



Schlussbericht Nr. 2221 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den schweren Vorfall (Airprox)
zwischen dem Flugzeug Airbus A320, G-EUUD
betrieben durch British Airways
unter Flugplankennzeichen BAW 3ZL
und dem Helikopter Agusta Westland AW139, HB-ZUV
betrieben durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt
unter Flugplankennzeichen HB ZUV
vom 29. Mai 2012
4 NM westsüdwestlich des Flughafens Zürich

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 Anhanges 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 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 im 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	6
Sicherheitsempfehlungen	6
1 Sachverhalt	7
1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalles	7
1.1.1 Allgemeines	7
1.1.2 Vorgeschichte	7
1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalles	7
1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalles	9
1.2 Angaben zu Personen	9
1.2.1 Flugbesatzung BAW 3ZL	9
1.2.1.1 Kommandant	9
1.2.1.1.1 Allgemeines	9
1.2.1.1.2 Flugerfahrung	10
1.2.1.1.3 Besatzungszeiten	10
1.2.1.2 Copilot	10
1.2.1.2.1 Allgemeines	10
1.2.1.2.2 Flugerfahrung	11
1.2.1.2.3 Besatzungszeiten	11
1.2.2 Besatzung HB-ZUV	11
1.2.2.1 Kommandant	11
1.2.2.1.1 Allgemeines	11
1.2.2.1.2 Flugerfahrung Helikopter	12
1.2.2.2 Zweiter Pilot	12
1.2.2.2.1 Allgemeines	12
1.2.2.2.2 Flugerfahrung Helikopter	13
1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung	13
1.2.3.1 Flugverkehrsleiter ADC	13
1.2.3.1.1 Allgemeines	13
1.2.3.1.2 Zusätzliche Angaben	14
1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen	14
1.3.1 BAW 3ZL	14
1.3.2 HB-ZUV	14
1.4 Meteorologische Angaben	15
1.4.1 Allgemeine Wetterlage	15
1.4.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalles	15
1.4.3 Astronomische Angaben	15
1.4.4 Flugplatzwettermeldungen	15
1.5 Kommunikation	16
1.6 Angaben zu Flughafen und Luftraum	16
1.6.1 Allgemeines	16
1.6.2 Pistenausrüstung	16
1.6.3 Standardinstrumentenabflugrouten	16
1.7 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung	17
1.7.1 Flugbetriebsunternehmen Swiss Jet AG	17
1.7.1.1 Allgemeines	17
1.7.1.2 Training der Inspektoren des Bundesamtes für Zivilluftfahrt	17

1.7.1.3	Betrieb von Helikoptern mit einem bzw. zwei Piloten.....	18
1.7.2	Flugsicherungsunternehmen Skyguide	18
1.8	Angaben zu Sicherheitsnetzen	18
1.8.1	Luftfahrzeugseitige Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssysteme	18
1.8.1.1	Verkehrsflugzeug BAW 3ZL	18
1.8.1.2	Helikopter HB-ZUV	19
1.8.1.3	TCAS-Befehle im Kurvenflug.....	20
1.8.2	Bodenseitige Sicherheitsnetze	20
2	Analyse	22
2.1	Technische Aspekte	22
2.2	Menschliche und betriebliche Aspekte.....	22
2.2.1	Flugverkehrsleitung	22
2.2.2	Verfahren.....	23
2.2.3	Besatzung der HB-ZUV	23
2.2.4	Besatzung der BAW 3ZL	24
3	Schlussfolgerungen.....	25
3.1	Befunde.....	25
3.1.1	Technische Aspekte	25
3.1.2	Besatzung.....	25
3.1.3	Mitarbeiter der Flugsicherung	25
3.1.4	Verlauf des schweren Vorfalls	25
3.1.5	Rahmenbedingungen	25
3.2	Ursachen.....	26
4	Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen.....	27
4.1	Sicherheitsempfehlungen	27
4.2	Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	27

Schlussbericht

Zusammenfassung

Luftfahrzeug 1	
Eigentümer	LBI Leasing Ltd., Vereinigtes Königreich (UK)
Halter	British Airways, Harmondsworth, UK
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Luftfahrzeugmuster	A320-232
Eintragsstaat	Vereinigtes Königreich
Eintragszeichen	G-EUUD
Flugnummer	BA 713
Flugplankennzeichen	BAW 3ZL
Funkrufzeichen	<i>Speedbird three Zulu Lima</i>
Flugregeln	Instrumentenflug (<i>instrument flight rules – IFR</i>)
Betriebsart	Linienflug
Abflugort	Zürich (LSZH)
Bestimmungsort	London Heathrow (EGLL)
Luftfahrzeug 2	
Eigentümer	Air Engiadina AG, Samedan
Halter	Swiss Jet AG, Zürich-Flughafen
Hersteller	Agusta Westland, Costa di Sarnate, Italien
Luftfahrzeugmuster	Agusta Westland AW139
Eintragsstaat	Schweiz
Eintragszeichen	HB-ZUV
Flugplankennzeichen	HB ZUV
Funkrufzeichen	<i>Hotel Bravo Zulu Uniform Victor</i>
Flugregeln	IFR
Betriebsart	Privat, Trainingsflug
Abflugort	Zürich (LSZH)
Bestimmungsort	Les Eplatures (LSGC)
Ort	4 NM WSW des Flughafens Zürich
Datum und Zeit	29. Mai 2012, 12:03 UTC
ATS-Stelle	Platzverkehrsleitstelle Zürich
Luftraum	Klasse C
Geringster Abstand der Luftfahrzeuge	Horizontal 0.24 NM, vertikal 750 ft
Vorgeschriebene Mindeststaffelung	Horizontal 3 NM oder vertikal 1000 ft
Airprox-Kategorie	A (hohes Kollisionsrisiko), gemäss ICAO

Untersuchung

Der schwere Vorfall ereignete sich am 29. Mai 2012 um 12:03 UTC. Die Meldung traf am 30. Mai 2012 um ca. 11:10 UTC ein. Die Untersuchung wurde am 5. Juni 2012 eröffnet.

Die SUST meldete den schweren Vorfall an die Behörden des Vereinigten Königreichs. Das Land ernannte einen bevollmächtigten Vertreter. Der Untersuchungsbericht wird von der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST), Bereich Aviatik, veröffentlicht.

Kurzdarstellung

Am 29. Mai 2012 um 11:58:27 UTC meldete sich der Helikopter AW139, eingetragen als HB-ZUV, bei der Platzverkehrsleitstelle Zürich bereit für einen Instrumentenflug nach Les Eplatures. Der Platzverkehrsleiter erteilte der Besatzung der HB-ZUV darauf die Bewilligung, vom Heliport West zu starten und der Standardinstrumentenabflugroute (*standard instrument departure* – SID) WIL 2Q zu folgen. Um 11:59:09 UTC meldete sich die Besatzung des Verkehrsflugzeuges Airbus A320 der Fluggesellschaft British Airways mit dem Flugplankennzeichen BAW 3ZL vor der Piste 28 bei der Platzverkehrsleitstelle bereit zum Start und erhielt die Bewilligung, in die Startposition der Piste 28 einzurollen. Um 12:00:43 UTC erhielt sie die Startbewilligung und folgte der ihr zugewiesenen Standardinstrumentenabflugroute VE-BIT 3W. Die Besatzung der HB-ZUV wurde vom Flugverkehrsleiter *aerodrome control* (ADC) über die startende A320 informiert und meldete darauf Sichtkontakt zur Airbus. Die beiden Luftfahrzeuge folgten anfänglich einem Parallelkurs Richtung Westen. Der SID folgend erhielt die Besatzung der BAW 3ZL kurz nach dem Einleiten der Linkskurve einen Ausweichbefehl ihres Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystems (*traffic alert and collision avoidance system* – TCAS). Daraufhin erhöhte sie die Steigrate gemäss dem Ausweichbefehl und beendete die Linkskurve. Die Besatzung des Helikopters HB-ZUV leitete einen Sinkflug ein. Die beiden Luftfahrzeuge kreuzten sich in einer Distanz von horizontal 0.24 nautischen Meilen und vertikal 750 Fuss.

Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass der Flugverkehrsleiter Geschwindigkeit und Steigvermögen eines Helikopters unterschätzte, was zu einer gefährlichen Annäherung mit einem nachfolgend gestarteten Verkehrsflugzeug führte, die ein hohes Kollisionsrisiko aufwies.

Die folgenden Faktoren trugen zur Entstehung des schweren Vorfalls bei:

- Der Flugverkehrsleiter wies eine geringe Erfahrung in der Handhabung der verwendeten SID WIL 2Q und von Helikoptern im IFR-Betrieb auf.
- Der Flugverkehrsleiter täuschte sich bei der Beurteilung der Situation, weil er diese ausschliesslich nach Sicht und ohne das zur Verfügung stehende Hilfsmittel (*radar display*) vornahm.

Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung wurde keine Sicherheitsempfehlung ausgesprochen.

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Verlauf des schweren Vorfalls wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, Radardaten und die gespeicherten Daten des Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystems (*traffic alert and collision avoidance system* – TCAS) sowie die Aussagen von Besatzungsmitgliedern und Flugverkehrsleitern verwendet.

Beim Flugzeug BAW 3ZL war der Kommandant als fliegender Pilot (*pilot flying* – PF) und der Copilot als assistierender Pilot (*pilot not flying* – PNF) eingesetzt. Beim Helikopter HB-ZUV war der zweite Pilot auf dem rechten Sitz als fliegender Pilot und der Kommandant auf dem linken Sitz als assistierender Pilot eingesetzt.

Bei der Flugsicherung war die Platzverkehrsleitstelle Zürich mit dem Arbeitsplatz *aerodrome control* (ADC) beteiligt.

Beide Flüge wurden nach Instrumentenflugregeln durchgeführt.

1.1.2 Vorgeschichte

Im Kontrollturm Zürich waren alle vier vorgesehenen Arbeitsplätze besetzt.

Der Pilot des Helikopters HB-ZUV plante an diesem Tag die Durchführung zweier Flüge, je einen am Morgen und am Nachmittag. Zu diesem Zweck verlangte er bei der *airport authority* des Flughafens Zürich die Bewilligung, jeweils direkt vom Swissjet-Hangar aus zu starten. Da der Hangar und Vorplatz der Firma Swissjet ausserhalb des offiziellen Flughafengeländes lag, waren die Helikopterbewegungen auf diesem Areal bewilligungspflichtig und auf einzelne Bewegungen pro Tag beschränkt. Die *airport authority* lehnte weitere Starts direkt vom Swissjet-Hangar ab. Der Pilot flog deshalb zuerst zum Heliport West und führte seine Flüge von dort aus. Während des Fluges am Morgen nahm er als Sachverständiger eine Prüfung einer anderen Besatzung ab.

Der Flug der HB-ZUV am Nachmittag sollte dem Piloten zur Aufrechterhaltung des eigenen Flugtrainings auf diesem Luftfahrzeugmuster im Rahmen seiner Tätigkeit als Inspektor des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) dienen. Auf diesem Flug übernahm er die Aufgabe des assistierenden Piloten (*pilot not flying* – PNF) und überliess das Steuer dem zweiten Piloten.

1.1.3 Verlauf des schweren Vorfalls

Am Nachmittag des 29. Mai 2012 meldete sich die Besatzung des Helikopters HB-ZUV vom Heliport West aus bei *Zürich delivery* und verlangte die Startfreigabe (*clearance*) für einen IFR-Flug nach Les Eplatures. Der Kommandant beantragte beim Flugverkehrsleiter *clearance delivery* (CLD) eine Standardinstrumentenabflugroute (*standard instrument departure* – SID) vom Heliport West aus benutzen zu können. Nach Rücksprache mit dem *supervisor* wurde dies bewilligt und der Besatzung der HB-ZUV die SID Willisau 2Q von Piste 16 aus zugeteilt. Diese SID folgt zuerst der Pistenachse 16 und führt dann mit einer Rechtskurve in Richtung VOR Willisau.

Der Flugverkehrsleiter *aerodrome control* (ADC) war über den bevorstehenden Start der HB-ZUV informiert. Da im IFR-Abflugverkehr gerade eine Lücke von einigen Minuten bestand, versuchte der Flugverkehrsleiter ADC zwischen 11:51:43 UTC und 11:57:16 UTC mehrmals, Funkverbindung zur Besatzung der

HB-ZUV aufzunehmen, um den Helikopter während der Lücke im Abflugverkehr starten zu lassen und damit Verspätungen für den übrigen Verkehr zu vermeiden. Die Besatzung der HB-ZUV meldete sich um 11:58:27 UTC bereit für den Start und erhielt vom Flugverkehrsleiter ADC umgehend die Starterlaubnis: „*Hotel Uniform Victor, roger, depart own discretion Heliport, wind three four zero degrees three knots, and join the Willisau two Quebec departure and follow the standard departure route*“. Diese Bewilligung wurde von der Besatzung der HB-ZUV bestätigt.

Grundsätzlich wird zur zeitlichen Staffelung von Abflügen das *tower approach coordination system* (TACO) verwendet. Dieses System schlägt ein Zeitintervall zwischen aufeinanderfolgenden Abflügen vor. Der diensthabende FVL kann diesen Wert je nach Situation und vorherrschenden Umgebungsfaktoren anpassen. Das Zeitintervall kann durch eine Koordination zwischen Platz- und Abflugverkehrsleitstelle entsprechend verkürzt werden, um Sonderfällen gerecht zu werden oder die Effizienz zu verbessern.

Wenige Sekunden nach dem Start der HB-ZUV meldete sich um 11:59:04 UTC die Besatzung eines Flugzeuges Airbus A320 der British Airways mit dem Rufzeichen *Speedbird three Zulu Lima* beim Flugverkehrsleiter ADC vor der Piste 28 bereit für den Start und erhielt die Bewilligung, in die Startposition der Piste 28 zu rollen. Der Flugverkehrsleiter ADC beobachtete den Flugverlauf des rund zwei Minuten zuvor gestarteten Helikopters HB-ZUV und stellte fest, dass dieser immer noch der Pistenachse 16 folgte. Deshalb entschied er sich, nach Absprache mit der Bodenverkehrsleitstelle (*ground* – GRO) und der Abflugverkehrsleitstelle (*departure* – DEP), die BAW 3ZL sofort starten zu lassen. Dies in der Annahme, dass die Airbus A320 den Helikopter nach kurzer Zeit überhöht haben und das Kreuzen der beiden SID keinen Konflikt darstellen würde. Er erteilte deshalb der Besatzung der BAW 3ZL um 12:00:43 UTC die Startfreigabe: „*Speedbird three Zulu Lima, wind zero ... three six zero degrees three knots, runway two eight cleared for take off*.“ Die Besatzung der BAW 3ZL leitete den Startvorgang ein und folgte nach dem Abheben der SID VEBIT 3W.

Um 12:01:03 UTC gab der Flugverkehrsleiter ADC der Besatzung der HB-ZUV folgenden Verkehrshinweis: „*Heli Uniform Victor, traffic is an Airbus departing on two eight, will overtake you on the right side*“, was wie folgt bestätigt wurde: „*looking out, Hotel Uniform Victor*.“ Um 12:01:42 UTC meldete die Besatzung der HB-ZUV: „*Airbus in sight, Hotel Uniform Victor*.“ Inzwischen hatte der Flugverkehrsleiter *ground* mit der Abflugleitstelle eine höhere Flugfläche für BAW 3ZL koordiniert, damit diese die Höhe von 5000 ft zügig durchfliegen könne. Der Flugverkehrsleiter ADC gab deshalb um 12:01:49 UTC der Besatzung der BAW 3ZL die Freigabe, auf Flugfläche (*flight level* – FL) 120 zu steigen, und erteilte anschliessend einen Verkehrshinweis: „*Speedbird three Zulu Lima, Helicopter is joining behind you, has you in sight, no factor*.“

Der Flugverkehrsleiter ADC beobachtete die beiden Luftfahrzeuge nach Sicht und war der Meinung, die Airbus A320 werde den Helikopter vor der Kreuzung der beiden SID problemlos überhöht haben. Dabei erschien ihm der relativ grosse Helikopter AW139 noch ziemlich nahe am Flughafen zu sein. Er verzichtete in dieser Phase darauf, das *radar display* zu konsultieren.

Um 12:02:57 UTC, die BAW 3ZL hatte in der Linkskurve einen Steuerkurs von 197 Grad erreicht, gab der TCAS-Computer der BAW 3ZL einen Ausweichbefehl (*resolution advisory* – RA) vom Typ „*climb climb*“ aus, der eine Steigrate von 1500 – 2000 ft/min verlangte. Ungefähr gleichzeitig erkannte der Flugverkehrsleiter durch einen Blick auf das *radar display*, dass es zu einem Konflikt gekommen war. Aus diesem Grund fragte er um 12:02:58 UTC die Helikopterbesatzung, ob

sie die Airbus in Sicht habe: „*Heli Uniform Victor, confirm you have the Airbus xxx in sight?*“ Um 12:03:01 UTC meldete sich die Besatzung der BAW 3ZL wie folgt: „*Speedbird three Zulu Lima, TCAS RA.*“ Das Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystem (*traffic alert and collision avoidance system – TCAS*) hatte den RA „*climb, climb*“ ausgegeben, der kurz darauf auf „*adjust vertical speed, adjust*“ abgeschwächt wurde. Es gelang der Besatzung, kurz Sichtkontakt zum Helikopter HB-ZUV herzustellen. Das Flugzeug BAW 3ZL war zu diesem Zeitpunkt mit reduzierter Steigrate am Beschleunigen, um die Auftriebshilfen einzufahren. Der PF schaltete den Autopiloten aus und steuerte das Flugzeug manuell. Er setzte die begonnene Linkskurve für kurze Zeit fort und ging dann in einen geradlinigen Steigflug über, was die BAW 3ZL in Richtung des Helikopters HB-ZUV führte.

Die Besatzung der HB-ZUV hatte gemäss ihren Aussagen Sichtkontakt zur Airbus A320. Als diese auf der SID eine Linkskurve einleitete und sich schnell auf die HB-ZUV zubewegte, entschied sich deren PF um 12:03:07 UTC, 5000 ft zu verlassen und einen Sinkflug einzuleiten, der mit einer Sinkrate von rund 1500 ft/min durchgeführt wurde und bis nach 4500 ft *above mean sea level* (AMSL) führte.

Die beiden Luftfahrzeuge kreuzten sich um 12:03:17 UTC in einer Distanz von horizontal 0.24 NM und vertikal 750 ft (vgl. Abbildung 2). Nach dem Kreuzen flog die Besatzung der BAW 3ZL noch rund 2 NM auf einem südlichen Steuerkurs, bevor sie eine Rechtskurve Richtung Wegpunkt BREGO einleitete und wieder auf die SID VEBIT 3W zurückkehrte. Der Helikopter HB-ZUV folgte weiterhin der SID Willisau 2Q. Die beiden Luftfahrzeuge setzten ihre Flüge zu ihren Bestimmungsorten fort.

1.1.4 Ort und Zeit des schweren Vorfalls

Geografische Position	4 NM westsüdwestlich des Flughafens Zürich
Datum und Zeit	29. Mai 2012, 12:03 UTC
Beleuchtungsverhältnisse	Tag
Höhe über Meer bzw. Flugfläche	5000 ft AMSL

1.2 Angaben zu Personen

1.2.1 Flugbesatzung BAW 3ZL

1.2.1.1 Kommandant

1.2.1.1.1 Allgemeines

Person	Staatsbürger des Vereinigten Königreiches, Jahrgang 1964
Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>airline transport pilot licence aeroplane – ATPL(A)</i>) nach <i>joint aviation requirements</i> (JAR), ausgestellt durch die UK Civil Aviation Authority.
Berechtigungen	Musterberechtigung Airbus A320, gültig bis 31. Juli 2012.
Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Flugzeug IR(A) Instrumentenanflüge auf Airbus A320, letztmals verlängert am 14. Juli 2011,

		gültig bis 31. Juli 2012.
	Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>line check</i> am 11. November 2011 <i>licence proficiency check</i> am 14. Juli 2011 <i>operator proficiency check</i> am 28. Januar 2012
	Ausbildung bezüglich ACAS	<i>initial ACAS training</i> im Januar 1989 <i>recurrent ACAS training</i> am 28. Januar 2012
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkungen: VDL (muss Brille tragen und Ersatzbrille mitführen) Beginn der Gültigkeit 29. Dezember 2011, Ablauf der Gültigkeit 5. Januar 2013.
	Letzte fliegerärztliche Untersuchung	29. Dezember 2011
	Beginn der fliegerischen Ausbildung	November 1989
1.2.1.1.2	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	15 700 h
	Auf dem Vorfallmuster	2500 h
	Während der letzten 90 Tage	209 h
	Davon auf dem Vorfallmuster	209 h
	Während der letzten 24 h	3:36 h
	Davon auf dem Vorfallmuster	3:36 h
1.2.1.1.3	Besatzungszeiten	
	Beginn der Dienste in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	27. Mai 2012, 10:30 UTC 28. Mai 2012, dienstfrei 29. Mai 2012, 05:00 UTC
	Dienstende in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	27. Mai 2012, 21:44 UTC 28. Mai 2012, dienstfrei
	Flugdienstzeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	27. Mai 2012, 11:14 h 28. Mai 2012, dienstfrei
	Ruhezeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	27. Mai auf 29. Mai 2012, > 24 h
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	7:03 h
1.2.1.2	Copilot	
1.2.1.2.1	Allgemeines	
	Person	Staatsbürger des Vereinigten Königreiches, Jahrgang 1983
	Lizenz	Führerausweis für Berufspiloten auf Flächenflugzeugen (<i>commercial pilot licence aeroplane</i> – CPL(A)) nach JAR, ausgestellt durch die UK Civil Aviation Authority.
	Berechtigungen	Musterberechtigung Airbus A320, gültig bis 31. Juli 2012.

	Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Flugzeug IR(A) Instrumentenanflüge auf Airbus A320, letztmals verlängert am 16. Juli 2011, gültig bis 31. Juli 2012.
	Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>line check</i> am 15. Juni 2010 <i>licence proficiency check</i> am 9. Juli 2011 <i>operator proficiency check</i> am 9. Juli 2011
	Ausbildung bezüglich ACAS	<i>initial ACAS training</i> im Mai 2008 <i>recurrent ACAS training</i> am 9. Juli 2011
	Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkungen: keine. Beginn der Gültigkeit 1. Mai 2011, Ablauf der Gültigkeit 31. Juli 2012.
	Letzte fliegerärztliche Untersuchung	1. Mai 2011
	Beginn der fliegerischen Ausbildung	Oktober 2006
1.2.1.2.2	Flugerfahrung	
	Gesamthaft	2721 h
	Auf dem Vorfallmuster	2615 h
	Während der letzten 90 Tage	195 h
	Davon auf dem Vorfallmuster	195 h
	Während der letzten 24 h	1:40 h
	Davon auf dem Vorfallmuster	1:40 h
1.2.1.2.3	Besatzungszeiten	
	Beginn der Dienste in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	27. Mai 2012, 10:45 UTC 28. Mai 2012, dienstfrei 29. Mai 2012, 05:15 UTC
	Dienstende in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	27. Mai 2012, 21:30 UTC 28. Mai 2012, dienstfrei
	Flugdienstzeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	27. Mai 2012, 10:45 h 28. Mai 2012, dienstfrei
	Ruhezeiten in den 48 Stunden vor dem schweren Vorfall	27. Mai auf 29. Mai 2012, > 24 h
	Flugdienstzeit zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls	6:48 h
1.2.2	Besatzung HB-ZUV	
1.2.2.1	Kommandant	
1.2.2.1.1	Allgemeines	
	Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1962
	Lizenz	Führerausweis für Verkehrspiloten auf Helikoptern (<i>airline transport pilot licence helicopter</i> – ATPL(H)) nach <i>European aviation safety agency</i> (EASA), ausgestellt durch das BAZL am 31. August 2007.

Berechtigungen	Musterberechtigung A139, gültig bis 31. Januar 2013, mit Ausbilder-Berechtigung für Einpiloten-Betrieb (<i>type rating instructor</i> TRI(H)SP) A139, gültig bis 31. Januar 2013. Musterberechtigung A139 MP PIC, gültig bis 31. Dezember 2012, mit Ausbilder-Berechtigung Mehrpiloten-Betrieb (<i>type rating instructor</i> TRI(H)MP) A139, gültig bis 31. Januar 2013.
Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Helikopter IR(H). Instrumentenanflüge IR Cat I auf A139, gültig bis 31. Januar 2013. Instrumentenanflüge IR Cat I auf A139 MP PIC, gültig bis 31. Dezember 2012.
Letzte Befähigungsüberprüfung	<i>licence proficiency check</i> 17. Januar 2012
Ausbildung bezüglich ACAS	<i>initial ACAS training</i> anlässlich Erwerb <i>type rating</i> Cessna C560XL <i>recurrent ACAS training</i> im Juni 2012 auf Flugzeug Simulator Cessna C750
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, Einschränkungen: keine Beginn der Gültigkeit 6. Oktober 2011, Ablauf der Gültigkeit 23. Oktober 2012.
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	6. Oktober 2011
Beginn der fliegerischen Ausbildung auf Helikoptern	1980

Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der Pilot den Flug ausgeruht und gesund antrat. Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle gespielt hat.

1.2.2.1.2 Flugerfahrung Helikopter

Gesamthaft	8472 h
Auf dem Vorfallmuster	276 h
Während der letzten 90 Tage	78:31 h
Davon auf dem Vorfallmuster	7:03 h
Während der letzten 24 h	0:58 h
Davon auf dem Vorfallmuster	0:58 h

1.2.2.2 Zweiter Pilot

1.2.2.2.1 Allgemeines

Person	Französischer Staatsbürger, Jahrgang 1965
Lizenz	Führerausweis für Berufspiloten auf Helikoptern (<i>commercial pilot licence helicopter</i> – CPL(H)) nach JAR, ausgestellt

Berechtigungen	durch das BAZL am 21. Dezember 2007. Musterberechtigung A139, verfallen am 22. Dezember 2011.
Instrumentenflugberechtigung	Instrumentenflug Helikopter IR(H). Instrumentenanflüge IR Cat I auf A139, verfallen am 22. Dezember 2011.
Letzte Befähigungsüberprüfung	Januar 2011
Ausbildung bezüglich ACAS	Keine
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1 für <i>single pilot operation</i> , Einschränkungen: keine. Beginn der Gültigkeit 4. Mai 2012, Ablauf der Gültigkeit: 30. November 2012.
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	4. Mai 2012
Beginn der fliegerischen Ausbildung	Helikopter: 1985

Alle vorliegenden Angaben deuten darauf hin, dass der Pilot den Flug ausgeruht und gesund antrat. Es liegen keine Hinweise vor, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls Ermüdung eine Rolle gespielt hat.

1.2.2.2.2 Flugerfahrung Helikopter

Gesamthaft	14 000 h
Auf dem Vorfallmuster	unbekannt
Während der letzten 90 Tage	150 h
Davon auf dem Vorfallmuster	0 h

1.2.3 Mitarbeiter der Flugsicherung

1.2.3.1 Flugverkehrsleiter ADC

1.2.3.1.1 Allgemeines

Funktion	<i>Aerodrome control (ADC)</i>
Person	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1979
Arbeitstage vor Vorfalltag	27. Mai 2012, dienstfrei 28. Mai 2012, 13:10 bis 20:10 UTC
Dienstbeginn Vorfalltag	29. Mai 2012, 11:15 UTC
Lizenz	Ausweis für Flugverkehrsleiter (<i>air traffic controller licence</i>) basierend auf Richtlinie 2006/23 der europäischen Gemeinschaft, erstmals ausgestellt durch das BAZL am 17. Juli 2003, gültig bis 13. August 2013. <i>English level 5</i> , gültig bis 8. Juli 2014.
Relevante Berechtigungen:	ADI, LSZH TWR gültig bis 13. August 2013.
Medizinische Tauglichkeit	Klasse 3, ohne Einschränkungen, gültig bis 13. August 2013.

1.2.3.1.2 Zusätzliche Angaben

Gemäss Angaben des Flugverkehrsleiters habe er in seiner achtjährigen Arbeitspraxis ein einziges Mal einem abfliegenden Luftfahrzeug, einem Flugzeug, die SID Willisau 2Q erteilt. Weiter gab der Flugverkehrsleiter an, dass die Flugsicherung mit Helikoptern im IFR-Betrieb in Zürich generell nur über eine geringe Erfahrung verfüge.

1.3 Angaben zu den Luftfahrzeugen

1.3.1 BAW 3ZL

Eintragungszeichen	G-EUUD
Luftfahrzeugmuster	Airbus A320-232
Charakteristik	Zweistrahliges Kurz- und Mittelstreckenflugzeug
Hersteller	Airbus S.A.S., Toulouse, Frankreich
Baujahr	2002
Eigentümer	LBI Leasing Ltd., Vereinigtes Königreich
Halter	British Airways
Relevante Ausrüstung	TCAS II

1.3.2 HB-ZUV

Eintragungszeichen	HB-ZUV
Luftfahrzeugmuster	Agusta Westland AW139
Charakteristik	Zweimotoriger Mehrzweckhelikopter mit maximal 14 Sitzplätzen
Hersteller	Agusta Westland, Costa di Sarnate, Italien
Baujahr	2009
Eigentümer	Air Engiadina AG, Samedan
Halter	Swiss Jet AG, Zürich-Flughafen
Relevante Ausrüstung	Verkehrshinweissystem (<i>traffic advisory system</i> – TAS)



Abbildung 1: Bild der HB-ZUV zur Veranschaulichung

1.4 Meteorologische Angaben

1.4.1 Allgemeine Wetterlage

Die Schweiz lag am Ostrand einer flachen Hochdruckbrücke, die von Island über die britischen Inseln bis nach Madeira reichte.

1.4.2 Wetter zur Zeit des schweren Vorfalls

Das Wetter war trocken und vorwiegend sonnig mit 2/8 Quellwolken in Form von auftürmender Cumulus (*towering cumulus*).

1.4.3 Astronomische Angaben

Sonnenstand Azimut: 202° Höhe: 63°

Beleuchtungsverhältnisse Tag

1.4.4 Flugplatzwettermeldungen

In der Zeit von 11:50 UTC bis zum schweren Vorfall war die folgende Flugplatzwettermeldung (*meteorological aerodrome report – METAR*) gültig:

METAR LSZH 291150Z VRB03KT 9999 FEW055TCU 24/11 Q1015 NOSIG

Ausgeschrieben bedeutet dies:

Am 29. Mai 2012 wurden kurz vor der Ausgabezeit der Flugplatzwettermeldung von 11:50 UTC auf dem Flugplatz Zürich die folgenden Wetterbedingungen beobachtet:

Wind Windrichtungsvariation grösser als 180 Grad, 3 kt

Meteorologische Sicht 10 km und mehr

Niederschläge keine

Bewölkung 1/8 – 2/8 *towering cumulus* auf 5500 ft AAL¹

¹ AAL: *above aerodrome level* – über Flugplatzbezugshöhe

Temperatur	24 °C
Taupunkt	11 °C
Luftdruck (QNH)	1015 hPa, Druck reduziert auf Meereshöhe, berechnet mit den Werten der ICAO-Standardatmosphäre
Landewetterprognose	Keine signifikanten Änderungen zu erwarten.

Die Annäherung erfolgte auf einer Druckhöhe von rund 4900 ft und damit unterhalb der Wolkenbasis. Gemäss einer Augenbeobachtung vom Flughafen Zürich betrug die meteorologische Sichtweite 30 km.

1.5 Kommunikation

Die Kommunikation zwischen der Flugverkehrsleitung und den am schweren Vorfall beteiligten Besatzungen verlief ohne Probleme.

1.6 Angaben zu Flughafen und Luftraum

1.6.1 Allgemeines

Der Flughafen Zürich liegt im Nordosten der Schweiz.

Die Pisten des Flughafens Zürich weisen folgende Abmessungen auf:

Pistenbezeichnung	Abmessungen	Höhe der Pistenschwellen
16/34	3700 x 60 m	1390/1388 ft AMSL
14/32	3300 x 60 m	1402/1402 ft AMSL
10/28	2500 x 60 m	1391/1416 ft AMSL

Die Bezugshöhe des Flughafens beträgt 1416 ft AMSL und als Bezugstemperatur sind 24.0 °C festgelegt.

Der Heliport liegt im Westen des Flughafens zwischen den Pisten 28 und 16.

1.6.2 Pistenausrüstung

Der Flughafen Zürich zeichnet sich durch ein System von drei Pisten aus, wobei sich zwei dieser Pisten (16 und 28) im Bezugspunkt (*airport reference point*) kreuzen. Die Anflugschneisen zweier weiterer Pisten (16 und 14) schneiden sich ungefähr 850 Meter nordwestlich der Pistenschwelle 14.

1.6.3 Standardinstrumentenabflugrouten

Den beiden am schweren Vorfall beteiligten Luftfahrzeugen wurden die folgenden Standardinstrumentenabflugrouten (*standard instrument departure – SID*) zugeteilt:

VEBIT 3W: (BAW 3ZL)

Climb straight ahead. At D2.3 KLO turn left. Intercept R055 WIL. Proceed via BREGO, ZH554, ZH558 to VEBIT. Initial climb clearance 5000 ft. Cross BREGO at 5000 ft or above, ZH554 at 6000 ft or above, ZH558 at 7000 ft or above. When instructed, contact Zurich DEP 125.950.

WIL 2Q: (HB-ZUV)

Climb straight ahead. Short visual right turn, but not before D1 KLO or when instructed by ATC. Turn within 3 NM of KLO. Establish TR270 to intercept R055 WIL. Proceed via BREGO, ZH555, ZH551 to WIL. Initial climb clearance 5000 ft,

maintain visual ground contact to 4400 ft. Cross BREGO at 5000 ft or above, ZH555 at 6000 ft or above, ZH551 at 7000 ft or above. When instructed contact Zurich DEP 125.950.

Bei der Standardinstrumentenabflugroute WIL 2Q handelt es sich um eine sehr selten zugewiesene SID, die nur Propellerflugzeugen und ausschliesslich bei guten Sichtverhältnissen zugewiesen wird. Die Rechtskurve nach dem Start wird nach Sicht durchgeführt und erfolgt zwischen 1 und 3 NM Entfernung vom KLO VOR.

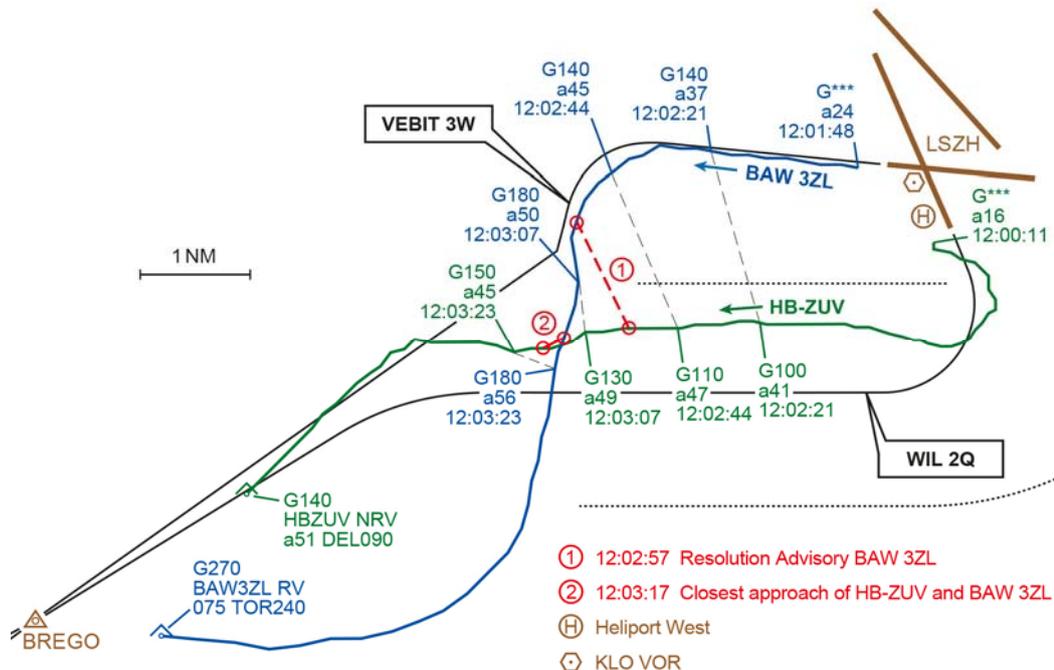


Abbildung 2: Die beiden Sollkurse der SID VEBIT 3W und WIL 2Q ab dem Flughafen Zürich sind als schwarze Linien eingezeichnet. Schwarz gepunktet sind die Grenzen des Flugerwartungsgebietes eines Teils der SID Willisau 2Q eingetragen, wobei als Grundlage die Vorgaben des SID diene. Der Flugweg der HB-ZUV ist als grüne Linie, derjenige der BAW 3ZL als blaue Linie dargestellt. Die Radaretiketten bestehen aus drei Zeilen, welche die folgenden Informationen enthalten: 1. Zeile: Geschwindigkeit gegenüber Grund (*ground-speed*) in Knoten; 2. Zeile: Flughöhe in Hektofuss; 3. Zeile: Zeit in UTC. Die rot gestrichelten Linien zeigen die Zeitpunkte der *resolution advisory* des TCAS der BAW 3ZL ①, respektive den Zeitpunkt des geringsten Abstandes zwischen den beiden Luftfahrzeugen ②.

1.7 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.7.1 Flugbetriebsunternehmen Swiss Jet AG

1.7.1.1 Allgemeines

Zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls betrieb die Firma Swiss Jet AG zwei Helikopter vom Typ Agusta Westland AW139. Vier weitere Helikopter des baugleichen Typs Agusta Bell AB139 wurden von einer anderen Firma vorwiegend im Ausland betrieben.

1.7.1.2 Training der Inspektoren des Bundesamtes für Zivilluftfahrt

Um den Trainingsstand der Inspektoren des Bundesamtes für Zivilluftfahrt aufrechtzuerhalten, hatten zwei der Inspektoren Zugang zu den beiden AW139 der Firma Swiss Jet AG. Zwischen der Firma Swiss Jet AG und dem Bundesamt für Zivilluftfahrt bestand eine mündliche Vereinbarung über die Vermietung der beiden AW139. Die beiden Inspektoren hatten, sofern die Helikopter nicht auf Ein-

sätzen der Swiss Jet AG waren, zwecks Aufrechterhaltung ihres Trainingsstandes jederzeit Zugang zu diesen.

1.7.1.3 Betrieb von Helikoptern mit einem bzw. zwei Piloten

Das Helikoptermuster AW139 kann im Sicht- und im Instrumentenflugbetrieb entweder mit einer Mehrmannbesatzung (*multi pilot* – MP) oder im Einpilotenbetrieb (*single pilot* – SP) geflogen werden. Für den Betrieb mit einer Mehrmannbesatzung müssen beide Piloten über eine Musterberechtigung AW139 mit Berechtigung für MP-*operation* verfügen. Der grösste Teil der Piloten von Swiss Jet AG verfügte über die Berechtigung, das Muster AW139 als Bordkommandant im Einpilotenbetrieb zu fliegen; einige wenige Piloten verfügten über die Berechtigung zum Fliegen der AW139 als Zweimannbesatzung. Gemäss Angaben der Firma Swiss Jet AG wurden die AW139 allerdings immer mit zwei Piloten betrieben, wobei der zweite Pilot nicht über eine gültige Musterberechtigung verfügen musste, sondern lediglich auf der Pilotenliste im Flugbetriebshandbuch von Swiss Jet AG aufgeführt sein musste.

Das allgemeine Flugbetriebshandbuch (*flight operations manual* – FOM) von Swiss Jet AG, Revision 30 vom 5. April 2012 legte unter anderem folgendes fest:

„2.3 *Mindestbesatzung generell: Die Mindestbesatzung richtet sich nach dem AFM des entsprechenden Luftfahrtmusters.*

2.4. *Mindestbesatzung VFR: 1 Pilot. VFR-Flüge mit Passagieren werden nach Bedarf mit zwei Piloten durchgeführt.*

2.5. *Mindestbesatzung IFR: 1 Pilot. IFR-Flüge mit Passagieren werden nach Bedarf mit zwei Piloten durchgeführt.“*

Auf dem Flug vom 29. Mai 2012, auf dem sich der schwere Vorfall ereignete, war der fliegende Pilot auf dem rechten Sitz ein nebenamtlicher Pilot der Swiss Jet AG. Er verfügte über eine am 22. Dezember 2011 verfallene Musterberechtigung A139 im Einmannbetrieb (*single pilot*) und eine am selben Datum verfallene Instrumentenflugberechtigung für das Muster AW139. Er war nicht im Besitz einer Musterberechtigung zum Betrieb der AW139 im Zweipilotenbetrieb und hatte auch zuvor nie eine solche erworben.

Der Pilot auf dem linken Sitz verfügte sowohl über eine gültige Musterberechtigung AW139 SP als auch MP sowie über eine Berechtigung als Fluglehrer für Helikopter sowohl für den Ein- als auch für den Mehrpilotenbetrieb (TRI(H)SP / TRI(H) MP).

1.7.2 Flugsicherungsunternehmen Skyguide

Wie Abklärungen im Flugsicherungsunternehmen Skyguide ergaben, sei es gemäss Kadermitgliedern und Vertretern der Sicherheitsabteilung gängige Praxis, das Radarsystem in Platzverkehrsleitstellen nur bei eingeschränkter Sicht zu verwenden. Der Verkehr in der Flugplatzumgebung werde vornehmlich nach Sicht abgewickelt. Diese Praxis wurde auch in anderen Untersuchungen festgestellt.

1.8 Angaben zu Sicherheitsnetzen

1.8.1 Luftfahrzeugeitige Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssysteme

1.8.1.1 Verkehrsflugzeug BAW 3ZL

Die Airbus A320 G-EUUD von British Airways war mit einem Verkehrswarn- und Kollisionsverhinderungssystem (*traffic alert and collision avoidance system* – TCAS) des Herstellers Honeywell ausgerüstet. Nach dem Abheben auf Piste 28

verlief der Flugweg der BAW 3ZL anfänglich westwärts und somit parallel zum Flugweg des Helikopters HB-ZUV. Mit dem Beginn der Linkskurve rund zwei nautische Meilen nach dem Überfliegen des Pistenendes von Piste 28 begann eine rasche Annäherung der BAW 3ZL an die HB-ZUV. Die Flugwege wiesen jetzt einen Kreuzungspunkt auf. Als im Verlauf der Kurve nach links die Flugwegextrapolationen des TCAS-Computers ergaben, dass der vertikale Abstand zwischen den beiden Flugzeugen zum Zeitpunkt der nächsten Annäherung (*closest point of approach* – CPA) einen minimalen Wert unterschreiten würde, gab das TCAS zuerst einen Verkehrshinweis „*traffic traffic*“ aus. Dieser wechselte in der Folge rasch zu einem Ausweichbefehl, der mit dem akustischen Befehl „*climb climb*“ die Ausweichrichtung nach oben und mit einem im *vertical speed display* eingeblendeten grünen Bereich die zu erzielende Steigrate von 1500 – 2000 ft/min vorgab. Der Kommandant der BAW 3ZL, der als *pilot flying* tätig war, schaltete den Autopiloten und den *flight director* aus und folgte unverzüglich dem Ausweichbefehl.

Die BAW 3ZL befand sich zum Zeitpunkt des Ausschaltens von Autopilot und *flight director* in einer Linkskurve zwecks Anschneidens der Standlinie (*radial*) 055 *inbound* zum UKW-Drehfunkfeuer Willisau. Im Verlauf des vertikalen Ausweichmanövers behielt das Flugzeug die aktuelle Querlage länger als für das Anschneiden des *WIL R055 inbound* erforderlich, drehte dadurch ungefähr 15° weiter nach Süden (oder nach links) und folgte der SID nicht mehr.

Gemäss den Angaben des Flugzeugherstellers gelten die in Abbildung 3 dargestellten Anweisungen, die von der Besatzung auswendig zu beherrschen sind.

TCAS WARNINGS	
■ Traffic advisory: “TRAFFIC” messages:	
	Do not perform a maneuver based on a TA alone.
■ Resolution advisory : All “CLIMB” and “DESCEND” or “MAINTAIN VERTICAL SPEED MAINTAIN” or “LEVEL OFF, LEVEL OFF” or “MONITOR VERTICAL SPEED” type messages:	
AP (if engaged).....	OFF
BOTH FDs.....	OFF
	Respond promptly and smoothly to an RA by adjusting or maintaining the pitch, as required, to reach the green area and/or avoid the red area of the vertical speed scale.
<i>Note:</i>	<i>Avoid excessive maneuvers while aiming to keep the vertical speed just outside the red area of the VSI, and within the green area. If necessary, use the full speed range between Vαmax and VMAX.</i>
	Respect stall, GPWS, or windshear warning.
	Notify ATC.
● GO AROUND procedure must be performed when an RA “CLIMB” or “INCREASE CLIMB” is triggered on final approach:	
<i>Note:</i>	<i>Resolution Advisories (RA) are inhibited below 900 ft.</i>
■ When “CLEAR OF CONFLICT” is announced:	
	Resume normal navigation in accordance with ATC clearance.
	AP/FD can be re-engaged as desired.

Abbildung 3: Auszug aus dem *quick reference handbook* des am schweren Vorfall beteiligten Verkehrsflugzeugmusters Airbus A320 zum Umgang mit TCAS-Warnungen. Das Verfahren des Flugzeugherstellers findet sich in identischer Form in den Unterlagen des Flugbetriebsunternehmens.

Dieses Verfahren sagt nichts aus für den Fall, dass ein TCAS *resolution advisory* in einer Kurve auftritt.

1.8.1.2 Helikopter HB-ZUV

Der Helikopter AW139 HB-ZUV war mit einem Verkehrshinweissystem (*traffic advisory system* – TAS) vom Typ Honeywell KTA 970 ausgerüstet. Ein solches

System entspricht den Anforderungen an ein TCAS I. Der wesentliche Unterschied zum TCAS II besteht darin, dass ein TAS nur Verkehrshinweise (*traffic advisories*) ausgeben kann, nicht aber Ausweichbefehle.

In der Betriebsanleitung des KTA 970 ist unter anderem Folgendes festgehalten:

- „*The KTA 970 is approved for VFR and IFR operation as an aid to visually acquiring traffic.*“
- *The pilot must maneuver the helicopter based only on ATC guidance or positive visual acquisition of the conflicting aircraft.*“

Als Reaktion auf die sowohl im PFD erscheinende Warnung *TRAFFIC* und die dazugehörige *aural warning* „*traffic traffic*“ wird folgendes verlangt:

- „*The crew should attempt to gain visual contact with the intruder and be prepared to manoeuvre upon visual acquisition.*“

Dabei ist das Gerät so ausgelegt, dass 30 Sekunden bevor unter Beibehaltung des aktuellen Flugweges ein vertikaler Abstand von 800 Fuss zum sich nähernden Luftfahrzeug unterschritten würde, der Hinweis „*traffic traffic*“ ausgelöst wird.

Das in der HB-ZUV installierte TAS warnte die Besatzung mit dem akustischen Verkehrshinweis „*traffic traffic*“ über die sich nähernde BAW 3ZL. Die Position der BAW 3ZL, deren Richtung und die Höhe in Bezug auf die HB-ZUV, musste die Besatzung des Helikopters nach Sicht sowie mit Hilfe ihrer Navigations-Anzeige selber erkennen und beurteilen. Der *pilot flying* der HB-ZUV, der die A320 von British Airways visuell erkannte und zudem vom Kontrollturm auf die BAW 3ZL hingewiesen worden war, führte einen Sinkflug um etwa 500 ft aus, um unterhalb des Flugweges der BAW 3ZL zu bleiben. Die durch die Besatzung der British Airways Airbus A320 erhöhte Steigrate und der durch die Besatzung der HB-ZUV eingeleitete Sinkflug führten zum Zeitpunkt der nächsten Annäherung zu einem vertikalen Abstand von 750 Fuss.

1.8.1.3 TCAS-Befehle im Kurvenflug

Abklärungen im Rahmen der Untersuchung ergaben, dass zum Zeitpunkt des schweren Vorfalls keine Verfahren, Vorschriften oder Normen in Kraft waren, welche das Soll-Verhalten einer Besatzung beschreiben, die während eines Kurvenfluges eine TCAS *resolution advisory* erfährt. Das System TCAS II gibt einzig vertikale Ausweichbefehle, die dazu führen sollen, dass der vertikale Abstand zwischen zwei Luftfahrzeugen einen Minimalwert nicht unterschreitet. Ist bei einem Ausweichbefehl nach oben zu wenig Energie vorhanden, um die verlangte Steigrate zu erzielen, weil sich das Flugzeug in einer Kurve befindet, kann es sinnvoll sein, die Kurve zu beenden, um damit die Steigrate zu erhöhen. Im vorliegenden Fall deutet alles darauf hin, dass die vom TCAS RA verlangte Steigrate der BAW 3ZL auch im Kurvenflug hätte erreicht werden können.

1.8.2 Bodenseitige Sicherheitsnetze

Die Platzverkehrsleitstelle Zürich war mit einem bodenseitigen Konfliktwarnsystem (*short term conflict alert system* – STCA) ausgerüstet. Dieses System sowie dessen Anwendung sind im *air traffic management manual (ATMM) Switzerland*, in Sektion 7, Kapitel 14 „*SHORT TERM CONFLICT ALERT*“ beschrieben. Unter anderem steht im Kapitel 14.1 „*INTRODUCTION*“ das Folgende:

„*The generation of STCA is a function – a ‘safety net’ – based on surveillance data integrated into an ATC system. The objective of the STCA function is to assist the ATCO in preventing collision between aircraft, by generating in a timely manner, an alert of a potential or actual infringement of separation minima.*“

In the STCA function the current (proximity alarm) and predicted (predicting alarm) three-dimensional positions of aircraft with pressure altitude reporting capability are monitored for proximity. If the distance between the three-dimensional positions of two (or more) aircraft is, or is predicted to be, reduced to less than the defined applicable separation minima within a specified time period, an acoustic and visual alarm will be generated at the CWP(s) where the control of the aircraft involved is accepted (,assumed').

Although STCA and TCAS are independent and non-coordinated systems, the two alerts may occur almost simultaneously.

(...)

Note: STCA does not suggest conflict resolution actions."

Auch wenn der STCA aufgrund seiner Parametrisierung nicht primär für die Entschärfung von Konflikten ausgelegt ist, die sich im An- und Abflug von Flugplätzen ereignen, so gab im vorliegenden Fall das System doch 25 Sekunden vor der gefährlichen Annäherung eine Warnung aus (vgl. Abbildung 4). Die Warnungen des STCA erfolgten in der Platzverkehrsleitstelle rein visuell, in der Anflugverkehrsleitstelle visuell und akustisch.



Abbildung 4: Darstellung der Situation kurz vor der nächsten Annäherung der beiden Luftfahrzeuge gemäss *legal recording*. Dieses Bild dient zur Illustration der STCA-Warnung, die auch in der Platzverkehrsleitstelle erfolgte. Die roten Flugplankennzeichen und die roten Bewegungsrichtungen stellen Warnhinweise des STCA dar und deuten auf einen sich anbahnenden Konflikt hin.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

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

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Flugverkehrsleitung

Der Flugverkehrsleiter ADC hatte seine Schicht rund 45 Minuten vor dem schweren Vorfall am Arbeitsplatz ADC begonnen. Gemäss seiner Aussage hatte er die Nutzung der Standardinstrumentenabflugroute WIL 2Q, welche dem Helikopter HB-ZUV zugewiesen wurde, in seiner achtjährigen Arbeitspraxis nur einmal erlebt. Obwohl die Helikopterbesatzung der SID korrekt folgte, hatte der Flugverkehrsleiter ADC eine spätere Rechtskurve und damit einen Flugweg, der weiter südlich verlief, erwartet.

Nach dem Start eines Helikopters auf der SID Willisau 2Q muss vor einem Start auf Piste 28 normalerweise etwa drei bis vier Minuten gewartet werden, bis der Helikopter mindestens 5000 Fuss erreicht hat. Aus Effizienzgründen entschied sich der Flugverkehrsleiter ADC, nach Absprache mit GRO und DEP, die auf Piste 28 wartende Airbus früher starten zu lassen in der Annahme, diese werde den Helikopter in kurzer Zeit überhöht haben. Dabei unterschätzte er die gute Steigleistung des 14-plätzigigen Helikopters AW139, der nur mit zwei Personen besetzt war. Der Flug BAW 3ZL wurde zwar früh auf eine grössere Höhe als der Helikopter freigegeben, dabei wurde aber offenbar nicht berücksichtigt, dass bei Verkehrsflugzeugen für Abflüge ab Zürich, üblicherweise im Bereich von etwa 3000 ft AAL bzw. ungefähr 4500 ft AMSL, die Steigrate vorübergehend reduziert wird, weil die Fluggeschwindigkeit erhöht wird, um die Auftriebshilfen einfahren zu können.

Der Flugverkehrsleiter ADC beurteilte die Situation vom Kontrollturm aus ausschliesslich nach Sicht und konsultierte, bis es zum Konflikt gekommen war, sein *radar display* nicht. Dabei liess er sich offenbar durch die Silhouette des grossen Helikopters täuschen und wähnte diesen näher am Flughafen und tiefer, als er tatsächlich war. Er war bis kurz vor dem schweren Vorfall überzeugt, die BAW 3ZL würde bei der Kreuzung der Standardinstrumentenabflugroute mit derjenigen der HB-ZUV eine genügende Höhenreserve aufweisen. Um 12:02:10 UTC, rund eine Minute vor dem schweren Vorfall, informierte er die Besatzung der Airbus über den Helikopter: „*Speedbird three Zulu Lima, Helicopter is joining behind you, has you in sight, no factor.*“ Zu diesem Zeitpunkt zeigte das *radar display*, dass die beiden Luftfahrzeuge eine annähernd gleiche Höhe aufwiesen. Wie Kadermitglieder und Vertreter der Sicherheitsabteilung von Skyguide beteuerten, wird das Radarsystem nur bei eingeschränkter Sicht verwendet und der Verkehr in der Flugplatzumgebung vornehmlich nach Sicht abgewickelt. Es leuchtet zwar durchaus ein, dass ähnlich wie im Sichtflug, bei dem ein Pilot mehrheitlich nach draussen sehen sollte, auch ein Flugverkehrsleiter, der Verkehr nach Sicht abwickelt, in erster Linie aus dem Kontrollturm nach draussen blicken sollte. Die offenbar bei Skyguide weit verbreitete Haltung, das Radarsystem in Platzverkehrsleitstellen bei Sichtbedingungen als Hilfsmittel nicht zu benutzen, muss hingegen kritisch hinterfragt werden. Der vorliegende Fall zeigt deutlich, dass sich der involvierte Platzverkehrsleiter durch Sinneswahrnehmungen täuschen liess und eine falsche Erwartungshaltung hegte. Die Täuschungen der Sinneswahrnehmungen entspringen den üblichen Einschränkungen der menschlichen Leistungsfähigkeit. Genauso wie im Sichtflug, bei dem ein Pilot

trotz guter Luftraumüberwachung gelegentlich z.B. Triebwerküberwachungsinstrumente, den Höhenmesser oder ein Navigationshilfsmittel im Cockpit konsultieren sollte, stellt auch ein Radargerät für einen Flugverkehrsleiter, der nach Sicht arbeitet, ein Hilfsmittel dar, welches ihm Angaben liefert, die er allein durch Sicht nach draussen nicht erkennen kann. Im vorliegend untersuchten schweren Vorfall trugen diese einseitig auf Sinneseindrücke ausgerichtete Arbeitsweise und der Verzicht auf technische Hilfsmittel, welche die Fehleinschätzungen hätten korrigieren können, zur Entstehung der gefährlichen Annäherung bei.

Im Rahmen der Untersuchung wurde festgestellt, dass Helikopter vom Flughafen Zürich üblicherweise über die Piste 28 abfliegen, wenn sie nach Instrumentenflugregeln betrieben werden. Dies erlaubt eine einfache zeitliche Staffelung, weil damit die gleiche Piste wie für den übrigen Abflugverkehr verwendet wird. Im vorliegenden Fall hätte dies allerdings zu Verzögerungen geführt, so dass sich die Flugsicherung entschloss, einen Abflug von einer anderen Piste zu ermöglichen. Auch wenn eine hohe Dienstleistungsbereitschaft durchaus zu begrüssen ist, so zeigt der vorliegende Fall doch deutlich, dass hier die Flugsicherung im Bestreben nach Effizienz zu weit gegangen ist, indem sie selber eine Ausgangslage schuf, die sie nicht mehr sicher beherrschen konnte.

2.2.2 Verfahren

Dadurch, dass es sich beim in der HB-ZUV installierten Gerät nicht um ein TCAS, sondern um ein TAS handelte, war das Ausweichmanöver zwischen der BAW 3ZL und der HB-ZUV nicht koordiniert. Bei Ausweichmanövern zwischen zwei mit TCAS ausgerüsteten Luftfahrzeugen koordinieren die beiden TCAS-Computer aufgrund der Annäherungsgeometrie und in gewissen seltenen Fällen gemäss einer Prioritätslogik, welches Fluggerät nach unten und welches nach oben ausweichen soll. Ist nur eines der involvierten Fluggeräte mit TCAS ausgerüstet, das andere aber mit mindestens einem Transponder mit Höhenübermittlung (mindestens Mode C), dann findet ein „nicht zwischen den Geräten vereinbartes“ Ausweichmanöver (*avoidance manoeuvre*) statt, das heisst das mit TCAS ausgerüstete Flugzeug weicht, sofern die Besatzung den TCAS-Ausweichbefehlen (*resolution advisories*) folgt, in jene vertikale Richtung aus, welche zum Zeitpunkt der nächsten Annäherung (*closest point of approach* – CPA) den grösstmöglichen vertikalen Abstand ermöglicht.

2.2.3 Besatzung der HB-ZUV

Die Besatzung der HB-ZUV bestand aus einem BAZL-Inspektor auf dem linken Sitz mit gültiger Musterberechtigung sowohl für Einpiloten- als auch für Mehrpiloten-Betrieb sowie einer Berechtigung als Fluglehrer auf diesem Muster, wiederum für Einpiloten- als auch für Mehrpiloten-Betrieb. Auf dem rechten Sitz, der im Einpilotenbetrieb für den Bordkommandanten vorgesehen ist, sass ein ehemaliger Pilot der Swiss Jet AG mit einer verfallenen Berechtigung für den Einpilotenbetrieb des Musters AW139, der den Helikopter auf diesem Flug steuerte.

Beim Abflug folgte die Besatzung den Vorgaben der Standardabflugroute WIL 2Q. Aufgrund der hohen Steigrate, der geringen Vorwärtsgeschwindigkeit und eines kurzfristigen Überdrehens des Steuerkurses über den vorgeschriebenen Wert von 270 Grad ergab sich dabei ein Flugweg, der relativ weit nördlich, aber im Bereich der Auslegung dieses SID lag.

Die Besatzung der HB-ZUV realisierte, durch die Flugverkehrsleitung mittels eines Verkehrshinweises (*traffic information*) darauf aufmerksam gemacht, dass ihr Flugweg dem der BAW 3ZL sehr nahe kommen würde. Als sie die in einer Linkskurve und somit auf sie zudrehende und fast auf gleicher Höhe befindliche British Airways Airbus A320 visuell wahrnahm, leitete sie unverzüglich einen Sinkflug

ein, um unterhalb des Flugweges der A320 zu bleiben. Dieses Verhalten ist nachvollziehbar und zweckmässig und führte zusammen mit der Ausweichbewegung des Verkehrsflugzeuges dazu, dass zum Zeitpunkt der nächsten Annäherung wenigstens ein minimaler vertikaler Abstand von 750 Fuss erreicht wurde.

2.2.4 Besatzung der BAW 3ZL

Die Besatzung der BAW 3ZL folgte dem für eine TCAS RA festgelegten Verfahren. Das Flugzeug wies zum Zeitpunkt des Ausschaltens des Autopiloten Querlage nach links auf. Beim Übergang in den durch das TCAS befohlenen steileren Steigflug führte der fliegende Pilot das Flugzeug in einen steigenden Geradeausflug über. Dies führte dazu, dass sich die BAW 3ZL vom SID entfernte, was wiederum zu einer weiteren lateralen Annäherung an die HB-ZUV führte.

Das Verhalten der Besatzung entsprach den vorgeschriebenen Verfahren wie sie für den Umgang mit TCAS-Ausweichbefehlen vorgesehen sind und auch den Erfahrungen, die sie bisher im Flugdienst und im Simulator gemacht hatten. So hatten die Piloten bisher noch nie einen TCAS-Ausweichbefehl in einer Kurve erlebt oder geübt. Simulationen zeigten, dass das Beenden der Kurve und der darauf folgende geradlinige Steigflug nach der Auslösung des TCAS *resolution advisory* den schweren Vorfall nicht verschärften.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

- Beide Luftfahrzeuge waren zum Verkehr IFR zugelassen.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel, die den schweren Vorfall hätten verursachen können.

3.1.2 Besatzung

- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen der Piloten während des Vorfalles vor.

3.1.3 Mitarbeiter der Flugsicherung

- 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 Verlauf des schweren Vorfalles

- Um 11:58:50 UTC startete der Helikopter HB-ZUV vom Heliport West und folgte der SID WIL 2Q.
- Um 12:00:50 UTC startete die BAW 3ZL auf der Piste 28 und folgte der SID VEBIT 3W.
- Der Flugverkehrsleiter verfolgte die beiden Luftfahrzeuge, bis sich die gefährliche Annäherung abzeichnete, ausschliesslich nach Sicht.
- Beide Besatzungen erhielten vom Flugverkehrsleiter ADC Verkehrshinweise über das jeweils andere Luftfahrzeug.
- Um 12:02:57 UTC erhielt die Besatzung der BAW 3ZL von ihrem TCAS den Ausweichbefehl „*climb, climb*“.
- Um 12:03:07 UTC entschied sich die Besatzung der HB-ZUV, einen Sinkflug einzuleiten, und sank bis 4500 ft.
- Die beiden Luftfahrzeuge kreuzten sich um 12:03:17 UTC in einer Distanz von horizontal 0.24 NM und vertikal 750 ft.

3.1.5 Rahmenbedingungen

- Die Standardinstrumentenabflugroute Willisau 2Q wurde sehr selten verwendet, insbesondere bei Helikoptern.
- Der Platzverkehrsleiter hatte ein Radarsystem zur Verfügung, das Warnhinweise ausgab.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf den schweren Vorfall.

3.2 Ursachen

Der schwere Vorfall ist darauf zurückzuführen, dass der Flugverkehrsleiter Geschwindigkeit und Steigvermögen eines Helikopters unterschätzte, was zu einer gefährlichen Annäherung mit einem nachfolgend gestarteten Verkehrsflugzeug führte, die ein hohes Kollisionsrisiko aufwies.

Die folgenden Faktoren trugen zur Entstehung des schweren Vorfalls bei:

- Der Flugverkehrsleiter wies eine geringe Erfahrung in der Handhabung der verwendeten SID Willisau 2Q und von Helikoptern im IFR-Betrieb auf.
- Der Flugverkehrsleiter täuschte sich bei der Beurteilung der Situation, weil er diese ausschliesslich nach Sicht und ohne das zur Verfügung stehende Hilfsmittel (*radar display*) vornahm.

4 Sicherheitsempfehlungen und seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Keine

4.2 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Skyguide gab an, dass die Flugverkehrsleiter mittels OZTinfo 02/2013 im Sinne von „*share the experience*“ über diesen Vorfall ins Bild gesetzt worden seien. Gleichzeitig sei anhand dieses Beispiels auf die Problematik der IFR-Helikopterverfahren hingewiesen worden.

Payerne, 29. Oktober 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, 18. Dezember 2014