit von 5 kt und einer Windrichtung aus 180°

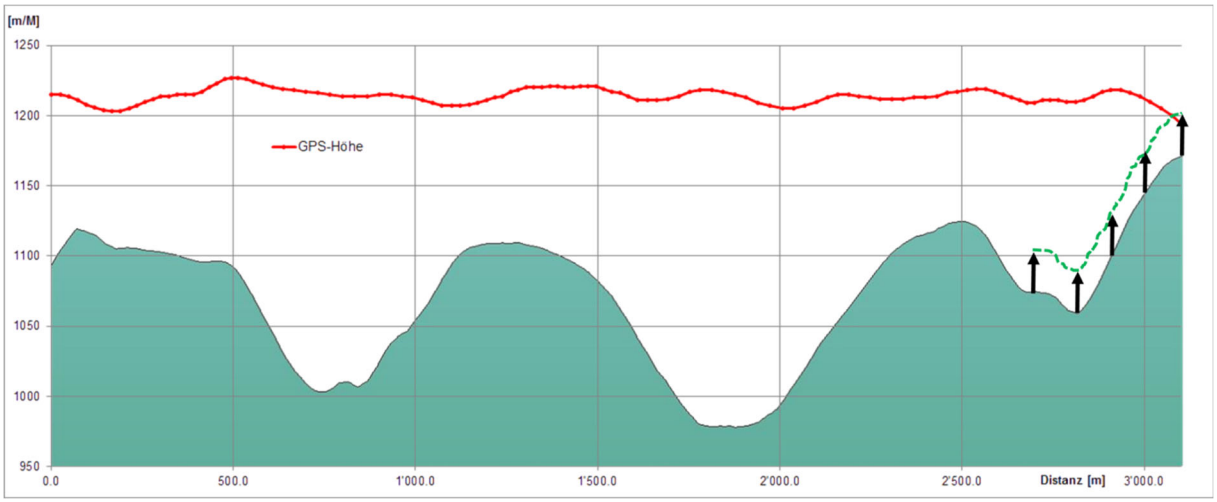
Bei den letzten beiden Datenpunkten in den Diagrammen der Anlagen 2 und 3 wurden - bedingt durch das Eintauchen des Segelflugzeuges in die Baumwipfel - markant höhere ENL-Werte registriert, als bei den Datenpunkten zuvor (vgl. Kapitel 1.4.3).

Anlage 4: Flugverlauf der HB-2139 während der letzten 2 Minuten vor Aufzeichnungsende



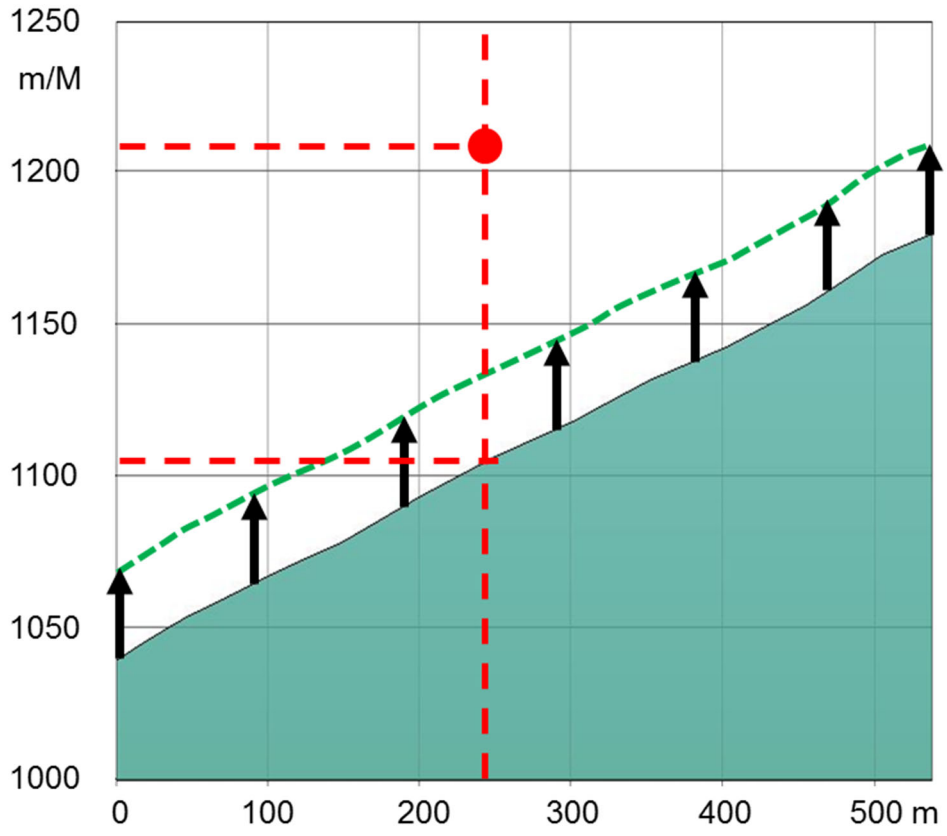
Flugweg der HB-2139 während der letzten 2 Minuten vor Aufzeichnungsende. Zwischen 13:25:08 und 13:26:08 Uhr (blau gestrichelt) und zwischen 13:26:08 bis 13:27:08 Uhr (rot durchgezogen). Die roten und blauen Wegpunkte markieren die Positionen in Zeitabständen von 10 Sekunden. Quelle der Karte: Bundesamt für Landestopografie.

Anlage 5: Geländeprofil entlang des Flugweges während 2 Minuten vor Aufzeichnungsende



Geländeprofil entlang des Flugweges der HB-2139 während der letzten 2 Minuten vor Aufzeichnungsende, sowie GPS-Höhe der HB-2139 und mittlere Höhe der Baumwipfel (grün gestrichelt).

Anlage 6: Hangprofil bei der Position der HB-2139 um 13:25:58 Uhr



Hangprofil bei der Position der HB-2139 um 13:25:58 Uhr mit mittlerer Höhe der Baumwipfel (grün gestrichelt) eingezeichnet in 30 m über dem Hangprofil während dem Fliegen parallel zum Hang.
Geländehöhe: 1109 m/M
Hangneigung: 52 %
GPS-Höhe: 1217 m/M