



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. 2071**

## **des Büros für**

# **Flugunfalluntersuchungen**

über den Unfall

des Heissluftballons Kubicek KUB BB22, HB-QJS

vom 11. Juli 2008

Erlenhof/Arnegg, Gemeinde Gossau/SG

11 km westlich von St. Gallen

**Causes**

L'accident est dû à deux impacts violents au sol de la nacelle du ballon suite à une perte de contrôle.

Les facteurs suivants ont contribué à l'accident:

- Une mauvaise appréciation des effets d'une cellule orageuse se rapprochant
- Le choix inadéquat de la fixation des cordes au ballon

## Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen des Büros für Flugunfalluntersuchungen (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) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MESZ und koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) lautet:

LT = MESZ = UTC + 2 h.

## Schlussbericht

<b>Luftfahrzeugmuster</b>	Kubicek KUB BB22	HB-QJS
<b>Halter</b>	Ballonverein Sky Bird, Hummelbergstrasse 4, 9216 Hohentannen	
<b>Eigentümer</b>	Privat	
<b>Pilot</b>	Schweizer Bürger, Jahrgang 1968	
<b>Ausweis</b>	Heissluftballonpilot ( <i>Hot-Air Balloon</i> ), ICAO, mit Fahrlehrerberechtigung, ausgestellt durch das Bundessamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 11. Juni 1992, gültig bis 15. Juni 2010.  Gasballonpilot ( <i>Gas Balloon</i> ), ICAO, mit Fahrlehrerberechtigung, ausgestellt durch das BAZL am 3. Juni 1994.	
<b>Berechtigungen</b>	Flugfunk in englisch, Nachtflug NIT ( <i>Balloon</i> )	
<b>Medizinisches Tauglichkeitszeugnis</b>	Nicht zutreffend	
<b>Flugstunden</b>	insgesamt <i>Gas Balloon</i>	1033:00 h
	insgesamt <i>Hot-Air Balloon</i>	1547:20 h während der letzten 90 Tage
	auf dem Unfallmuster	121:00 h während der letzten 90 Tage
<b>Ort</b>	Erlenhof/Arnegg, Gemeinde Gossau/SG	
<b>Koordinaten</b>	735 720 / 255 605	<b>Höhe</b> 601 m/M
<b>Geographische Breite</b>	N 47° 26' 16"	1971 ft AMSL
<b>Geographische Länge</b>	E 009° 14' 25"	
<b>Datum und Zeit</b>	11. Juli 2008, ca. 17:40 Uhr	
<b>Betriebsart</b>	VFR privat	
<b>Flugphase</b>	Landung nach Fesselaufstieg	
<b>Unfallart</b>	Kollision mit dem Boden	

<b>Personenschaden</b>				
Verletzungen	Besatzungsmitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	1	1	0
Leicht	0	1	1	0
Keine	1	2	3	Nicht zutreffend
Gesamthaft	1	4	5	0
<b>Schaden am Luftfahrzeug</b>	Nicht beschädigt			
<b>Drittsschaden</b>	Keiner			

## 1 Sachverhalt

### 1.1 Vorgeschichte und Unfallhergang

#### 1.1.1 Allgemeines

Die Beschreibung des Unfallhergangs sowie der darauffolgenden Ereignisse basieren auf den Aussagen des Piloten, der Passagiere und Augenzeugen sowie auf Photos.

#### 1.1.2 Vorgeschichte

Am 11. Juli 2008 organisierte ein Unternehmen im Rahmen einer privaten Veranstaltung verschiedene Aktivitäten für sein Personal, darunter auch Fesselballonfahrten.

Für den frühen Abend war am Startort eine Wetterverschlechterung zu erwarten. Der Pilot beurteilte die Bedingungen als noch günstig für eine Fesselfahrt. Er begab sich gegen 15:30 Uhr auf den vorgesehenen Startplatz. Die Aussage des Piloten lautete: *"Ich begutachtete die Platzverhältnisse zuerst. Diese waren ausgezeichnet, das heisst hindernisfrei. Das Wetter war zu dieser Zeit noch praktisch wolkenlos. Die Windverhältnisse waren sehr schwach und liessen auf keine Probleme schliessen. Die Meteorinformationen konsultierte ich noch im Büro auf dem Internet (Alpenflugwetter.com) und war der Ansicht, dass für einen Fesselflug die Verhältnisse in Ordnung waren. Mir war klar, dass die Windsituation zu beobachten war."*

Die Bodenmannschaft assistierte den Piloten in der Ballonvorbereitung und befestigte die Fesselseile an drei Fahrzeugen, welche in der Wiese im Umkreis des Ballons vor dem Unternehmen positioniert waren. Nach dem Aufrichten des Ballons und dem Abschluss der Vorbereitungsarbeiten startete der Pilot gegen 16:30 Uhr zur ersten Fesselfahrt. Der schwache Wind erlaubte es dem Piloten, den Ballon bis zur maximalen Seillänge aufsteigen zu lassen, das heisst bis auf eine Höhe von ungefähr 30 m/GND. Der Pilot führte 15-20 Aufstiege mit jeweils 3-4 Passagieren ohne besondere Probleme durch. Er stellte in seiner Aussage fest: *"Im Westen war eine Bewölkungszunahme festzustellen, diese ging aber sehr langsam vor sich. Im Umkreis von schätzungsweise 30 km war nach meiner Ansicht keine Gewittertätigkeit vorhanden. Im Nordwesten wurde die Bewölkung etwas stärker (ca. 5 Min vor dem Ereignis). Aus diesem Grund hatte ich mich entschlossen, diesen Aufstieg noch zu beenden und dann die Aufstiegstätigkeit abzuschliessen"*.

#### 1.1.3 Unfallhergang

Der Pilot startete kurz vor 17:40 Uhr mit dem Ballon.<sup>1</sup> HB-QJS und 4 Passagieren, darunter ein 12-jähriges Kind. Der Aufstieg verlief normal. Als sich der Ballon auf einer Höhe von ungefähr 10 m/GND befand, begann zwischen den Passagieren eine kurze Diskussion in Bezug auf den Einfluss des Windes. Ein Passagier beobachtete gemäss seiner Aussage sich aus Westen rasch nähernde dunkle Wolken; zudem sah er auch, wie ein Maisfeld in einigen hundert Metern Entfernung durch den Wind aufgewühlt wurde und wie zwei Raketen in einer Distanz von ungefähr 2 km vom Startplatz entfernt abgeschossen wurden.

---

<sup>1</sup> In diesem Bericht wird der Begriff „Ballon“ anstelle von Montgolfière oder Heissluftballon verwendet.

Der Ballon blieb einen Moment auf maximaler Seillänge gespannt. Danach begann der Ballon wieder abzusinken. Auf einer Höhe von ungefähr 10 m/GND wurde der Ballon von einer starken Böe aus Nordwesten erfasst und auf eine Höhe von ungefähr 20 m/GND angehoben.

Aufgrund der durch die starken Böen verursachten grossen Kräfte, die auf den Ballon wirkten, war es der Bodenmannschaft nicht möglich, den Ballon vom Boden aus zu lenken oder zurückzuhalten. Durch die Fesselseile zurückgehalten, verformte sich die Ballonhülle aufgrund des Windeinflusses und begann erneut rasch abzusinken. Der Pilot versuchte „mit dosierten Heizstössen“ den schnellen Abstieg abzubremesen.

In Erwartung einer harten Landung informierte der Pilot die Passagiere. Er sagte dazu Folgendes aus: *„Die Passagiere wurden von mir instruiert und auf die harte Landung vorbereitet. In die Knie gehen und innen an den Halteseilen festhalten, es gibt einen Schlag, wenn wir aufsetzen. Eventuell kann der Ballon nochmals etwas aufsteigen. Ihr müsst Euch im Korb festhalten und dürft nicht aussteigen bis ich es sage. Ich wiederholte dies einige Male. Die Passagiere taten wie ihnen gesagt wurde und ich bereitete mich auf die Schnellentleerung beim Aufsetzen vor“.*

Die Passagiere bereiteten sich im Innern des Ballonkorbs auf den Aufprall vor. Der Pilot schätzte die Sinkgeschwindigkeit auf ungefähr 2 m/s bis zum ersten Aufprall am Boden. Der Ballon stieg wieder auf einige Meter Höhe vor dem zweiten Bodenkontakt. Gemäss Aussage des Piloten riss das luvseitige Fesselseil im Moment des zweiten Aufpralls.

Die Ballonhülle wurde durch den Wind weggestossen. Noch bevor sich die Hülle komplett geleert hatte, wurde der Korb einige Meter mitgeschleift.

Der zweite Aufschlag erfolgte ebenso heftig wie der erste. Eine Passagierin im vorderen Teil des Korbes, in Flugrichtung gesehen, erlitt dabei erhebliche Verletzungen. Vor Ort anwesende Feuerwehreute eilten zu Hilfe. Ein zweiter Passagier wurde leicht verletzt. Der Pilot und zwei weitere Passagiere konnten dem Korb unverletzt entsteigen. Die verletzte Passagierin wurde mit dem Rettungshelikopter ins Spital geflogen. Am Ballon waren keine Schäden feststellbar.

## 1.2 Meteorologische Angaben

### 1.2.1 Allgemeines

Die Angaben in den Kap. 1.2.2 bis 1.2.7 wurden von MeteoSchweiz geliefert.

### 1.2.2 Allgemeine Wetterlage

*Im Vorfeld einer von Westen herannahenden Kaltfront kam kurzzeitig Föhn auf. Gleichzeitig wurde mit einer Südwestströmung feuchtwarme Luft zur Schweiz gesteuert. Dies führte am frühen Abend verbreitet zu Gewittern.*

### 1.2.3 Windprognose für Ballon, Delta und Gleitschirm

Unter Gefahren bei der Ausgabe vom 11. Juli 2008 um 13:50 Uhr wurde Folgendes festgehalten: *Alpenübergänge allmählich in den Wolken. Im Laufe des Nachmittags aus W Schauer / Gewitter, dabei tiefere Basis, reduzierte Sicht, z.T. Sturmböen. Über den Alpen vorübergehend Föhnströmung.*

Unter Gefahren bei der Ausgabe vom 11. Juli 2008 um 16:16 Uhr wurde Folgendes festgehalten: *Kaltfront in Annäherung, Gewitterbildungen auf der Vorderseite mit lokalen Sturmböen.*

## 1.2.4 .Flugwetterprognose vom 11. Juli 2008, 12 – 18 UTC

Allgemeine Lage:

*Der Hochdruckeinfluss schwächt sich weiter ab. In den Alpen kommt im Vorfeld einer von Westen herannahenden Kaltfront kurzzeitig Föhn auf. Gleichzeitig wird mit einer Südwestströmung feuchtwarme und zu Gewittern neigende Luft zur Schweiz gesteuert. Die angesprochene Kaltfront erfasst heute Abend die Schweiz und kommt langsam zu den Alpen voran. Bereits in ihrem Vorfeld können sich heute Nachmittag immer wieder Schauer und Gewitter bilden.*

*Wolken (Menge, Basis, Obergrenze), Sicht, Wetter:*

*Alpennordseite, Wallis, Nord- und Mittelbüden:*

*Am frühen Nachmittag in der östlichen Landeshälfte abgesehen von 1-3/8 Basis 5000-7000 ft/msl heiter. In den übrigen Regionen 2-4/8 Basis 4000-6000 ft/msl, darüber 5-7/8 Basis um 9000 ft/msl. Im Verlauf des Nachmittags aus Südwesten vermehrt Quellwolken, Basis um 7000 ft/msl und Bildung von Cb's. Am frühen Nachmittag vor allem über den Bergen Schauer und Gewitter, im Verlauf des Nachmittags auch auf das Flachland übergreifend. In den östlichen Alpentälern am frühen Vormittag noch Föhnströmung. Sichtweiten meist über 8 km, in Niederschlägen zeitweise unter 5 km sinkend.*

*Wind und Temperatur Alpennordseite:*

*HÖHE GRAD*

*GROUND 230/5-12kt; in Gewitternähe Böen 30-35 KT*

*Gefahren:*

- Über den Bergen mässige, später auch starke Westwindturbulenz. In den zentralen und östlichen Alpen am frühen Nachmittag noch mässige Föhnturbulenz.*
- Alpenübergänge teils in Wolken.*
- Zunehmend Gewitter, dabei kräftige Böen und markante Sichtreduktion.*

## 1.2.5 .Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

*Aufgrund der aufgeführten Informationen kann auf folgende Wetterbedingungen am Unfallort zur Unfallzeit geschlossen werden.*

*Wolken 1-2/8 CB um 5000 ft AMSL*

*Wetter ---*

*Sicht Um 20 km*

*Wind Aus Südwest bis West mit ca. 5 kt,  
Windspitzen bis 12 kt*

*Temperatur/Taupunkt 25 °C / 10 °C*

*Luftdruck QNH LSZR 1009 hPa, LSZH 1011 hPa,  
LSZA 1014 hPa*

*Gefahren Auffrischender Wind, verursacht durch in der Nähe vorbeiziehende Gewitterzellen*

## 1.2.6 Astronomische Angaben

*Sonnenstand Azimut: 266° Höhe: 34°*

1.2.7 .Synoptische Meldungen und Daten vom automatischen Messnetz von Meteo-Schweiz (ANETZ / ENET / SwissMetNet)

*Synoptische Augenbeobachtung von 1500 UTC*

	Zürich Kloten (LSZH)	St. Gallen
Höhe	436 m/M (1'430 ft AMSL)	779 m/M (2'555 ft AMSL)
Wind	300° / 19 kt	050° / 03 kt
Wolken	3/8 CB 3'500 ft AGL 4/8 10'000 ft AGL 7/8 25'000 ft AGL	1/8 7000 ft AGL
Wetter	Regen in Sichtweite, jedoch nicht auf Station	
Sicht	20 km	20 km
Temp. / Taupt.	22 °C / 14 °C	25 °C / 14 °C

*Windmessungen an automatischen Stationen*

*Steckborn 15:30 UTC Böen von 36 kt aus 290°*

*15:40 UTC Böen von 27 kt aus 310°*

*Güttingen 15:40 UTC Böen von 4 kt aus 180°*

*15:50 UTC Böen von 30 kt aus 300°*

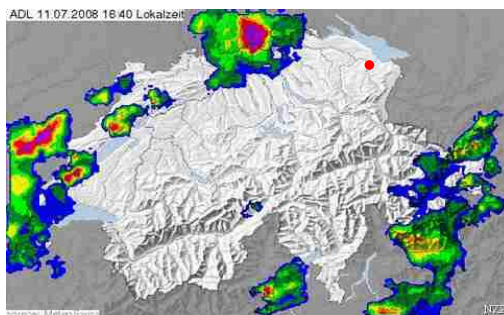


Bild 1: Situation um 16:40 Uhr (14:40 UTC)

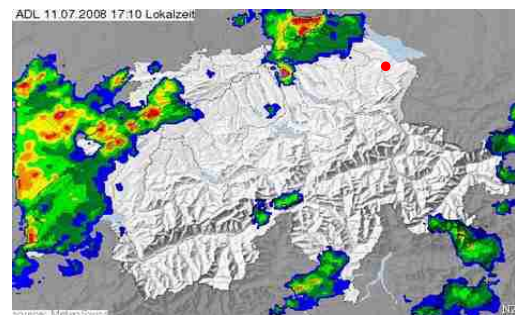


Bild 2: Situation um 17:10 Uhr (15:10 UTC)

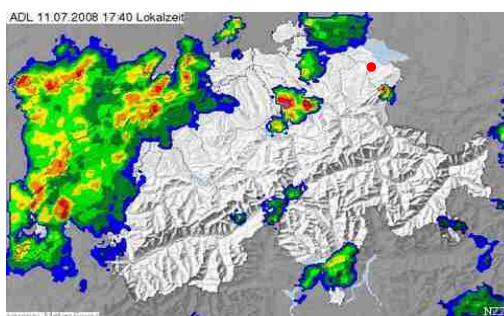


Bild 3: Situation um 17:40 Uhr (15:40 UTC)

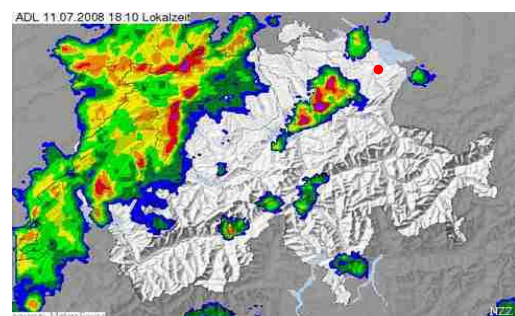


Bild 4: Situation um 18:10 Uhr (16:10 UTC)

Bilder des Niederschlagsradars am Unfalltag. Der rote Punkt ● zeigt den Unfallort bei Arnegg/SG.



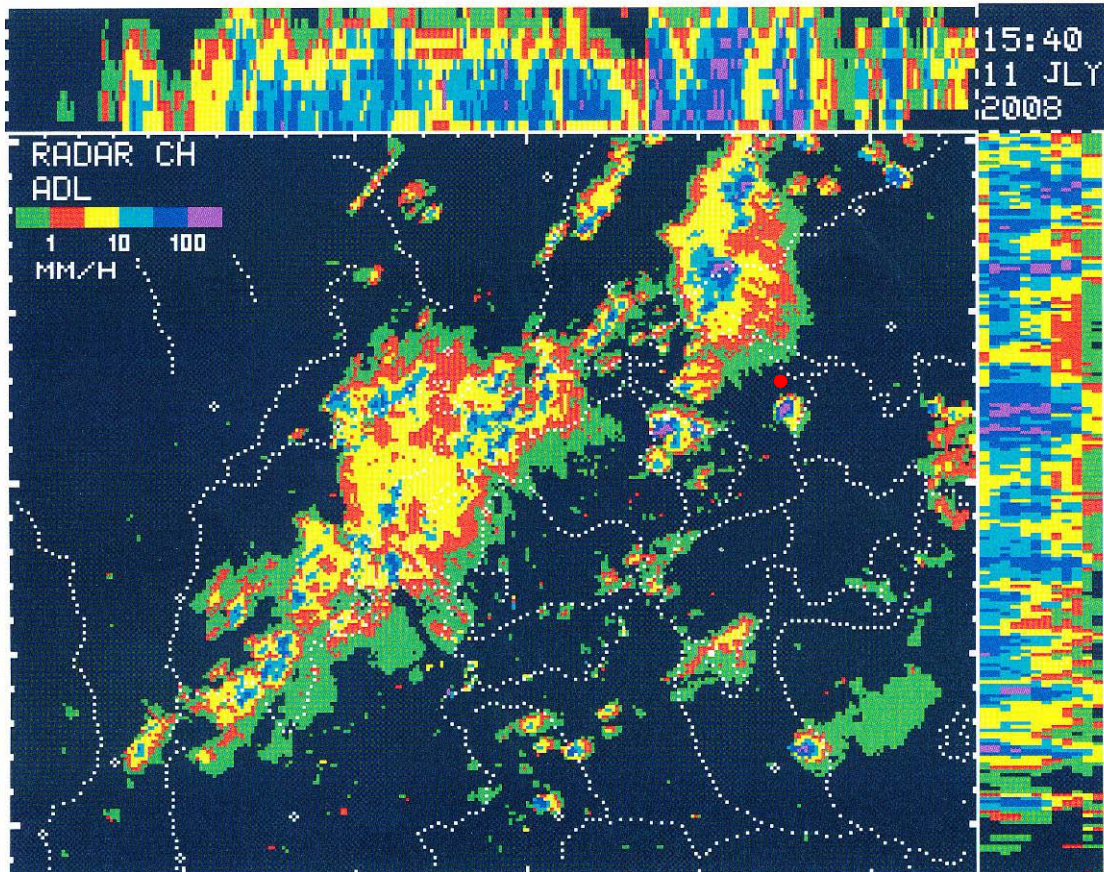


Bild 5: Darstellung des Niederschlagsradars zum Unfallzeitpunkt, Kompositbild der drei Schweizer Wetterradars mit Aufriss und Seitenriss. Der rote Punkt • zeigt den Unfallort bei Arnegg/SG.

#### GAMET

*Gamet valid 12 – 18 UTC für die Region Eastern Switzerland:*

*SIGWX: 14/18 ISOL TS*

*SIG CLD: 14/14 ISOL CB*

#### AIRMET

*Zur Zeit des Unfalls war folgendes Airmet aktiv:*

*LSAS AIRMET 2 VALID 111400 / 111700 LSZH-*

*LSAS SWITZERLAND FIR/UIR ISOL TSGR OBS MOV NE INTSF=*

### 1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

Eintragungszeichen	HB-QJS
Muster	Kubicek KUB BB22
Charakteristik	Heissluftballon, Hülle 2200 m <sup>3</sup>
Hersteller	Balony Kubicek spol. S.R.O., Brno, Czech Republik
Baujahr und Seriennummer	2001, s/n 162
Betriebsstunden	Ballonhülle, <i>time since new</i> TSN 125:00 h
Brenner	Hersteller, Muster und Seriennummer: Cameron, CB579-1, s/n S2200/S2202
Korb	Hersteller, Muster und Seriennummer: Cameron, CB310-4A, s/n BH401

Eintragungszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 10. Juli 2007 / N°3
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 10. Juli 2007
Lufttüchtigkeits-Folgezeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 16. April 2008, gültig bis 28. April 2009.
Zulassungsbereich	Privat, VFR bei Tag und bei Nacht
Unterhalt	Die letzte geplante Unterhaltsarbeit, Jahreskontrolle fand am 31. Oktober 2007 bei 108:25 h TSN statt
Maximale Abflugmasse	Die maximale Abflugmasse MTOM beträgt 700 kg. Zum Unfallzeitpunkt befand sich die Gesamtmasse innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.
Treibstoff	Propangas
Treibstoffvorrat	Der Korb war mit 3 Treibstoffflaschen ausgerüstet. Jede Flasche hatte eine Füllmasse von 20 kg. Gemäss Aussage des Piloten war eine Treibstoffflasche leer, in den beiden anderen Treibstoffflaschen verblieben noch je 40% der Gesamtfüllmenge.

#### 1.4 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

Der Ballon HB-QJS wurde mit zwei anderen Ballonen durch den Ballonverein Sky-Bird betrieben. Dieser im Jahr 2004 gegründete Verein führte private Heissluftballonfahrten durch. Fesselfahrten wurden nur gelegentlich durchgeführt.

Den Passagieren wurden keine Beförderungsscheine ausgestellt. Der Pilot des Ballons HB-QJS führte gemäss seinen Angaben die Fahrten für das organisierende Unternehmen unentgeltlich durch.

#### 1.5 Medizinische und pathologische Feststellungen

Der Pilot und zwei Passagiere blieben unverletzt. Eine Passagierin erlitt Wirbelsäulenverletzungen und musste deshalb für längere Zeit hospitalisiert werden. Ein Passagier wurde leicht verletzt.

#### 1.6 Zusätzliche Angaben

##### 1.6.1 Beschreibung einer Fesselfahrt mit einem Heissluftballon

Der am Boden gefesselte Ballon kann nur so hoch in die Luft steigen, bis die Seile gespannt sind. Nach einigen Minuten auf Maximalhöhe sinkt der Ballon wieder und landet am gleichen Ort, um Passagiere aus- und einzuladen. Dieser Vorgang kann mehrmals wiederholt werden.

Voraussetzung für eine sichere Fesselfahrt ist eine ruhige Luftmasse. Schwachwindige, stabile Wetterverhältnisse ohne Böengefahr sind wichtig. Der Entscheid über die Durchführung der Ballonfahrt liegt beim Piloten. Er kann zu jeder Zeit den Fesselaufstieg unterbrechen oder die Fahrt ganz abbrechen.

##### 1.6.2 Einsatz des Ballons gemäss Flughandbuch

Der Pilot war im Besitz einer aktuellen deutschsprachigen Version des Flughandbuches vom 19. Dezember 2001, Änderungsnummer 2.

Die Einsatzlimiten des Ballons HB-QJS sind im *Kapitel 2 Betriebsgrenzen* und diejenigen einer Fesselfahrt im *Kapitel 4 Betriebsverfahren* des Flughandbuches des Ballonherstellers definiert. Diese sind wie folgt beschrieben:

*Kapitel 2 Betriebsgrenzen**2.2 Wetterbedingungen**(...)*

*Am Startplatz eines Fesselballones dürfen die Wind-Geschwindigkeiten **4 Knoten = 2,1 m/s** nicht übersteigen.*

*Kapitel 4 Betriebsverfahren**4.3.11 Fesselfahrt*

*Ballonfesselung – der Ballon wird mittels zweier Seile gefesselt, und zwar:*

*Das Hauptseil mit einer konstanten Länge, das auf der Leeseite mittels zweier Hüllenkarabiner (nicht mittels Korbkarabiner) befestigt und fest am Boden gefesselt ist. Bei der Verankerung am Boden muss man mit erheblichen Windkräften rechnen.*

*Das Manövrieseil mit einer veränderlichen Länge; dieses dient zum Rauf- und Runterholen des Ballons an den Boden und zur Stabilisierung der Ballonlage bei Windrichtungsänderungen. Das Manövrieseil können eingewiesene Helfer halten.*

*Start des Fesselballons***Verankerung**

*die Seilbefestigungspunkte und der Seilzustand überprüft*

**Bodenmannschaft**

*kein Helfer kann von den Seilen eingewickelt und nach oben gezogen werden*

**Temperatur**

*die höchstzulässige Hüllentemperatur darf nicht überschritten werden*

**Steigrate**

*bis max. 1 m/s, besonders bevor das Seil auf Spannung geht*

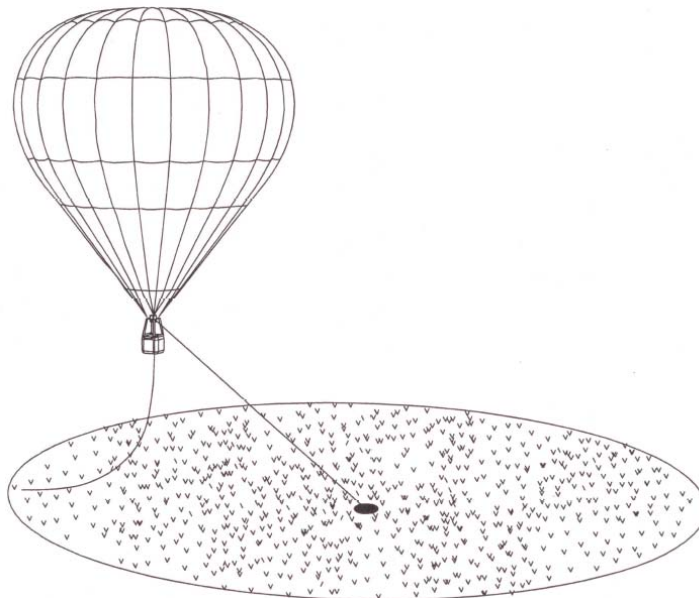
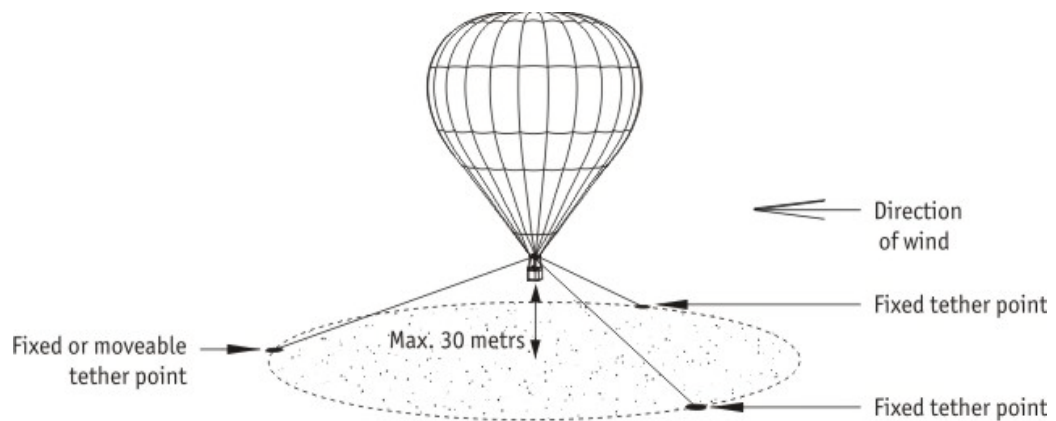


Bild 6: Darstellung Fesselfahrt

In der englischen Version des Flughandbuches, Ausgabe 16 vom 11. Mai 2009, hat der Hersteller den Text des §4.3.11 *The tethered flight* abgeändert und mit dem Bild 7 ergänzt.



Tether layout

Bild 7: Vom Hersteller vorgegebenes Verfahren für den Fesselflug/für die Fesselfahrt

### 1.6.3 Zusätzliche Angaben zum Unfall

Nach dem Unfall gab der Pilot bezüglich der Seilbefestigung was folgt zu Protokoll: „Durch die Seilbefestigung wurde der Korb gehalten (3 Fixationen auf der Höhe des Brenners an den Hüllenseilen).“

Im Rahmen der Untersuchung wurde unter anderem die unten stehende Fotografie (vgl. Bild 8) sichergestellt, die von einem Augenzeugen des Unfalls aufgenommen worden war. Diese zeigt, dass bei den Fahrten am Unfalltag die Seile am Kronenring befestigt waren.

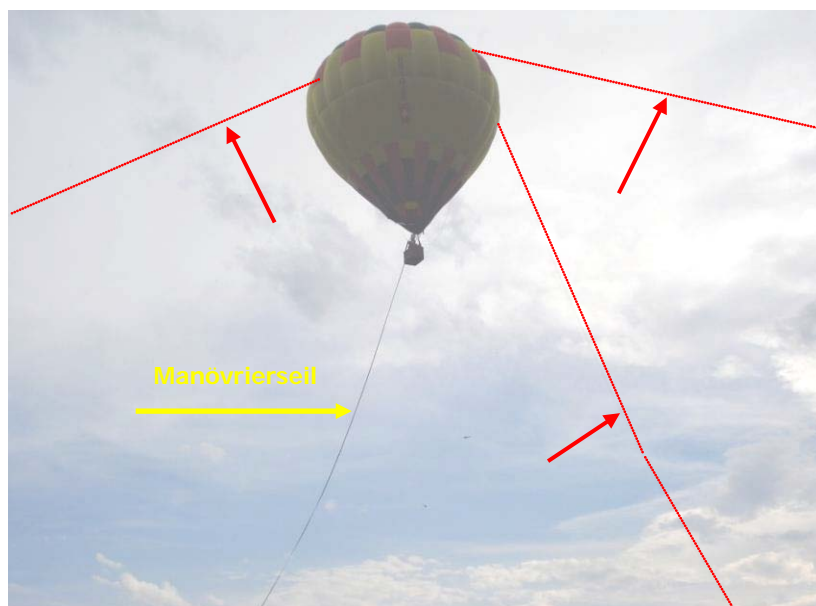


Bild 8: Die Fesselseile des Ballons HB-QJS waren am Unfalltag am Kronenring befestigt. Sie sind mit den roten Linien und Pfeilen auf dem Bild markiert. Das Manövrierseil ist mit einem gelben Pfeil markiert.

Bei den Fesselfahrten am Unfalltag bestand die Fesselvorrückung des Ballons HB-QJS aus drei Nylonseilen (Polyamid) mit je 10 mm Durchmesser und einer Länge von 50 m, welche in einem Dreieck befestigt waren. Diese Seile waren am Kronenring im oberen Teil des Ballons befestigt und mit drei im Feld aufgestellten Fahrzeugen verbunden. Eine am Korb befestigte Manövriereile diente der Bodenmannschaft dazu, den Abstieg des Ballons zu führen.

#### **1.6.4 Berechnungen und Untersuchungen der Ballonfesselung**

##### **1.6.4.1 Bestimmen der Seilbruchlast**

Der verunfallte Ballon wurde, wie vorgängig beschrieben, mit 3 Seilen – alle mit einem Durchmesser von 10 mm und identischer Bauart – gefesselt. Diese Seile aus dem verunfallten Ballon wurden im Labor auf einer Universalprüfmaschine geprüft. Gemessen wurden Bruchlasten von 11 236 N bis 12 101 N.

##### **1.6.4.2 Berechnung der maximalen Seilbeanspruchung infolge Wind**

Bei Windstille werden die 3 Fesselseile nur durch die Nettoauftriebskraft des Ballons beansprucht. Aus der Anordnung der Seile ergibt sich dabei eine Beanspruchung pro Seil die – je nach Seilabspannwinkel – 45 bis 65% der Nettoauftriebskraft entspricht.

Bei Wind werden die zwei im Lee des Ballons angebrachten Seile entlastet, das Seil im Luv wird in der Folge durch die Nettoauftriebskraft und die ganze Windkraft beansprucht. Unter der Annahme, dass beim Unfall die Auftriebskraft gering war, wurde das Luvseil des Ballons – berechnet gemäss den geometrischen Gegebenheiten – mit der rund 1,5 fachen Windkraft beansprucht; das bei einer Windkraft, die in horizontaler Richtung auf den Ballon einwirkt.

##### **1.6.4.3 Berechnung der Kraft auf den Ballon in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit**

Die Windkraft, die auf den Ballon wirkt, berechnet sich nach der Ballonanströmfläche, dem aerodynamischen Formfaktor des Ballons und dem Staudruck. Der Staudruck ist abhängig von der Windgeschwindigkeit und der Dichte der Luft; er nimmt mit zunehmender Windgeschwindigkeit quadratisch zu. In unserem Fall resultiert aus einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s (36 km/h) eine Kraft im Luvseil des Ballons von 8250 N; bei 15 m/s (54 km/h) wird das Luvseil mit 18 600 N beansprucht.

## 2 Analyse

### 2.1 Technische Aspekte

#### 2.1.1 Allgemeines

Die Untersuchung hat keine technischen Mängel des Ballons HB-QJS ergeben, welche den Unfall hätten beeinflussen oder verursachen können.

#### 2.1.2 Fesselseile

##### 2.1.2.1 Reißen des Fesselseiles

Gestützt auf die Berechnungen und Untersuchung in Kapitel 1.6.4. ist davon auszugehen, dass das am stärksten belastete Fesselseil bei einer Windgeschwindigkeit zwischen 10 und 15 m/s riss.

##### 2.1.2.2 Wirkung des Windes auf die Ballonfesselung

Die Fesselseile des Ballons weisen gegenüber dem Boden einen Neigungswinkel auf. Diese Seile halten den Ballon durch Schrägzug im Gleichgewicht.

Ein Schrägzug lässt sich in eine horizontale und eine vertikale Kraftkomponente zerlegen. Die beiden Kraftkomponenten sind abhängig von der Windkraft, der Windrichtung und der Nettoauftriebskraft des Ballons.

Beim Aufkommen von Wind ist davon auszugehen, dass die Windkraft auch bei einer durch den Wind leicht eingedrückten Ballonhülle in horizontaler Richtung auf den Ballon einwirkt. Diese Windkraft führt zu einer Erhöhung der Beanspruchung im Luvseil. Die ebenfalls grösser gewordene vertikale Kraftkomponente des Luvseils zieht den Ballon nach unten. Die Kraftkomponente, die den Ballon nach unten zieht ist nicht nur abhängig vom Wind sondern auch vom Neigungswinkel des Fesselseils – sie wird mit zunehmendem Neigungswinkel grösser.

Die nachfolgenden Ausführungen basieren auf der Annahme, dass die Windkraft bei beiden Befestigungsmethoden horizontal auf den Ballon wirkt. Allfällige, vom Wind erzeugte Verformungen des Ballons, welche zusätzliche Auftriebs- oder Abtriebskräfte erzeugen könnten, sind rein hypothetisch und wurden daher nicht berücksichtigt.

Werden die Fesselseile am Kronenring befestigt, so ergeben sich für die Fesselseile wesentlich grössere Neigungswinkel, verglichen mit der Methode, wo die Fesselseile mittels der Hüllenkarabiner am Brennerrahmen befestigt werden. Die Befestigung der Seile am Kronenring führt dazu, dass bei Windeinfluss der Ballon durch die Seilkraft stärker gegen den Boden gezogen wird.

Werden die Fesselseile an den Hüllenkarabinern am Brennerrahmen fixiert, so ergeben sich für die Fesselseile geringere Neigungswinkel und demzufolge auch eine wesentlich kleinere vom Wind erzeugte vertikale Kraftkomponente auf den Ballon.

Um zu verhindern, dass bei einem gefesselten Ballon der Korb durch Windeinfluss mit Wucht auf den Boden gezogen wird, sollten die Fesselseile mittels Hüllenkarabiner am Brennerrahmen befestigt werden.

Die Wirkung der beiden Fesselungsarten ist aus nachfolgenden Skizzen ersichtlich.

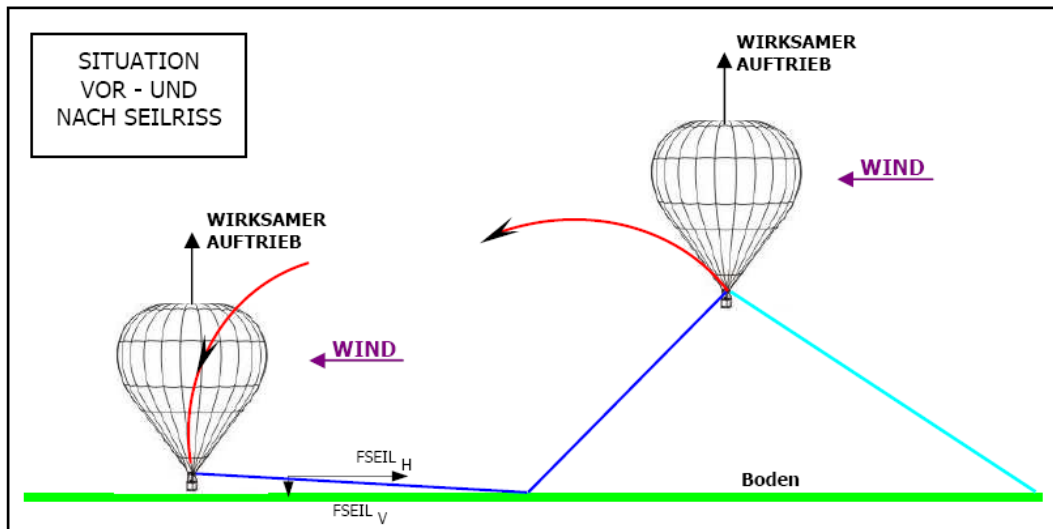


Bild 9: Abspannung gemäss den Vorgaben des Herstellers (mittels Hüllenkarabiner am Brennerahmen):  
Die vertikale Kraftkomponente in den beiden verbliebenen Seilen ist relativ gering und wird von der wirksamen Auftriebskraft des Ballons kompensiert. Die Gefahr, dass der Korb den Boden berührt ist gering.

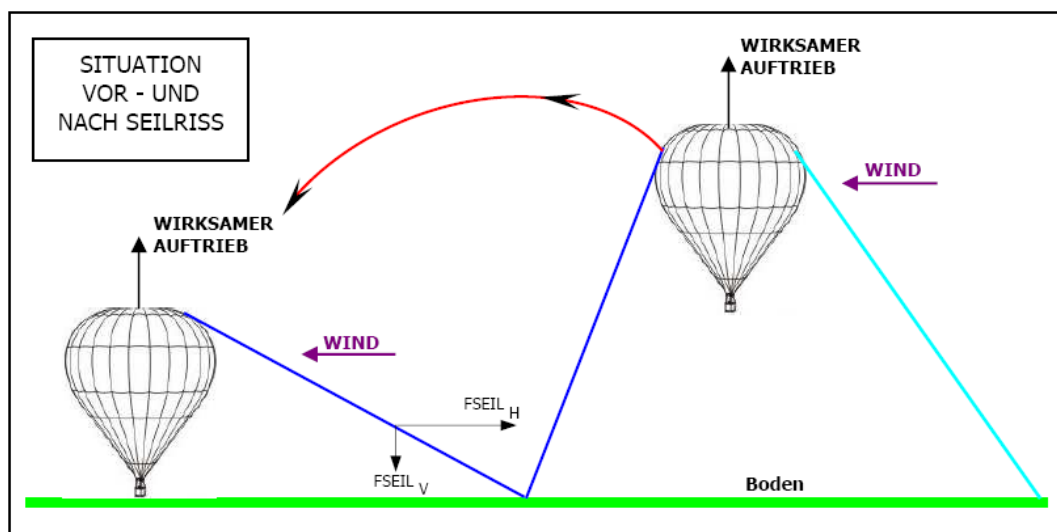


Bild 10: Abspannung entsprechend der Situation vor dem Unfall (Fixierung am Kronenring):  
Die vertikale Kraftkomponente in den beiden verbliebenen Seilen ist groß. Die wirksame Ballonauftriebskraft ist zu klein um die vertikale Kraftkomponente in den Seilen zu kompensieren. Es kommt zu einem Bodenkontakt des Korbes.

## 2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

Die Untersuchung ergab, dass gewisse Verfahren des Flughandbuchs in Bezug auf die Fesselfahrt nicht eingehalten wurden.

### 2.2.1 Befestigungsvorrichtung

Der Pilot traf die notwendigen Vorkehrungen auf dem Gelände zur Durchführung der Fesselfahrten. Das gewählte Gelände war frei von Hindernissen und genügend weit entfernt von den nächsten Gebäuden.

In seiner Einvernahme gab der Pilot an, dass er die Fesselseile auf der Höhe des Brenners angebracht habe. Diese Aussage steht im Widerspruch zu den Erkenntnissen des BFU.

Die Befestigung der Fesselseile entsprach nicht den Vorgaben des Herstellers. Das am Unfalltag von einem Augenzeugen aufgenommene Foto (Bild 8) zeigt, wie die Fesselseile am Kronenring des Ballons befestigt waren. Dies entspricht nicht der publizierten Befestigungstechnik.

### 2.2.2 Wetter am Unfalltag

Vor der Aufnahme der Fesselfahrten schien das Wetter gemäss Pilot ruhig zu sein, obwohl sich im Nordwesten des Startplatzes Gewitterwolken abzeichneten. Die allgemeine Situation und insbesondere die Entstehung und Verlagerung der präfrontalen Gewitterzellen wurden vom Piloten falsch beurteilt.

Zwischen 16:40 Uhr und 18:10 Uhr zog eine präfrontale Gewitterzelle mit Hagel-signatur im Radarecho von Basel dem Hochrhein entlang nach Schaffhausen und von dort in Richtung Bodensee, wo sie sich allmählich abschwächte. Die aus der Gewitterzelle am Boden ausfliessende Luft verursachte um 15:30 UTC in Steckborn Böen von 36 kt und in Güttingen um 15:50 UTC solche von 30 kt.

Sowohl in der Flugwetterprognose wie auch in den GAMET und AIRMET Wettermeldungen und in der Windprognose für Ballon/Delta-/Gleitschirm wurde auf die Bildung von Gewittern mit zum Teil Sturmböen hingewiesen.

Im Gegensatz zur Einschätzung von MeteoSchweiz über das Wetter zur Unfallzeit am Unfallort kann angenommen werden, dass am Unfallort und zur Unfallzeit Böen von mindestens 20 kt aus Richtung Nordwest aufgetreten sind.

Die gemäss Betriebsgrenzen des Flughandbuchs spezifizierte maximale Windgeschwindigkeit von 4 kt wurde deutlich überschritten.

### 2.2.3 Unfallaufstieg

Der Beginn des Aufstiegs vor dem Unfall verlief normal. Die auf einer Höhe von ungefähr 10 m/GND gemachten Beobachtungen der Passagiere bezüglich Wolken, Wind und Raketenabschuss hätten den Piloten zum Entschluss führen müssen, den Aufstieg sofort abubrechen.

### 2.2.4 Verlust der Kontrolle

Aufgrund der durch die starken Böen verursachten grossen Kräfte, die auf den Ballon wirkten, war es der Bodenmannschaft nicht möglich, den Ballon vom Boden aus zu lenken oder zurückzuhalten.

Nach dem zweiten Aufprall riss das luvseitige Fesselseil, worauf der Ballon definitiv nicht mehr kontrollierbar war.



### 3 Schlussfolgerungen

#### 3.1 Befunde

##### 3.1.1 Technische Aspekte

- Der Ballon war für den Betrieb nach Sichtflugregeln privat, VFR bei Tag und Nacht zugelassen.
- Im Unfallzeitpunkt befand sich die Abflugmasse innerhalb der vom Hersteller vorgeschriebenen Grenzen.
- Die Untersuchung hat keine technischen Mängel des Ballons ergeben, welche den Unfall hätten beeinflussen oder verursachen können.
- Der Ballon wurde durch den Unfall nicht beschädigt.
- Das luvseitige Fesselseil riss.

##### 3.1.2 Betriebliche Aspekte

- Der Pilot war im Besitz der für die Fesselfahrt notwendigen Berechtigung.
- Der Unfall passierte während einer Fesselfahrt.
- Beim Unfall wurde eine Passagierin erheblich verletzt.
- Vor dem Unfall führte der Pilot mehrere Fesselfahrten ohne grössere Probleme durch.
- Es wurden keine Beförderungsscheine ausgestellt.
- Gewisse Fesselfahrten-Verfahrensvorschriften gemäss Flughandbuch des Herstellers wurden nicht eingehalten.
- Fotos von Augenzeugen belegen, dass die drei Fesselseile auf Höhe des Kronenrings befestigt waren.
- Vor der Aufnahme der Fesselfahrten, d.h. vor 15:30 Uhr, hatte der Pilot nach eigenen Angaben die Wetterinformationen im Internet konsultiert.
- Sowohl in der Flugwetterprognose wie auch in den GAMET und AIRMET Wettermeldungen und in der Windprognose für Ballon/Delta-/Gleitschirm wurde auf die Bildung von Gewittern mit zum Teil Sturmböen hingewiesen.
- Die falsche Einschätzung der Annäherung einer präfrontalen Gewitterzelle hat eine wichtige Rolle bei diesem Unfall gespielt.
- Die aus der Gewitterzelle am Boden ausfliessende Luft verursachte um 15:30 UTC in Steckborn Böen von 36 kt und in Güttingen um 15:50 UTC solche von 30 kt.
- Es kann angenommen werden, dass am Unfallort und zur Unfallzeit Böen von mindestens 20 kt aus Richtung Nordwest aufgetreten sind.
- Die gemäss Betriebsgrenzen des Flughandbuches spezifizierte maximale Windgeschwindigkeit von 4 kt wurde deutlich überschritten.

### 3.2 Ursachen

Der Unfall wurde durch zwei heftige Aufschläge des Ballonkorbes auf den Boden nach einem Kontrollverlust verursacht.

Folgende Faktoren haben zum Unfall beigetragen:

- Falsche Beurteilung der Auswirkung einer sich nähernden Gewitterzelle
- Unzweckmässige Wahl der Ballonfesselung

Payerne, 9. Juni 2010

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 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 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.