



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST
Service d'enquête suisse sur les accidents SESA
Servizio d'inchiesta svizzero sugli infortuni SISI
Swiss Accident Investigation Board SAIB

Bereich Aviatik

Schlussbericht Nr. 2224 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall (Fastkollision)

zwischen dem Flugzeug Cessna R182, HB-CLU
betrieben durch die Alp-Air Bern AG

und dem Heissluftballon Fire Balloons G 34/24, HB-QIK
betrieben durch die Blaser-Ballongruppe

vom 15. September 2012

rund 9 NM nordöstlich des Regionalflugplatzes
Bern-Belp

Aéropôle 1, 1530 Payerne
Tel + 41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sust.admin.ch

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten schweren Vorfalls.

Gemäss Artikel 3.1 der 10. Ausgabe des Anhangs 13, gültig ab 18. November 2010, zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalls die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

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

Die deutsche Fassung dieses Berichts ist das Original und daher massgebend.

Alle Angaben beziehen sich, soweit nicht anders vermerkt, auf den Zeitpunkt des schweren Vorfalls.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) angegeben. Für das Gebiet der Schweiz galt zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls die mitteleuropäische Sommerzeit (MESZ) als Normalzeit (*local time* – LT). Die Beziehung zwischen LT, MESZ und UTC lautet:
LT = MESZ = UTC + 2 h.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
Untersuchung	6
Kurzdarstellung	6
Ursachen	7
Sicherheitsempfehlungen	7
1 Sachverhalt	8
1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls	8
1.1.1 Allgemeines	8
1.1.2 Vorgeschichte	9
1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls	10
1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls	13
1.2 Angaben zu Personen	13
1.2.1 Besatzung HB-CLU	13
1.2.1.1 Pilotin	13
1.2.1.1.1 Allgemeines	13
1.2.1.1.2 Flugerfahrung	13
1.2.1.2 Fluglehrer	14
1.2.1.2.1 Allgemeines	14
1.2.1.2.2 Flugerfahrung	14
1.2.2 Besatzung HB-QIK	14
1.2.2.1 Pilot	14
1.2.2.1.1 Allgemeines	14
1.2.2.1.2 Flugerfahrung	15
1.2.2.1.3 Ausbildung und Lizenz	15
1.2.2.1.4 Nahkontrollbezirk Bern	15
1.2.2.1.5 Nebeldurchstossverfahren	16
1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung	16
1.2.3.1 Flugverkehrsleiter (coach)	16
1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen	16
1.3.1 HB-CLU	16
1.3.2 HB-QIK	16
1.4 Meteorologische Angaben	17
1.4.1 Allgemeine Wetterlage	17
1.4.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls	17
1.4.3 Astronomische Angaben zur Zeit und am Ort des schweren Vorfalls	17
1.4.4 Flugplatzwettermeldung	17
1.4.5 Wetter gemäss Augenzeugenberichten	18
1.4.6 Webcambilder	19
1.4.7 Windverhältnisse	20
1.5 Hilfsmittel zur Navigation	21
1.6 Kommunikation	21
1.7 Angaben zum Regionalflugplatz und zum Luftraum	21
1.7.1 Regionalflugplatz Bern-Belp	21
1.7.2 Luftraumstruktur	21
1.7.3 Wetterminima	22
1.7.4 Transponderbenützung	22
1.8 Aufzeichnung von Flugdaten	22
1.9 Angaben zum Nebeldurchstossverfahren	23
1.9.1 Verfahren in der Schweiz	23

1.9.2	Ballonverband.....	23
1.9.3	Verfahren in den USA.....	24
1.10	Angaben zu verschiedenen Organisationen	24
1.10.1	Flugsicherungsunternehmen Skyguide	24
1.10.2	Flugsicherung Bern-Belp	24
1.11	Zusätzliche Angaben	25
1.11.1	Ballon HB-QFX	25
1.11.2	Untersuchung von Radardaten.....	25
1.11.2.1	Radardaten des schweren Vorfalls.....	25
1.11.2.2	Radardaten einer Versuchsfahrt mit einem Heissluftballon	27
1.11.3	Aufstieg eines Ballons	28
2	Analyse	29
2.1	Technische Aspekte	29
2.2	Meteorologische Aspekte	30
2.3	Menschliche und betriebliche Aspekte.....	31
2.3.1	Pilot HB-QIK	31
2.3.2	Besatzung HB-CLU	33
2.3.3	Flugverkehrsleitung Bern-Belp	33
2.3.4	Nebeldurchstossverfahren.....	34
3	Schlussfolgerungen.....	35
3.1	Befunde.....	35
3.1.1	Technische Aspekte	35
3.1.2	Besatzungen.....	35
3.1.3	Flugverkehrsleiter	35
3.1.4	Fahrt- bzw. Flugverlauf.....	35
3.1.5	Rahmenbedingungen	36
3.2	Ursachen.....	37
4	Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....	38
4.1	Sicherheitsempfehlungen	38
4.1.1	Nebeldurchstossverfahren.....	38
4.1.1.1	Sicherheitsdefizit.....	38
4.1.1.2	Sicherheitsempfehlung Nr. 493	39
4.1.2	Transponder	39
4.1.2.1	Sicherheitsdefizit.....	39
4.1.2.2	Sicherheitsempfehlung	40
4.2	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	40

Schlussbericht

Zusammenfassung

Luftfahrzeug 1

Eigentümer	Alp-Air Bern AG, Flughafen Bern, 3123 Belp
Halter	Alp-Air Bern AG, Flughafen Bern, 3123 Belp
Hersteller	Cessna Aircraft Company, Wichita, USA
Luftfahrzeugmuster	R182
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-CLU
Funkrufzeichen	<i>Hotel bravo charlie lima uniform</i>
Flugregeln	Instrumentenflugregeln (<i>instrument flight rules – IFR</i>)
Betriebsart	Schulung
Abflugort	Bern-Belp (LSZB)
Bestimmungsort	Bern-Belp (LSZB)

Luftfahrzeug 2

Eigentümer	Blaser Swisslube AG, Winterseistrasse 22, 3415 Hasle-Rüegsau
Halter	Blaser-Ballongruppe, c/o Blaser Swisslube AG, Winterseistrasse 22, 3415 Hasle-Rüegsau
Hersteller	Theo Schroeder fire balloons GmbH, Schweich, Deutschland
Luftfahrzeugmuster	Fire Balloons G 34/24
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-QIK
Flugregeln	Sichtflugregeln (<i>visual flight rules – VFR</i>)
Betriebsart	Privat
Startort	„Rauflimatte“ bei Ranflüh/BE
Landeort	„Under Scheidegg“ bei Rüegsbach/BE
Ort	rund 9 NM nordöstlich des Regionalflugplatzes Bern-Belp, schweizerisches Hoheitsgebiet
Datum und Zeit	15. September 2012, 06:53 UTC
ATS-Stelle	Anflugverkehrsleitstelle Bern-Belp
Luftraum	Klasse D
Geringster Abstand der beiden Luftfahrzeuge	ungefähr 300 m horizontal und 100 m vertikal
Vorgeschriebene Mindeststaffelung	IFR/VFR-Verkehr: keine, Verkehrshinweise obligatorisch
Airprox-Kategorie	ICAO-Kategorie A (hohes Kollisionsrisiko)

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 15. September 2012 um 06:53 UTC. Die Meldung traf am 19. September 2012 um 08:48 UTC bei der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) ein. Nach Vorabklärungen, wie sie für diese Art von schweren Vorfällen üblich sind, wurde die Untersuchung am 1. Oktober 2012 eröffnet.

Der Untersuchungsbericht wird von der SUST veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Am Morgen des 15. September 2012 startete der Heissluftballon Fire Balloons G 34/24, eingetragen als HB-QIK, in der Nähe von Ranflüh/BE. In einer Höhe von etwa 300 bis 400 m über Grund fuhr der Pilot zunächst das Emmental hinaus in Richtung Hasle-Rüegsau. Ungefähr um 06:45 UTC, leicht nördlich von Hasle, begann er anschliessend aufzusteigen, um über eine Wolkenschicht, deren Untergrenze ungefähr bei 1900 bis 2000 m/M lag, zu gelangen.

Vom Piloten unbemerkt, drang der Ballon dabei in den Nahkontrollbezirk des Regionalflugplatzes Bern-Belp ein. Der Pilot stand zu keinem Zeitpunkt in Funkkontakt mit der Flugverkehrsleitung des Regionalflugplatzes Bern-Belp. Er führte keinen Transponder mit.

Zur gleichen Zeit befand sich das Flugzeug Cessna R182, eingetragen als HB-CLU, auf einem Trainingsflug nach Instrumentenflugregeln ab dem Regionalflugplatz Bern-Belp. Um 06:46:09 UTC wurde der Besatzung von der Platzverkehrsleitstelle die Starterlaubnis für einen vorgängig bewilligten Standard-Instrumentenabflug ab Piste 14 mit einem Steigflug bis 6000 ft QNH erteilt. Nach Erreichen dieser Flughöhe wurde die Besatzung von der Abflugleitstelle aufgefordert, nach links auf einen Steuerkurs von 310 Grad zu drehen. Gemäss Angabe der Besatzung befand sich das Flugzeug zeitweise innerhalb, zeitweise ausserhalb von Wolken. Während des Ausrollens der Linkskurve sah die Besatzung plötzlich ungefähr in ihrer 2- bis 3-Uhr-Position und auf gleicher Höhe einen Ballon. Die Besatzung hatte den Eindruck, dass das Flugzeug ohne die kurz zuvor durchgeführte Kursänderung mit dem Ballon kollidiert wäre.

Beim Ballon handelte es sich um die HB-QIK, wie sich später herausstellte. Deren Pilot, der sich nach seiner Angabe im Aufstieg unmittelbar vor Eintritt in die Wolkenschicht auf etwa 1900 m/M befand, hörte wegen der Brenngeräusche das vorbeifliegende Flugzeug erst kurz vor dem Sichtkontakt.

Beide Luftfahrzeuge setzten ihren Flug bzw. ihre Fahrt nach dem schweren Vorfall wie geplant fort.

Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass sich ein Ballon ohne Kenntnis der Flugverkehrsleitung innerhalb eines Nahkontrollbezirks befand und es unter Instrumentenwetterbedingungen zur gefährlichen Annäherung mit einem Flugzeug kam.

Als direkte Ursache des schweren Vorfalls wurden folgende Faktoren ermittelt:

- Der Ballonpilot verfügte über ein unzureichendes Bewusstsein bezüglich der Position des Ballons im Raum relativ zur Luftraumstruktur (*situational awareness*).
- Der Ballonpilot fuhr in Wolken ein, weil er mit den Regelungen des Nebeldurchstossverfahrens für Ballone nicht vertraut war.

Als systemische Ursache wurde folgender Faktor ermittelt:

- Die Flugverkehrsleitung hatte keine Möglichkeit, das unbeabsichtigte Eindringen des Ballons in den Nahkontrollbezirk zu erkennen.

Die folgenden Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Der Ballonpilot war in Bezug auf die tatsächlich durchgeführte Fahrt navigatorisch unzureichend ausgerüstet.
- Der Ballonpilot nahm keinen Kontakt mit der Flugsicherung auf.

Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung wurde eine Sicherheitsempfehlung ausgesprochen.

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organisation* – ICAO) richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, die darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen (VFU) bezüglich der Umsetzung folgende Regelung vor:

„Art. 32 Sicherheitsempfehlungen

¹ Das UVEK richtet, gestützt auf die Sicherheitsempfehlungen in den Berichten der SUST sowie in den ausländischen Berichten, Umsetzungsaufträge oder Empfehlungen an das BAZL.

² Das BAZL informiert das UVEK periodisch über die Umsetzung der erteilten Aufträge oder Empfehlungen.

³ Das UVEK informiert die SUST mindestens zweimal jährlich über den Stand der Umsetzung beim BAZL.“

Der Luftraum um den Regionalflugplatz Bern-Belp umfasst eine Kontrollzone (*control zone* – CTR), die bis auf 5000 ft QNH reicht (vgl. Abb. 1). Darüber befindet sich der Nahkontrollbezirk (*terminal control area* – TMA) BERN 1, welcher von 5000 ft QNH bis auf Flugfläche (*flight level* – FL) 100 reicht. Nordwestlich dieser Lufträume erstreckt sich die TMA BERN 1 weiter und verfügt dort über eine Untergrenze von 3500 ft QNH und eine Obergrenze von FL 100. Nordöstlich an diese Lufträume grenzt die TMA BERN 2, die über eine Untergrenze von 5500 ft QNH und eine Obergrenze von FL 100 verfügt. CTR und TMA sind der Luftraumklasse D zugeordnet.

Für Flüge innerhalb der TMA Bern bedarf es einer Freigabe der Anflugverkehrsleitstelle *Berne approach* sowie eines Transponders. Der schwere Vorfall ereignete sich in der TMA BERN 2 in der Region der Ortschaft Hasle auf rund 6000 ft QNH (vgl. Abb. 1 und 2).

1.1.2 Vorgeschichte

Der Pilot des Heissluftballons HB-QIK plante für den Vormittag des 15. September 2012 eine Ballonfahrt mit vier Passagieren. Die Fahrt sollte zusammen mit dem Ballon HB-QFX desselben Halters stattfinden. Zu diesem Zweck konsultierte der Pilot am Vorabend verschiedene Wetterkanäle. Diese prognostizierten eine dünne Wolkenschicht, die sich im Verlaufe des Tages auflösen sollte.

Am Morgen der geplanten Fahrt studierte der Pilot nochmals die Wetterprognosen, die unverändert waren. Aufgrund des im Emmental herrschenden Windes aus Südosten (Bergwind) wurde der Startort bei der „Rauflimatte“ in der Region von Ranflüh festgelegt (vgl. Abb. 2). Von dieser Position aus sollte der Südostwind die Ballone in Bodennähe Richtung Hasle-Rüegsau treiben, wo das Firmengelände des Eigentümers der Ballone überfahren werden sollte. Anschliessend sollte die Fahrt in grösserer Höhe fortgeführt werden. Vor dem Start stellte der Pilot fest, dass die Wolkenschicht Löcher aufwies und sich in Richtung Alpen auflöste.

Der Pilot war mit den geografischen Verhältnissen entlang der geplanten Route vertraut. Zur Ergänzung der Navigation respektive zur Positionsbestimmung hatte er ursprünglich den Einsatz eines *tablet computer* mit GPS-Funktion vorgesehen. Am Morgen vor der Fahrt stellte er jedoch fest, dass sich dessen Batterie über Nacht entleert hatte und das Gerät somit für die Fahrt nicht zur Verfügung stand. Aufgrund seiner Vertrautheit mit der Gegend erachtete er das Mitführen eines GPS-Navigationsgerätes als nicht zwingend und entschied sich, die Fahrt ohne ein solches Gerät durchzuführen. Im Notfall wollte er auf eine Ortung mittels Smartphone zurückgreifen. Eine Karte hatte der Pilot nicht dabei, da er ursprünglich davon ausging, eine solche auf dem *tablet computer* verfügbar zu haben. Die Ausrüstung an Bord des Heissluftballons HB-QIK bestand aus einem VHF-Handfunkgerät und einem Fluginstrument vom Typ FLYTEC 3040, welches unter anderem Höhe, Hüllentemperatur und Steig- bzw. Sinkgeschwindigkeit anzeigen konnte. Auf das Mitführen eines Transponders verzichtete der Pilot, da er davon ausging, ausserhalb der TMA Bern zu bleiben.

Die Besatzung der HB-CLU bestand aus einer Pilotin, die, begleitet von einem Fluglehrer, ab dem Regionalflugplatz Bern-Belp einen IFR-Trainingsflug zur Vorbereitung des Checkfluges zur Erneuerung der Instrumentenflugberechtigung durchführen wollte. Es waren drei bis vier Instrumentenanflüge in Bern-Belp geplant, teils Präzisionsanflüge mittels Instrumentenlandesystems (*instrument landing system* – ILS), teils Nicht-Präzisionsanflüge mittels ungerichteter Funkfeuer (*non-directional beacon* – NDB).

Nachdem die Besatzung den Flugplan vorbereitet und die Wetterbedingungen abgeklärt hatte, begab sie sich zum Flugzeug und erledigte den Aussencheck. Die

HB-CLU war mit zwei kombinierten Funk- und Navigationsgeräten Garmin GNS 430, einem Radiokompass (*automatic direction finder – ADF*), einem Entfernungsmessgerät (*distance measuring equipment – DME*) und einem Transponder *mode S* ausgerüstet. Das Flugzeug verfügte nicht über einen Autopiloten. Primäres Ziel des Fluges war es, die Handhabung der Garmin-430-Geräte zu üben.

Im Kontrollturm der Flugverkehrsleitung Bern-Belp sind die folgenden drei Arbeitsplätze vorhanden: Platzverkehrsleitung (*aerodrome control – ADC*), Anflugverkehrsleitung (*approach – APP*) und Vorfeldkontrolle und Koordination (*ground – GND*). Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles waren die Arbeitsplätze ADC und APP besetzt, GND war nicht besetzt. Die Funktionen von GND wurden durch ADC übernommen.

In den Randzeiten am Morgen und am Abend werden die Arbeitsplätze ADC und APP jeweils zusammengelegt und die entsprechenden Frequenzen gekoppelt. Am Vorfalldag war dies bis 06:47 UTC der Fall, danach wurden die Arbeitsplätze und die zugehörigen Frequenzen getrennt und separat betrieben.

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles befand sich am Arbeitsplatz APP ein Flugverkehrsleiter in der Rolle als *coach* zusammen mit einer *trainee*. Diese verfügte über eine ausländische TWR/APP-Lizenz und befand sich in der Umschulung. Die *trainee* wickelte den Funkverkehr ab und wurde durch den *coach* überwacht. Der *coach* verfügte über eine eigene Funksprechgarnitur.

Das Verkehrsaufkommen zum Zeitpunkt des Vorfalles wurde vom *coach* als schwach bis höchstens mittel eingestuft. Alle den Flugverkehrsleitern zur Verfügung stehenden Hilfsmittel funktionierten einwandfrei. Diese umfassten unter anderem das elektronische Flugplandatensystem (*tower approach coordination – TACO*), Radarschirm (*tower air situation display – T ASD*), Funk und Telefon sowie verschiedene Angaben zur Wettersituation.

1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalles

Um etwa 05:40 UTC startete der Pilot des Heissluftballons Fire Balloons G 34/24, eingetragen als HB-QIK, von der „Rauflimatte“ bei Ranflüh (vgl. Abb. 2). An Bord befanden sich neben dem Piloten vier Passagiere. In einer Höhe von etwa 300 bis 400 m über Grund fuhr der Ballon zunächst wie geplant mit dem Südostwind das Emmental hinaus in Richtung Hasle-Rüegsau (vgl. Abb. 2). Der zweite Ballon, eingetragen als HB-QFX, hatte insgesamt vier Personen an Bord und war praktisch gleichzeitig gestartet. Er befand sich während der gesamten Fahrt immer etwa 1 bis 2 km vor der HB-QIK.

Um 06:24:24 UTC rief die Pilotin des Flugzeuges Cessna R182, eingetragen als HB-CLU, das erste Mal *Berne tower* auf und verlangte die Freigabe zum Anlassen des Motors sowie die Freigabe für die Anflüge in Bern-Belp. Dies wurde umgehend wie folgt beantwortet: „(...) *start-up approved runway one four, QNH one zero one niner. Cleared local flight Berne Berne, BIRKI two Sierra departure, six thousand feet, squawk six two three six.*“

Der Standard-Instrumentenabflug (*standard instrument departure – SID*) BIRKI 2S sieht vor, nach dem Start ab Piste 14 in einer Linkskurve auf Steuerkurs 358 Grad zu drehen und dann die Funkstandlinie (*radial*) des Drehfunkfeuers (VHF *omni-directional radio range – VOR*) WIL von 223 Grad in Richtung des Drehfunkfeuers anzuschneiden. Leicht südlich von Hasle folgt dann eine Linkskurve (vgl. Abb. 1).

Nachdem die Vorbereitungsarbeiten im Flugzeug erledigt waren, erhielt die Besatzung um 06:33:16 UTC die Freigabe, zur Halteposition Alfa der Piste 14 zu rollen.

Ungefähr um diese Zeit überquerte der Ballon HB-QIK das Firmengelände des Eigentümers der Ballone am Nordrand von Hasle. Der weiter voraus fahrende Ballon HB-QFX begann um etwa 06:40 UTC im Raum Rüegsau mit dem Aufstieg durch die Wolkenschicht und stieg bis auf rund 7000 ft. Der Pilot des Ballons HB-QIK entschied sich nach Rücksprache mit dem Piloten des Ballons HB-QFX, ebenfalls über die Wolkenschicht aufzusteigen. Um etwa 06:45 UTC, leicht nördlich von Hasle, begann er mit dem Aufstieg (vgl. Abb. 2). Der Pilot äusserte sich dazu wie folgt: „Wir stiegen mit ca. 4.5 m/s auf. Möglicherweise driftete der Ballon aufgrund des Gegendruckes beim Aufstieg in die eine oder andere Richtung. Dies lässt sich nicht kontrollieren und vorhersagen. Während des Aufstiegs habe ich meine Position über Grund nicht kontrolliert, ich war mit dem Aufstiegsprozedere beschäftigt. Während des Aufstiegs gab es aufgrund des Höhenwindes noch keinen markanten Drift.“

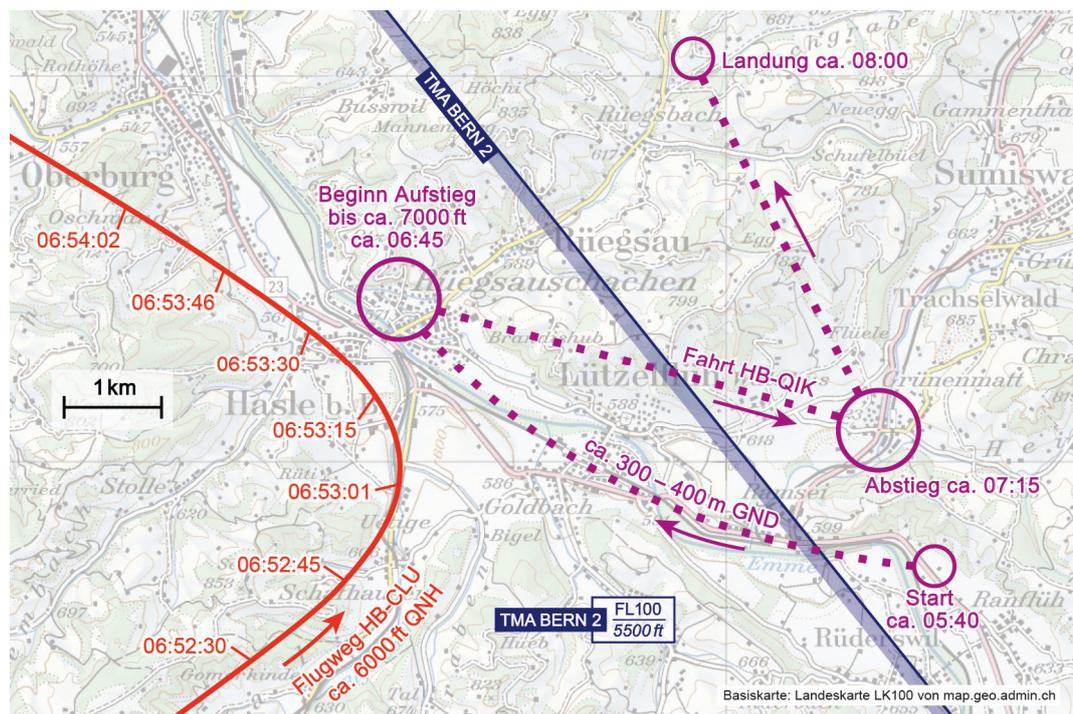


Abbildung 2: Flugweg der HB-CLU gemäss Radaraufzeichnung (rot). Fahrt der HB-QIK gemäss Angaben des Piloten (violett). Laterale Grenze der TMA BERN 2 (blau), vgl. Abb. 1. Alle Zeiten sind in UTC angegeben.

Um 06:41:53 UTC meldete sich die Besatzung der HB-CLU zum Abflug bereit. Nach der Landung einer Linienmaschine und eines Kleinflugzeuges wurde ihr die Freigabe erteilt, auf die Piste 14 zu rollen. Nachdem die Besatzung auf einen kurz zuvor gestarteten Helikopter mit Flug Richtung Osten aufmerksam gemacht worden war, erhielt sie um 06:46:09 UTC die Startfreigabe.

Nach dem Start folgte das Flugzeug der zugewiesenen Standardinstrumentenabflugroute BIRKI 2S. Um 06:50:41 UTC wurde die Besatzung angewiesen, auf die Frequenz von *Berne departure* zu wechseln. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt rund 1.5 NM nordöstlich des VFR-Meldepunktes ECHO (vgl. Abb. 1), im Steigflug durch etwa 5100 ft QNH.

Nachdem sich die Besatzung bei *Berne departure* angemeldet hatte, erkundigte sich die *trainee* um 06:51:09 UTC, ob die Besatzung den Anflug via WIL oder mit Radarführung mittels Kursanweisungen (*radar vectors*) durchführen wolle. Die Besatzung verlangte daraufhin einen NDB-Anflug mit *vectors*, was die *trainee* nach

einer Rückfrage so in Aussicht stellte. Kurz vor 06:52 UTC erreichte die HB-CLU die vorgesehene Höhe von rund 6000 ft QNH, die sie in der Folge beibehielt.

Um 06:52:38 UTC wies die *trainee* die Besatzung an, nach links auf einen Steuerkurs von 310 Grad zu drehen. Die HB-CLU befand sich zu diesem Zeitpunkt rund 1.5 NM südlich von Hasle (vgl. Abb. 2) und flog mit einer Geschwindigkeit gegenüber Grund von etwa 135 kt. Die Besatzung schilderte, dass das Flugzeug in dieser Phase zeitweise innerhalb, zeitweise ausserhalb von Wolken geflogen sei. Es sei eine Art Hochnebelschicht gewesen, ungefähr 5 bis 7 Achtel mit einer Untergrenze bei etwa 5700 ft QNH. Während des Ausrollens der Linkskurve sah die Besatzung plötzlich ungefähr in ihrer 2- bis 3-Uhr-Position und auf gleicher Höhe einen Ballon: *„Der Korb war etwas tiefer als wir, die Hülle über uns. Auf den ersten Blick sahen wir nur den weissen Teil der Hülle, den Korb sahen wir eigentlich nicht. Wie gross die Distanz war, können wir in Metern nicht sagen, aber eher weniger als 100 m.“* Die Besatzung hatte den Eindruck, dass das Flugzeug ohne die kurz zuvor durchgeführte Kursänderung mit dem Ballon kollidiert wäre.

Der Pilot der HB-QIK gab an, dass er während des Aufstiegs, unmittelbar vor Eintritt in die Wolkenschicht auf etwa 1900 m/M, ein Flugzeug habe erkennen können. Wegen der Brennergeräusche habe er das vorbeifliegende Flugzeug erst kurz vor dem Sichtkontakt gehört. In gewisse Richtungen seien bereits Wolken gewesen: *„Ich sah das Flugzeug durch ein Loch, von mir aus gesehen in südsüdwestlicher Richtung, etwas tiefer. Ich schätze die Höhendifferenz auf ca. 250 m, die gesamte Distanz auf ca. 500 m.“*

Um 06:53:26 UTC informierte die Besatzung der HB-CLU die Flugverkehrsleitung über den Vorfall. Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt ungefähr über Hasle (vgl. Abb. 2). Auf Nachfrage der *trainee* erklärte die Besatzung, dass es sich um einen blau-weissen Heissluftballon handle, den sie soeben in ungefähr 150 m Distanz und auf gleicher Höhe gekreuzt hätten. Die *trainee* gab daraufhin zur Antwort, dass sie über keine Informationen betreffend einen Heissluftballon in dieser Region verfügte. Auf das anschliessende Angebot der Besatzung der HB-CLU *„If you like we can have a look there (...)“* antwortete die *trainee* wie folgt: *„(...) no need to uh check it out, we'll take care of it. Thank you.“* Daraufhin setzte die Besatzung den Trainingsflug wie geplant fort.

Der Pilot der HB-QIK setzte den Aufstieg bis über die Wolkenschicht fort und stieg bis auf rund 7000 ft. Der Pilot gab an, das Durchfahren der Wolkenschicht habe höchstens 30 Sekunden gedauert. Sie seien nur unmittelbar über die Schicht gestiegen, vielleicht 150 m über die Schicht. Dabei geriet der Ballon allmählich in eine Höhenströmung, die ihn in ostsüdöstliche Richtung driften liess, in Richtung Grünenmatt (vgl. Abb. 2).

Um 07:07 UTC rief der *coach* die Fluginformationszentrale (*flight information center* – FIC) Zürich an, da auf seinem Radarschirm in Bern mehrheitlich Sekundärradardaten und nur Primärradardaten einer Radarstation dargestellt werden. Beim FIC Zürich sind hingegen noch mehr Primärradardaten verfügbar. Der *coach* erkundigte sich deshalb bei der FIC Zürich, ob auf dem Radarschirm dort für das fragliche Gebiet Primärradarzeichen (*primary radar blip*) zu sehen seien. Die Anfrage wurde verneint. Eine diesbezügliche Anfrage beim Militär war laut Angabe des *coach* nicht möglich, da es Samstag war.

Über Grünenmatt sank der Pilot der HB-QIK durch die geschlossene Wolkenschicht ab, wobei er sein Smartphone benutzte, um die ungefähre Position zu bestimmen. Danach führte die Fahrt tief über Grund wieder in nordwestliche Richtung, bevor um etwa 08:00 UTC beim Weiler „Under Scheidegg“ in der Nähe von Rüegsbach die Landung erfolgte (vgl. Abb. 2).

Der Ballon HB-QFX war bereits um etwa 07:30 UTC bei Grünenmatt gelandet.

Der *coach* füllte nach dem Vorfall einen internen Rapport (*operational internal report – OIR*) aus, die Besatzung der HB-CLU sendete eine Meldung (*air traffic incident report – ATIR*) an die Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle.

1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Geografische Position	rund 9 NM nordöstlich des Regionalflugplatzes Bern-Belp
Datum und Zeit	15. September 2012, 06:53 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Höhe	rund 6000 ft QNH

1.2 Angaben zu Personen

1.2.1 Besatzung HB-CLU

1.2.1.1 Pilotin

1.2.1.1.1 Allgemeines

Person	Schweizer Staatsangehörige, Jahrgang 1954
Lizenz	Führerausweis für Privatpiloten auf Flächenflugzeugen (<i>private pilot licence aeroplane – PPL(A)</i>) nach <i>joint aviation requirements (JAR)</i> , ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL).
Berechtigungen	Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge (<i>single engine piston – SEP</i>) Radiotelefonie in Englisch <i>Language proficiency English level 4</i> Nachtflug NIT(A) Fluglehrer FI(A)
Instrumentenflugberechtigungen	Instrumentenflug Flugzeug IR(A) Instrumentenanflüge der Kategorie I

1.2.1.1.2 Flugerfahrung

Gesamthaft	1133:14 h
Davon auf dem Vorfallmuster	rund 700 h
Während der letzten 90 Tage	50:00 h
Davon auf dem Vorfallmuster	10:10 h

1.2.1.2	Fluglehrer	
1.2.1.2.1	Allgemeines	
	Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1944
	Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>airline transport pilot licence aeroplane</i> – ATPL(A)) nach JAR, ausgestellt durch das BAZL
	Berechtigungen	Klassenberechtigung für einmotorige Kolbenmotorflugzeuge (<i>single engine piston</i> – SEP) Radiotelefonie in Englisch <i>Language proficiency English level 4</i> Nachtflug NIT(A) Fluglehrer FI(A)
	Instrumentenflugberechtigungen	Instrumentenflug Flugzeug IR(A) Instrumentenanflüge der Kategorie I Instrumentenfluglehrer IRI(A)
1.2.1.2.2	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	22 710 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	1890 h
	Während der letzten 90 Tage	210 h
	Davon auf dem Vorfalldatum	53 h
1.2.2	Besatzung HB-QIK	
1.2.2.1	Pilot	
1.2.2.1.1	Allgemeines	
	Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1975
	Lizenz	<i>Private pilot certificate</i> nach <i>federal aviation regulation</i> (FAR), erstmals ausgestellt durch die <i>Federal Aviation Administration</i> (FAA) am 31. Juli 1994 <i>Certificate of validation concerning the balloonist licence / certificate issued by FAA/USA</i> , ausgestellt durch das BAZL am 5. April 2012, gültig bis 5. April 2014 (vgl. Abschnitt 1.2.2.1.3)
	Berechtigungen	<i>Lighter-than-air balloon, limited to hot air balloons with airborne heater</i> (FAA-Lizenz) Radiotelefonie in Englisch

1.2.2.1.2 Flugerfahrung

Gesamthaft	687:05 h
Davon auf dem Vorfallmuster	43:35 h
Während der letzten 90 Tage	23:25 h
Davon auf dem Vorfallmuster	2:20 h

1.2.2.1.3 Ausbildung und Lizenz

Der Pilot gab an, seit dem Jahr 1988 regelmässig mit seinem Vater im Ballon mitgefahren zu sein. So habe er über Jahre die Ballonfahreierei in der Schweiz kennengelernt.

Im Sommer 1994 erwarb der Pilot in den USA die amerikanische Lizenz für Privatpiloten auf Heissluftballonen. Seither fuhr er an zahlreichen Orten weltweit, darunter auch in der Schweiz, mehrheitlich mit amerikanisch eingetragenen Ballonen.

Im März 2012 reichte der Pilot beim BAZL ein Gesuch um Validierung seiner Lizenz für die Schweiz ein. Nach verschiedenen Abklärungen seitens des BAZL gemäss einer dafür vorgesehenen Checkliste wurde die gewünschte Validierung (*certificate of validation*) am 5. April 2012 ausgestellt. Damit durfte der Pilot ab diesem Datum die mit seiner amerikanischen Lizenz verknüpften Rechte auch auf schweizerisch eingetragenen Ballonen ausüben.

Die Validierung war maximal zwei Jahre gültig und konnte nicht verlängert werden. So steht auf dem *certificate of validation* des BAZL unter anderem:

„This certificate of validation will take effect from 05.04.2012 until 05.04.2014. (...) A revalidation or renewal of this certificate of validation after the above mentioned expiry date is not possible.“

Sie verlor automatisch ihre Gültigkeit, wenn die zugrundeliegende amerikanische Lizenz ihre Gültigkeit verlor.

Im Rahmen der Validierung wurden laut Angabe des Piloten seitens des BAZL keine zusätzlichen Auflagen gemacht. Der Pilot gab an, über die Ballongruppe Zugriff auf alle relevanten Dokumente, inklusive des Luftfahrthandbuchs (*aeronautical information publication – AIP*) der Schweiz, zu haben.

Gemäss Angaben des Piloten hatte er vor dieser Validierung bereits mehrere frühere Validierungen seiner Lizenz in der Schweiz besessen, die jeweils ebenfalls eine Gültigkeit von zwei Jahren hatten.

Am 2. April 2014 erneuerte das BAZL das *certificate of validation* für eine Periode vom 3. April 2014 bis zum 3. April 2016.

1.2.2.1.4 Nahkontrollbezirk Bern

Der Pilot gab an, den Verlauf der Grenzen der TMA Bern grundsätzlich gut zu kennen. Er sei davon ausgegangen, dass der Ballon aufgrund der am Vorfalldag herrschenden Windverhältnisse von der TMA wegdriften würde. Daher habe er keinen Transponder mitgeführt.

Während der Fahrt sei er der Meinung gewesen, ausserhalb der TMA zu sein. Daher habe er die Flugverkehrsleitung nicht kontaktiert.

Er fahre oft durch die CTR oder TMA Bern und rufe in so einem Fall die Flugverkehrsleitung auf, im Normalfall den *tower*. Er habe die Flugverkehrsleitung in Bern-Belp immer als sehr kooperativ erlebt. Eine telefonische Koordination im Vorfeld einer Fahrt habe er nie gemacht.

1.2.2.1.5 Nebeldurchstossverfahren

Nach den Regelungen für das Nebeldurchstossverfahren für Ballone in der Schweiz (vgl. Abschnitt 1.9.1) befragt, gab der Pilot nach dem Vorfall zu Protokoll:

„Die Schicht darf nicht aufliegend sein, was nicht der Fall war. Auch sollte die Schicht glaube ich Löcher haben. (...) Am Morgen, als die Schicht Löcher aufwies, ging ich davon aus, dass sich die Schicht bald auflösen würde.“

Der Pilot konnte nicht sagen, wie er im Detail auf das Nebeldurchstossverfahren in der Schweiz aufmerksam gemacht worden war. Er habe dieses in Gesprächen mit Ballonfahrerkollegen über die Jahre mehrfach diskutiert. Auch konnte der Pilot nicht sagen, ob in den USA eine vergleichbare Regelung existierte.

Der Pilot gab an, Nebeldurchstossverfahren ungefähr ein- bis zweimal pro Jahr anzuwenden, wobei dies im Ausland geschehe.

1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung

1.2.3.1 Flugverkehrsleiter (*coach*)

Funktion	<i>Approach control</i>
Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1972
Lizenz	Lizenz für Flugverkehrsleiter, basierend auf Richtlinie 2006/23 der Europäischen Gemeinschaft, erstmals ausgestellt durch das BAZL
Besonderes	Der Flugverkehrsleiter überwachte eine <i>trainee</i> , was für den schweren Vorfall ohne Relevanz war

1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.3.1 HB-CLU

Luftfahrzeugmuster	R182
Charakteristik	Einmotoriges, vierplätziges Reiseflugzeug in Ganzmetallbauweise mit Einziehfahrwerk in Bugradanordnung
Hersteller	Cessna Aircraft Company, Wichita, USA
Eigentümer	Alp-Air Bern AG, Flughafen Bern, 3123 Belp
Halter	Alp-Air Bern AG, Flughafen Bern, 3123 Belp
Relevante Ausrüstung	Zwei Garmin GNS 430, ADF, DME, Transponder, kein Autopilot

1.3.2 HB-QIK

Luftfahrzeugmuster	Fire Balloons G 34/24
Charakteristik	Heissluftballon mit einer Hülle von 3400 m ³
Hersteller	Theo Schroeder fire balloons GmbH, Schweich, Deutschland
Eigentümer	Blaser Swissslube AG, Winterseistrasse 22, 3415 Hasle-Rüegsau
Halter	Blaser-Ballongruppe c/o Blaser Swissslube AG, Winterseistrasse 22, 3415 Hasle-Rüegsau
Relevante Ausrüstung	VHF-Handfunkgerät, FLYTEC 3040, kein GPS, kein Transponder

1.4 Meteorologische Angaben

1.4.1 Allgemeine Wetterlage

Im Bodendruckfeld weitete sich ein Ausläufer des Azorenhochs von der Bretagne nach Mitteleuropa aus. In der Höhe erstreckte sich knapp östlich der Schweiz ein schmaler Trog vom Baltikum bis Südtalien.

1.4.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls

Über dem Mittelland hielten sich am frühen Morgen ausgedehnte Schichtwolken. Ihre Mächtigkeit nahm entlang des Jurasüdfusses zusehends ab. Den Voralpen entlang blieben die Wolken am Vormittag geschlossen.

Über Bern befand sich die Wolkenbasis um 06:50 UTC auf knapp 6500 ft über Meereshöhe (*above mean sea level* – AMSL), über Grenchen auf rund 6400 ft AMSL.

Der Vorfall ereignete sich auf rund 6000 ft QNH. Dies deutet darauf hin, dass am Übergang vom höheren Mittelland zum Napfbergland örtlich schwache Hebung vorhanden war und Kondensation auslöste. Die vertikale Windkomponente wurde durch die nordwestliche Anströmung der Topografie ausgelöst, was lokal zu einer tieferen Wolkenbasis führte.

Niederschlag wurde am 15. September 2012 keiner beobachtet, doch die Luft war im Mittellandquerschnitt sehr feucht. Dies belegen die Beobachtungen an den Swiss-Met-Net-Stationen von MeteoSchweiz. Zwischen Langnau im Emmental auf 745 m/M und dem Napf mit 1404 m/M herrschte Isothermie. Beide Stationen verzeichneten um 06:40 UTC eine Temperatur von 7 °C. In Langnau betrug der Taupunkt 7 °C, auf dem Napf 5 °C.

Wolken	5/8 bis 7/8 auf 6500 ft AMSL
Sicht	Bedingt durch uneinheitlich verteilte Wolkenbasis sehr unterschiedlich. Unterhalb des Plafonds betrug die Sicht 10 km und mehr.
Wind	320 Grad / 5 kt
Temperatur/Taupunkt	6 °C / 6 °C
Luftdruck QNH	1019 hPa
Gefahren	Keine

1.4.3 Astronomische Angaben zur Zeit und am Ort des schweren Vorfalls

Sonnenstand	Azimut: 104°	Höhe: 17°
Beleuchtungsverhältnisse	Tag	

1.4.4 Flugplatzwettermeldung

Auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp (*elevation* 1673 ft) war ab 06:50 UTC die folgende Flugplatzwettermeldung (*meteorological aerodrome report* – METAR) gültig:

„LSZB 150650Z 10004KT 070V140 9999 BKN048 10/09 Q1019 NOSIG=“

Ausgeschrieben bedeutet dies:

Auf dem Regionalflugplatz Bern-Belp wurden am 15. September 2012 kurz vor der Ausgabezeit der Flugplatzwettermeldung von 06:50 UTC die folgenden Wetterbedingungen beobachtet:

Wind	100 Grad / 4 kt Die Windrichtung variierte in den der Beobachtung vorangegangenen 10 Minuten zwischen 070 und 140 Grad.
Meteorologische Sicht	10 km und mehr
Bewölkung	5/8 bis 7/8 auf 4800 ft über Flugplatzhöhe (<i>above aerodrome level – AAL</i>)
Temperatur	10 °C
Taupunkt	09 °C
Luftdruck QNH	1019 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO-Standard-atmosphäre
Kurzfristvorhersage	In den zwei Stunden, die auf die Wetterbeobachtung folgen, sind keine signifikanten Änderungen der aktuellen Wetterbedingungen zu erwarten

1.4.5 Wetter gemäss Augenzeugenberichten

Die Besatzung der HB-CLU schilderte die Wetterbedingungen zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls wie folgt:

„Im Mittelland war grand beau, aber Richtung Emmental lag noch Restbewölkung, eine Art Hochnebelschicht. Die Basis war (...) bei geschätzt ca. 5600 ft, die Obergrenze würden wir auf ca. 7500 ft schätzen.“

Der Pilot der HB-QIK beschrieb die Wettersituation wie folgt:

„Ich erwartete eigentlich, dass sich die Hochnebelschicht schneller auflösen würde. Im Nachhinein habe ich das Gefühl, dass sich die Schicht während der Fahrt eher verstärkt hat, bevor sie sich dann aufgelöst hat (die Auflösung der Schicht erfolgte erst nach der Fahrt, ca. um die Mittagszeit). Die Basis befand sich auf ungefähr 1900 bis 2000 m/M und die Schicht umfasste ca. 6/8. Die Schicht war sehr dünn.“

Bezüglich der Situation beim Abstieg durch die Wolkenschicht gab der Pilot an:

„Die Schicht war geschlossen, Dicke ca. 90 m und Zeit um diese zu durchstechen max. 30 Sekunden.“

Der Pilot der HB-QFX gab an, die Untergrenze der Wolkenschicht habe sich auf etwa 2000 m/M befunden.

Der Flugverkehrsleiter beschrieb die Wetterverhältnisse wie folgt:

„Es hatte eine hohe, geschlossene Hochnebeldecke, darunter waren die Wetterbedingungen gut (VFR). Wir hatten keine S-VFR Bedingungen. Nach meiner Erinnerung waren die Bedingungen schlechter als prognostiziert. (...) Die Wetterbedingungen waren in der ganzen CTR ungefähr gleich. Es waren unter dem Hochnebel sicher 8 km Sicht.“

1.4.6 Webcambilder



Abbildung 3: Gurtenareal, Bern, 15. September 2012, 06:50 UTC. Der obere Ausschnitt zeigt den Sektor Nordnordwest bis Ostrordost. Der untere Ausschnitt schränkt den Sektor ein auf NNE bis ENE.



Abbildung 4: Niesen (rund 2360 m/M), 15. September 2012, 06:50 UTC. Im Berner Oberland lag die Wolkenobergrenze auf knapp 2200 m/M, was rund 7200 ft AMSL entspricht.

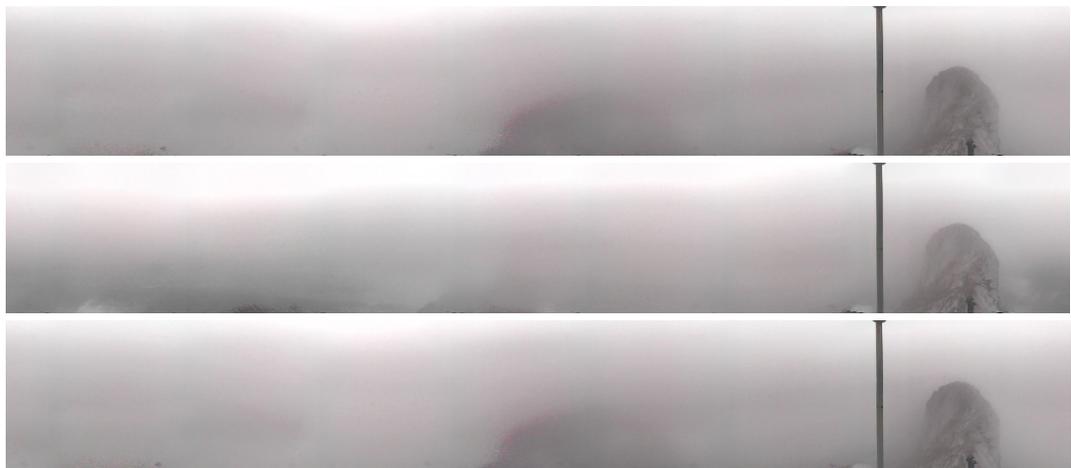


Abbildung 5: Pilatus (rund 2100 m/M), 15. September 2012, 05:00 UTC, 06:00 UTC und 07:00 UTC. Der Gipfel des Pilatus lag stets in Wolken.

1.4.7 Windverhältnisse

Die Winddaten von Langnau im Emmental zeigten am Vormittag des Vorfalldtages eine schwache, dem Talgefälle folgende bodennahe Strömung. Auf dem Bantiger, nordöstlich von Bern, wurden um 06:40 UTC Winde aus südöstlicher Richtung registriert. Das METAR des Regionalflugplatzes Bern-Belp von 06:50 UTC dokumentierte schwache Winde aus ost-südöstlicher Richtung (vgl. Abschnitt 1.4.4).

Messwerte von Grenchen zeigen, dass der Wind dort im fraglichen Zeitraum ab einer Höhe von etwa 1200 m/M aus nordwestlicher Richtung wehte. Oberhalb von etwa 2000 m/M wehte der Wind aus Sektor West.

An der MeteoSchweiz-Station Napf auf ungefähr 1400 m/M wurden am Vormittag des Vorfalldates Winde aus überwiegend nordwestlicher Richtung gemessen.

1.5 Hilfsmittel zur Navigation

Der Pilot der HB-QIK bestimmte seine Position während der Fahrt ausschliesslich mittels visueller Referenzen am Boden. Er führte weder eine Karte noch ein für die Navigation geeignetes GPS-Gerät mit (vgl. Abschnitt 1.1.2). Vor dem Abstieg durch die Wolkenschicht benutzte er sein Smartphone, um die ungefähre Position zu bestimmen.

1.6 Kommunikation

Der Funkverkehr zwischen der Flugverkehrsleitung des Regionalflugplatzes Bern-Belp und der Besatzung der HB-CLU wickelte sich ordnungsgemäss und ohne Schwierigkeiten ab.

Der Pilot der HB-QIK stand während der gesamten Fahrt nie in Kontakt mit der Flugverkehrsleitung des Regionalflugplatzes Bern-Belp. Laut Aussage des Piloten war auf dem mitgeführten Handfunkgerät vermutlich die ganze Zeit die Ballonfrequenz 122.125 MHz eingewählt.

1.7 Angaben zum Regionalflugplatz und zum Luftraum

1.7.1 Regionalflugplatz Bern-Belp

Der Regionalflugplatz Bern-Belp (LSZB) liegt südlich der Bundeshauptstadt Bern. Im Jahr 2012 wurden rund 60 000 Bewegungen abgewickelt.

Der Regionalflugplatz verfügt über eine Hartbelagpiste 14/32 mit einer Länge von 1730 m und westlich davon über eine Graspiste 14R/32L.

Die Bezugshöhe (*elevation*) des Regionalflugplatzes beträgt 1673 ft AMSL und als Bezugstemperatur wurden 23.5 °C ermittelt.

1.7.2 Luftraumstruktur

Die laterale und vertikale Ausdehnung der CTR bzw. TMA des Regionalflugplatzes Bern-Belp wurde bereits in Abschnitt 1.1.1 beschrieben und lässt sich der Abbildung 1 entnehmen. CTR und TMA sind dem Luftraum der Klasse D zugeordnet. In einen solchen Luftraum darf nicht ohne vorgängige Freigabe der zuständigen Flugsicherungsstelle eingeflogen werden. Zwischen IFR- und VFR-Verkehr sowie zwischen VFR- und VFR-Verkehr wird von der Flugsicherung keine Staffelung gewährleistet. Es existieren daher auch keine Staffelungsminima. Die Besatzungen sind nach dem Prinzip „sehen und ausweichen“ (*see and avoid*) selbst dafür verantwortlich, einen genügenden Abstand zu anderen Luftfahrzeugen einzuhalten. Verkehrshinweise zwischen IFR- und VFR-Verkehr sowie zwischen VFR- und VFR-Verkehr sind hingegen als Dienst der Flugverkehrsleitung zugesichert. Ausweichempfehlungen werden auf Anfrage hin erteilt.

Ballone gelten als normaler VFR-Verkehr.

Der für den vorliegenden schweren Vorfall ebenfalls relevante Luftraum unterhalb und unmittelbar östlich der TMA BERN 2 (vgl. Abb. 1 und 2) ist bis auf eine Höhe von 2000 ft über Grund der Klasse G und darüber, bis auf eine Höhe von FL 100 bzw. der TMA-Untergrenze von 5500 ft QNH, der Klasse E zugeordnet. In diesen Lufträumen darf ohne Freigabe der Flugsicherung geflogen werden. Die Besatzungen sind nach dem Prinzip „sehen und ausweichen“ selbst dafür verantwortlich, einen genügenden Abstand zu anderen Luftfahrzeugen einzuhalten. IFR-Flüge im Luftraum der Klasse G sind in der Schweiz nicht erlaubt.

1.7.3 Wetterminima

Die Minima für Sichtwetterbedingungen (*visual meteorological conditions – VMC*) für die verschiedenen Luftraumklassen sind gemäss Luftfahrthandbuch (*aeronautical information publication – AIP*) der Schweiz, *VFR-Guide RAC 1-1*, wie folgt definiert:

D und E, unterhalb FL 100:	Sicht 5 km Horizontale Wolkendistanz 1500 m Vertikale Wolkendistanz 1000 ft
G, unterhalb FL 100 und bis 3000 ft AMSL:	Sicht 5 km Horizontale Wolkendistanz 1500 m Vertikale Wolkendistanz 1000 ft
G, auf oder unterhalb 3000 ft AMSL oder 1000 ft AGL ¹⁾	Sicht 5 km ²⁾ Ausserhalb Wolken mit Bodensicht

1) je nachdem, welches die grössere Höhe ergibt

2) Sicht 5 km; sofern die Fluggeschwindigkeit jederzeit eine Umkehrkurve innert Sichtweite gestattet und andere Luftfahrzeuge oder Hindernisse rechtzeitig erkannt werden können, darf die Flugsicht bis 1.5 km betragen. Helikopter können mit einer geringeren Flugsicht als 1.5 km fliegen, wenn sie sich mit einer Fluggeschwindigkeit fortbewegen, die es erlaubt, andere Luftfahrzeuge oder Hindernisse rechtzeitig zu erkennen, um Zusammenstösse zu vermeiden.

1.7.4 Transponderbenützung

Bezüglich der Transponderbenützung für Ballone hält das AIP, *VFR-Guide RAC 6-2*, das Folgende fest:

„Für Fahrten in den Lufträumen der Klassen C und D, ausgenommen in den CTR, ist das Mitführen eines betriebsbereiten SSR-Transponders vorgeschrieben.

Das Einschalten desselben hat auf Weisung der ATC zu erfolgen.

Für Fahrten im Luftraum der Klasse E → RAC 1-4, § 5.“

Im entsprechenden Abschnitt, RAC 1-4 § 5, heisst es: [Fettdruck im Original]

„Transponderbenützung für VFR-Flüge

Luftraum der Klasse G und Luftraum der Klasse E unterhalb 7000 ft AMSL (inkl. Platzrundenverkehr auf unkontrollierten Flugplätzen):

*Die Luftfahrzeugführer sind **verpflichtet**, bei **entsprechend ausgerüsteten Luftfahrzeugen** den funktionstüchtigen Transponder auf **Code 7000**, (mit Höhenübermittlung) **einzuschalten**.*

Luftraum der Klasse E auf und oberhalb 7000 ft AMSL:

*Das Mitführen und Einschalten des funktionstüchtigen Transponders auf **Code 7000**, (mit Höhenübermittlung) **ist obligatorisch**.“*

1.8 Aufzeichnung von Flugdaten

Die Luftfahrzeuge waren nicht mit Flugdatenschreibern (*flight data recorder – FDR*) oder anderen Geräten zur Aufzeichnung von Flugparametern ausgerüstet. Dies war nicht vorgeschrieben.

Vom Flug der HB-CLU liegen Sekundärradardaten mit Höheninformationen vor. Diese Daten konnten für die Untersuchung verwendet werden (vgl. Abschnitt 1.11.2.1).

1.9 Angaben zum Nebeldurchstossverfahren

1.9.1 Verfahren in der Schweiz

In der Schweiz existiert für Helikopter und Ballone ein Nebeldurchstossverfahren für Abflüge. Das AIP, *VFR-Guide RAC 6-4*, hält diesbezüglich das Folgende fest: [Fettdruck im Original]

„Abflüge von Helikoptern und Ballonen bei Boden- oder Hochnebel

Sind die Mindestwerte für Abflüge nach Sichtflugregeln wegen Boden- oder Hochnebel nicht erfüllt, so ist der Abflug gestattet, wenn:

- a. *die Untergrenze der Nebelschicht nicht höher als 200 m über dem Startplatz liegt und die Schicht selbst nicht dicker als 300 m ist;*
- b. *über der Nebelschicht Sichtwetterbedingungen herrschen und*
- c. *der Abflug nach dem vom Bundesamt festgelegten Verfahren erfolgt.*

Erfolgt der Start ausserhalb einer Kontrollzone (CTR) und/oder führt nicht in einen Nahkontrollbezirk (TMA) oder Kontrollzone (CTR), so übermittelt der Pilot die Informationen über seinen Start bei Boden- oder Hochnebel auf der Frequenz 130.800 MHz als Blindübermittlung.

(...)

Erfolgt kein Anruf durch ein anderes Luftfahrzeug, so kann der Pilot sein Nebeldurchstossverfahren beginnen.

Der Abschluss des Verfahrens wird auf der Frequenz 130.800 MHz als Blindübermittlung gemeldet.

(...)

Erfolgt der Start innerhalb einer Kontrollzone (CTR) und/oder führt in einen Nahkontrollbezirk (TMA) oder Kontrollzone (CTR) so fordert der Pilot eine Freigabe auf der Frequenz der zuständigen Flugverkehrsleitstelle vor Abflug an.“

Weiter hält das AIP, *VFR-Guide RAC 6-2*, für Ballone zusätzlich fest: [Fettdruck im Original]

„Aufstiege bei Bodennebel

Die Steigkraft ist so zu bemessen, dass 5 min nach dem Abflug eine Höhe von mindestens 300 m über der Obergrenze der Nebelschicht erreicht wird.

Siehe auch: RAC 6-4“

Es existiert keine Regelung für ein sinngemässes Verfahren für Anflüge, also ein Verfahren, bei dem eine Nebelschicht von oben nach unten durchstossen werden könnte.

Um das beschriebene Verfahren mit Ballonen anwenden zu können, bedarf es weder einer speziellen Ausbildung noch einer besonderen Berechtigung. Dies im Gegensatz zur Anwendung des Verfahrens mit Helikoptern, wofür unter anderem eine spezielle Ausbildung und eine entsprechende, nationale Berechtigung (*helicopter departure by fog – HDF*) des Piloten verlangt wird.

1.9.2 Ballonverband

In Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Ballonverband (SBAV) verfasste die Schweizerische Rettungsflugwacht (REGA) im Mai 2006 ein Schreiben, um die Ballonpiloten auf die Problematik möglicher gefährlicher Annäherungen bei Nebel-

starts aufmerksam zu machen. Da die REGA mit ihren Helikoptern auch Nebelstarts (HDF) durchführt, wurden die Ballonpiloten in diesem Schreiben gebeten, Aufstiege bei Bodennebel vorab telefonisch an die Einsatzzentrale der REGA zu melden.

Im November 2012, anlässlich des jährlich stattfindenden Sicherheitsseminars des SBAV, war unabhängig vom vorliegenden Vorfall ein Referat dem Thema „*Wolkendurchstossverfahren – (un-)heimliche Begegnungen im Luftraum*“ gewidmet. In diesem Referat wurden die oben beschriebenen Regelungen des Nebeldurchstossverfahrens anhand eines konkreten Falles vom Frühling 2012, bei dem diese Regelungen nicht eingehalten worden waren, erläutert. Der geschilderte Fall wies etliche Parallelen zum hier vorliegenden schweren Vorfall auf.

1.9.3 Verfahren in den USA

In den USA existiert bezüglich Nebeldurchstossverfahren für Ballone keine Regelung.

1.10 Angaben zu verschiedenen Organisationen

1.10.1 Flugsicherungsunternehmen Skyguide

Das Flugsicherungsunternehmen Skyguide ist in der Schweiz sowohl für die zivile wie auch die militärische Flugsicherung zuständig.

Bezüglich der minimalen Radarausrüstung für Flugverkehrsleitstellen, die Flugverkehrsleitdienst mit Hilfe von Radar anbieten, hält das Handbuch der Schweiz (*air traffic management manual – ATMM Switzerland*) in *section 6* fest:

„*SSR and primary radar may be used, either in combination or alone, for the provision of ATC service (including traffic separation) and FIS.*“

Die ICAO hält zu dieser Thematik im Doc 4444, *chapter 8*, unter anderem fest:

„*8.1.7 ATS surveillance systems, such as primary surveillance radar (PSR), secondary surveillance radar (SSR) and automatic dependent surveillance - broadcast (ADS-B) may be used either alone or in combination in the provision of air traffic services, including in the provision of separation between aircraft, provided:*

- a) reliable coverage exists in the area;*
- b) the probability of detection, the accuracy and the integrity of the ATS surveillance system(s) are satisfactory; and*
- c) in the case of ADS-B, the availability of data from participating aircraft is adequate.*

8.1.8 PSR systems should be used in circumstances where SSR and/or ADS-B alone would not meet the air traffic services requirements.

8.1.9 SSR systems, especially those utilizing monopulse technique or having Mode S capability, may be used alone, including in the provision of separation between aircraft, provided:

- a) the carriage of SSR transponders is mandatory within the area; and*
- b) identification is established and maintained.“*

Die im Doc 4444 der ICAO beschriebenen *Procedures for Air Navigation Services – Air Traffic Management (PANS-ATM)* haben für die Mitgliedstaaten nicht direkt bindenden Charakter, sie werden jedoch zur Anwendung empfohlen.

1.10.2 Flugsicherung Bern-Belp

Die Flugsicherung Bern-Belp betreibt die Dienste Platzverkehrsleitung (*aerodrome control – ADC*), Anflugverkehrsleitung (*approach – APP*) und Vorfeldkontrolle und

Koordination (*ground – GND*). Die Arbeitsplätze ADC und APP sind je mit einem Radarschirm (*tower air situation display – TASD*) ausgerüstet.

Der Zuständigkeitsbereich von ADC umfasst die CTR, derjenige von APP die TMA sowie weitere, angrenzende Lufträume.

Die lokalen Vorschriften und Regelungen sind im Handbuch für Bern-Belp (*air traffic management manual – ATMM II LSZB*) festgehalten.

Bezüglich *radar service* am Arbeitsplatz ADC heisst es dazu in *section 4* unter anderem:

„ADC may provide radar service using the Bright Display (TASD). Due to insufficient radar coverage within CTR Bern preference may be given to non-radar procedures at the ATCO's judgment.“

Ansonsten wird bezüglich *radar service* für beide Arbeitsplätze, ADC und APP, auf das ATMM Switzerland verwiesen.

Bezüglich der auf dem TASD dargestellten Informationen hält das ATMM II LSZB in *section 5* unter anderem fest, dass sowohl Primärradarechos („*PSR only*“) wie auch Sekundärradar- oder kombinierte Echos („*SSR only or combined*“) dargestellt werden. In *section 8* wird als Quelle der Daten für das TASD der *multi radar tracker* (MRT) mit Daten der Radarstationen La Dôle, Lägern und Gosheim angegeben.

Gemäss Angabe von Skyguide werden auf dem TASD auch Primärradarechos angezeigt.

Laut Aussage des Flugverkehrsleiters zeige jedoch die praktische Erfahrung, dass im Grossraum Bern Luftfahrzeuge durch Primärradare nur sehr eingeschränkt erfasst würden. Es werde daher in der Praxis fast ausschliesslich mit Sekundärradar gearbeitet.

Bezüglich Ballonen hält das ATMM II LSZB in *section 4* fest:

„Flying in airspaces C and D require a clearance from ATC. Continuous two-way radio communication is required. If required, ATC may impose specific conditions to a flight.“

The procedures for VFR flights (incl. SVFR, NVFR) apply to free balloons. Flights in airspaces C and D (without CTR) shall be transponder equipped.

Departure authorization may be obtained in advance via the radio or telephone.

(...)“

1.11 Zusätzliche Angaben

1.11.1 Ballon HB-QFX

Gemäss Angaben des Piloten des Ballons HB-QFX habe der Aufstieg über die Wolkenschicht mit dem Ballon HB-QFX ausserhalb der TMA Bern stattgefunden. Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls habe er sich auf 7000 ft über Grünenmatt kurz vor dem Abstieg durch die Wolkenschicht befunden.

Von der Fahrt liegen keine Aufzeichnungen von Navigationsgeräten oder Sekundärradarsystemen vor.

1.11.2 Untersuchung von Radardaten

1.11.2.1 Radardaten des schweren Vorfalls

Das Flugzeug HB-CLU führte einen eingeschalteten Transponder mit Höhenübermittlung mit. Dadurch konnte die HB-CLU durch die Sekundärradarsysteme von

Skyguide und ausländischen Flugsicherungen erfasst werden. Die daraus resultierenden Daten wurden auf dem Radarschirm des zuständigen Flugverkehrsleiters als *track* der HB-CLU dargestellt. Die aufgezeichneten Daten des Sekundärradarsystems erlauben, abgesehen von den Start- und Landephase, eine zuverlässige, ausreichend genaue, kontinuierliche und dreidimensionale Rekonstruktion des Fluges der HB-CLU.

Der Ballon HB-QIK führte keinen Transponder mit und konnte deshalb durch Sekundärradare nicht erfasst werden. Luftfahrzeuge ohne Transponder können jedoch unter Umständen durch Primärradarsysteme erfasst werden. Von Skyguide wurden für die Untersuchung des schweren Vorfalls für das fragliche Gebiet und den fraglichen Zeitraum drei kurze Sequenzen von Primärradar*plots*² geliefert (vgl. Abb. 6). Eine erste Sequenz von *plots* wurde zwischen 06:45:51 und 06:46:03 UTC (vier *plots*) generiert und zeigte ein Ziel leicht nordöstlich von Hasle. Eine zweite Sequenz etwas weiter nordöstlich wurde zwischen 06:46:48 und 06:47:04 UTC (fünf *plots*) generiert. Eine dritte Sequenz unmittelbar östlich der Grenze der TMA BERN 2, südöstlich von Grünenmatt, wurde zwischen 07:00:47 und 07:00:51 UTC (zwei *plots*) generiert. Zwischen dem letzten *plot* der ersten Sequenz und dem ersten *plot* der zweiten Sequenz liegen 45 Sekunden, die Distanz zwischen den sich durch diese beiden *plots* ergebenden Ziel-Positionen beträgt rund 450 m. Alle diese *plots* wurden von der Radarstation Holberg 1 auf dem Holberg beim Flughafen Zürich generiert und wiesen keine Höhenangabe auf. Bedingt durch die Topografie ist eine Sichtverbindung (*line of sight*) zur Primärradarstation Holberg 1 von der Region Rüegsau aus ab rund 1200 m/M gegeben. Alle drei Sequenzen wurden durch das Radardatenverarbeitungssystem ARTAS³ für die Darstellung auf Radarschirmen aufbereitet.

Das Militär konnte für Zeitpunkt und Gebiet des schweren Vorfalls keine Aufzeichnungen von Primärradardaten liefern. Der schwere Vorfall fand ausserhalb der Militärflugdienstzeit statt, somit waren die militärischen Radarstationen nicht in Betrieb. Eine Ausnahme bildete eine Radarstation in der Gotthard-Region. Diese war in Betrieb, kann aber – bedingt durch die Topografie – den tiefen Luftraum über dem Mittelland grösstenteils nicht einsehen.

² *plot*: In Zusammenhang mit Radardatenverarbeitung kurz für *plot message* oder *plot report*. Ein aus der innerhalb von Sekundenbruchteilen mehrfachen Erfassung eines Ziels durch eine Radarstation vom *plot extractor* generierter Satz von Daten inklusive einem einzigen Zeitstempel, Azimut- und Entfernungsinformation und ggf. weiterer Daten bezüglich des erfassten Ziels.

³ ARTAS: Akronym für *air traffic management surveillance tracker and server*

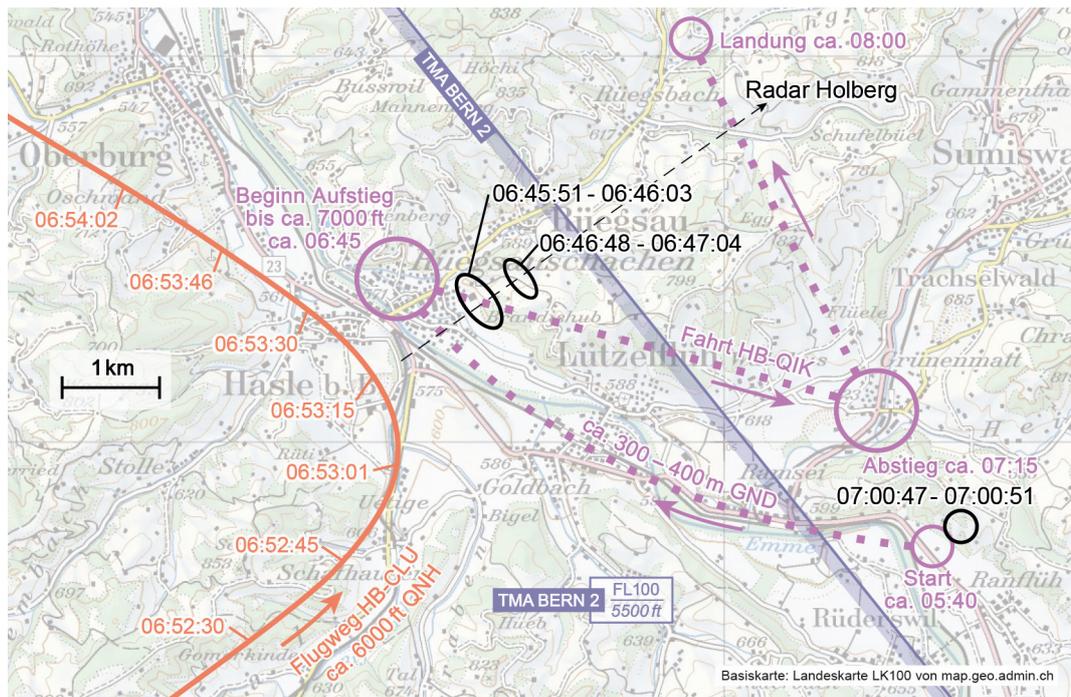


Abbildung 6: Generalisierte Darstellung der drei kurzen Sequenzen von Primärradarplots (schwarze Ellipsen) sowie Richtung, in der die Primärradarstation Holberg 1 liegt (schwarz gestrichelte Linie mit Pfeil). Alle Zeiten sind in UTC angegeben.

1.11.2.2 Radardaten einer Versuchsfahrt mit einem Heissluftballon

Im Rahmen der Untersuchung des schweren Vorfalls wurde im Raum Ranflüh-Grünenmatt-Sumiswald-Huttwil eine Versuchsfahrt mit einem Heissluftballon durchgeführt. Der verwendete Heissluftballon und dessen Korb waren bezüglich Grösse, Materialbeschaffenheit und Ausrüstung mit dem Ballon HB-QIK vergleichbar. Die Windsituation zeigte sich ähnlich wie am Vorfalldag. Einige hohe Schleierwolken bedeckten teilweise den Himmel über der Region, ansonsten waren keine Wolken vorhanden. Die Versuchsfahrt führte bis in Höhen von rund 2200 m/M und wurde durch ein im Ballonkorb mitgeführtes GPS-Gerät mit SBAS⁴-Unterstützung aufgezeichnet. Die Fahrt dauerte rund eineinhalb Stunden.

Nach der Versuchsfahrt wurden die Daten der Primärradarsysteme von Skyguide und des Militärs angefordert. Die Analyse dieser Daten und der Vergleich mit den GPS-Daten lieferten folgende Resultate.

Primärradardaten von Skyguide:

- Die Primärradarstation Holberg 1 erfasste als einzige Primärradarstation von Skyguide den Ballon.
- Der Ballon wurde viermal während 4 bis 16 Sekunden erfasst. Gesamthaft konnten für das fragliche Gebiet und den fraglichen Zeitraum 13 aufgezeichnete *plots* gefunden werden.
- Die Differenzen zwischen Radar-Positionen und GPS-Positionen betragen absolut zwischen 30 und 360 m.
- Die Differenzen sind auf der Achse Nordwest-Südost rund zehnmal grösser als auf der Achse Nordost-Südwest. Die Radarstation Holberg 1 liegt im

⁴ SBAS: engl. Abkürzung für *satellite-based augmentation system*, ein System, das die Genauigkeit der konventionell errechneten GPS-Position verbessert und Aussagen über die Integrität des konventionellen Signals zulässt.

Nordosten des Gebiets der Versuchsfahrt. Daten der routinemässigen Überwachung der Radarstationen durch Skyguide bestätigen diese Grössenordnungen des *range*- beziehungsweise Azimutfehlers.

Der durch das Funktionsprinzip eines zweidimensionalen Primärradars bedingte Fehler im *slant-range* beträgt unter den gegebenen Umständen maximal 25 m.

Skyguide begründete die nur sporadische Erfassung des Ballons mit der geringen Geschwindigkeit des Ballons über Grund. Die Geschwindigkeit eines Ballons liege tiefer als die Schwellenwertgeschwindigkeit, die nötig sei, damit Echos respektive deren *plots* durch das Datenverarbeitungssystem nicht herausgefiltert würden. Die Erfassung eines Ballons mittels Primärradar könne daher nur zufällig geschehen und sei durch die Auslegung des Radar- und Datenverarbeitungssystems nicht vorgesehen.

Primärradardaten des Militärs:

- Der Ballon wurde während der Fahrt durch zwei Flugplatzumgebungsradare (FLUR) zweidimensional erfasst, d.h. Distanz und Azimut wurden gemessen. Die Erfassung erfolgte permanent während der ganzen Fahrt.
- Der Ballon wurde während der Fahrt durch zwei Höhenstationen des Luftraumüberwachungssystems Florako dreidimensional erfasst, d.h. Distanz, Azimut und Elevationswinkel wurden gemessen. Die Erfassung erfolgte permanent während der ganzen Fahrt.

Die militärischen Radardaten fliessen nur teilweise in die zivile Luftlagedarstellung ein. Insbesondere die Daten derjenigen militärischen Radare, die den Ballon hatten erfassen können, fliessen nicht in die zivile Luftlagedarstellung ein.

1.11.3 Aufstieg eines Ballons

Die aufgezeichneten GPS-Daten der in Kapitel 1.11.2.2 beschriebenen Versuchsfahrt mit einem Ballon wurden auf die Charakteristik eines Aufstiegs über Grünenmatt hin analysiert. Die Auswertung ergab, dass die Geschwindigkeit des Ballons über Grund während dieses Aufstiegs zwischen 5 und 15 km/h betrug. Der Aufstieg führte von 570 m/M auf 2100 m/M durch Luftschichten verschiedener Windrichtungen und liess die Fahrtrichtung des Ballons innerhalb von 12 Minuten um rund 450 Grad im Uhrzeigersinn ändern. Das Manöver des Aufstiegs beanspruchte – projiziert auf die Erdoberfläche – eine Fläche von etwas mehr als 1 km Durchmesser und dauerte rund 15 Minuten.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

Es liegen keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel vor, die den schweren Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.

Die Abklärungen des *coach* beim FIC Zürich sowie die von Skyguide gelieferten Radardaten zeigen, dass die Ballone, die beide ohne Transponder unterwegs waren, während der meisten Zeit der Fahrt in einem zivilen Primärradar keine *plots* erzeugten oder diese durch Filterroutinen gleich wieder verworfen (*discarded*) wurden. Bedingt durch die geringe Geschwindigkeit eines Ballons gegenüber Grund werden Primärradarechos selbst bei genügend grossem Radarquerschnitt durch die zivilen Systeme meist unterdrückt.

Wenn es auch nicht mit absoluter Sicherheit festgestellt werden kann, scheint es doch wahrscheinlich, dass es sich bei den jeweils kurzzeitig generierten Primärradar*plots* (vgl. Abschnitt 1.11.2.1) um Echos der beiden Ballone handelte. Die Art und Weise der räumlichen Streuung der *plots* der ersten und der zweiten Sequenz, die festgestellten Fehler des Radarsystems, die Distanzen zwischen den Sequenzen sowie die zeitlichen Verhältnisse lassen den Schluss zu, dass diese beiden Sequenzen wohl nicht durch ein und denselben Ballon erzeugt wurden. Wären beide Sequenzen durch ein und denselben Ballon erzeugt worden, hätte sich dieser Ballon mit rund 36 km/h von der letzten Position der ersten Sequenz zur ersten Position der zweiten Sequenz bewegen müssen. Vor dem Hintergrund, dass die durchschnittliche Windgeschwindigkeit zwischen Rüegsau und Grünenmatt in der Höhe rund 15 km/h betragen haben muss (berechnet aus der Distanz und den Zeiten von Auf- und Abstieg, abzüglich pauschal 10 Minuten für den Aufstieg), scheint eine Geschwindigkeit von 35 km/h unrealistisch hoch. Den Aussagen der Ballonpiloten nach zu urteilen, dass die HB-QFX vor der HB-QIK fuhr, stammt die erste Sequenz von der HB-QIK und die zweite Sequenz von der HB-QFX. Diese Überlegungen stehen jedoch etwas im Widerspruch zur Aussage des Piloten der HB-QFX, dass er zu dieser Zeit mit seinem Ballon bereits kurz vor der Landung in Grünenmatt gewesen sei. Die Überlegung steht hingegen nicht im Widerspruch zur Aussage des Piloten der HB-QFX, dass sein Aufstieg durch die Nebeldecke ausserhalb der TMA Bern stattgefunden habe: Die Topografie lässt es zu, dass ein Luftfahrzeug in der Region Rüegsau theoretisch ab rund 1200 m/M durch die Radarstation Holberg 1 erfasst werden kann; die Basis der Hochnebelschicht lag jedoch auf 1700 bis 1900 m/M. Es ist also denkbar, dass die HB-QFX noch unterhalb der TMA durch das Radar erfasst wurde, weiter nach Osten trieb und dann erst weiter und schliesslich durch die Wolken schicht aufstieg. Ursprung beziehungsweise Zuordnung der dritten Sequenz von Primärradar*plots* bleiben offen.

Die Primärradar*plots* der Ballone beziehungsweise deren Visualisierung auf dem Radarschirm waren für die Flugverkehrsleiter in Bern-Belp nicht sichtbar, da das Luftlagebild für Bern-Belp aus den Daten der Radarstationen La Dôle, Lägern und Gosheim errechnet wurde. Die Daten der Primärradarstation Holberg, durch welche die Ballone zumindest sporadisch erfasst wurden, standen nicht zur Verfügung. Aus Sicht der Flugsicherheit ist zu bemängeln, dass den Flugverkehrsleitern in Bern-Belp somit nicht alle für sie möglicherweise nützlichen Daten ziviler Radare zur Verfügung standen.

Wenn in Betrieb, hätten mehrere militärische Radare die Ballone HB-QIK und HB-QFX wohl erfassen und deren Fahrten zumindest teilweise aufzeichnen können. Dies wäre für die Untersuchung nützlich gewesen. Da aber die Daten der betroffenen militärischen Radare nicht in die zivile Luftlagedarstellung einfließen, hätten auch sich in Betrieb befindende militärische Radare nicht zur Entschärfung des

schweren Vorfalls beitragen können. Aus Sicht der Flugsicherheit ist zu bemängeln, dass nicht alle Daten, die möglicherweise nützlich sind und verfügbar gemacht werden könnten, den Flugverkehrsleitern zur Verfügung stehen.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass die von Skyguide für die Untersuchung gelieferten Radardaten nicht mit den Darstellungen, welche die Flugverkehrsleiter in Bern-Belp zur Verfügung hatten, übereinstimmen. Dies ist für die Abklärung eines sicherheitskritischen Ereignisses nachteilhaft.

2.2 Meteorologische Aspekte

In den bodennahen Schichten dominierten schwache Winde aus vorwiegend süd-östlicher Richtung (vgl. Abschnitt 1.4.7). Mit zunehmender Höhe, wahrscheinlich im Bereich von über etwa 1200 m/M, drehten die Winde auf nordwestliche Richtung. In noch grösseren Höhen wehte der Wind am frühen Vormittag aus Sektor West. Der vom Piloten der HB-QIK geschilderte Fahrtverlauf (vgl. Abb. 2) erscheint angesichts dieser Windverhältnisse grundsätzlich plausibel, auch wenn gewisse andere Fakten eine Differenzierung aufdrängen (vgl. Abschnitt 2.3.1).

Über dem Regionalflugplatz Bern-Belp und dem Bereich der TMA BERN 2 lag eine Wolkenschicht, die zum Zeitpunkt des Aufstiegs der beiden Ballone und somit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls einen Bewölkungsgrad von 5 bis 7 Achtel aufwies. Diesbezüglich decken sich die Angaben der Besatzung der HB-CLU und des Piloten der HB-QIK.

Leichte Unterschiede bestehen in der Schilderung der Höhe der Untergrenze dieser Wolkenschicht. Die Besatzung der HB-CLU sprach von einer Untergrenze in etwa 5700 ft QNH, während der Pilot der HB-QIK von einer Untergrenze in 1900 bis 2000 m/M, was rund 6200 bis 6600 ft AMSL entspricht, sprach. Der Pilot der HB-QFX gab eine Höhe von etwa 2000 m/M an. Dies lässt sich damit erklären, dass die Untergrenze dieser Wolkenschicht uneinheitlich verteilt war, wie auch auf den Webcambildern (vgl. Abb. 3) ersichtlich ist. Dies führte dazu, dass die HB-CLU auf der zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls geflogenen Höhe von rund 6000 ft QNH teilweise innerhalb, teilweise ausserhalb von Wolken und somit in Instrumentenwetterbedingungen (*instrument meteorological conditions* – IMC) flog. Die Schilderung des Piloten der HB-QIK, wonach er das Flugzeug durch ein Wolkenloch wahrgenommen habe und in gewissen Richtungen schon Wolken gewesen seien, deckt sich mit diesem Bild.

Da die Geländehöhe im Bereich des Aufstiegs der beiden Ballone knapp 700 m über Meer beträgt (vgl. Abb. 2), lag die Untergrenze der Wolkenschicht im Bereich des Aufstiegs somit etwa bei 1200 m über Grund. Unter der Wolkenschicht herrschten gute Sichtbedingungen.

Die Obergrenze der Wolkenschicht reichte in den Berner Voralpen bis auf knapp 2200 m/M was rund 7200 ft AMSL entspricht (vgl. Abb. 4). Es ist möglich, dass die Obergrenze über dem unteren und mittleren Emmental etwas tiefer lag. Der Pilatus mit einer Höhe von rund 2100 m/M, was rund 6900 ft AMSL entspricht, befand sich in Wolken (vgl. Abb. 5).

Nach Angaben des Piloten der HB-QIK sei die Schicht sehr dünn gewesen. Beim Aufstieg habe der Durchstieg maximal 30 Sekunden gedauert. Bei einer Aufstiegs geschwindigkeit von rund 4.5 m/s, wie sie der Pilot angab, entspräche dies somit maximal rund 130 m Schichtdicke. Beim Abstieg schätzte der Pilot die Dicke der Schicht auf rund 90 m.

Unter Berücksichtigung all dieser Angaben scheint es wahrscheinlich, dass die Obergrenze der Wolkenschicht im Bereich des Aufstiegs der beiden Ballone bei rund 2100 m/M, was rund 6900 ft AMSL entspricht, lag, vielleicht auch leicht höher.

2.3 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.3.1 Pilot HB-QIK

Der Pilot der HB-QIK beschloss um ca. 06:45 UTC leicht nördlich von Hasle, einen Aufstieg zu beginnen. Er erwartete dabei, dass er aus der südöstlichen Windströmung in eine solche aus nordwestlicher Richtung gelangen würde, was ihn während des Aufstiegs bis östlich der TMA Bern hätte bringen sollen. In dieser Phase war der Pilot gemäss eigenen Angaben mit der Bedienung des Ballons beschäftigt und überprüfte den Fahrtverlauf, solange er unter der über ihm liegenden Wolken-schicht war, nicht mehr.

Wie im Abschnitt 2.1 dargelegt, konnten die *primary radar plots* von 06:45:51 bis 06:46:03 UTC mit hoher Wahrscheinlichkeit dem Ballon HB-QIK zugeordnet werden. Kurz nach 06:53 UTC kam es leicht südlich von Hasle zur gefährlichen Annäherung zwischen der HB-QIK und der HB-CLU. Dies lässt den Schluss zu, dass sich der Ballon während des Aufstiegs entgegen der Erwartung des Piloten während einer gewissen Zeit gegen Südwesten bewegte (vgl. Abb. 7). Eine vergleichbare Bewegung konnte auch während der im Rahmen der Untersuchung durchgeführten Versuchsfahrt bei ähnlichen Windbedingungen festgestellt werden (vgl. Abschnitt 1.11.3). Noch im Bereich der TMA BERN 2 wurden durch die HB-QIK sodann 5500 ft QNH überschritten, was zum Einflug in diesen Luftraum führte.

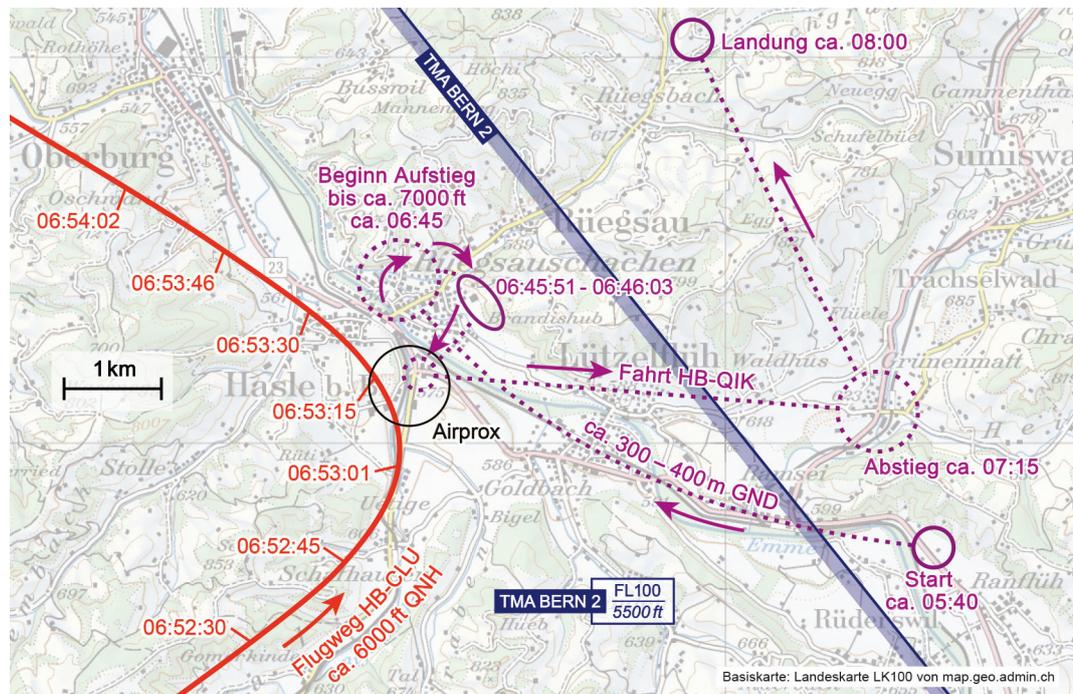


Abbildung 7: Darstellung der Flugwege der HB-CLU (rot) und der HB-QIK (violett) gemäss Analyse. Ort des schweren Vorfalles als schwarzer Kreis. Alle Zeiten sind in UTC angegeben.

Der Pilot beabsichtigte nun, den Aufstieg über die fast geschlossene Wolken-schicht fortzusetzen. Wie die Abschätzungen in Abschnitt 2.2 zeigen, lag die Untergrenze der Wolkenschicht im Gebiet des Aufstiegs zwischen 5700 und 6600 ft AMSL bzw. etwa 1200 m über Grund. Eine Anwendung des Nebeldurchstossverfahrens war somit nicht möglich, da dafür die Untergrenze maximal 200 m über Grund liegen darf (vgl. Abschnitt 1.9.1 und 2.3.4).

Es galten daher die Minima für Sichtflugwetterbedingungen (vgl. Abschnitt 1.7.3), die im Luftraum der Klasse D und E unter anderem einen vertikalen Wolkenabstand von 300 m vorgeben. Hätte der Aufstieg des Ballons wie vom Piloten vorgesehen ausserhalb der TMA Bern stattgefunden, hätte sich der Ballon

ab einer Höhe von 2000 ft über Grund im Luftraum der Klasse E befunden. Bei einem Aufstieg innerhalb der TMA befand sich der Ballon im Luftraum der Klasse D. In Bezug auf die Wolkenabstände machte dies keinen Unterschied.

Der Ballon hätte daher generell nur bis 300 m unter die Wolkenschicht aufsteigen dürfen und wäre so selbst bei einem unbeabsichtigten Eindringen in die TMA für andere Luftfahrzeuge stets gut sichtbar gewesen. Das Aufsteigen in die Wolken stellte somit eine grundsätzlich gefährliche Situation dar. Dem Piloten schien dies nicht bewusst zu sein. Er ging offenbar von einer falschen Interpretation des Nebeldurchstossverfahrens aus respektive waren ihm die entsprechenden Regelungen nicht bekannt. Dies zeigt, dass der Pilot in Bezug auf diese Thematik über einen mangelnden Kenntnisstand verfügte. Der spätere Abstieg durch die geschlossene Wolkenschicht, wofür keine Regelung existiert, unterstreicht dies noch.

Durch das unbeabsichtigte Eindringen des Ballons in die TMA Bern verschärfte sich die Situation zusätzlich. Trotz guter Kenntnisse der Region und des Verlaufs der TMA-Grenzen war dem Piloten die Position im Raum relativ zur Luftraumstruktur nicht bewusst. Dazu hat einerseits wie oben ausgeführt die unzutreffende Erwartung des Piloten bezüglich der während des Aufstiegs herrschenden Windströmungen geführt. Andererseits war die Wahl der navigatorischen Hilfsmittel – keine Karte, kein für die Navigation geeignetes GPS-Gerät – für die Fahrt, wie sie schliesslich durchgeführt wurde, unzureichend.

Das Mitführen und Einschalten eines Transponders hätte mit grosser Wahrscheinlichkeit den schweren Vorfall schon im Ansatz verhindert, weil der Ballon damit für die Flugverkehrsleitung auf dem Radarschirm sichtbar gewesen wäre. Eine zeitgerechte Warnung anderer Luftfahrzeuge wäre damit nach der unbeabsichtigten Einfahrt in die TMA möglich gewesen. Zusätzlich hätten allfällige in Luftfahrzeugen installierte, auf Transpondersignalen basierende Kollisionswarngeräte wie zum Beispiel ein Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystem (*traffic collision avoidance system* – TCAS) oder ein Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system* – TAS), angesprochen.

Grundsätzlich war schon vor der Fahrt ersichtlich, dass diese in unmittelbarer Nähe zur TMA stattfinden würde: Teils unter der TMA BERN 2, teils unmittelbar östlich davon (vgl. Abb. 2). Die Entscheidung, unter diesen Umständen auf eine Kontaktaufnahme mit der Flugverkehrsleitung des Regionalflugplatzes Bern-Belp und auf einen Transponder zu verzichten, war wenig sicherheitsbewusst.

Alle in diesem Abschnitt gemachten Feststellungen gelten gleichermassen für den Piloten des Ballons HB-QFX. Auch wenn nicht festgestellt werden konnte, ob dieser Ballon während des Aufstiegs in die TMA Bern eingedrungen war oder nicht, so erfolgte die Fahrt mit Sicherheit in unmittelbarer Nähe zur TMA. Belegt ist, dass auch dieser Ballon durch die Wolkenschicht auf- und später wieder abstieg und somit das Nebeldurchstossverfahren inkorrekt anwendete.

Da der Pilot der HB-QIK seine Ausbildung zum Ballonpiloten in den USA absolvierte, kam er dort kaum mit dieser für die Schweiz spezifischen Regelung in Kontakt. Bei der Validierung seiner Lizenz in der Schweiz wurde nicht auf die schweizerischen Regelungen, insbesondere das Nebeldurchstossverfahren, hingewiesen. Es erstaunt daher nicht, dass der Pilot nicht angeben konnte, wie er im Detail auf das Nebeldurchstossverfahren in der Schweiz aufmerksam gemacht worden war. Seine Gespräche mit Ballonfahrerkollegen über die Jahre zu dieser Thematik lieferten offenbar keinen ausreichenden Kenntnisstand. Hingegen erstaunt es doch, dass der Pilot nach eigenen Angaben gelegentlich Nebeldurchstossverfahren anwendete, ohne diesbezüglich über spezifische Kenntnisse zu verfügen.

2.3.2 Besatzung HB-CLU

Der Trainingsflug der HB-CLU verlief bis zum schweren Vorfall wie vorgesehen und ohne Probleme. Da das Flugzeug nicht über einen Autopiloten verfügte, musste permanent manuell gesteuert werden. Als die Besatzung während des Ausrollens der Linkskurve, teilweise innerhalb, teilweise ausserhalb von Wolken fliegend, plötzlich den Ballon in ihrer 2- bis 3-Uhr-Position wahrnahm, muss der Überraschungseffekt gross gewesen sein. Die Besatzung rechnete an dieser Position innerhalb der TMA Bern und ohne Verkehrshinweis der Flugverkehrsleitung nicht mit einem anderen Luftfahrzeug.

Die Besatzung der HB-CLU hatte den Eindruck, den Ballon auf gleicher Höhe und in ungefähr 100 m Distanz gekreuzt zu haben, während der Pilot der HB-QIK von einer Höhendifferenz von etwa 250 m und einer Gesamtdistanz von etwa 500 m sprach. Diese Diskrepanzen in der Wahrnehmung lassen sich einerseits mit dem subjektiven Schätzvermögen des Menschen erklären, andererseits dürfte der Überraschungseffekt bei beiden Besatzungen gross gewesen sein. Auch denkbar ist, dass die HB-CLU während des Ausleitens der Linkskurve noch eine gewisse Querlage nach links aufwies, so dass der Ballon durch die Besatzung in ihrer 2- bis 3-Uhr-Position zwar auf gleicher Höhe wahrgenommen wurde, in Wahrheit aber etwas höher war.

Da keine Aufzeichnungen von der Fahrt der HB-QIK vorliegen, lässt sich die Frage nach den tatsächlichen Abständen nur annähernd klären. Um den beiden unterschiedlichen Schätzungen gerecht zu werden, geht die SUST von einem Mittelwert, d.h. von einem seitlichen Mindestabstand von ungefähr 300 m und einer minimalen Höhendifferenz von rund 100 m aus. Den genauen Werten kommt aber letztlich keine grosse Bedeutung zu. Die Tatsache, dass sich der Ballon in Wolken und ohne Kenntnis der Flugverkehrsleitung innerhalb eines kontrollierten Luftraums mit Verkehr nach Instrumentenflugregeln befand, stellte per se eine potenziell gefährliche Situation dar.

2.3.3 Flugverkehrsleitung Bern-Belp

Die Abwicklung des Trainingsfluges der HB-CLU seitens der Flugverkehrsleitung erfolgte bis zum schweren Vorfall ohne besondere Vorkommnisse. Da die Flugverkehrsleitung über die Präsenz der HB-QIK im Bereich der TMA BERN 2 keine Kenntnisse hatte, konnte sie die Besatzung der HB-CLU auch nicht warnen. Die Begegnung der HB-CLU mit dem Ballon erfolgte auch für die Flugverkehrsleitung überraschend.

Mit den der Flugverkehrsleitung in Bern-Belp zur Verfügung stehenden Mitteln war es nicht möglich, das Eindringen der HB-QIK in die TMA festzustellen.

Die Tatsache, dass der Flugverkehrsleiter nach dem Vorfall im FIC Zürich anrief, um auf das dort vorhandene Primärradar zurückzugreifen, da er in Bern nur über Sekundärradar verfüge, lässt darauf schliessen, dass der Flugverkehrsleiter die in Bern angezeigten Primärradardaten als unzuverlässig bzw. unvollständig taxierte.

Die im ATMM II LSZB festgehaltene ungenügende Radarabdeckung in der CTR Bern beeinflusst auch die Verfahren in der TMA, obschon hier eine Transponderpflicht gilt. Die Empfehlung, in der CTR mit *non-radar procedures* zu arbeiten, entspricht zwar der ungenügenden Radarabdeckung durch Primär- und Sekundärradarstationen, ist aber wenig sicherheitsbewusst und entspricht nicht den heutigen Sicherheitsanforderungen an die Bewirtschaftung eines komplexen Luftraums mit viel IFR- und Mischverkehr, wie es in Bern der Fall ist.

Eine verbesserte Abdeckung mit Primär- und Sekundärradar würde einen Sicherheitsgewinn darstellen und sollte geprüft werden. Wie auch schon andere schwere

Vorfälle gezeigt haben, stellt der Umstand, dass ein Luftfahrzeug in stark beflogenen Lufträumen für die Flugsicherung nicht zuverlässig sichtbar ist, ein beträchtliches Sicherheitsdefizit dar. Aus diesem Grund ist eine Transponderpflicht für sämtliche Luftfahrzeuge für Flüge in der Nähe kontrollierter Lufträume empfehlenswert.

2.3.4 Nebeldurchstossverfahren

Das Verfahren als solches (vgl. Abschnitt 1.9.1) scheint sinnvoll definiert zu sein, wenn man den Aspekt, dass es sich dabei um ein IFR-Verfahren für VFR-Piloten handelt, einmal beiseitelässt:

- Dadurch dass die Untergrenze der Nebelschicht maximal 200 m über Grund liegen und die Schicht selber maximal 300 m umfassen darf, kommt die Obergrenze der Schicht maximal auf 500 m oder rund 1650 ft über Grund zu liegen. Das Höhenband von Grund bis auf diese maximale Höhe ist ausserhalb von CTR oder TMA der Luftraumklasse G zugeordnet, in der Flüge nach IFR in der Schweiz nicht erlaubt sind. Mögliche Kollisionsgefahr innerhalb der Wolken besteht dadurch nur mit anderem VFR-Verkehr, der dasselbe Verfahren anwendet. Dieser Gefahr wird mit der Regelung von Blindübermittlungen via Funk begegnet. Das im Schreiben der REGA (vgl. Abschnitt 1.9.2) empfohlene Vorgehen dient auch der Vermeidung derartiger Kollisionen. Innerhalb von CTR oder TMA ist die Kollisionsvermeidung via die Flugverkehrsleitung sichergestellt.
- Die Vorgabe, dass die Steigkraft so zu bemessen sei, dass fünf Minuten nach Abflug eine Höhe von mindestens 300 m über der Obergrenze der Nebelschicht erreicht wird, dient dem raschen Wiederherstellen der minimalen Wolkenabstände in Sichtwetterbedingungen (vgl. Abschnitt 1.7.3).
- Ein Verfahren für den Abstieg ist nicht definiert, da weder die Geländefreiheit noch die Kollisionsvermeidung mit Luftfahrzeugen, die direkt unter der Nebelschicht nach Sicht fliegen (Luftraum G), gewährleistet werden kann.

Offensichtlich herrscht zumindest bei einigen Ballonpiloten bezüglich der genauen Kenntnisse des Verfahrens und einer entsprechend korrekten Anwendung ein Defizit. Dies wird exemplarisch belegt durch den vorliegenden Fall mit zwei betroffenen Piloten sowie das im Sicherheitsseminar des SBAV erwähnte Beispiel eines weiteren Piloten (vgl. Abschnitt 1.9.2). Die Tatsache, dass der SBAV diese Thematik anlässlich des Sicherheitsseminars 2012 zu einem der Schwerpunkte machte, lässt darauf schliessen, dass es sich hierbei wahrscheinlich nicht um Einzelfälle handelte und der SBAV dem Defizit mit gezielter Information begegnen wollte.

Eine falsche Anwendung dieses Verfahrens kann zu beträchtlichen Kollisionsrisiken führen. Umso wichtiger ist es deshalb, dass es ausschliesslich von Piloten mit profunden Kenntnissen dieses Verfahrens verwendet wird.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Die Luftfahrzeuge waren zum Verkehr nach IFR bzw. VFR zugelassen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten verursachen oder beeinflussen können.
- Die für die Untersuchung gelieferten Radardaten weisen im fraglichen Gebiet kurzzeitig generierte *primary radar plots* auf.
- Die *primary radar plots* konnten mit hoher Wahrscheinlichkeit der HB-QIK oder dem zweiten Ballon zugeordnet werden.
- Die Primärradardaten waren für die Flugverkehrsleiter im Kontrollturm Bern-Belp nicht sichtbar.
- Mit den der Flugverkehrsleitung in Bern-Belp zur Verfügung stehenden Mitteln war es nicht möglich, das Eindringen der HB-QIK in den Nahkontrollbezirk festzustellen.
- Im Grossraum Bern werden Luftfahrzeuge durch Primärradare nur sehr eingeschränkt erfasst. Es wird daher in der Praxis fast ausschliesslich mit Sekundärradar gearbeitet.
- Gemäss ATMM II LSZB ist die Radarabdeckung in der Kontrollzone Bern ungenügend.

3.1.2 Besatzungen

- Die Piloten waren im Besitz der für den Flug notwendigen Ausweise.
- Der Pilot der HB-QIK besass eine amerikanische Ballonlizenz mit einer Validierung für die Schweiz.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der Piloten während des Vorfalles vor.

3.1.3 Flugverkehrsleiter

- Der Flugverkehrsleiter besass die für die Ausübung seiner Tätigkeit notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des Flugverkehrsleiters zum Zeitpunkt des schweren Vorfalles vor.

3.1.4 Fahrt- bzw. Flugverlauf

- Der Pilot der HB-QIK startete um etwa 05:40 UTC in der Nähe von Ranflüh mit vier Passagieren an Bord.
- Etwa 300 bis 400 m über Grund fuhr er zunächst dem Emmental entlang talauswärts.
- Um etwa 06:45 UTC begann er leicht nördlich von Hasle mit dem Aufstieg, um über die Wolkenschicht zu gelangen.

- Um 06:46:09 UTC erhielt die Besatzung der HB-CLU von *Berne tower* die Starterlaubnis für den geplanten IFR-Trainingsflug.
- Nach dem Start auf Piste 14 folgte die Besatzung dem vorgesehenen Standard-Instrumentenabflug BIRKI 2S.
- Um 06:50:50 UTC kontaktierte die Besatzung *Berne departure* und vereinbarte in der Folge einen NDB Anflug mit *vectors* auf die Piste 14.
- Kurz vor 06:52 UTC erreichte die Besatzung die vorgesehene Höhe von rund 6000 ft QNH, die sie in der Folge beibehielt.
- Um 06:52:38 UTC wurde die Besatzung aufgefordert, nach links auf einen Steuerkurs von 310 Grad zu drehen.
- Das Flugzeug befand sich zu diesem Zeitpunkt rund 1.5 NM südlich von Hasle und flog mit einer Geschwindigkeit gegenüber Grund von etwa 135 kt.
- Gemäss Aussage der Besatzung flog das Flugzeug in dieser Phase teilweise innerhalb, teilweise ausserhalb von Wolken.
- Während des Ausleitens der Linkskurve nahm die Besatzung plötzlich in ihrer 2- bis 3-Uhr-Position, auf gleicher Höhe und in einer geschätzten Distanz von etwa 100 m, einen Ballon wahr.
- Der Pilot der HB-QIK gab an, sich zu jenem Zeitpunkt im Aufstieg auf etwa 1900 m/M und unmittelbar vor Eintritt in die Wolkenschicht befunden zu haben.
- Laut seiner Aussage seien in gewissen Richtungen bereits Wolken gewesen und er habe das Flugzeug durch ein Loch in südsüdwestlicher Richtung wahrgenommen, rund 250 m tiefer und in einer Distanz von rund 500 m.
- Um 06:53:26 UTC informierte die Besatzung der HB-CLU die Flugverkehrsleitung über den Vorfall.
- Der Pilot der HB-QIK führte weder eine Karte noch ein für die Navigation geeignetes GPS-Gerät mit.
- Dem Piloten war nicht bewusst, dass er sich innerhalb der TMA Bern befand.
- Der Pilot stand während der gesamten Fahrt nie in Kontakt mit der Flugverkehrsleitung des Regionalflugplatzes Bern-Belp.
- Der Pilot führte keinen Transponder mit.

3.1.5 Rahmenbedingungen

- Über dem Regionalflugplatz Bern-Belp und im Gebiet des schweren Vorfalls lag eine dünne Wolkenschicht.
- Der Bewölkungsgrad dieser Schicht betrug zum Zeitpunkt des Vorfalls 5 bis 7 Achtel, ihre Untergrenze war uneinheitlich zwischen etwa 5700 ft und etwa 6600 ft AMSL verteilt.
- Im Gebiet des Aufstiegs der HB-QIK lag die Wolkenschicht etwa 1200 m über Grund.
- Unter der Wolkenschicht herrschten gute Sichtbedingungen.
- Das Nebeldurchstossverfahren für Ballone verlangt unter anderem, dass sich die Untergrenze der Nebelschicht maximal 200 m über Grund befindet.

- Dem Piloten der HB-QIK waren die Regelungen des Nebeldurchstossverfahrens nicht bekannt.
- Für die Anwendung des Nebeldurchstossverfahrens mit Ballonen ist weder eine spezielle Ausbildung noch eine besondere Berechtigung erforderlich.
- Der Pilot der HB-QIK erwartete vor der Fahrt, dass sich die Wolkenschicht bald auflösen würde.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass sich ein Ballon ohne Kenntnis der Flugverkehrsleitung innerhalb eines Nahkontrollbezirks befand und es unter Instrumentenwetterbedingungen zur gefährlichen Annäherung mit einem Flugzeug kam.

Als direkte Ursache des schweren Vorfalls wurden folgende Faktoren ermittelt:

- Der Ballonpilot verfügte über ein unzureichendes Bewusstsein bezüglich der Position des Ballons im Raum relativ zur Luftraumstruktur (*situational awareness*).
- Der Ballonpilot fuhr in Wolken ein, weil er mit den Regelungen des Nebeldurchstossverfahrens für Ballone nicht vertraut war.

Als systemische Ursache wurde folgender Faktor ermittelt:

- Die Flugverkehrsleitung hatte keine Möglichkeit, das unbeabsichtigte Eindringen des Ballons in den Nahkontrollbezirk zu erkennen.

Die folgenden Faktoren haben zum schweren Vorfall beigetragen:

- Der Ballonpilot war in Bezug auf die tatsächlich durchgeführte Fahrt navigatorisch unzureichend ausgerüstet.
- Der Ballonpilot nahm keinen Kontakt mit der Flugsicherung auf.

4 Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Nach Vorgabe des Anhangs 13 der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organisation* – ICAO) richten sich alle Sicherheitsempfehlungen, die in diesem Bericht aufgeführt sind, an die Aufsichtsbehörde des zuständigen Staates, die darüber zu entscheiden hat, inwiefern diese Empfehlungen umzusetzen sind. Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Flugsicherheit anzustreben.

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen (VFU) bezüglich der Umsetzung folgende Regelung vor:

„Art. 32 Sicherheitsempfehlungen

¹ Das UVEK richtet, gestützt auf die Sicherheitsempfehlungen in den Berichten der SUST sowie in den ausländischen Berichten, Umsetzungsaufträge oder Empfehlungen an das BAZL.

² Das BAZL informiert das UVEK periodisch über die Umsetzung der erteilten Aufträge oder Empfehlungen.

³ Das UVEK informiert die SUST mindestens zweimal jährlich über den Stand der Umsetzung beim BAZL.“

4.1 Sicherheitsempfehlungen

4.1.1 Nebeldurchstossverfahren

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Am Morgen des 15. September 2012 startete der Heissluftballon Fire Balloons G 34/24, eingetragen als HB-QIK, in der Nähe von Ranflüh/BE. In einer Höhe von etwa 300 bis 400 m über Grund fuhr der Pilot zunächst das Emmental hinaus in Richtung Hasle-Rüegsau. Ungefähr um 06:45 UTC, leicht nördlich von Hasle, begann er anschliessend aufzusteigen, um über eine Wolkenschicht, deren Untergrenze in ungefähr 1900 bis 2000 m/M lag, zu gelangen.

Vom Piloten unbemerkt drang der Ballon dabei in den Nahkontrollbezirk des Regionalflugplatzes Bern-Belp ein. Der Pilot stand zu keinem Zeitpunkt in Funkkontakt mit der Flugverkehrsleitung des Regionalflugplatzes Bern-Belp. Er führte keinen Transponder mit.

Zur gleichen Zeit befand sich das Flugzeug Cessna R182, eingetragen als HB-CLU, auf einem Trainingsflug nach Instrumentenflugregeln ab dem Regionalflugplatz Bern-Belp. Um 06:46:09 UTC wurde der Besatzung von der Platzverkehrsleitstelle die Starterlaubnis für einen vorgängig bewilligten Standard-Instrumentenabflug ab Piste 14 mit einem Steigflug bis 6000 ft QNH erteilt. Kurz vor 06:52 UTC erreichte die HB-CLU die vorgesehene Höhe, die sie in der Folge beibehielt. Um 06:52:38 UTC wurde die Besatzung von der Abflugleitstelle aufgefordert, nach links auf einen Steuerkurs von 310 Grad zu drehen. Gemäss Angabe der Besatzung befand sich das Flugzeug zeitweise innerhalb, zeitweise ausserhalb von Wolken. Während des Ausrollens der Linkskurve sah die Besatzung plötzlich ungefähr in ihrer 2- bis 3-Uhr-Position und auf gleicher Höhe einen Ballon. Die Besatzung hatte den Eindruck, dass das Flugzeug ohne die kurz zuvor durchgeführte Kursänderung mit dem Ballon kollidiert wäre.

Beim Ballon handelte es sich um die HB-QIK, wie sich später herausstellte. Deren Pilot, der sich nach seiner Angabe im Aufstieg unmittelbar vor Eintritt in die Wolkenschicht auf etwa 1900 m/M befand, hörte wegen der Brennergeräusche das vorbeifliegende Flugzeug erst kurz vor dem Sichtkontakt.

Beide Luftfahrzeuge setzten ihren Flug bzw. ihre Fahrt nach dem schweren Vorfall wie geplant fort.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass zumindest bei einigen Ballonpiloten bezüglich der genauen Kenntnisse des Nebeldurchstossverfahrens und einer entsprechend korrekten Anwendung ein Defizit besteht. Weiter wurde klar, dass für die Anwendung des Nebeldurchstossverfahrens mit Ballonen keinerlei Ausbildung erforderlich ist.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 493

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte zusammen mit dem Schweizerischen Ballonverband sicherstellen, dass die Ballonpiloten in der Anwendung des Nebeldurchstossverfahrens ausreichend ausgebildet sind.

4.1.2 Transponder

4.1.2.1 Sicherheitsdefizit

Am Morgen des 15. September 2012 startete der Heissluftballon Fire Balloons G 34/24, eingetragen als HB-QIK, in der Nähe von Ranflüh/BE. In einer Höhe von etwa 300 bis 400 m über Grund fuhr der Pilot zunächst das Emmental hinaus in Richtung Hasle-Rüegsau. Ungefähr um 06:45 UTC, leicht nördlich von Hasle, begann er anschliessend aufzusteigen, um über eine Wolkenschicht, deren Untergrenze in ungefähr 1900 bis 2000 m/M lag, zu gelangen.

Vom Piloten unbemerkt drang der Ballon dabei in den Nahkontrollbezirk des Regionalflugplatzes Bern-Belp ein. Der Pilot stand zu keinem Zeitpunkt in Funkkontakt mit der Flugverkehrsleitung des Regionalflugplatzes Bern-Belp. Er führte keinen Transponder mit.

Zur gleichen Zeit befand sich das Flugzeug Cessna R182, eingetragen als HB-CLU, auf einem Trainingsflug nach Instrumentenflugregeln ab dem Regionalflugplatz Bern-Belp. Um 06:46:09 UTC wurde der Besatzung von der Platzverkehrsleitstelle die Starterlaubnis für einen vorgängig bewilligten Standard-Instrumentenabflug ab Piste 14 mit einem Steigflug bis 6000 ft QNH erteilt. Kurz vor 06:52 UTC erreichte die HB-CLU die vorgesehene Höhe, die sie in der Folge beibehielt. Um 06:52:38 UTC wurde die Besatzung von der Abflugleitstelle aufgefordert, nach links auf einen Steuerkurs von 310 Grad zu drehen. Gemäss Angabe der Besatzung befand sich das Flugzeug zeitweise innerhalb, zeitweise ausserhalb von Wolken. Während des Ausrollens der Linkskurve sah die Besatzung plötzlich ungefähr in ihrer 2- bis 3-Uhr-Position und auf gleicher Höhe einen Ballon. Die Besatzung hatte den Eindruck, dass das Flugzeug ohne die kurz zuvor durchgeführte Kursänderung mit dem Ballon kollidiert wäre.

Beim Ballon handelte es sich um die HB-QIK, wie sich später herausstellte. Deren Pilot, welcher sich nach seiner Angabe im Aufstieg unmittelbar vor Eintritt in die Wolkenschicht auf etwa 1900 m/M befand, hörte wegen der Brennergeräusche das vorbeifliegende Flugzeug erst kurz vor dem Sichtkontakt.

Beide Luftfahrzeuge setzten ihren Flug bzw. ihre Fahrt nach dem schweren Vorfall wie geplant fort.

Die Radarsysteme der Flugsicherung konnten den Ballon HB-QIK nicht eindeutig, nur kurzzeitig und ohne Höhenangabe erfassen, weil sich kein Transponder an Bord befand.

4.1.2.2 Sicherheitsempfehlung

Die Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle hat im Rahmen der Untersuchung der Fastkollision zwischen dem Flugzeug Airbus A340-313, HB-JMN, und dem Segelflugzeug ASW 20, HB-1519, vom 11. August 2012 im Nahkontrollbezirk Zürich die Sicherheitsempfehlung Nr. 466 ausgesprochen (vgl. Schlussbericht Nr. 2208):

„Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit den Aufsichtsbehörden von Nachbarstaaten um die Schweizer Flughäfen herum Lufträume festlegen, in denen sich ausschliesslich Luftfahrzeuge bewegen dürfen, die mit einem funktionsfähigen und eingeschalteten Transponder ausgerüstet sind (transponder mandatory zones – TMZ). Diese TMZ sollten die Kontrollzonen und Nahkontrollbezirke umfassen und gegenüber diesen Lufträumen vertikale oder horizontale Pufferzonen bilden.“

Eine Umsetzung dieser Sicherheitsempfehlung würde auch das vorgehend beschriebene Sicherheitsdefizit beheben, weshalb die SUST auf eine weitere Sicherheitsempfehlung zu diesem Thema verzichtet.

4.2 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Keine.

Payerne, 19. November 2014

Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle

Dieser Schlussbericht wurde von der Geschäftsleitung der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST genehmigt (Art. 3 Abs. 4g der Verordnung über die Organisation der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle vom 23. März 2011).

Bern, 2. Dezember 2014