



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici
Uffizi d'investigaziun per accidents d'aviatica

Aircraft accident investigation bureau

Schlussbericht Nr. 1900

des Büros für

Flugunfalluntersuchungen

über den Unfall

des Flugzeuges Cessna 172 RG, HB-CGR

vom 23. Juni 2003

Le Pont qui Branle, Gemeinde Gruyères/FR,

25 km SSW von Fribourg

Causes

L'accident est dû au fait que, peu après le décollage, l'avion est entré en collision avec le terrain car, en raison de l'assiette de vol choisie, il ne pouvait ni gagner suffisamment de hauteur, ni être suffisamment manoeuvrable pour éviter les obstacles.

Eléments ayant contribué à l'accident:

- Le pilote ne disposait que d'une faible expérience de vol et son niveau d'entraînement au moment de l'accident était bas. Il n'était familiarisé avec les décollages ni d'aérodromes situés en montagne, ni d'aérodromes dont la piste est en herbe.
- Les turbulences engendrées par les vents latéraux, ascendants et descendants très changeants, de même que l'altitude densité et une masse au décollage relativement élevée ont réduit considérablement les performances de l'avion.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Entsprechend dem Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt (ICAO Annex 13) ist das alleinige Ziel der Untersuchung eines Flugunfalles oder eines schweren Vorfalles die Verhütung künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Es ist nicht Zweck dieser Untersuchung, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Gemäss Art. 24 des Schweizer Luftfahrtgesetzes ist die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung.

Geschlechtsunabhängig wird in diesem Bericht aus Datenschutzgründen ausschliesslich die männliche Form verwendet.

Alle Zeiten in diesem Bericht sind, wo nicht anders angegeben, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*local time* – LT) angegeben, die im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*coordinated universal time* – UTC) lautet: $LT = MESZ = UTC + 2 \text{ h}$.

Der Wortlaut des deutschsprachigen Berichtes ist massgebend.

Das Büro für Flugunfalluntersuchungen bedankt sich bei den Behörden und Organisationen für die Unterstützung, die ihm bei der Durchführung der Untersuchung gewährt wurde.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Zusammenfassung | 5 |
| 1 Sachverhalt | 7 |
| 1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf | 7 |
| 1.1.1 Vorgeschichte | 7 |
| 1.1.2 Flugverlauf | 7 |
| 1.2 Personenschäden | 8 |
| 1.3 Schaden am Luftfahrzeug | 8 |
| 1.4 Drittschaden | 8 |
| 1.5 Angaben zu Personen | 8 |
| 1.5.1 Pilot | 8 |
| 1.5.1.1 Flugerfahrung | 9 |
| 1.5.1.2 Ausbildung und Training | 9 |
| 1.5.2 Passagiere | 9 |
| 1.6 Angaben zum Luftfahrzeug | 10 |
| 1.7 Meteorologische Angaben | 11 |
| 1.7.1 Allgemeine Wetterlage gemäss Angaben von MeteoSchweiz | 11 |
| 1.7.2 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort | 11 |
| 1.7.3 Wetter gemäss Augenzeugen | 11 |
| 1.8 Navigationshilfen | 12 |
| 1.9 Kommunikation | 12 |
| 1.10 Angaben zum Flugplatz | 12 |
| 1.11 Flugschreiber | 12 |
| 1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle | 13 |
| 1.12.1 Unfallstelle | 13 |
| 1.12.2 Wrack | 13 |
| 1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen | 13 |
| 1.14 Feuer | 13 |
| 1.15 Überlebensaspekte | 13 |
| 1.16 Versuche und Forschungsergebnisse | 14 |
| 1.16.1 Rekonstruktion des Abfluges vom Flugfeld Langenthal | 14 |
| 1.16.2 Untersuchung des Triebwerks | 14 |
| 1.16.3 Leistungen des Luftfahrzeuges beim Start und im Anfangssteigflug | 15 |
| 1.17 Angaben zu verschiedenen Organisation und deren Führung | 16 |
| 1.18 Zusätzliche Angaben | 16 |
| 2 Analyse | 17 |
| 2.1 Technische Aspekte | 17 |
| 2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte | 17 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3 | <i>Schlussfolgerungen</i> | 19 |
| 3.1 | Befunde | 19 |
| 3.1.1 | Technische Aspekte | 19 |
| 3.1.2 | Pilot | 19 |
| 3.1.3 | Betriebliche Aspekte | 19 |
| 3.1.4 | Rahmenbedingungen | 20 |
| 3.2 | Ursachen | 20 |
| 4 | <i>Sicherheitsempfehlungen und getroffene Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit</i> | 21 |
| 4.1 | Sicherheitsempfehlungen | 21 |
| 4.2 | Getroffene Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit | 21 |
| 5 | Anlagen | 22 |

Schlussbericht

| | |
|--------------------|--|
| Eigentümer | Motorfluggruppe Olten des AeCS, 4600 Olten |
| Halter | Motorfluggruppe Olten des AeCS, 4600 Olten |
| Luftfahrzeugmuster | Cessna 172 RG |
| Eintragungsstaat | Schweiz |
| Eintragungszeichen | HB-CGR |
| Ort | Le Pont qui Branle, Gemeinde Gruyères/FR |
| Datum und Zeit | 23. Juni 2003, 14:36 Uhr |

Zusammenfassung

Kurzdarstellung

Das Flugzeug Cessna 172 RG, HB-CGR startete am 23. Juni 2003 um 14:35 Uhr auf der Piste 17 des Flugfeldes Gruyères zum Flug nach Langenthal. Nach einem Flugweg von ungefähr einem Kilometer prallte es gegen den nach Nordwesten abfallenden Ausläufer des Dent de Broc. Es entwickelte sich ein Aufschlagbrand und alle vier Insassen des Flugzeuges erlitten tödliche Verletzungen. Das Luftfahrzeug wurde zerstört.

Untersuchung

Der Unfall ereignete sich am 23. Juni 2003 um 14:36 Uhr. Die Schweizerische Rettungsflugwacht (REGA) alarmierte das Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) um 14:45 Uhr. Die Untersuchung wurde am 23. Juni 2003 gegen 16:00 Uhr an der Unfallstelle in Zusammenarbeit mit den Rettungskräften und der Kantonspolizei Freiburg eröffnet.

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass es kurz nach dem Start zu einer Kollision mit dem Gelände kam, weil das Flugzeug aufgrund der gewählten Fluglage weder genügend an Höhe gewinnen konnte, noch ausreichend steuerbar blieb, um den Hindernissen ausweichen zu können.

Folgende Faktoren haben zum Unfall beigetragen:

- Der Pilot verfügte über eine geringe Flugerfahrung und einen niedrigen aktuellen Trainingsstand. Er war weder mit dem Abflug von Flugplätzen im Gebirge noch von Flugplätzen mit Graspiste gut vertraut.
- Die durch rasch wechselnde Quer-, Auf- und Abwinde verursachten Turbulenzen, die grosse Dichtehöhe sowie die relativ hohe Abflugmasse verringerten die Flugleistung des Luftfahrzeuges.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Vorgeschichte

Am 23. Juni 2003 startete der Pilot um 09:28 Uhr mit dem Flugzeug Cessna 172 RG, eingetragen als HB-CGR, vom Regionalflugplatz Grenchen und flog nach dem Flugfeld Langenthal um dort drei Passagiere abzuholen und mit ihnen nach Gruyères zu fliegen.

Ungefähr um 10:30 Uhr beobachtete ein Bewohner von Bollodingen ein Flugzeug, das später als Cessna 172 RG identifiziert werden konnte, welches vom Flugfeld Langenthal herkommend tief sein Haus überflog. Anschliessend kurvte die Maschine nach Süden und konnte die Krete des Humberts nur knapp überqueren. Gemäss diesem Beobachter flog dieses Flugzeug langsam und gegenüber dem Flugweg erschien die Maschine deutlich angestellt.

Um 12:25 Uhr landete das Flugzeug HB-CGR auf dem Flugfeld Gruyères.

Ungefähr um 13:30 Uhr begab sich der Pilot in das Büro der Flugplatzverwaltung und bezahlte die Landegebühren. Ein Mitarbeiter sagte später aus, dass man den Piloten der HB-CGR darauf hingewiesen habe, dass zu diesem Zeitpunkt ein starker, böiger Wind quer zur Piste wehte.

Ein Fluglehrer, der im Nebenamt auf dem Flugfeld Gruyères arbeitete, hatte zwischen 13:35 und 14:05 Uhr einen Rundflug ausgeführt und dabei schwierige Verhältnisse bezüglich Turbulenz und Hitze angetroffen. Nach dem Unfall gab der Fluglehrer zu Protokoll, dass er gegen 14:10 Uhr mit dem Piloten diskutiert und ihn insbesondere auf die Turbulenzen hingewiesen habe. Weiter schien es dem Fluglehrer, dass der Pilot des Unfallflugzeuges mit dem Flugfeld Gruyères nicht vertraut war.

1.1.2 Flugverlauf

Kurz nach 14:20 Uhr setzte der Pilot den Motor der HB-CGR in Betrieb und rollte wenig später zum Beginn der Piste 17 des Flugfeldes Gruyères. Ein Fluglehrer beobachtete, wie das Flugzeug während des Startlaufs in Rollrichtung nach links abdriftete und dabei fast eine seitliche Pistenmarkierung streifte. Südlich der Flugplatzgebäude hob die Maschine ab und gemäss diesem Augenzeugen dauerte es länger als üblich, bis das Fahrwerk eingefahren wurde. Nachdem das Flugzeug durch den Wind zuerst weiter gegen Osten abgedriftet war, wurde einige Sekunden später eine Korrektur des Flugweges nach Westen beobachtet. Die Maschine gewann dabei kaum an Höhe und kollidierte schliesslich in der verlängerten Achse der Piste 17 und auf einer Höhe von ungefähr 10 m AGL¹ mit den Bäumen des gegen Nordwesten abfallenden Ausläufers des Dent de Broc. Alle Insassen des Flugzeuges wurden tödlich verletzt und es entwickelte sich ein Aufschlagbrand.

¹ m AGL – *meter above ground level*: Höhe Meter über Grund

Koordinaten der Endlage des Wracks: 573 750/159 300, Höhe 697 m/M, entsprechend 2287 ft AMSL

Blatt Nr. 1225 Gruyères der Landeskarte der Schweiz 1:25 000

1.2 Personenschäden

| | Besatzung | Passagiere | Drittpersonen |
|----------------------------|-----------|------------|---------------|
| Tödlich verletzt | 1 | 3 | --- |
| Erheblich verletzt | --- | --- | --- |
| Leicht oder nicht verletzt | --- | --- | --- |

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Flugzeug wurde zerstört.

1.4 Drittschaden

Es entstand geringer Waldschaden.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Pilot

| | |
|--------------------------------------|---|
| Person | +Schweizerischer Staatsbürger, Jahrgang 1951 |
| Lizenz | Privatpilotenlizenz nach JAR, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt am 22.6.1994 |
| Berechtigungen | Radiotelefonie englisch (<i>radiotéléphonie internationale</i> - RTI) |
| Zu verlängernde Berechtigungen | Klassenberechtigung für Flugzeuge mit einem Kolbenmotor (<i>single engine piston</i> - SEP) |
| Medizinisches Tauglichkeitszeugnis | Klasse 2 |
| Letzte fliegerärztliche Untersuchung | am 2. Mai 2003, Befund: tauglich ohne Einschränkungen |

1.5.1.1 Flugerfahrung

| | |
|-------------------------------------|--|
| Gesamthaft | 172 h |
| Auf dem Unfallmuster | 28:50 h |
| Während der letzten 90 Tage | 4:40 h gesamthaft 3:40 h auf dem Unfallmuster |
| Beginn der fliegerischen Ausbildung | 1993 |

1.5.1.2 Ausbildung und Training

Der Pilot absolvierte seine Grundausbildung auf den Flugzeugmustern Cessna C150 und C152 bei der Flugschule der Motorfluggruppe Olten (MFGO). Zwei Jahre nach der Prüfung zum Erlangen der Privatpilotenlizenz wurde er bei der MFGO auf das Unfallmuster umgeschult. In der Schweiz flog der Pilot ausschliesslich die Flugzeuge der Motorfluggruppe Olten. Gemäss den Flugrapporten dieser Fluggruppe war er vor dem Unfallzeitpunkt nie auf dem Flugfeld Gruyères gelandet und gestartet. Aus diesen Aufzeichnungen ergab sich weiter, dass der Pilot während seiner fliegerischen Laufbahn vier Mal auf zwei verschiedenen Flugplätzen gelandet war, die bezüglich ihrer Lage und Topographie mit dem Flugfeld Gruyères vergleichbar sind. Sowohl während der Umschulung auf das Unfallmuster als auch für die Zeit bis zum Unfall sind keine Landungen und Starts auf Graspisten dokumentiert.

Nachdem der Pilot im Juni 1994 die praktische Prüfung zum Erlangen der Privatpilotenlizenz bestanden hatte, flog er pro Jahr zwischen acht und sechzehn Stunden. Während des letzten für die Erneuerung der Klassenberechtigung *single engine piston* (SEP) massgeblichen Zeitraums von einem Jahr absolvierte der Pilot eine Flugzeit von 13:01 h, wobei dies einer effektiven Flugzeit von 10:11 h entsprach.

1.5.2 Passagiere

- +Schweizerischer Staatsbürger, Jahrgang 1970
- +Schweizerischer Staatsbürger, Jahrgang 1930
- +Schweizerischer Staatsbürger, Jahrgang 1921

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

| | |
|-----------------------------|---|
| Hersteller | Cessna Aircraft Corporation |
| Luftfahrzeugmuster | Cessna 172 RG (<i>retractable gear</i>) |
| Charakteristik | Viersitziger abgestrebter Hochdecker in Ganzmetallbauweise, mit Einziehfahrwerk in Bugradanordnung, angetrieben durch einen Kolbenmotor |
| Baujahr | 1980 |
| Werknummer | 172RG0688 |
| Motor | Luftgekühlter, nicht aufgeladener Kolbenmotor mit vier Zylindern in Boxeranordnung und einer Nennhöchstleistung von 134 kW auf Meereshöhe, entsprechend 180 PS, Baumuster O-360-F1A6, Werknummer L-28900-36A, hergestellt durch Textron Lycoming Division |
| Propeller | Propeller mit konstanter Drehzahl, hydraulisch betätigt, Baumuster B2D34C220, Werknummer der Nabe 803401, hergestellt durch Mc Cauley Propeller Incorporation |
| Lufttüchtigkeitszeugnis | Ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt am 20.11.1995 |
| Zulassungsbereich | Kategorie: Standard, Unterkategorie: Normal, Technische Einsatzarten: VFR bei Tag, VFR bei Nacht |
| Betriebsstunden | 2664 h |
| Unterhalt | Die letzte 100 h Kontrolle vor dem Unfall wurde am 23. Mai 2003 bei 2648:37 Betriebsstunden durchgeführt. Am 13. Juni 2003 bei 2660:58 Betriebsstunden wurde der Propeller einer Grundüberholung unterzogen. |
| Höchstzulässige Abflugmasse | 1200 kg |
| Masse und Schwerpunkt | Unter Berücksichtigung der aktuellen Massen der Insassen sowie des rekonstruierten Tankinhalts betrug die Masse der HB-CGR im Zeitpunkt des Unfalls zwischen 1143 kg und 1163 kg. Der Schwerpunkt lag innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen. |
| Treibstoff | Flugbenzin AVGAS 100LL |

Treibstoffvorrat Da der im Zeitpunkt des Unfalls vorhandene Treibstoff durch den Aufschlagbrand vernichtet wurde, musste der tatsächliche Treibstoffvorrat rekonstruiert werden. Zu diesem Zweck wurden Betankung und Verbrauch zwischen dem 1. Mai 2003 und dem Unfallzeitpunkt miteinander verrechnet. Diese Abklärung ergab, dass die HB-CGR im Zeitpunkt des Unfalls zwischen 120 l und 140 l Treibstoff in den Tanks hatte. Dies entspricht gemäss den Angaben des Herstellers einer möglichen Flugdauer von drei bis dreieinhalb Stunden.

1.7 Meteorologische Angaben

1.7.1 Allgemeine Wetterlage gemäss Angaben von MeteoSchweiz

Ein Tiefdruckgebiet mit Zentrum über der Nordsee bestimmte das Wetter über Mitteleuropa. Die Schweiz lag im Warmsektor vor einer sich nähernden Kaltfront. Mit einer südwestlichen Strömung wurde vorerst noch heisse Luft gegen unser Land geführt.

1.7.2 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

Die folgenden Angaben zum Wetter zur Unfallzeit am Unfallort basieren auf einer räumlichen und zeitlichen Interpolation der Beobachtungen verschiedener Wetterstationen. Diese Interpolation wurde von MeteoSchweiz durchgeführt.

| | | |
|---------------------|---|-----------|
| Wolken | 1/8 Cumulus, Basis ca. 6000 ft AMSL, darüber einzelne Cirren | |
| Sicht | Um 40 km | |
| Wind | Aus Richtung Westsüdwest (250 Grad) mit ca. 17 kt Geschwindigkeit, Windspitzen um 30 kt | |
| Temperatur/Taupunkt | 32 °C/5 °C | |
| Luftdruck | QNH LSGG 1015 hPa QNH LSZH 1013 hPa | |
| Gefahren | Südwestwindturbulenz und hohe Temperaturen | |
| Sonnenstand: | Azimut: 214° | Höhe: 64° |

1.7.3 Wetter gemäss Augenzeugen

Der Pilot des Rettungshelikopters, der ungefähr 15 Minuten nach dem Unfall über der Absturzstelle eintraf, beschrieb die Windverhältnisse als sehr anspruchsvoll. Während des Anfluges auf die Unfallstelle über den Einflugsektor West des Flugfeldes Gruyères waren auf einer Flughöhe von 4000 ft QNH starke Turbulenzen vorhanden. Die Navigationsanlagen des Rettungshelikopters ermittelten in dieser Flugphase einen Wind aus Richtung Süd bis Südwest mit einer Stärke von unge-

fähr 35 kt. Während des anschliessenden Rekognoszierungsfluges zeigte das Navigationssystem des Rettungshelikopters unmittelbar nördlich der Unfallstelle in einer Höhe von rund 50 m AGL einen Wind aus Richtung Süd bis Südwest mit ungefähr 25 kt Geschwindigkeit an. Die Besatzung des Helikopters verspürte in dieser Region nördlich der Unfallstelle starke Abwinde und Turbulenz, die einen deutlich erhöhten Leistungsbedarf zur Folge hatten.

Ein Fluglehrer, der den Unfall beobachtet hatte, beschrieb den Wind im Moment des Unfalls als stark variierend. Er schätzte die Windgeschwindigkeit auf 8 bis 13 kt und die Windrichtung auf 240 bis 270°.

1.8 Navigationshilfen

Nicht betroffen

1.9 Kommunikation

Dem Flugfeld Gruyères war im Zeitpunkt des Unfalls die Frequenz 124.675 MHz für die Abwicklung des Flugplatz-Fluginformationsdienstes (*aerodrome flight information service* – AFIS) zugeordnet. Der Funkverkehr auf dieser Frequenz wurde nicht aufgezeichnet. Den Piloten von Luftfahrzeugen mit Funkausrüstung wurde empfohlen, Verkehrshinweise und Absichten als Blindübermittlungen auszustrahlen. Inwiefern der verunfallte Pilot Funksprüche abgesetzt hat, konnte mangels Ohrenzeugen nicht in Erfahrung gebracht werden.

1.10 Angaben zum Flugplatz

Das Flugfeld Gruyères liegt im Tal der Saane, am Nordrand der Voralpen und ist im Südwesten sowie im Osten und Südosten von Bergen umgeben. Ungefähr einen Kilometer südlich des Flugfeldes verengt sich das Tal der Saane deutlich, verbreitert sich dann aber einige hundert Meter weiter südwärts zu einer Geländekammer, deren Breite am Boden mehr als einen Kilometer beträgt. Bis in die Gegend von Grandvillard steigt das Tal nur unerheblich an. Aufgrund der Topographie gilt das Flugfeld als fliegerisch anspruchsvoll. Für den Anflug ist eine vorherige Genehmigung erforderlich (*prior permission required* – PPR).

Die Graspiste des Flugfeldes mit den Bezeichnungen 17/35 verläuft ungefähr in Talrichtung und weist eine Fläche von 810 x 30 m auf. Für einen Start auf Piste 17 steht eine Strecke von 717 m zur Verfügung.

1.11 Flugschreiber

Im verunfallten Luftfahrzeug waren keine Geräte eingebaut, die Flugparameter oder Daten zum Flugweg aufzeichnen konnten.

1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

1.12.1 Unfallstelle

Das Flugzeugwrack lag grösstenteils auf einem Waldweg, der am Fuss des nach Nordwesten abfallenden Ausläufers des Dent de Broc verläuft. Aus der Trümmelage und den Spuren an den Bäumen konnte geschlossen werden, dass die Flugbahn der Maschine unmittelbar vor der Kollision mit dem Gelände einen Kurs von 203° und eine Neigung von -19.7° aufgewiesen hatte.

1.12.2 Wrack

Obwohl das Flugzeugwrack durch den Aufschlagbrand einen hohen Zerstörungsgrad aufwies, war die Struktur der Maschine noch zu erkennen. Einzelne Teile wie Randbögen oder Beleuchtungselemente waren beim ersten Kontakt mit den Bäumen von der Maschine getrennt worden. Es konnte festgestellt werden, dass alle auftriebserzeugenden Flächen und Steuerorgane noch vorhanden waren. Die Verformung des Propellers liess den Schluss zu, dass der Motor eine hohe Leistung abgab, als die Maschine mit den Hindernissen auf ihrem Flugweg kollidierte. Das Fahrwerk und die Landeklappen wurden in eingefahrener Position gefunden. Eine visuelle Kontrolle der noch vorhandenen Steuerseile, Umlenkrollen und Spannschlösser ergab keinen Hinweis auf eine Fehlfunktion der Steuerorgane.

1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

Die Leiche des Piloten wurden im Institut für Rechtsmedizin der Universität Lausanne einer Obduktion unterzogen, welche auch eine chemisch-toxikologische Untersuchung umfasste. Diese Abklärungen ergaben keinen Hinweis auf gesundheitliche Beeinträchtigungen, die das Unfallgeschehen hätten beeinflussen können. Ebenso konnte der Einfluss von Alkohol, Drogen und xenobiotischen Substanzen ausgeschlossen werden. Eine Analyse der Kohlenmonoxidsättigung des Hämoglobins zeigte, dass der Tod vor Ausbruch des Brandes eingetreten sein muss.

1.14 Feuer

Beim Aufprall der Maschine wurde Treibstoff versprüht und entzündete sich. Es entwickelte sich ein starker Brand, der durch die nach kurzer Zeit eintreffende Feuerwehr bekämpft werden musste.

1.15 Überlebensaspekte

Die Flugbahn des Flugzeuges war in der letzten Phase vor dem Aufprall gegenüber dem Horizont um mehr als 19° geneigt. Da der Berghang, mit dem die Maschine schliesslich kollidierte, gegenüber der Waagrechten in einem Winkel von mehr als 30° ansteigt, ergab sich ein so grosser Aufprallwinkel mit dem Gelände, dass die Maschine innerhalb von wenigen Metern abgebremst wurde. Selbst bei geringer Fluggeschwindigkeit sind die bei einer solchen Kollisionskonfiguration auftretenden Verzögerungen kaum überlebbare. Der sich unmittelbar nach dem Unfall entwickelnde Aufschlagbrand verringerte die Überlebenschancen zusätzlich.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

1.16.1 Rekonstruktion des Abfluges vom Flugfeld Langenthal

Am 23. Juni 2003 ungefähr um 10:30 Uhr beobachtete ein Bewohner von Bolloddingen einen Teil des Abfluges eines Flugzeuges Cessna 172 RG vom Flugfeld Langenthal. Insbesondere fiel dem Augenzeugen auf, dass die Maschine nicht wie eigentlich auf der Anflugkarte (*visual approach chart* – VAC) vorgesehen zwischen Bettenhausen und Thörigen gegen Süden abdrehte, sondern in geringer Flughöhe mit einem südwestlichen Kurs bis über Bolloddingen hinaus flog. Anschliessend beobachtete er, wie das Flugzeug eine Kurve nach Süden begann und die Krete des Humberts nur knapp überfliegen konnte.

Der Augenzeuge war aktiver Modellflieger und kann deshalb im Beobachten von Bewegungen von Flugzeugen bzw. Flugzeugsilhouetten als geübt angesehen werden. Er schätzte die Geschwindigkeit des Flugzeuges während des von ihm beobachteten Flugweges als gering ein. Weiter bemerkte er, dass die Maschine mit einem grossen Anstellwinkel flog, was bedeutet, dass ihre Längsachse gegenüber dem Horizont eine deutlich grössere Neigung als ihre Flugbahn aufwies.

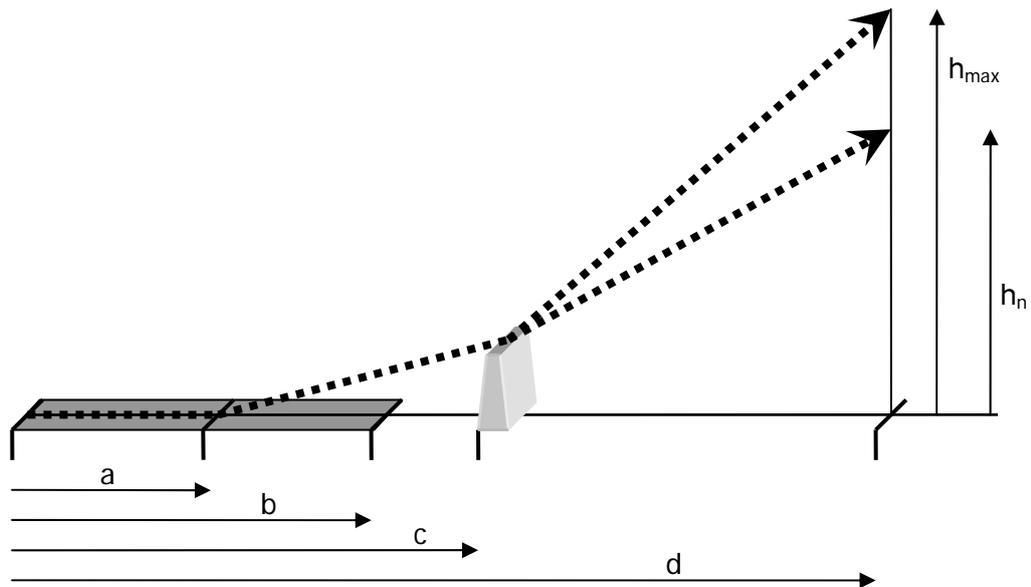
Nach dem Unfall wurden mehrere Rekonstruktionsflüge mit einem Helikopter so durchgeführt, dass Flugweg und Flughöhe möglichst genau mit der damals durch den Augenzeugen beobachteten Situation übereinstimmten. Diese Rekonstruktion ergab, dass die Flughöhe der Maschine über Bolloddingen ungefähr 1900 ft AMSL und über der Krete des Humberts höchstens 2000 ft AMSL betragen hat.

1.16.2 Untersuchung des Triebwerks

Der Pilot, welcher die HB-CGR am 22. Juni 2003 benutzt hatte, informierte das BFU, dass er während des Reisefluges eine für ihn ungewöhnliche Vibration beobachtet hatte. Die Leistungsfähigkeit und das Verhalten des Motors wurden von diesem Piloten für den gesamten Flug jedoch als normal beschrieben. Obwohl die Verformung der Propellerblätter auf eine hohe Leistungsabgabe des Motors im Unfallzeitpunkt hinwies, wurde das Triebwerk der HB-CGR deshalb vollständig zerlegt und eingehend untersucht. Sowohl beim Motor als auch bei der Propellerverstellung konnten keine Mängel oder Defekte festgestellt werden, die schon vor dem Unfall bestanden hatten. Die Abnutzung der beweglichen Teile und Lager sowie der durch Reibung beanspruchten Flächen entsprach dem für die Betriebsstundenzahl des Motors zu erwartenden Ausmass.

1.16.3 Leistungen des Luftfahrzeuges beim Start und im Anfangssteigflug

Unter Berücksichtigung der aktuellen Werte für Abflugmasse, Druckhöhe und Temperatur wurden aus den Angaben des Luftfahrzeug-Flughandbuches (*aircraft flight manual – AFM*) die Leistungen der HB-CGR beim Start und während des Anfangssteigfluges in Langenthal und Gruyères ermittelt. Da beide Flugfelder über Graspisten verfügen, wurden die aus den Tabellen ermittelten Startrollstrecken mit einem Zuschlag von 15% versehen. In der folgenden Skizze sind die für den Start wesentlichen Grössen dargestellt:



Legende: a: Startrollstrecke, b: verfügbare Pistenlänge, c: Startstrecke bis zum Erreichen einer Höhe von 50 ft AGL, d: Für den Start relevante Distanz, h_n : Höhe über der Flugplatzhöhe, die mit einem normalen Steigflug nach der Distanz d erreicht werden kann, h_{max} : Höhe über der Flugplatzhöhe, die mit einem maximalen Steigflug nach der Distanz d erreicht werden kann.

In Langenthal entspricht die für den Start relevante Distanz d der Strecke, die das Flugzeug vom Beginn des Startlaufs bis zum Überfliegen der Krete des Humbers zurücklegte. Aus der Karte konnte d mit 4 km abgeschätzt werden. In Gruyères betrug die Distanz d 1.6 km und entsprach der Strecke vom Beginn des Startlaufs bis zur Kollision mit dem Gelände.

Zusammengefasst ergaben sich für den Start auf den beiden Flugfeldern die folgenden Werte:

| Flugfeld | a/m | b/m | c/m | d/m | h_n /ft | h_{max} /ft |
|------------|-----|-----|-----|------|-----------|---------------|
| Langenthal | 473 | 490 | 753 | 4000 | 544 | 788 |
| Gruyères | 481 | 717 | 767 | 1600 | 168 | 226 |

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisation und deren Führung

Die Motorfluggruppe Olten (MFGO) wurde 1956 gegründet und war damals auf dem Flugplatz Gheid bei Olten stationiert. Nach der Schliessung dieses Flugplatzes für Motorflugzeuge stationierte die MFGO ihre Flugzeuge auf dem Regionalflughafen Grenchen. Im Zeitpunkt des Unfalls verfügte der Verein über eine Flotte von zwei Schul- und drei Reiseflugzeugen des gleichen Herstellers. Im Rahmen der MFGO wurde eine Flugschule betrieben, die Grundausbildung bis auf Stufe Privatpilotenlizenz anbot sowie Einweisungen und Umschulungen auf die vereins-eigenen Flugzeugmuster ermöglichte.

1.18 Zusätzliche Angaben

Die amerikanische Aufsichtsbehörde über die Zivilluftfahrt *Federal Aviation Administration* (FAA) regelt den Bau von Luftfahrzeugen unter anderem über die *Federal Aviation Regulations* (FAR). Die zum Zeitpunkt der Zertifizierung des Baumusters Cessna 172 RG gültigen Anforderungen FAR 23 verlangten, dass im AFM für ein Flugzeug dieser Kategorie unter anderem die folgenden Angaben über die Leistungen beim Start bzw. während des Steigfluges enthalten sein müssen:

- Startstrecke: Die Distanz, die das Flugzeug benötigt, um aus dem Stand bis zum Abheben zu beschleunigen und 50 ft über die Höhe des Startplatzes zu steigen. Weiter muss dargelegt werden, für welche Art von Pistenbeschaffenheit diese Werte gültig sind. Die Daten müssen für Flugplatzhöhen vom Meeresspiegel bis auf 10 000 ft AMSL ermittelt werden. Bezüglich Temperatur muss ein Bereich von bis zu 30 °C über den Bedingungen der ICAO-Standardatmosphäre abgedeckt werden.
- Die stationäre Steiggeschwindigkeit (*rate of climb*) und den dazugehörigen Gradienten für mindestens eine Steigfluggeschwindigkeit.

Im Gegensatz zu Flugzeugen aus der sogenannten *commuter category* oder Flugzeugen, die nach FAR 25 als *transport category airplanes*, d.h. als Verkehrsflugzeuge zertifiziert wurden, umfassen die Werte für die Startstrecke eines nach FAR 23 zugelassenen Flugzeuges keinerlei Reserve. Je nach Fähigkeiten des Piloten oder technischem Zustand des Flugzeuges kann es deshalb schwierig sein, die Leistungsdaten des Luftfahrzeug-Flughandbuches in der Realität zu erreichen.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Trotz des hohen Zerstörungsgrades des Wracks konnten wesentliche Elemente wie Triebwerksleistung, Konfiguration und Steuerbarkeit ermittelt bzw. überprüft werden. Kurz vor dem Unfall wurde der Propeller der HB-CGR einer Grundüberholung unterzogen. Der Pilot, welcher das Flugzeug am 22. Juni 2003 geflogen hatte, stellte während des Reisefluges Vibrationen fest. Aus diesem Grund wurden der Motor und die Propellerverstellanlage zerlegt und eingehend untersucht. Die dabei gemachten Feststellungen sind konsistent mit den Spuren an der Unfallstelle und zeigen, dass das Triebwerk der HB-CGR eine hohe Leistung abgab, als das Flugzeug mit den Hindernissen auf seinem Flugweg kollidierte.

Für die nach dem Unfall gemeldeten Vibrationen konnte keine befriedigende Erklärung gefunden werden. Es ist aber festzuhalten, dass diese gemäss dem betroffenen Piloten ausschliesslich im Reiseflug aufgetreten sind und damit keine Leistungseinbusse verbunden war. Mit Blick auf die Ergebnisse der Triebwerkuntersuchung kann mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass diese Vibrationen zu einer Fehlfunktion des Motors während des Unfallfluges geführt haben.

Nach Abschluss der entsprechenden Untersuchungen weist nichts darauf hin, dass ein technischer Mangel Einfluss auf die Entstehung dieses Unfalls nehmen konnte.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Der Pilot verfügte über eine eher geringe Flugerfahrung, obwohl er schon seit mehr als zehn Jahren flog und seit rund neun Jahren im Besitz eines Führerausweises für Privatpiloten war. Wie die Aufzeichnungen seiner Flugleistungen belegen, absolvierte er insbesondere in den letzten vier Jahren vor dem Unfall zwischen rund sieben und etwas mehr als 12 Stunden effektiver Flugzeit pro Jahr, was für den Aufbau eines guten Trainingsstandes kaum ausgereicht haben dürfte. Weiter fällt auf, dass er in seiner gesamten fliegerischen Laufbahn nur vier Mal auf einem Flugplatz gelandet und gestartet war, der bezüglich Höhe und Topographie mit dem Flugfeld Gruyères verglichen werden kann. Dabei handelte es sich um einen Flug nach Les Eplatures und drei Flüge nach Saanen, wobei der letzte dieser Flüge im Zeitpunkt des Unfalls rund zwei Jahre zurück lag.

Sowohl die Startzeit in Langenthal als auch die Beobachtungen des Augenzeugen lassen den Schluss zu, dass es sich bei der beobachteten Cessna 172 RG um das Flugzeug HB-CGR gehandelt hat. Dieser Start in Langenthal zum Flug nach Gruyères ist aus folgenden Gründen bemerkenswert: Die Beobachtung des Augenzeugen belegt, dass sich der Pilot offenbar gezwungen sah, den Flugweg gegen Südwesten auszudehnen. Er folgte dem Tal um mehr als einen Kilometer weiter als auf der Sichtanflugkarte vorgesehen, bevor er eine Linkskurve einleiten konnte, um die Krete des Humberges zu überqueren. Diese weist an dieser Stelle eine Höhe von ungefähr 595 m/M, entsprechend 1950 ft AMSL auf. Wie Rekonstruktionsflüge zeigten, überflog die HB-CGR diesen Hügelzug nur mit einer geringen Überhöhung, weil ihre Flughöhe zu diesem Zeitpunkt nicht mehr als 2000 ft AMSL betrug. Gemäss den Angaben des Luftfahrzeug-Flughandbuches wäre die Cessna 172 RG eigentlich in der Lage gewesen, rund 4000 m nach Beginn des Startlaufs eine Höhe von 2120 bis 2360 ft AMSL zu erreichen. Ein Augenzeuge beobachtete, dass die Längsneigung der Maschine im Vergleich zu ihrem Flugweg einen deutlich grösseren Winkel zur Horizontalen aufwies, was darauf hin-

deutet, dass das Flugzeug mit hohem Anstellwinkel flog. Mit grosser Wahrscheinlichkeit dürfte damit die eingeschränkte Steigfähigkeit auf eine Vorwärtsgeschwindigkeit zurückzuführen sein, die unter der optimalen Steigfluggeschwindigkeit für einen normalen Steigflug bzw. für einen Steigflug mit maximaler Steiggeschwindigkeit lag. Die Wahl einer Geschwindigkeit, die für den Steigflug nicht optimal war, weist darauf hin, dass der Pilot eher über wenig fliegerische Erfahrung verfügte. Immerhin hätte sich anlässlich dieses Abfluges mit einem schweren Flugzeug bei relativ hohen Aussentemperaturen erkennen lassen, welche Steigleistungen unter diesen Umständen noch erwartet werden können. Möglicherweise ist der Pilot ebenfalls aufgrund seiner geringen Erfahrung nicht in der Lage gewesen, dieses Erlebnis auf die Situation am Nachmittag zu übertragen.

Beim Start in Gruyères war die HB-CGR aufgrund des verbrauchten Treibstoffes rund 60 kg leichter als beim Start in Langenthal. In der Zwischenzeit war aber die Aussentemperatur auf rund 32 °C gestiegen und es wehte ein böiger Südwestwind. Dieser Wind machte es notwendig, die Piste 17 für den Start zu nutzen, was zur Folge hatte, dass der Abflug in anspruchsvollem Gelände durchgeführt werden musste.

Der Pilot wurde gemäss den Aussagen von Mitarbeitern des Flugfeldes Gruyères auf die herrschenden Windverhältnisse hingewiesen. Warum der Pilot sich schliesslich trotzdem zu einem Start entschloss, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden. Gemäss den im Luftfahrzeug-Flughandbuch publizierten Leistungsdaten wäre ein Abflug von Gruyères trotz der relativ grossen Dichtehöhe² von 4750 ft und der hohen Abflugmasse rechnerisch möglich gewesen. Dabei ist zu bemerken, dass diese Leistungswerte Quer- und Abwinde nicht berücksichtigen und keinerlei Reserve umfassen. Deshalb ist es sinnvoll, wenn Besatzungen Leistungswerte, die nach FAR 23 ermittelt wurden, mit situationsabhängigen Zuschlägen versehen, um für die Flugdurchführung über realistische Anhaltspunkte zu verfügen.

Der von einem Augenzeugen beobachtete Flugweg der HB-CGR weist darauf hin, dass der herrschende Querwind dem Piloten zu schaffen machte. Hingegen kann der Umstand, dass die Maschine nach dem Abheben kaum an Höhe gewann, nicht allein mit Quer- oder Abwinden erklärt werden. Vielmehr ist davon auszugehen, dass das Flugzeug ähnlich wie beim Start in Langenthal, zu wenig Fahrt aufholte und damit in einem Geschwindigkeitsbereich mit hohem Anstellwinkel und hohem induzierten Widerstand flog. Es ist zu bemerken, dass aufgrund des Geländes ein Abflug von Gruyères auch unter weniger anspruchsvollen Bedingungen eindrücklich ist und vom Piloten eine gewisse Überwindung verlangt, eine zweckmässige Flugtaktik einzuhalten (vgl. Anlage 3). In der letzten Phase vor der Kollision vergrösserte der Pilot offenbar den Anstellwinkel der HB-CGR weiter, so dass diese in einen steilen Sackflug überging, der nicht mehr steuerbar war. Dies erklärt, warum das Flugzeug schliesslich nicht nach rechts in das Tal der Saane Richtung Grandvillard kurvte, sondern auf einer um rund 19° geneigten Flugbahn mehr oder weniger geradlinig absank und mit dem Gelände kollidierte.

² Dichtehöhe – *density altitude*: Nach der Standardatmosphäre kann jedem Dichtewert der Luft eine bestimmte Flughöhe zugeordnet werden. Diese Dichtehöhe ist aber keine feste Höhenangabe, da die Luftdichte von Druck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängt. Da die Leistungsdaten eines Flugzeuges von der Luftdichte abhängen, sind speziell größere Temperaturabweichungen bei der Flugdurchführung zu beachten.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Das Flugzeug HB-CGR wies keine Mängel auf, welche die Entstehung des Unfalls hätten begünstigen oder verursachen können.
- Die Verformung der Propellerblätter sowie die anschliessende technische Untersuchung lassen den Schluss zu, dass der Motor eine hohe Leistung abgab, als das Flugzeug mit den Hindernissen auf seinem Flugweg zusammensties.
- Zum Zeitpunkt des Unfalls befanden sich Masse und Schwerpunkt des Flugzeuges in dem vom Hersteller vorgesehenen Bereich.

3.1.2 Pilot

- Der Pilot war im Besitz einer Privatpilotenlizenz nach JAR, einer Klassenberechtigung für Flugzeuge mit einem Kolbenmotor (*single engine piston* – SEP) sowie einem medizinischen Tauglichkeitszeugnis der Klasse 2.
- Es gibt keinen Hinweis darauf, dass der Pilot gesundheitlich beeinträchtigt gewesen ist.
- Der Pilot hatte im Laufe von rund zehn Jahren eine Gesamtflugerfahrung von 172 h gesammelt. Während der letzten 90 Tage vor dem Unfall war er während 4:40 h geflogen.
- Während seiner fliegerischen Laufbahn hatte der Pilot drei Starts in Saanen und einen Start in Les Eplatures durchgeführt. Abgesehen davon hatte er keine Flugplätze angefliegen, die bezüglich Topographie mit dem Flugfeld Gruyères vergleichbar sind.
- Sowohl die Steuerung des Flugzeuges bezüglich der Fluglage als auch die Führung der Maschine hinsichtlich des Flugweges deuten darauf hin, dass der Pilot mit den Eigenheiten eines Abfluges von einem Flugplatz im Gebirge bei anspruchsvollen Wetterverhältnissen nicht vertraut war.

3.1.3 Betriebliche Aspekte

- Gemäss den Angaben des Luftfahrzeug-Flughandbuches wäre die Cessna 172 RG bei der zur Zeit des Abfluges in Langenthal herrschenden Dichtehöhe in der Lage gewesen, 4000 m nach Beginn des Startlaufs eine Höhe von 2120 bis 2360 ft AMSL zu erreichen.
- Das Flugzeug HB-CGR wurde am 23. Juni 2003 gegen 10:30 Uhr beobachtet, wie es ungefähr 4000 m nach dem Beginn des Startlaufs in Langenthal langsam und mit hohem Anstellwinkel in einer Höhe von weniger als 2000 ft AMSL einen Hügelzug mit einer Höhe von rund 1900 ft AMSL überflog.

- Gemäss den Angaben des Luftfahrzeug-Flughandbuches wäre die Cessna 172 RG bei der zur Zeit des Abfluges in Gruyères herrschenden Dichtehöhe in der Lage gewesen, 1600 m nach Beginn des Startlaufs eine Höhe von 160 bis 220 ft AAL zu erreichen.
- Beim Start der HB-CGR in Gruyères wurde beobachtet, dass die Maschine kaum an Höhe gewann.
- Die HB-CGR kollidierte rund 1600 m nach Beginn des Startlaufs auf einer Höhe von 30 ft AAL mit dem Gelände.
- Das Flugzeug wies kurz vor der Kollision mit dem Gelände eine Flugbahn auf, die gegenüber dem Horizont um ungefähr 19° geneigt war.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Das Flugfeld Gruyères liegt in einem Tal und ist von relativ hohen Bergen umgeben.
- Während des Unfallfluges betrug die Aussentemperatur auf dem Flugfeld Gruyères 32 °C, was zu einer Dichtehöhe von 4750 ft führte.
- Im Gebiet des Flugfeldes Gruyères wehte ein Wind aus südwestlicher Richtung, dessen Geschwindigkeit am Boden nach verschiedenen Beobachtungen zwischen 10 und 20 kt betrug. Böenspitzen um 30 kt waren möglich.
- Gemäss Aussagen von Mitarbeitern des Flugfeldes Gruyères wurde der Pilot der HB-CGR auf den böigen Wind hingewiesen.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass es kurz nach dem Start zu einer Kollision mit dem Gelände kam, weil das Flugzeug aufgrund der gewählten Fluglage weder genügend an Höhe gewinnen konnte, noch ausreichend steuerbar blieb, um den Hindernissen ausweichen zu können.

Folgende Faktoren haben zum Unfall beigetragen:

- Der Pilot verfügte über eine geringe Flugerfahrung und einen niedrigen aktuellen Trainingsstand. Er war weder mit dem Abflug von Flugplätzen im Gebirge noch von Flugplätzen mit Graspiste gut vertraut.
- Die durch rasch wechselnde Quer-, Auf- und Abwinde verursachten Turbulenzen, die grosse Dichtehöhe sowie die relativ hohe Abflugmasse verringerten die Flugleistung des Luftfahrzeuges.

4 Sicherheitsempfehlungen und getroffene Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit

4.1 Sicherheitsempfehlungen

In Zusammenhang mit dem Unfall HB-CWT, der sich am 8. August 2003 in Saanen ereignete, hat das BFU die folgenden Sicherheitsempfehlungen an das Bundesamt für Zivilluftfahrt gerichtet:

Nr. 330: Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte überprüfen, inwiefern für fliegerisch anspruchsvolle Flugplätze die Sichtanflugkarten (*visual approach charts*) zweckmässiger gestaltet werden könnten. Beispielsweise könnten Abflugwege vorgeschlagen, Hinweise auf Leistungseinschränkungen bei hohen Temperaturen oder gefährliche Windverhältnisse eingefügt werden. Zusätzlich sollte geprüft werden, ob diese Plätze auf der ICAO-Karte speziell markiert werden sollten.

Nr. 331: Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte überprüfen, für welche Flugplätze eine Einweisung mit einem Fluglehrer empfohlen oder vorgeschrieben werden sollte.

4.2 Getroffene Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit

Aufgrund der Unfälle im Hitzesommer 2003 gibt MeteoSchweiz seit dem Sommer 2005 eine Temperaturwarnung aus, wenn im Mittelland Temperaturen von 30 °C oder mehr zu erwarten sind. Diese Temperaturwarnung wird in der Flugwetterprognose unter dem Punkt „Gefahren“ publiziert.

5 Anlagen

Flugweg beim Start in Langenthal

Flugweg beim Start in Gruyères

Rekonstruktion: Visueller Eindruck beim Abflug

Wrackendlage

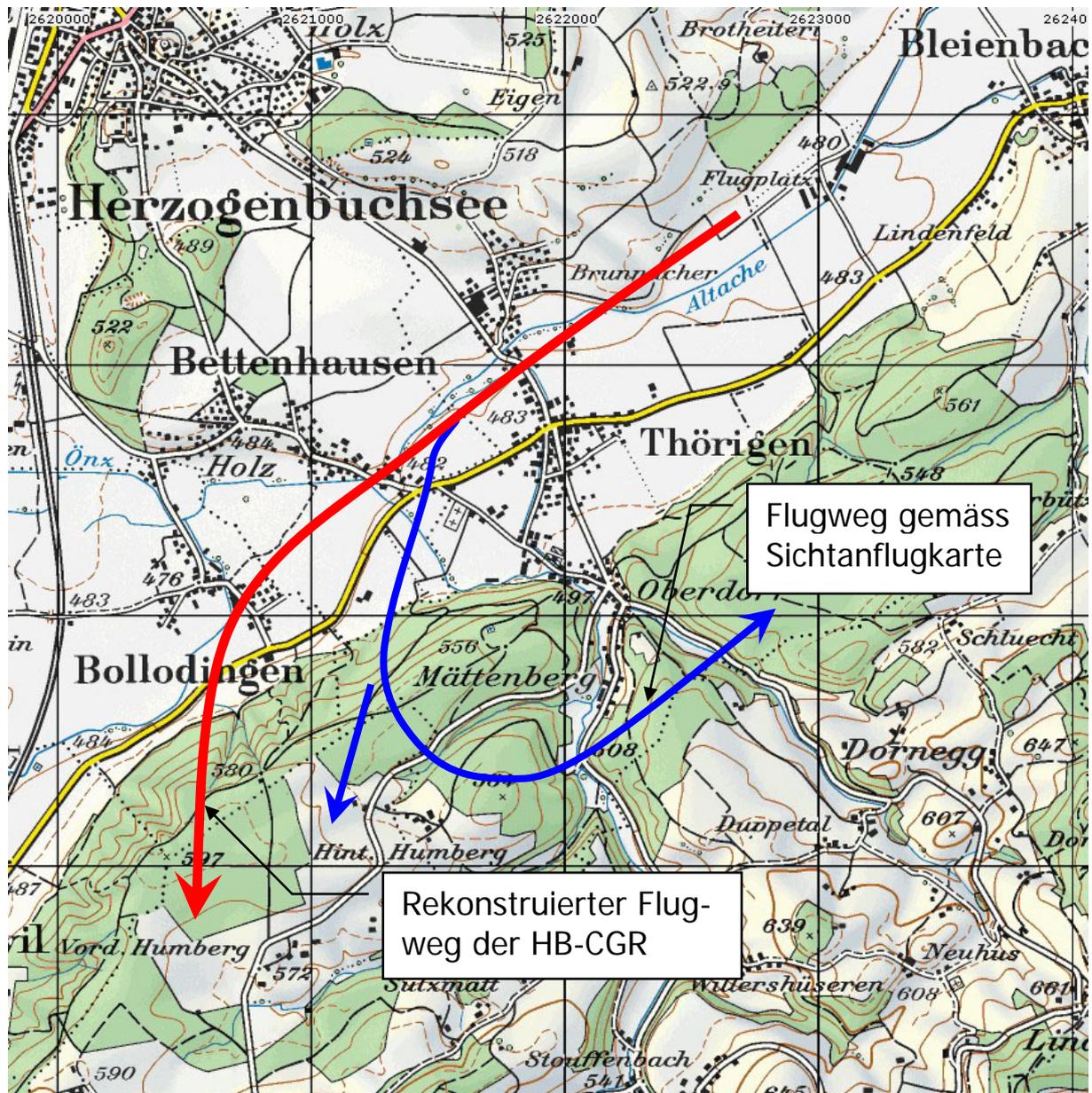
Bern, 17. Mai 2006

Büro für Flugunfalluntersuchungen

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Unfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist nicht Sache der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes).

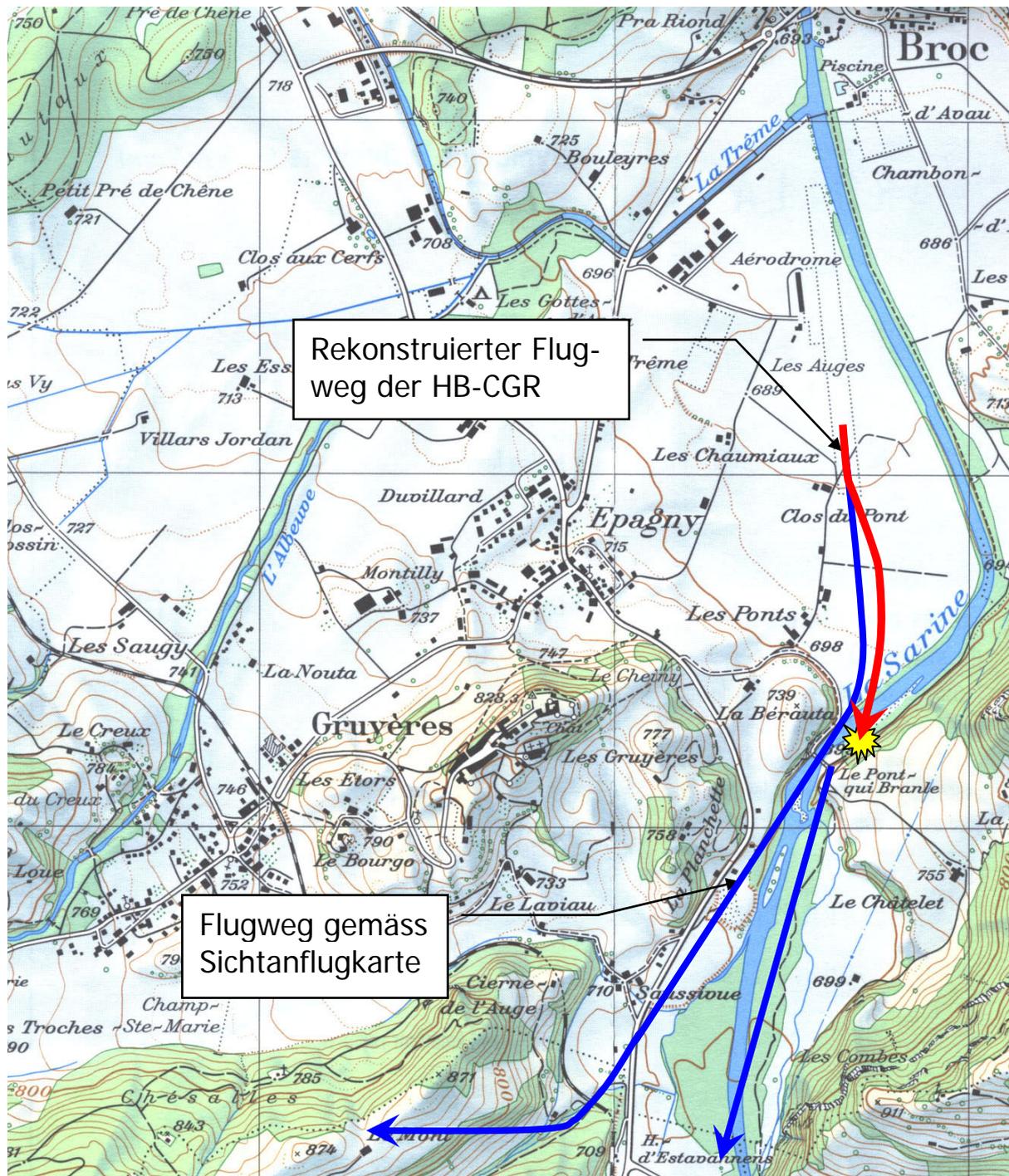
Anlage 1

Flugweg beim Start in Langenthal



Anlage 2

Flugweg beim Start in Gruyères



Anlage 3

Rekonstruktion: Eindruck beim Start in Gruyères



Beim Beginn des Startlaufs



Kurz vor der Kollision

Anlage 4

Endlage des Wracks der HB-CGR

