



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Büro für Flugunfalluntersuchungen BFU
Bureau d'enquête sur les accidents d'aviation BEAA
Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici UIIA
Uffizi d'inquisiziun per accidents d'aviatica UIAA
Aircraft accident investigation bureau AAIB

Schlussbericht Nr. 2027

des Büros für

Flugunfalluntersuchungen

über den Unfall

des Segelflugzeuges Ventus cT, HB-2229

vom 21. Mai 2006

auf dem Flughafen Bern-Belp

Causes

L'accident est dû à la rupture d'une aile du planeur, causée par le fait que le pilote a vraisemblablement corrigé de manière inappropriée une position erronée des volets de courbure lors de l'approche à grande vitesse.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des BFU über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls.

Gemäss Art. 3.1 der 9. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 1. November 2001, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles 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 entspricht dem Original und ist massgebend.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*local time* – LT) angegeben, die im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) lautet:
LT = MESZ = UTC + 2 h.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	6
Kurzdarstellung	6
Untersuchung	6
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	8
1.6 Angaben zum Luftfahrzeug	8
1.6.1 Wölbklappenstellung.....	10
1.7 Meteorologische Angaben	10
1.7.1 Allgemeines	10
1.7.2 Allgemeine Wetterlage.....	11
1.7.3 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort	11
1.7.4 Astronomische Angaben.....	11
1.7.5 Flugplatzwettermeldung Bern-Belp.....	11
1.7.6 Gefahren	11
1.7.7 Windverhältnisse gemäss Pilotenaussagen.....	11
1.8 Navigationshilfen	12
1.9 Kommunikation	12
1.10 Angaben zum Flughafen	12
1.10.1 Allgemeines.....	12
1.10.2 Rettungs- und Feuerwehrdienste.....	12
1.11 Flugschreiber	12
1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle	13
1.12.1 Wrack.....	13
1.12.1.1 Trümmerlage	13
1.12.2 Aufprall.....	14
1.12.3 Unfallstelle	14
1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen	15
1.13.1 Medizinische Vorgeschichte.....	15
1.13.2 Pathologisch-anatomische Feststellungen.....	15
1.14 Feuer	15
1.15 Überlebensaspekte	15
1.15.1 Allgemeines.....	15
1.15.2 Notsender	15

1.16	Versuche und Forschungsergebnisse	16
1.16.1	Stellung der Wölbklappen beim Aufprall des Rumpfes	16
1.16.2	Geschwindigkeit beim Aufprall	16
1.17	Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	16
1.18	Zusätzliche Angaben	16
1.18.1	Allgemeines.....	16
1.18.2	Positive Wölbklappenstellung bei hohen Geschwindigkeiten	16
1.18.3	Rascher Wechsel von einer positiven zu einer negativen Wölbklappenstellung.....	17
1.18.4	Handkräfte am Wölbklappenhebel	17
1.18.5	Sensibilität des Segelflugzeuges um die Querachse.....	17
1.18.6	Holmgurtenbruchlast.....	17
1.18.7	Versuche für die Zertifikation	17
1.19	Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken	17
2	Analyse.....	18
2.1	Meteorologische Aspekte	18
2.2	Technische Aspekte	18
2.3	Menschliche und betriebliche Aspekte	18
3	Schlussfolgerungen.....	19
3.1	Befunde.....	19
3.2	Ursachen.....	20

Schlussbericht

Eigentümer	Privat
Halter	Privat
Luftfahrzeugmuster	Einsitziges Segelflugzeug, Ventus cT
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-2229
Ort	Segelfluggelände des Flughafens Bern-Belp
Datum und Zeit	21. Mai 2006, ca. 18:00 Uhr

Zusammenfassung

Kurzdarstellung

Am Schluss seines Fluges, als Teilnehmer an der Segelflug-Schweizermeisterschaft, flog der Pilot die Ziellinie auf ca. 250 m Höhe über Grund an, um nach dem Überflug auf dem Segelfluggelände des Flughafens Bern-Belp zu landen.

Während des Anfluges auf die Ziellinie, der mit hoher Geschwindigkeit stattfand, bogen sich die Flügel kurzzeitig stark nach unten und anschliessend mit grosser Auslenkung schlagartig nach oben, während der Rumpf brüsk nach vorne kippte. Bei diesem Vorgang brach der rechte Flügel am Rumpf ab. Der Flugzeugrumpf mit dem verbliebenen linken Flügel stürzte parabelförmig ab und schlug mit sehr hoher Geschwindigkeit im Gelände auf.

Der Pilot wurde beim Aufprall tödlich verletzt.

Untersuchung

Der Unfall ereignete sich um ca. 18:00 Uhr. Die Meldung traf um 18:35 Uhr beim BFU ein. Die Untersuchung wurde am 21.05.2006, um ca. 19:15 Uhr in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Bern eröffnet.

Der Unfall ist auf den Bruch einer Tragfläche des Segelflugzeuges zurückzuführen, weil der Pilot beim Zielanflug mit hoher Geschwindigkeit wahrscheinlich eine falsche Wölbklappenstellung unzweckmässig korrigierte.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Vorgeschichte

Der Pilot nahm an der Segelflug-Schweizermeisterschaft 2006 auf dem Segelfluggelände des Flughafens Bern-Belp teil (SM Bern 2006).

Der mit 2500 Segelflugstunden erfahrene Pilot hatte schon an vielen Segelflugmeisterschaften teilgenommen. Er galt in Kreisen der Wettbewerbspiloten als vorsichtiger Pilot.

Am Unfalltag hatte der Pilot sein Flugzeug zusammen mit seiner Frau und zwei Hilfsleuten montiert und die Steuerkontrolle durchgeführt.

Die Wettbewerbsaufgabe vom Typ *assigned area task* (AAT) umfasste das Polygon Belp - Gruyères (FR) - Marbach (LU) - Kirchdorf (BE) - Belp.

Der Pilot führte zwei Halbliterflaschen Mineralwasser ohne Kohlensäure sowie Verpflegung mit und trug der Witterung angepasste Kleidung.

Das Segelflugzeug war für den Wettbewerb mit 4 Flugdatenaufzeichnungsgeräten, auch "*Logger*" genannt, ausgerüstet.

1.1.2 Flugverlauf

Der Flugverlauf wurde aufgrund von Daten der Wettbewerbsleitung und Augenzeugenberichten dargestellt. Mehrere der Augenzeugen sind Piloten.

Der Pilot startete um 15:34 Uhr. Der Start verlief unauffällig. Über den Flugverlauf nach dem Start bis zum Zielflug gibt es keine Informationen.

Beim letzten Wendepunkt in Kirchdorf meldete sich der Pilot per Funk auf der Frequenz 123.400 MHz wie vorgeschrieben zum Zielflug an. Sein Anflug zur Ziellinie wurde den Zuschauern auf dem Segelfluggelände durch die Konkurrenzleitung via Lautsprecher angekündigt. Der Anflug erfolgte um ca. 18:00 Uhr, nachdem bereits neun Segelflugzeuge die Ziellinie überflogen hatten.

Die Flügel des Segelflugzeugs waren beim Anflug zur Ziellinie während mehreren Sekunden stark nach unten durchgebogen und der Rumpf war nach vorne geneigt. Die Fluggeschwindigkeit wurde als hoch eingeschätzt und die Höhe über Grund betrug 150 - 250 Meter. Anschliessend bogen sich beide Flügel schlagartig stark nach oben, wobei der rechte Flügel direkt am Rumpf mit einem lauten Knall brach. Einzelne Augenzeugen sprachen von einer weiteren Bewegung der Flügel nach unten und nach oben vor dem Bruch.

Der Rumpf mit dem linken Flügel drehte sich ca. 180° um die Längsachse und stürzte in einer parabolischen Bahn mit hoher Geschwindigkeit in Rückenlage auf das Segelfluggelände. Der rechte Flügel und viele weitere Einzelteile schlugen auf der Wiese vor dem Segelfluggelände auf. Der Pilot wurde beim Aufprall tödlich verletzt.

Die Aufschlagstelle lag ca. 140 m nördlich des Segelflughangars, in unmittelbarer Nähe des Campingplatzes, welcher für die Dauer der Schweizermeisterschaft für die Piloten und deren Hilfsleute eingerichtet worden war. Die Wrackteile waren in der Verlängerung der Aufschlagstelle weit verstreut.

1.2 Personenschäden

Ver- letzungen	Besatzungs- mitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Dritt- personen
Tödlich	1	---	1	---
Erheblich	---	---	---	---
Leicht	---	---	---	---
Keine	---	---	---	---
Gesamthaft	1	---	1	---

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Das Segelflugzeug wurde zerstört.

1.4 Drittschaden

Schaden an einem Auto.

1.5 Angaben zu Personen

1.5.1 Pilot

Person

Schweizerbürger, Jahrgang 1937

Lizenz

Nationaler Ausweis für Segelflieger, ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL am 19.09.1983, gültig bis 19.10.2007
Nationaler Ausweis für Privatpiloten (PPL), mit Klassenberechtigung SEP, ausgestellt durch das BAZL am 30.05.1984, abgelaufen am 18.09.2005

Berechtigungen

Normale Segelflugzeuge (GLI), Passagierflug (PAX), Motorsegler (TMG), Radiotelefonie englisch (RTI) (VFR)

1.5.1.1 Flugerfahrung

Gesamthaft

2731:23 h

Auf dem Unfallmuster

>1600:00 h

Während der letzten 90 Tage

18:17 h

Davon auf dem Unfallmuster

18:17 h

Auf Motorflugzeugen

230:42 h

Auf Segelflugzeugen

2500:41 h

1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

Eintragungszeichen

HB-2229

Luftfahrzeugmuster

Ventus cT

Charakteristik	<p>Einsitziger, nicht eigenstartfähiger Motorsegler in Faserverbundbauweise.</p> <p>Zweiteiliger Tragflügel mit Wölbklappen, mit ansteckbaren Flügelenden (17.6 m Flügelspannweite) und Schempp-Hirth-Bremsklappen auf der Flügeloberseite, Wassertanks im Tragflügel.</p> <p>GFK-Rumpf mit bremsbarem Einziehfahrwerk, T-Leitwerk mit Flosse und Ruder, einklappbares Triebwerk mit Faltpropeller.</p>
Hersteller	Schempp-Hirth Flugzeugbau GmbH, Kirchheim
Baujahr	1992
Werknummer	173
Eigentümer	Privat
Halter	Privat
Flügel	Der Festigkeitsnachweis für die Flügel der Ventus-Modelle wurde rechnerisch erstellt und basiert auf der Berechnung der Flügelkonstruktion mit den dazugehörigen Bruchversuchen des Flügels der Hornet C-Segelflugzeuge.
Ansteckbare Flügelenden	Zur Verlängerung der Flügelspannweite von 15 m auf 17.6 m wurden 2 ansteckbare Flügelenden verwendet.
Motor	<p>Hersteller: Solo Kleinmotoren GmbH, D-71050 Sindelfingen</p> <p>Baumuster: Solo 2350 / Serie-Nr: 31a</p> <p>Baujahr: 1992</p>
Propeller	<p>Oehler TB</p> <p>Hersteller: Ingrid Oehler TB GmbH, Sindelfingen</p> <p>Baumuster: OE-FL 5.83/83a5, v 92 / Serie-Nr: 360</p> <p>Baujahr: 1992</p>
Ausrüstung	Gemäss Ausrüstungsliste
Betriebsstunden Zelle	1650:51 h
Höchstzulässige Abflugmasse	430 kg
Masse und Schwerpunkt	Die Masse im Unfallzeitpunkt betrug 396 kg. Der Schwerpunkt lag 0.3 m hinter dem Bezugspunkt. Der zulässige Bereich erstreckt sich von 0.2 m bis 0.325 m hinter dem Bezugspunkt.

	Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeugflughandbuch (<i>aircraft flight manual</i> – AFM) zulässigen Grenzen.
	Es wurde kein Wasserballast mitgeführt.
Unterhalt	Der periodische Unterhalt wurde vom Eigentümer durchgeführt. Die letzte periodische Zustandsprüfung wurde am 27.08.2005 bei 1626:28 Betriebsstunden vom Segelflugverband der Schweiz (SFVS) durchgeführt. Die letzte Unterhaltsarbeit, TM 825-35, wurde vom Unterhaltsbetrieb, LTB Peter Neukom GmbH, am 07.04.2006 dokumentiert.
Treibstoffqualität	Zweitakt-Gemisch, Superbenzin, min. 96 ROZ Tankkapazität = 15 Liter. Geschätzte Restmenge 10 Liter. Kraftstoffverbrauch ca. 9.5 Liter/h
Eintragungszeugnis	Ausgestellt am 08.03.1995 durch das BAZL. Das Segelflugzeug war zum Verkehr zugelassen.
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt am 08.03.1995 durch das BAZL.
Zulassungsbereich	VFR bei Tag, Lufttüchtigkeitsgruppe U (<i>utility</i>) für Wolkenflug und einfachen Kunstflug.
Höchstzulässige Geschwindigkeiten	[IAS] Höchstzulässige Geschwindigkeit 270 km/h Wölbklappenstellung -1, -2 270 km/h Wölbklappenstellung 0, +1, +2, L 160 km/h Manövergeschwindigkeit 180 km/h Bei starker Turbulenz (V_{RA}) ¹ 180 km/h
1.6.1	Wölbklappenstellung Der Wölbklappenhebel war beim Aufschlag des Rumpfes am Boden in der WK-Stellung "-1". In dieser Stellung beträgt die zulässige Höchstgeschwindigkeit $V_{NE} = 270$ km/h bis auf eine Höhe von 2000 m/Meer.
1.7	Meteorologische Angaben
1.7.1	Allgemeines Die Angaben in den Kap. 1.7.2 bis 1.7.4 wurden von MeteoSchweiz geliefert.

¹ V_{RA} - *rough air speed* : zulässige Höchstgeschwindigkeit in starker Turbulenz

1.7.2 Allgemeine Wetterlage

Vom Atlantik her nähert sich ein Tiefdruckgebiet Richtung Ärmelkanal. Mit einer kräftigen West- bis Südwestströmung wurde milde und zunehmend trockene Luft in den Alpenraum geführt. Im Verlauf des Tages wurde dabei die Schweiz von einer schwach ausgeprägten Warmfront gestreift.

1.7.3 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

Die folgenden Angaben zum Wetter zum Unfallzeitpunkt am Unfallort basieren auf einer räumlichen und zeitlichen Interpolation der Beobachtungen verschiedener Wetterstationen.

<i>Wetter</i>	-
<i>Wolken</i>	<i>1-2/8 um 7600 ft AMSL, 5/8 um 24 000 ft AMSL</i>
<i>Sicht</i>	<i>Um 30 km</i>
<i>Wind</i>	<i>Westwind mit 4-6 kt, Windspitzen bis 12 kt</i>
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>21 °C / 04 °C</i>
<i>Luftdruck</i>	<i>QNH LSZB 1009 hPa, QNH LSZH 1010 hPa, LSZA 1009 hPa</i>
<i>Gefahren</i>	<i>Westwindturbulenzen um 900 m/M wahrscheinlich</i>

1.7.4 Astronomische Angaben

Sonnenstand Azimut: 269° Höhe: 29°

1.7.5 Flugplatzwettermeldung Bern-Belp

METAR

LSZB 211620Z 26008KT 9999 FEW060 BKN230 21/04 Q1009 NOSIG

1.7.6 Gefahren

In der Flugwetterprognose für die Schweiz, gültig von 12 bis 18 UTC, wurde unter Gefahren folgendes festgehalten:

„Mässige Westwindturbulenzen im Jura und im Mittelland.“

Im GAMET gültig von 15 bis 21 UTC wurde für die Region Westschweiz vor örtlich mässiger Turbulenz gewarnt.

1.7.7 Windverhältnisse gemäss Pilotenaussagen

Die folgenden Angaben zu den Windverhältnissen vor dem Ziellinienüberflug basieren auf der Befragung von Wettbewerbspiloten sowie auf der Auswertung der entsprechenden Loggeraufzeichnungen.

In der Tabelle sind nur die Piloten aufgeführt, die sich zwei Jahre später an den Flug erinnern konnten:

<i>Frage: Wie haben Sie die Windverhältnisse im Anflug auf den Flugplatz erlebt?</i>	<i>Anzahl Piloten</i>
<i>Keine Turbulenzen</i>	<i>0</i>
<i>Mässige Turbulenzen, wie sie beim Durchfliegen von Thermikblasen vorkommen können: V_{RA} darf überschritten werden</i>	<i>14</i>
<i>Mässige bis starke Turbulenzen</i>	<i>3</i>
<i>Starke Turbulenzen, wie sie z. B. in Wellenrotoren, Gewitterwolken, sichtbaren Windhosen oder beim Überfliegen von Gebirgskämmen vorkommen können: V_{RA} darf nicht mehr überschritten werden</i>	<i>2</i>

Die beiden Piloten, die starke Turbulenzen genannt haben, sind die letzten 10 km vor der Ziellinie mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit über Grund geflogen, die höher als $V_{RA} + 60$ km/h, respektive höher als $V_{RA} + 30$ km/h, war.

1.8 Navigationshilfen

Nicht betroffen.

1.9 Kommunikation

Es wurden keine Funkgespräche aufgezeichnet.

1.10 Angaben zum Flughafen

1.10.1 Allgemeines

Der Flughafen Bern-Belp besass zum Unfallzeitpunkt folgende Start- und Landeflächen: Eine Piste von 1510 m x 30 m aus Asphalt mit Pistenrichtung 14/32, bestückt mit Instrumentenanflugeinrichtungen, zwei parallele Graspisten von 650 m x 30 m sowie westlich der Graspisten ein Segelfluggelände von 500 m x 30 m.

1.10.2 Rettungs- und Feuerwehrdienste

Nicht betroffen.

1.11 Flugschreiber

Im Segelflugzeug befanden sich 4 Loggersysteme, welche zu unterschiedlichen Zwecken und in unterschiedlicher Art die Flugdaten erfassten und festhielten:

- Primärlogger von Cambridge, Typ "GPS NAV Model 20":
Dieser zeichnete die Flugdaten für den Wettbewerb auf.
Das Gerät wurde beim Unfall zerstört.
- Vario- und GPS-Navigationssystem LX 7000, von LX Navigation:
Dieses Gerät wurde für den normalen Segelflug verwendet. Zusätzlich zeichnete es auch die Flugdaten auf.
Das Gerät wurde beim Unfall zerstört.
- FLARM (Flight Alarm):
Flarm ist ein Kollisionswarngerät für die allgemeine Luftfahrt, das von der Firma FLARM Technology GmbH entwickelt wurde, zeichnet auch Flugdaten auf.
Nach dem Unfall fehlte der Datenträger-Chip aus dem zerstörten Gerät.

- PDA Compaq Aero:
Dieses Gerät hat ähnliche Eigenschaften und Verwendungszweck wie das LX 7000.
Das Gerät fiel vor dem Aufschlag des Segelflugezeuges aus dem Cockpit. Auf dem geräteinternen Speicher waren keine auswertbaren Daten mehr vorhanden.

1.12 Angaben über das Wrack, den Aufprall und die Unfallstelle

1.12.1 Wrack

Das Segelflugzeug war zerstört.

Der Pilot war über die Bauch- und Schultergurten mit dem Flugzeug verbunden.

Überreste des linken Flügels waren mit dem Rumpf verbunden.

Die Instrumente waren zerstört. Das Zifferblatt des Geschwindigkeitsmessers wurde im Erdreich gefunden und untersucht.

Die visuelle Prüfung der Ruderanschlüsse, Verbindungsgestänge, Umlenkhebel, Seilzüge und Spannschlösser sowie Umlenkrollen liess auf Grund des hohen Zerstörungsgrades keine Rückschlüsse auf vorbestandene Mängel am Segelflugzeug zu.

1.12.1.1 Trümmerlage

Der rechte Flügel und viele Einzelteile davon, Splitter der Cockpithaube, das ausgerissene Endstück des linken Flügels, aus dem Cockpit gefallenes Kartenmaterial sowie persönliche Effekten schlugen zwischen dem Heliport der Heliswiss AG und dem Segelflughangar auf. Das Streugut lag in der Pistenachse und aufgrund von Westwindverfrachtung östlich davon.

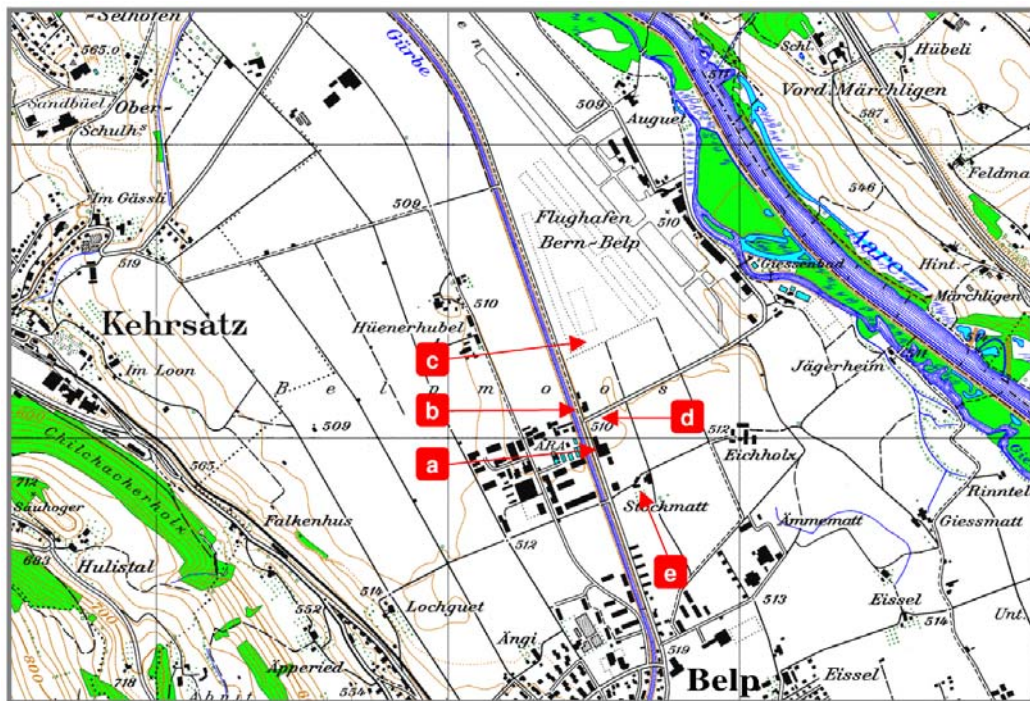


Abbildung 1: Kartenausschnitte Unfallort

- a Hangar der Firma Heliswiss AG
- b Hangar der Segelfluggruppe Bern
- c Segelflughangar und Schadenplatz mit Hauptwrack
- d Abgebrochener rechter Flügel
- e Flug- und Absturzrichtung

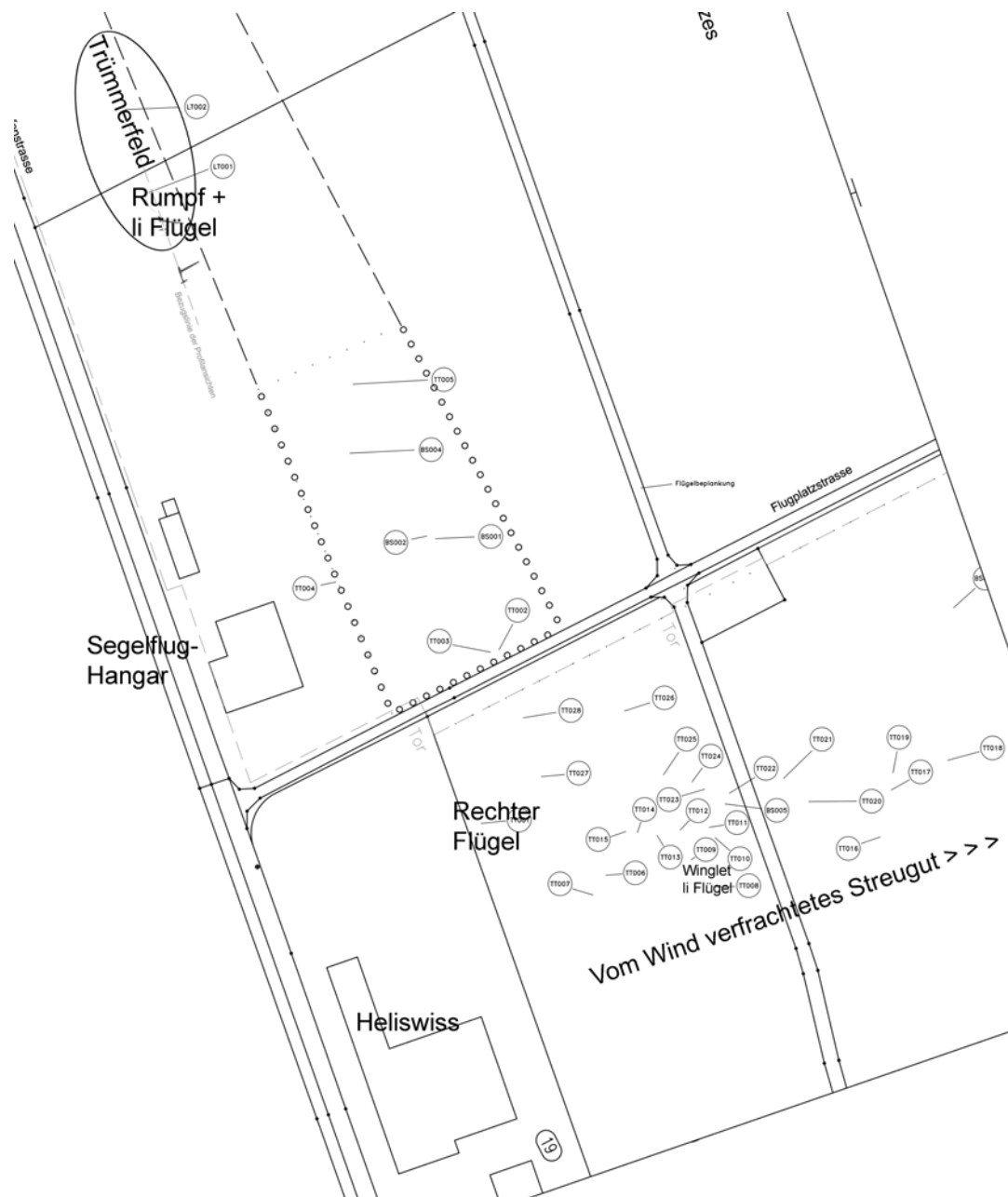


Abbildung 2: Trümmerlage

1.12.2 Aufprall

Das Segelflugzeug prallte in Rückenlage mit einer Längsneigung von ca. 45° auf den Boden und der Rumpf drang ca. 0.5 m ins Erdreich ein.

1.12.3 Unfallstelle

Segelfluggelände, Flughafen Bern-Belp

Die Aufschlagstelle lag ca. 140 m nördlich des Lokals der Segelfluggruppe auf dem Segelfluggelände, in unmittelbarer Nähe des Campingplatzes, welcher für die Dauer der Schweizermeisterschaft eingerichtet worden war.

1.13 Medizinische und pathologische Feststellungen

1.13.1 Medizinische Vorgeschichte

Der Pilot, der bis 2005 auch ein Privatpilotenbrevet besass, wurde bis zum 27.10.2003 regelmässig fliegerärztlich untersucht. Bei der letzten Untersuchung durch den Vertrauensarzt des BAZL am 27.10.2003 wurde er von diesem als tauglich befunden, das EKG war völlig normal, es bestand lediglich eine leichte Hypertonie, die dank einer Therapie mit einem Blutdruckmittel gut eingestellt war. Nach diesem Datum hat sich der Pilot nicht mehr bei seinem Vertrauensarzt gemeldet.

Am 08.11.2005, also rund zwei Jahre nach der letzten fliegerärztlichen Untersuchung, wurde dem Piloten gemäss Aussagen seines Hausarztes wegen sogenannten pectanginösen Herzbeschwerden, ausgelöst durch eine Verengung der einen Herzkranzarterie, ein Stent implantiert. Nach der Implantation des Stents war der Pilot beschwerdefrei.

Die Medikamente, die der Pilot wegen seiner Hypertonie und dem implantierten Stent regelmässig einnehmen musste, sind gemäss JAR-FCL 3 für den Flugdienst zugelassen, vorausgesetzt, dass sie gut vertragen werden.

1.13.2 Pathologisch-anatomische Feststellungen

Die Leiche des Piloten wurde einer Autopsie unterzogen. Der durch den heftigen Aufprall erfolgte Verletzungsgrad lebenswichtiger Organe war derart ausgeprägt, dass der Tod sofort eingetreten ist. Infolge des Zerstörungsgrades gewisser Organe konnte über eine eventuell unfallauslösende akut eingetretene krankhafte Veränderung (z.B. Verschluss des Stents) nichts ausgesagt werden.

Sämtliche toxikologischen Untersuchungen im Blut und Urin auf Alkohol, Drogen und Medikamente fielen negativ aus.

1.14 Feuer

Es brach kein Feuer aus.

1.15 Überlebensaspekte

1.15.1 Allgemeines

Der Unfall war nicht überlebbar.

Der Pilot war mit einem Fallschirm ausgerüstet. Es wurde kein Rettungsversuch beobachtet.

1.15.2 Notsender

Das Segelflugzeug war mit einem Notsender (*emergency location beacon aircraft* – ELBA) des Typs EBC-102A ausgerüstet. Das Gerät war nach dem Unfall nicht mehr funktionstüchtig.

1.16 Versuche und Forschungsergebnisse

1.16.1 Stellung der Wölbklappen beim Aufprall des Rumpfes

Spurenkundlich konnte nachgewiesen werden, dass sich der Wölbklappenhebel zum Zeitpunkt des Aufpralls in der zweitvordersten Rasterung, d.h. in der Stellung -1 befand.

Bei dieser Wölbklappenstellung beträgt die zugelassene Höchstgeschwindigkeit $V_{NE} = 270$ km/h.

1.16.2 Geschwindigkeit beim Aufprall

Das Zifferblatt des Geschwindigkeitsmessers wurde untersucht. Der Zeiger stand beim Aufprall des Rumpfes am Boden am oberen mechanischen Anschlag des Instruments an. Der Abdruck des Zeigers auf dem Zifferblatt lag wenig über 300 km/h.

1.17 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

Die Wettbewerbsleitung der SM führte am 17.05.2006 ein Eröffnungsbriefing durch, an welchem die Piloten unter anderem über die administrativen Belange der Meisterschaft orientiert wurden.

An jedem Wettbewerbstag schrieb die Leitung eine Aufgabe aus und informierte die Piloten anlässlich eines Briefings durch einen Meteorologen von Meteo-Schweiz über die Wettersituation.

1.18 Zusätzliche Angaben

1.18.1 Allgemeines

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Nachweise des Ventus C mit einem alten Rechnersystem erstellt wurden, das heute nicht mehr in Betrieb ist. Die folgenden Angaben über Eigenschaften des Ventus cT basieren auf Aussagen des Herstellers. Die quantitativen Angaben sind einfache Abschätzungen von Grenzfällen.

1.18.2 Positive Wölbklappenstellung bei hohen Geschwindigkeiten

Wenn bei hohen Geschwindigkeiten die Wölbklappenstellung zu positiv ist, biegen sich die Flügel von den Flügelwurzeln zu den Flügelspitzen deutlich nach unten. Für den Betrachter, der das Segelflugzeug auf sich zufliegen sieht, zeigt sich das Frontbild wie ein Kleiderbügel.

Ein starkes Nickmoment an den Flügeln verdreht die Flügel zu den Flügelspitzen hin, so dass die Anstellwinkel aussen kleiner sind als innen. Dadurch verlagert sich die Auftriebsverteilung nach innen, aussen entsteht sogar Abtrieb.



Abbildung 3: Bilder des Herstellers aus einem Ventus bT (vergleichbares Baumuster)
links: WK -1 Geschwindigkeit ca. 160 km/h; rechts: WK +2 Geschwindigkeit ca. 190 km/h

- 1.18.3 Rascher Wechsel von einer positiven zu einer negativen Wölbklappenstellung
- Bei Geschwindigkeiten zwischen 200 und 250 km/h im stationären Geradeausflug kann ein rascher Wechsel von einer positiven zu einer negativen Wölbklappenstellung zu Lastvielfachen zwischen -1.5 und -3 führen.
- 1.18.4 Handkräfte am Wölbklappenhebel
- Die Handkräfte am Wölbklappenhebel sind bei einer positiven Wölbklappenstellung und hoher Geschwindigkeit so erheblich, dass eine kontrollierte Änderung der Wölbklappenstellung nicht mehr möglich ist.
- 1.18.5 Sensibilität des Segelflugzeuges um die Querachse
- Bei hinterer Schwerpunktlage ergeben bereits sehr geringe Wege am Knüppel grosse Geschwindigkeitsänderungen. Das Flugzeug reagiert mit wachsender Geschwindigkeit und mit zunehmend positiver Wölbklappenstellung auf Höhensteuereingaben noch empfindlicher. Dies kann zu Schwingungen um die Querachse führen, welche durch Steuereingaben des Piloten (*pilot induced oscillations – PIO*) verursacht werden.
- 1.18.6 Holmgurtenbruchlast
- Die Holmgurtenbruchlast kann bei Geschwindigkeiten von mehr als 220 km/h bei allen Wölbklappenstellungen durch bruskes Ziehen des Höhensteuers erreicht werden, d.h. der Pilot kann den Flügelbruch in diesem Geschwindigkeitsbereich durch unbewusste Steuereingaben bewirken.
- 1.18.7 Versuche für die Zertifikation
- Der Nachweis der Festigkeit für den Flügel des Ventus cT geht auf Bruchversuche mit dem Baumuster Hornet C am 24.08.1979 an der TU Braunschweig zurück.
- 1.19 Nützliche oder effektive Untersuchungstechniken**
- Nicht betroffen.

2 Analyse

2.1 Meteorologische Aspekte

Bei den zur Unfallzeit herrschenden Wetterbedingungen musste mit mässiger Turbulenz gerechnet werden. Die Mehrheit der befragten Wettbewerbspiloten hat tatsächlich mässige Turbulenzen festgestellt. Die beiden Piloten, die bei der Befragung starke Turbulenzen genannt haben, haben den Endanflug vor der Ziellinie mit Durchschnittsgeschwindigkeiten deutlich über V_{RA} geflogen. Aus diesen Gründen können starke Turbulenzen mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

2.2 Technische Aspekte

Die Untersuchung ergab keine Hinweise darauf, dass vorbestandene technische Mängel den Unfall herbeigeführt oder beeinflusst hätten.

2.3 Menschliche und betriebliche Aspekte

Die stark negativ durchgebogenen Flügel, verbunden mit der starken Rumpflängsneigung, die im Endanflug von mehreren Augenzeugen während mehreren Sekunden beobachtet wurden, lassen auf eine positive Wölbklappenstellung bei zu hoher Geschwindigkeit in dieser Flugphase schliessen. Diese Situation an und für sich muss nicht zwangsläufig zum Unfall führen. Die Geschwindigkeit könnte durch behutsames Ziehen am Höhensteuer kontrolliert verringert werden.

Im vorliegenden Fall wollte der Pilot wohl die Wölbklappenstellung korrigieren. Ob ihm dabei der Wölbklappenhebel aus der Hand geglitten ist, oder ob die Korrektur unbeabsichtigt zu brüsk erfolgte, muss offen bleiben. Als Folge der brüsk Wölbklappenverstellung änderte sich die Auftriebsverteilung an den Flügeln, was schlagartig zu einem negativen Lastvielfachen führte.

Das schlagartig negative Lastvielfache muss zu Höhensteuereingaben geführt haben, welche schliesslich zur Überlastung und zum Bruch des Flügels führten.

Die spurenkundliche Untersuchung des Zifferblattes der Geschwindigkeitsanzeige zeigte, dass das Segelflugzeug mit mehr als 300 km/h IAS auf dem Boden aufschlug. Aufgrund der Modellrechnungen und der Beobachtungen kann geschätzt werden, dass die Fluggeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Bruches des Flügels grösser als 220 km/h, aber kleiner als 270 km/h war.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Der Pilot war im Besitze des notwendigen Flugausweises.
- Es gibt keinen Hinweis darauf, dass der Unfall medizinische Ursachen hat.
- Das Flugzeug war zum Verkehr zugelassen.
- Das Flugzeug war ordnungsgemäss gewartet.
- Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss AFM zulässigen Grenzen.
- Es gibt keinen Hinweis auf vorbestandene technische Mängel am Flugzeug.
- Beim Anflug zur Ziellinie waren die Flügel des Segelflugzeugs während mehreren Sekunden stark nach unten durchgebogen und der Rumpf war nach vorne geneigt. Die Fluggeschwindigkeit war hoch.
- Beim Ventus cT biegen sich die Enden der Tragflügel nach unten, wenn die zulässige Geschwindigkeit bei positiver Wölbklappenstellung markant überschritten wird.
- Wird bei positiver Wölbklappenstellung die zulässige Geschwindigkeit überschritten und werden die Wölbklappen in diesem Zustand abrupt auf negative Stellung gebracht, so treten markante negative Normalbeschleunigungen auf.
- In einer Höhe von 150 - 250 Meter über Grund bogen sich beide Flügel schlagartig extrem nach oben wobei der rechte Flügel direkt am Rumpf mit einem lauten Knall brach. Einzelne Augenzeugen sprachen von einer weiteren Bewegung der Flügel nach unten und nach oben vor dem Bruch.
- Abschätzungen ergaben, dass bei Geschwindigkeiten über 220 km/h die Holmgurtbruchlast durch Höhensteuereingaben überschritten werden kann.
- Die Analyse des Wracks ergab, dass beim Aufprall eine Geschwindigkeit von mehr als 300 km/h angezeigt wurde und der Wölbklappenhebel auf der Position „-1“ stand.
- Zur Unfallzeit musste mit mässiger Westwindturbulenz gerechnet werden.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist auf den Bruch einer Tragfläche des Segelflugzeuges zurückzuführen, weil der Pilot beim Zielflug mit hoher Geschwindigkeit wahrscheinlich eine falsche Wölbklappenstellung unzweckmässig korrigierte.

Payerne, 11. Juni 2009

Büro für Flugunfalluntersuchungen

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des BFU über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls.

Gemäss Art. 3.1 der 9. Ausgabe des Anhanges 13, gültig ab 1. November 2001, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalls die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

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