



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. 2178 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über den Unfall des Helikopters
Schweizer 269C, HB-XYI

vom 11. November 2010

Lanzenhäusern, Obereichi,
Gemeinde Wahlern/BE

Cause

L'accident est dû au fait que l'hélicoptère est entré en collision avec le terrain après un exercice d'autorotation manqué.

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht enthält die Schlussfolgerungen der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) über die Umstände und Ursachen des vorliegend untersuchten Unfalls. Gemäss Art. 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 Vorfalles die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

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

Die deutsche Fassung dieses Berichts entspricht dem Original und ist massgebend.

Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*local time* – LT) angegeben, die im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Zeit (MEZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MEZ und koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) lautet: $LT = MEZ = UTC + 1 \text{ h}$.

Schlussbericht

Luftfahrzeugmuster	Schweizer 269C	HB-XYI
Halter	Heliswiss Schweizerische Helikopter AG, CH-3123 Belp	
Eigentümer	Heliswiss Schweizerische Helikopter AG, CH-3123 Belp	

Pilot (Fluglehrer)	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1966			
Ausweis	Ausweis für Berufspiloten, Hubschrauber (<i>commercial pilot licence helicopter</i> - CPL(H)), erstmals ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 22. Februar 1990			
Wesentliche Berechtigungen	HU269, gültig bis 21. Februar 2011 Fluglehrer FI(H), gültig bis 4. Juni 2011			
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 1, mit Einschränkungen VDL: <i>shall wear corrective lenses</i> (muss Korrekturgläser tragen), gültig vom 12. Juli 2010 bis 14. Februar 2011			
Flugstunden	insgesamt	8039:37 h	während der letzten 90 Tage	140:59 h
	auf dem Unfallmuster	2773:32 h	während der letzten 90 Tage	21:45 h
Instruktion	insgesamt	6321:00 h	während der letzten 90 Tage	97:08 h
	auf dem Unfallmuster	1768:00 h	während der letzten 90 Tage	21:45 h

Pilot (Flugschüler)	Schweizer Staatsbürger, Jahrgang 1968			
Ausweis	Ausweis für Privatpiloten, Hubschrauber (<i>private pilot licence helicopter</i> – PPL(H)), erstmals ausgestellt durch das BAZL am 22. Oktober 2010			
Wesentliche Berechtigungen	HU269, gültig bis 15. Oktober 2011			
Medizinisches Tauglichkeitszeugnis	Klasse 2, ohne Einschränkungen, gültig vom 5. August 2008 bis 5. August 2011			
Flugstunden	insgesamt	55:49 h	während der letzten 90 Tage	11:25 h
	auf dem Unfallmuster	54:34 h	während der letzten 90 Tage	10:10 h

Ort	Lanzenhäusern, Obereichi, Gemeinde Wahlern/BE		
Koordinaten	593 613 / 188 003	Höhe	750 m/M
Datum und Zeit	11. November 2010, 09:43 Uhr		

Betriebsart	VFR / Ausbildungsflug
Flugphase	Anflug
Unfallart	Kontrollverlust während Autorotationstraining

Personenschaden

Verletzungen	Besatzungs- mitglieder	Passagiere	Gesamtzahl der Insassen	Drittpersonen
Tödlich	0	0	0	0
Erheblich	0	0	0	0
Leicht	0	0	0	0
Keine	2	0	2	Nicht zutreffend
Gesamthaft	2	0	2	0

Schaden am Luftfahrzeug Schwer beschädigt

Drittschaden Geringer Flurschaden

1 Sachverhalt

1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

1.1.1 Allgemeines

Für die folgende Beschreibung von Vorgeschichte und Flugverlauf wurden die Aufzeichnungen des Sprechfunkverkehrs, GPS-Daten des Helikopters, Radar-Aufzeichnungen sowie die Aussagen der Besatzung verwendet. Der Flug wurde nach Sichtflugregeln (*visual flight rules* – VFR) durchgeführt. Es handelte sich um einen Ausbildungsflug.

1.1.2 Vorgeschichte

Vom 17. Juli 2009 bis 15. Oktober 2010 absolvierte der Pilot, welcher Flugschüler auf dem Unfallflug war, die praktische Ausbildung zum Privat-Helikopterpiloten, welche er am 15. Oktober 2010 mit dem Bestehen der Prüfung abschloss. Die Prüfung galt als bestanden, dem Piloten wurde jedoch nahegelegt, ein zusätzliches Training in der Flugschule mit einem Fluglehrer zu absolvieren. Ziel dieses Trainings war, die Systematik bei Aussenlandungen sowie das Einleiten und den Ablauf bei der Autorotation zu verbessern.

In der Folge wurde am 3. November 2010 ein erster Trainingsflug mit dem am Unfall beteiligten Fluglehrer durchgeführt. Während dieses Fluges wurden sechs Platzrunden mit anschliessenden Autorotationen geflogen.

Der Unfallflug vom 11. November 2010 war der zweite Trainingsflug in dieser Sequenz. Die Besatzung traf sich um 07:45 Uhr auf der Helikopterbasis der Heliswiss AG in Bern-Belp zur Vorbereitung und Vorflugbesprechung für den geplanten Trainingsflug.

1.1.3 Flugverlauf

Um 08:54 Uhr starteten die Piloten mit dem Helikopter Schweizer 269C, eingetragen als HB-XYI, von der Helikopterbasis der Heliswiss AG auf dem Flughafen Bern-Belp in Richtung Meldepunkt HOTEL-WHISKEY.

Die Besatzung meldete sich um 09:00 Uhr, in Richtung Schwarzenburg fliegend, beim Flugverkehrsleiter (FVL) ab. In dieser Region wurden einige Aussenlandungen und mehrfach Autorotationsübungen durchgeführt. Nach Aussage des Fluglehrers verliefen diese Übungen problemlos.

Um 09:42 Uhr nahm die Besatzung der HB-XYI im Raum Wahlern mit dem FVL von Bern-Belp wieder Kontakt auf, meldete eine Flughöhe von 3300 ft QNH und verlangte eine Freigabe, um via den Meldepunkt HOTEL-WHISKEY zur Basis zurückzufliegen. Anhand der aufgezeichneten Daten befand sich der Helikopter zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von ca. 4150 ft AMSL. Die erhaltene Freigabe wurde durch die Besatzung bestätigt. Dies war der letzte Funkkontakt zwischen dem Helikopter HB-XYI und dem FVL.

Kurz vor 09:43 Uhr (siehe Abbildung 1 - Referenzpunkt 12) diskutierte die Besatzung die Windverhältnisse und leitete im Raum Wagerten eine Autorotationsübung mit einer 180°-Kurve gegen den Wind ein. Gemäss den Flugwegaufzeichnungen erfolgte das Einleiten dieses Manövers auf einer Höhe von ca. 4000 ft AMSL und ca. 1500 ft über der geplanten Landestelle (siehe Abbildung 1 - Referenzpunkt 19). Gemäss GPS-Aufzeichnungen betrug in der dann folgenden 180°-Kurve, innerhalb der Referenzpunkte 19 und 27, die mittlere Sinkrate mehr als 3500 ft pro Minute.

Nach dem Ausleiten der 180°-Kurve nach links stellte der Fluglehrer eine Geschwindigkeit von 50 kt¹ fest. Er wies daraufhin den Flugschüler an, die Fluglage zu ändern, um die Geschwindigkeit wieder zu erhöhen. Der Helikopter befand sich zu diesem Zeitpunkt auf einer Höhe von ca. 3000 ft AMSL beziehungsweise ca. 500 ft über der anvisierten Landestelle (siehe Abbildung 1 - Referenzpunkt 27). Gemäss Aussage des Fluglehrers war die resultierende Änderung der Fluglage spürbar und dabei nahm die Sinkrate zu. Beim anschliessenden *flare* konnte die Sinkrate nicht genügend abgebaut werden. Die Geschwindigkeit betrug in der Schlussphase gemäss Aussage des Fluglehrers mindestens 50 kt und die Rotordrehzahl ca. 460 RPM. Seine letzten bewussten Reaktionen waren: „Gas geben, Geradstellen des Helikopters und volles Ziehen des kollektiven Blattverstellhebels“.

Zuerst touchierte der Helikopter mit dem Heck und nach ca. 10 m mit den Landekufen das leicht ansteigende Gelände bevor er, ca. 24 m nach der ersten Bodenberührung, hart aufschlug. Dabei wurde der Helikopter um ca. 30 Grad um die Hochachse nach links gedreht.



Abbildung 1: Flugweg in der Endphase. Die Daten wurden im Zwei-Sekunden-Intervall aufgezeichnet. ALZ entspricht der Höhe über dem vorgesehenen Landeplatz. Die angegebenen Geschwindigkeiten entsprechen der Geschwindigkeit über Grund.

Die Besatzungsmitglieder trugen Helme und konnten das Wrack unverletzt verlassen. Der Helm des Fluglehrers wies eine deutliche Aufschlagsspur an der Vorderseite über dem Helmvisier auf.

Der FVL versuchte ab 09:51 Uhr mehrmals mit der Besatzung der HB-XYI Kontakt aufzunehmen, um sich über die aktuelle Position zu erkundigen. Es konnte keine Verbindung mehr hergestellt werden.

¹ Die im Bericht referenzierten Geschwindigkeiten beziehen sich, wenn nicht anders erwähnt, auf die angezeigte Geschwindigkeit (*indicated air speed* – IAS).

1.2 Meteorologische Angaben

1.2.1 Allgemeines

Die Angaben in den Kap. 1.2.2 bis 1.2.4 wurden von MeteoSchweiz geliefert.

1.2.2 Allgemeine Wetterlage

Ein Hochdruckkeil über Mitteleuropa sorgte für eine vorübergehende Wetterberuhigung. Eine weitere Störungszone wurde durch ein Sturmtief vom Atlantik her nach Mitteleuropa gesteuert. Diese erreichte allerdings erst am Abend den Jura.

1.2.3 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

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

<i>Wolken</i>	<i>1/8 um 5'000 ft AMSL</i>
<i>Sicht</i>	<i>Um 20 km</i>
<i>Wind</i>	<i>SW mit 5-7 kt, Windspitzen mit 12 kt</i>
<i>Temperatur/Taupunkt</i>	<i>5 °C / 1 °C</i>
<i>Luftdruck</i>	<i>QNH LSZB 1013 hPa</i>
<i>Gefahren</i>	<i>Lokal schwache Turbulenzen</i>

1.2.4 Astronomische Angaben

<i>Sonnenstand</i>	<i>Azimut: 141°</i>	<i>Höhe: 17°</i>
<i>Beleuchtungsverhältnisse:</i>	<i>Tag</i>	

1.3 Angaben zum Luftfahrzeug

1.3.1 Allgemeine Angaben

Charakteristik	Einmotoriger Mehrzweckhubschrauber mit drei Sitzplätzen und Kufenlandegestell. Vollartikulierter Hauptrotor mit drei Blättern, konventioneller Drehmomentausgleich mit freiliegendem Heckrotor.
Hersteller	Schweizer Aircraft Corp, USA
Baujahr	1991
Werknummer	S1538
Motor	Vierzylindriger Kolbenmotor LYC HIO-360-D1A, Werknummer L-26415-51A, hergestellt durch Lycoming Textron Company.
Betriebsstunden	Zelle: 7960:32 h seit Herstellung Motor: 1021 h seit letzter Überholung Im Unterhaltsnachweis war die Rubrik <i>time since new</i> (TSN) mit „UNK“ ² eingetragen.

² UNK: *unknown*

Höchstzulässige Massen	Höchstzulässige Abflugmasse: 930 kg.
Masse und Schwerpunkt	Die Masse des Helikopters zum Abflugzeitpunkt betrug gemäss Flugvorbereitung 825 kg. Die Masse des Helikopters zum Unfallzeitpunkt betrug ca. 800 kg (1760 lb). Sowohl Masse als auch Schwerpunkt befanden sich innerhalb der gemäss Luftfahrzeughandbuch (<i>pilot's flight manual</i> – PFM) zulässigen Grenzen.
Unterhalt	Die letzte 100/300 h und Jahreskontrolle Zelle resp. 50/100 h Kontrolle Motor wurde am 3. November 2010 durch Swiss Helicopter Maintenance AG bescheinigt.
Zugelassene Treibstoffqualität	Flugbenzin AVGAS 100LL
Treibstoffmenge	Gemäss Angabe der Besatzung in der Fluganmeldung betrug die Treibstoffmenge beim Start ca. 95 l. Zum Unfallzeitpunkt betrug die nachgerechnete Menge noch ca. 60 l.
Eintragungszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 7. Mai 2007 / Nr. 7.
Lufttüchtigkeitszeugnis	Ausgestellt durch das BAZL am 7. Mai 2007 / gültig bis auf Widerruf.
Lufttüchtigkeits-Folgezeugnis	Ausgestellt am 3. Juni 2010, gültig bis 3. Juni 2011.
Zulassungsbereich	Im privaten Einsatz: VFR bei Tag / VFR bei Nacht. Im gewerbsmässigen Einsatz: VFR bei Tag.
Gemäss Aussage der Besatzung gab es am Helikopter keine technischen Mängel.	

1.3.2 Steuerung der Motorleistung und der Rotordrehzahl

Beim Helikopter Schweizer 269C wird die Motorleistung über eine Riemenkupplung und ein Getriebe mit Freilauf auf das Rotorsystem übertragen. Die HB-XYI war nicht mit einem Drehzahlregler (*governor*) ausgerüstet. Das heisst, dass der Pilot die Motordrehzahl mittels eines Drehgriffes (*throttle*) an der kollektiven Blattverstellung regelt, um die Rotordrehzahl in einem bestimmten Bereich zu halten.

Zusätzlich wird zur Entlastung des Piloten die Motorleistung teilweise auch mit Heben und Senken der kollektiven Blattverstellung (*collective*) verändert. Der Hersteller der HB-XYI spricht in diesem Zusammenhang von der *correlation between throttle and collective*.

Dies hat zur Folge, dass sich die Motordrehzahl um bis zu 900 RPM verändern kann, obschon die Position des Drehgriffs unverändert bleibt.

1.3.3 Notsender

Der Helikopter war mit einem Notsender (*emergency location beacon aircraft – ELBA*) KANNAD 406AF-H ausgerüstet. Gemäss Angaben der Flugsicherung wurde am 11. November 2010 kein Notsendersignal auf der Frequenz 121.500 MHz registriert.

1.4 Angaben über die Unfallstelle und das Wrack

1.4.1 Unfallstelle und Wrack

Durch den harten Aufprall bei der Landung wurde das Landegestell gestaucht und deformiert. Die Kabine brach vor den beiden Pilotensitzen und wurde nach vorne geknickt. Die Hauptrotorblätter wurden alle stark deformiert.



Abbildung 2: Endlage des Helikopters.

Das Heck und die darin laufende Antriebswelle waren im Bereich Zentralstruktur/Befestigung Heckausleger (*tailboom*) abgebrochen und in zwei Teile getrennt worden. Die Heckrotoreinheit wurde vom Heck getrennt. Der hintere Teil des Heckauslegers wurde hangaufwärts geschleudert (Abbildung 3, Position A). Die grosse Distanz zum Hauptwrack liess auf eine hohe Aufschlagenergie schliessen.

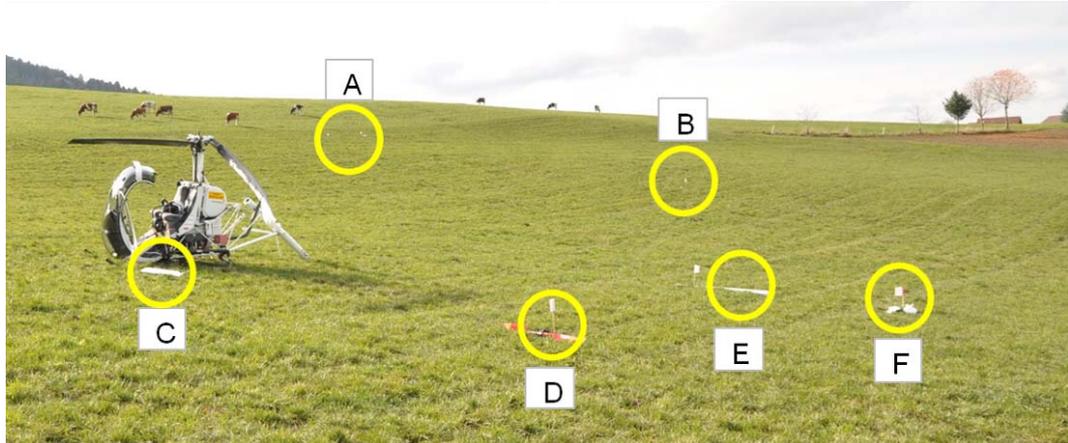


Abbildung 3: Übersicht der Wracklage.
 A: Struktur des Heckauslegers
 B: Strukturteil
 C: Horizontaler Stabilisator
 D: Heckrotor und Getriebe
 E: Antriebswelle des Heckrotors
 F: Strukturteil

Der Höhenmesser zeigte eine Höhe von 1520 ft bei einem eingestellten QNH von 978 hPa.

1.5 Angaben zu verschiedenen Organisationen und deren Führung

1.5.1 Swiss Helicopter Training

1.5.1.1 Allgemeines

Bei der Swiss Helicopter Training (SHT) handelte es sich um die Helikopterflugschule der Swiss Helicopter Group, welche sich aus verschiedenen schweizerischen Helikopterunternehmen zusammensetzte. Innerhalb dieser bewilligten Organisation (*Flight Training Organisation - FTO*) übten drei Flugschulen ihre Ausbildungstätigkeit aus.

1.5.1.2 Operation Manual

Im Operation Manual (OM) der Swiss Helicopter Training mit Stand vom 28. Februar 2010 wurden die Wahl und Vorbereitung des Landeplatzes für eine Aussenlandung wie folgt beschrieben:

“ 3.5.3 Selection of Field Landing Sites

Choosing the suitable field landing sites for training purposes is the responsibility of the FI. Every landing outside a published heliport or airport is considered a field landing and has to be carried out taking into consideration Swiss regulations and good airmanship. Landings for training purposes may be made up to altitudes of 2'000 MAMSL or at designated mountain landing sites as published in the Swiss AIP.

The chosen landing site has to be suitable to the student's abilities and training stage. In every case, an air reconnaissance has to be performed before defining

the approach path and exact landing spot paying special attention to wind, obstacles, lighting and ecology. Landings near populated areas have to be avoided whenever possible and noise levels during approach, landing and hover exercises should be considered.”

Es gab keine expliziten Angaben bezüglich der Durchführung von Autorotationsübungen.

1.6 Angaben zu Personen

1.6.1 Angaben zur fliegerischen Erfahrung des Fluglehrers

Der Fluglehrer amtierte als Ausbildungsverantwortlicher, Geschäftsführer und Cheffluglehrer der betroffenen Flugschule und war mit über 6000 Instruktionsstunden ein sehr erfahrener Fluglehrer. Er hatte zum Unfallzeitpunkt nach eigenen Angaben bereits einige tausend Autorotationen auf dem Muster Schweizer 269C absolviert.

1.6.2 Angaben zur fliegerischen Erfahrung des Flugschülers

Der Flugschüler hatte am 15. Oktober 2010 den Prüfungsflug zum Erwerb der Privatpilotenlizenz bestanden und war mit einer totalen Flugerfahrung von 56 h wenig erfahren.

1.6.3 Medizinische Feststellungen

Bei beiden Piloten wurde ein Atemlufttest durchgeführt. Das Resultat fiel mit 0.0 Gewichtspromille in beiden Fällen negativ aus.

1.7 Angaben zur Autorotation

1.7.1 Geschwindigkeit und Rotordrehzahl

Beim Helikopter Schweizer 269C beträgt die Autorotationsgeschwindigkeit gemäss PFM 52 kt.

Die Autorotationsgeschwindigkeit wird im Rahmen der Flugversuche während des Zulassungsverfahrens erfolgen. Generell liegt die Definition im Ermessen der Testpiloten unter Berücksichtigung der Autorotations-Leistungen mit dem Ziel, optimale Voraussetzungen für eine erfolgreiche Autorotation zu erreichen. Sie liegt zwischen der Geschwindigkeit für das geringste Sinken und der Geschwindigkeit für den besten Gleitwinkel.

Diese beiden Geschwindigkeiten beim Helikopter Schweizer 269C sind im PFM aus der Figur 8-10 (siehe Anlage 1) abzuschätzen. Sie liegen im Bereich von ca. 45 kt als Geschwindigkeit für das geringste Sinken respektive ca. 60 kt als Geschwindigkeit für den besten Gleitwinkel. Bei Geschwindigkeiten ausserhalb dieses Geschwindigkeitsbereichs nimmt die Sinkgeschwindigkeit stark zu. Basis für die Figur 8-10 war eine Rotordrehzahl während der Autorotation von 471 RPM.

Der grüne Bereich am Rotor Tachometer erstreckt sich gem. PFM 2-6 von 390 bis 504 RPM.

1.7.2 Pilot's Flight Manual

Für diesen Unfall relevante Angaben in Zusammenhang mit der Durchführung einer Autorotation finden sich im Luftfahrzeughandbuch (*pilot's flight manual* – PFM) des Helikopters Schweizer 269C.

- 1.7.2.1 Section 3: Emergency and Malfunction procedures
„3-1 Engine failure – altitude above 450 feet
- *Lower collective pitch.*
 - *Enter normal autorotation.*
 - *Establish a steady glide of 52 knots (60 mph) IAS approximately.*
 - *At an altitude of 50 feet, begin steadily to apply back cyclic stick to decrease forward speed.*
 - *At approximately 10 feet, coordinate collective pitch with forward movement of cyclic stick to level ship and cushion landing. Make ground contact with ship level.*
 - *Avoid rapid lowering of collective pitch or the use of aft cyclic stick during initial ground contact or during slide.*
 - *(...)“*

- 1.7.2.2 Section 4: Normal Procedures

„4-10 Practice autorotation

WARNING

DURING POWER RECOVERY FROM PRACTICE AUTOROTATIONS, AVOID AIRSPEED AND ALTITUDE COMBINATIONS THAT ARE INSIDE THE HEIGHT VELOCITY CURVE. HIGH RATES OF DESCENT MAY DEVELOP THAT ARE NOT CONTROLLABLE. ALWAYS PRACTICE IN AN AREA WITH SUITABLE LANDING SITE TO MINIMIZE HAZARDS ASSOCIATED WITH INADVERTENT ENGINE STOPPAGE.

- *Split the needles by lowering the collective while maintaining throttle setting. The throttle correlation will establish a high idle rpm (approximately 2500 rpm) which will aid in preventing the engine from loading up or stalling during recovery. Conversely, when the collective is raised without increasing throttle, the correlation is such that only minor throttle adjustments will be required to perform a smooth recovery without exceeding 3200 rpm.”*

- 1.7.3 Durchführung einer Trainings Autorotation gemäss Angaben der Flugschule Heliswiss AG

Gemäss Angaben des Fluglehrers wird die Autorotation mit dem Helikopter Schweizer 269C in der Flugschule der Heliswiss AG folgendermassen instruiert:

Die Autorotationsgeschwindigkeit wird intern mit 60 kt definiert, und liegt höher als die Geschwindigkeit des Herstellers im PFM.

Der Flugschüler senkt die kollektive Blattverstellung ganz nach unten und korrigiert entsprechende Abweichungen um die Hochachse mit den Pedalen. Zugleich muss wegen der Charakteristik des Helikopters die zyklische Blattverstellung nach hinten gezogen werden, um die Fluglage zu halten oder ein leichtes *flare* zu machen. Der Fluglehrer justiert dann mit dem Gasdrehgriff die Motordrehzahl auf ca. 2000 RPM.

Der Sinkflug sollte derart stabilisiert werden, dass eine Geschwindigkeit von 60 kt gehalten werden kann. Auf 10 m/GND wird der Helikopter horizontalisiert. Liegt die Geschwindigkeit unter 60 kt entfällt dies. Auf 3 m/GND wird der *flare* eingeleitet, wobei die Sinkrate abgebaut und die Vorwärtsgeschwindigkeit reduziert werden. Im *flare* wird die Motorendrehzahl wieder auf 3000 bis 3200 RPM gebracht und am Ende des *flare* etwas (nur wenig) Kollektiv gezogen. Danach wird mit Hilfe der zyklischen Steuerung der Helikopter horizontalisiert und mit koordinierten Eingaben an der Kollektivblattverstellung die Höhe stabilisiert.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Allgemeines

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

2.1.2 Autorotationsgeschwindigkeit

Die vom Hersteller im PFM definierte Geschwindigkeit für die Autorotation von 52 kt war tief angesetzt. Sie enthält nicht genügend Sicherheitsmarge, falls negativ beeinflussende Faktoren hinzukommen. Zudem ist die geforderte Ablesegenauigkeit nicht praktikabel.

Die von der Flugschule intern mit 60 kt festgelegte Autorotationsgeschwindigkeit erscheint sinnvoll und trägt den genannten Faktoren besser Rechnung.

2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte

2.2.1 Allgemeines

Aus dem Prüfungsprotokoll geht hervor, dass die Prüfung des Flugschülers zum Privat-Helikopterpiloten als bestanden galt. Dem frisch brevetierten Piloten wurde nahegelegt, noch ein zusätzliches Training mit einem Fluglehrer zu absolvieren. Offensichtlich war der Experte von den erbrachten Leistungen des Piloten im Bereich der Notlandeverfahren nicht überzeugt. Dieses Vorgehen anlässlich einer Abschlussprüfung erstaunt.

2.2.2 Betriebliche Aspekte

Es war nicht sinnvoll, nach einer erhaltenen Freigabe des FVL, ohne diesen zu informieren, eine spontane Autorotations-Übung durchzuführen. Gemäss OM Kapitel 3.5.3 ist vorgesehen, für eine Aussenlandung im Gelände eine Re-kognoszierungsvolte durchzuführen. Dem gegenüber wurde das Autorotations-training nicht explizit erwähnt. Die Flugschule hat nach dem Unfall eine entsprechende Ergänzung des OM vorgenommen (siehe Kapitel 4.2).

Bei der Kontaktaufnahme mit Bern Tower wurde eine Flughöhe von 3300 ft QNH gemeldet. Die Aufzeichnungen zeigten zu diesem Zeitpunkt eine Flughöhe von 4100 ft bis 4200 ft AMSL. Der Höhenmesser war auf ein 35 hPa zu tiefes QNH eingestellt. Dies erklärt die oben genannte Differenz von ca. 1000 ft.

Das Einleiten der Autorotations-Übung erfolgte auf einer Höhe von ca. 4000 ft AMSL und mit einer Geschwindigkeit über Grund von ca. 80 kt (Referenzpunkt 19). Um die Landezone erreichen zu können, musste eine 180°-Kurve geflogen werden. Dies bewirkte eine Erhöhung der Sinkrate, welche in dieser Phase einen mittleren Wert von mehr als 3500 ft pro Minute erreichte. Beim Ausleiten der Kurve wurde eine relativ tiefe Fluggeschwindigkeit von ca. 50 kt durch den Fluglehrer festgestellt. Die nachfolgende Anweisung an den Piloten, die Fluglage zu ändern, um Geschwindigkeit aufzuholen, wirkte sich in dieser Phase vor allem auf eine Erhöhung der Sinkrate aus. Die angegebene Rotordrehzahl lag mit 460 RPM im mittleren grünen Bereich.

Sinnvoll wäre in dieser Phase des Fluges der Abbruch der Übung gewesen. Dies zumal der Fluglehrer selber festgestellt hatte, dass die intern definierte Geschwindigkeit von 60 kt im Endanflug nicht vorhanden war.

Das leicht ansteigende Gelände bei der vorgesehenen Landezone hätte einen zusätzlichen Geschwindigkeitsüberschuss im Endanflug bedingt, um den ansteigenden Vektor zu berücksichtigen.

Die Autorotation wurde gegen den Wind durchgeführt, jedoch könnte sich auf Grund der aktuellen Wind- und Gelände-Verhältnisse eine Abwindsituation eingestellt haben.

Zusammenfassend führten folgende Faktoren zum Unfall:

- Die Umkehrkurve, welche zu einer Erhöhung der Sinkgeschwindigkeit aufgrund der Querlage führte.
- Die Beschleunigung anschliessend an die Umkehrkurve, welche zusätzlich die Sinkgeschwindigkeit erhöhte und die Rotordrehzahl tendenziell reduzierte.
- Das ansteigende Gelände, welches einen zusätzlichen Geschwindigkeitsüberschuss erfordert hätte.
- Die verglichen mit anderen Baumustern geringe Energie im Rotor.
- Die tiefe Ausgangsgeschwindigkeit vor dem *flare* in Kombination mit der hohen Sinkrate.

2.2.3 Sicherheit

Beide Besatzungsmitglieder trugen Helme. Die Aufschlagspuren am Helm des Fluglehrers deuteten auf einen Zusammenprall mit der Helikopterstruktur hin. Das Tragen des Helmes hat mit Sicherheit eine Kopfverletzung verhindert.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

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

3.1.2 Besatzung

- Die Piloten besaßen die für den Flug notwendigen Ausweise.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Beeinträchtigungen des Fluglehrers und des Flugschülers während des Fluges vor.
- Beide Besatzungsmitglieder trugen Helme.
- Die Aufschlagspuren am Helm des Fluglehrers deuteten auf einen Zusammenprall mit der Helikopterstruktur hin.

3.1.3 Flugverlauf

- Die zum Unfall führende Autorotations-Übung wurde nach Erhalt der Einflugbewilligung in die Kontrollzone durchgeführt.
- Nach dem Einleiten der Autorotation wurde eine 180°-Umkehrkurve nach links durchgeführt.
- Nach der Umkehrkurve betrug die Geschwindigkeit ca. 50 kt und die Hauptrotordrehzahl ca. 460 RPM. Der Helikopter befand sich noch ca. 500 ft über der vorgesehenen Landezone.
- Das anvisierte Gelände war ansteigend.
- Der Anflug wurde gegen den Wind durchgeführt.
- Die Autorotation wurde nicht abgebrochen.

3.1.4 Rahmenbedingungen

- Der Höhenmesser war auf ein QNH von 978 hPa eingestellt. Das aktuelle QNH auf dem Flughafen Bern-Belp betrug 1013 hPa.
- Die vom Hersteller im PFM definierte Geschwindigkeit für die Autorotation war auf 52 kt angesetzt.
- Die innerhalb der Flugschule definierte Geschwindigkeit für die Autorotation betrug 60 kt.

3.2 Ursachen

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass der Helikopter nach einer misslungenen Autorotationsübung mit dem Gelände kollidierte.

4 Sicherheitsempfehlungen und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Keine.

4.2 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.2.1 Flight Training Organisation (FTO)

4.2.1.1 Operation Manual

Das *Operation Manual* der FTO wurde aus Sicherheitsüberlegungen durch die Flugschule wie folgt ergänzt (SHT_Part1_Operations Manual_Rev. 05, 30. April 2011).

„3.5.3.2 Autorotation Training

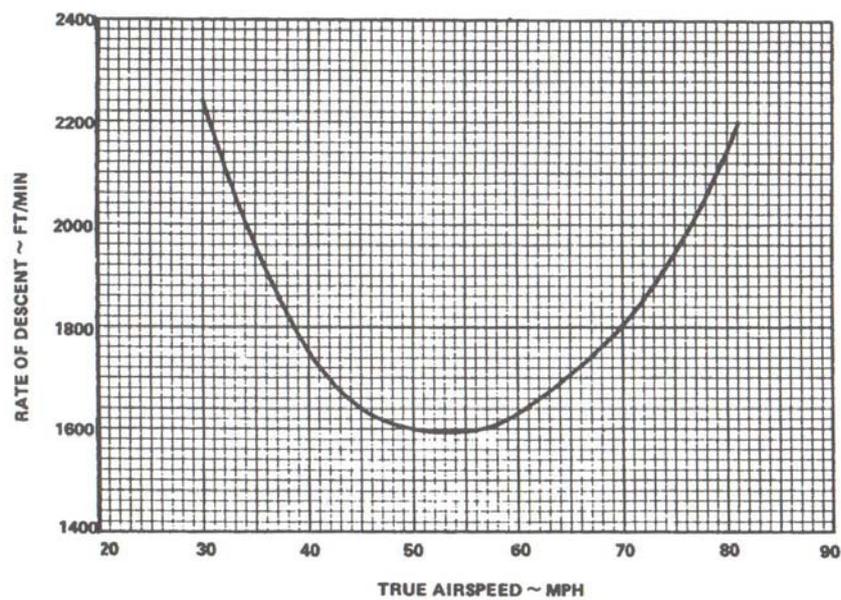
If, during autorotation training, the autorotation is completed to ground level (power recovered or full down), a previous landing shall be executed. If the autorotation is entered during flight and executed into unknown terrain, a go around at a sufficient height, considering obstacles and go around flight path, shall be performed.”

Payerne, 15. Mai 2013

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, 4. Juni 2013

Anlage 1: Darstellung der Sink- gegenüber der VorwärtsgeschwindigkeitSCHWEIZER AIRCRAFT CORP.
Model 269C HelicopterOperations & Performance
Pilot's Flight Manual

Autorotation, 471 Rotor rpm

Figure 8-10. Rate of Descent

Reissued: 21 September 1988

8-11

Die Vorwärtsgeschwindigkeiten in dieser Grafik wurden in Landmeilen pro Stunde (*true airspeed* – TAS) angegeben. Im vorliegenden Fall kann diese in etwa mit der angezeigten Geschwindigkeit gleichgesetzt werden.