

# Untersuchungsbericht

3X156-0/07  
Februar 2009

## Identifikation

Art des Ereignisses:	Unfall
Datum:	08. September 2007
Ort:	nahe Bühl
Luftfahrzeug:	Hubschrauber
Hersteller / Muster:	Robinson Helicopter Company / R 22 Beta
Personenschaden:	zwei Personen tödlich verletzt
Sachschaden:	Luftfahrzeug zerstört
Drittsschaden:	keiner
Informationsquelle:	Untersuchung durch BFU

## Sachverhalt

### Ereignisse und Flugverlauf

Gegen 15:35 Uhr<sup>1</sup> startete der Luftfahrzeugführer in Begleitung eines Fluggastes mit dem Hubschrauber Robinson R 22 Beta am Verkehrsflugplatz Karlsruhe/Baden-Baden zu einem so genannten „Schnupperflug“. Der Hubschrauber verließ die Kontrollzone über den Pflichtmeldepunkt ROMEO. Anschließend setzte er den Flug in Richtung Osten fort.

Kurze Zeit später wurde der Hubschrauber von einem Augenzeugen bei ungewöhnlichen Flugmanövern in der Nähe von Kuppenheim beobachtet. Laut dessen Aussage wurde der Hubschrauber nach einem

Vollkreis steil nach oben gezogen und folgend nach vorne überdrückt. Dabei verlor der Hubschrauber an Höhe und rollte nach rechts. Anschließend wurde beim Abflug in Richtung Osten ein mehrfaches Pendeln um die Hochachse nach rechts und links beobachtet. Kurze Zeit später wurden die Manöver nochmals wiederholt und danach flog der Hubschrauber in Richtung Südwesten. Auffällig für den Zeugen war hierbei ein ungewöhnlich lautes Fluggeräusch.

Einige Minuten später wurde der Hubschrauber von Zeugen beim Überflug der Ortschaft Weitenung westlich des Pflichtmeldepunktes ECHO in einer Flughöhe von 100-150 m beobachtet. Es fielen ein ungewöhnliches an- und abschwelliges Motorgeschall und ein höher frequentes Nebengeräusch, ähnlich eines Rasenmähers oder Modellflugzeuges, am Hubschrauber auf. Er flog unruhig um die Hochachse, das Heck schlug seitlich aus. Als sie den abfliegenden Hubschrauber hinterher schauten, sahen einige Zeugen einzelne wegfliegende Teile, dann knickte plötzlich der Heckausleger in der Mitte ab und der Hubschrauber fing an, sich um die Hochachse zu drehen. Nach vier bis fünf Umdrehungen verlor er weitere Teile, worauf sich die Längsneigung während der Drehung erhöhte. Zu diesem Zeitpunkt hatte der Hubschrauber nahezu keine Vorwärtsfahrt mehr. Nach weiteren Drehungen um die Hochachse verloren die Zeugen den Hubschrauber aus dem Blickbereich. Er stürzte gegen 15:52 Uhr senkrecht um die Hochachse drehend mit starker Längsneigung auf die Autobahn 5.

### Angaben zu Personen

Der 54-jährige Pilot war im Besitz eines Luftfahrerscheins für Privathubschrauberführer nach den Richtlinien der ICAO erstmalig am 24.08.1993 in Deutschland ausgestellt. Der Luftfahrerschein war bis zum 09.02.2012 gültig. Eingetragen waren die

<sup>1</sup> Alle angegebenen Zeiten, soweit nicht anders bezeichnet, entsprechen Ortszeit

Berechtigungen für die Muster Robinson R 22 und R 44, jeweils gültig bis zum 19.12.2007. Er war im Besitz eines Tauglichkeitszeugnisses Klasse 2 gemäß den Regelungen JAR-FCL 3, gültig bis 28.11.2007.

Die Gesamtflugerfahrung betrug ca. 210 Stunden. In dem Zeitraum seit Erstaussstellung des Luftfahrerscheins bis zum Unfall kam es zwischen Mitte 1998 und Mitte 2003 sowie zwischen Anfang 2004 und Ende 2006 zweimal zur Unterbrechung der fliegerischen Tätigkeit. Im Dezember 2006 wurde der Luftfahrerschein auf Antrag nach einer Wiedereinschulung neu ausgestellt. Bis zum Unfallflug betrug die Flugzeit des Piloten seit Neuausstellung des Luftfahrerscheins ca. 10 Stunden.

#### Angaben zum Luftfahrzeug

Der Robinson R 22 ist ein zweisitziger Hubschrauber, welcher vielfach für die Schulung von Piloten eingesetzt wird. Die maximal zulässige Abflugmasse beträgt 621 kg. Er ist mit einem Kolbenantriebwerk Lycoming O-360-J2A ausgerüstet.

Der verunfallte Hubschrauber R 22 Beta, Baujahr 1998, hatte die Werknummer 2862. Die letzte Jahresnachprüfung war am 21.02.2007. Seitdem wurde der Hubschrauber ca. 285 Stunden betrieben. Die letzte 50-Stunden-Kontrolle wurde am 23.08.2007 bei 3 044 Stunden durchgeführt. Die Gesamtbetriebszeit zum Unfallzeitpunkt betrug ca. 3 065 Stunden.

#### Meteorologische Informationen

Das Flugwetter am Verkehrsflugplatz Karlsruhe/Baden-Baden (METAR) war um 15:20 Uhr wie folgt:

Sicht:	mehr als 10 km
Wind:	330 - 060 Grad mit 4 kt
Bewölkung:	SCT 024, BKN 040
Temperatur:	18 °C
Luftdruck (QNH):	1 024 hPa

#### Funkverkehr

Der Funkverkehr mit dem Verkehrsflugplatz Karlsruhe/Baden-Baden wurde aufgezeichnet und lag zur Auswertung vor. Nach dem Start wurde die Kontrollzone über den Pflichtmeldepunkt ROMEO verlassen und das Verlassen der Frequenz genehmigt. Weiterer Funkverkehr mit dem Hubschrauber wurde bis zum Unfall nicht aufgezeichnet.

Um 15:48 Uhr wurde zweimal ein pulsierendes Geräusch mit unverständlicher Stimm-Modulation und gegen 15:52 Uhr das Signal eines Notfunksenders (ELT) vom Turm in Karlsruhe/Baden-Baden empfangen.

#### Angaben zum Flugplatz

Der Verkehrsflugplatz Karlsruhe/Baden-Baden verfügt über eine Piste mit der Ausrichtung 03/21. Umgeben wird der Flugplatz von einer Kontrollzone (Luftraum D). Der Pflichtmeldepunkt ROMEO liegt am nordöstlichen und der Pflichtmeldepunkt ECHO am östlichen Rand der Kontrollzone.

#### Flugdatenaufzeichnung

Über den Unfallflug lagen der BFU Radaraufzeichnungen zur Auswertung vor. Die Aufzeichnung des Transpondersignals endete um 15:50:09 Uhr in einer Flughöhe von Flugfläche (FL) 15, der Unfall ereignete sich gegen 15:52 Uhr, ca. 4 km entfernt.

Radaraufzeichnungen des vorangegangenen Fluges ergaben im selben örtlichen Bereich keine Unterbrechung der Aufzeichnung des Transpondersignals, obwohl tiefer geflogen wurde.

#### Unfallstelle und Feststellungen am Luftfahrzeug

Die Unfallstelle befand sich auf der Autobahn 5 in Fahrtrichtung Norden, nördlich der Ausfahrt Bühl und innerhalb der Kontrollzone (Luftraum D) von Karlsruhe/Baden-Baden, westlich des Pflichtmeldepunkts ECHO.

Ein Hauptrotorblatt wurde beim Aufprall abgetrennt und schlug auf der Gegenfahrbahn in die Leitplanke am Standstreifen ein. Das andere Hauptrotorblatt verblieb am Rotorkopf und wies keine Beschädigungen an der Nasenleiste auf. Auf den Unterseiten der Hauptrotorblätter waren keine Farbspuren oder hervorgerufene Beschädigungen eines eventuellen Einschlags in den Heckausleger vorhanden.

Die Kabine des Hubschraubers war zerstört. Der Instrumentenpilot lag vor dem Wrack. Bis auf den Geschwindigkeitsmesser waren alle Fluginstrumente herausgerissen und zerstört. Die Motorinstrumente waren zum Teil noch erhalten. Die Vergasertemperaturanzeige stand bei 16 °C und die Öltemperaturanzeige bei ca. 180 °F. Die Zündung stand auf „Both“, der Zündschlüssel war abgebrochen. Der Kupplungsschalter stand auf „Engage“, die Sicherungsklappe war geschlossen.

Der Motor samt Anbauaggregaten war herausgerissen worden und lag ca. 4,8 m vom Wrack entfernt. Am Motor waren sowohl der Vergaser, die Ölwanne, ein Zylinder als auch der Geräteträger abgerissen. Am Motor befanden sich zwei Keilriemen für den Antrieb des Wechselstromgenerators. Einer hatte sich um das Kurbelwellenlager gelegt und war darin verklemmt. Er war aufgerieben bzw. zerrissen, der andere lag lose im

Bereich der Riemenscheibe und wies keine Beschädigungen auf.

Der Heckausleger war in drei Teile geteilt. Die erste Trennung war auf Höhe des 4. Spants, die nächste auf Höhe des 6. Spants entlang den Nietungen. An beiden Trennstellen fehlten sämtliche Niete. Alle Spanten im Heckausleger waren verformt, eingerissen bzw. fehlten.

Die flexible Kupplung der Heckrotorwelle war am Freilauf abgeschert. Die Heckrotorwelle war in zwei Teile getrennt. Sie wies radiale Schleifspuren im Abstand der Spanten des Heckauslegers auf. Die vordere Hälfte der Heckrotorwelle bis zur Trennung war s-förmig verformt. Die Heckrotorwellen-Zwischenlagerung war am Spant herausgerissen, die Metallverbindung zur Lagerschale getrennt und diese vom Wellenlager heruntergerutscht. Das Heckrotorgetriebe wies vielfache Brüche im Gehäuse auf. Am Metallspänedetektor fanden sich keine Späne. Ein Heckrotorblatt war abgknickt, ein Blatt abgerissen.

Das Stromversorgungskabel für das Zusammenstoßwarnlicht (ACL) war auf Höhe des 5. Spants des Heckauslegers getrennt. Das vordere Stück war korkenzieherartig aufgewickelt. Das hintere Ende des Kabels wies mehrere Schleifspuren auf. Beide Kabelstücke fanden sich lose liegend im Heckausleger. Gummiabriebsspuren befanden sich an der Heckrotorwelle auf Höhe des 4. und 6. Spants.

Das Kufenlandegestell war abgeschert und mehrfach gebrochen.

Von der Unfallstelle in Richtung 140 Grad fanden sich in einem Waldstück und in einem Maisfeld mehrere Wrackteile. Das Leitwerk lag in ca. 175 m Entfernung zum Wrack, eine Navigationskarte in ca. 170 m, der Großteil der zersplitterten Plexiglaskanzel in ca. 75 m und die linke Kabinentür in ca. 50 m.

Medizinische und pathologische Angaben

Die Obduktion beider Insassen ergab keine Hinweise auf eine gesundheitliche Beeinträchtigung.

Brand

Es entstand kein Brand.

Überlebensaspekte

Der Aufschlag erfolgte nahezu senkrecht mit hoher Energie. Die hierbei aufgetretenen Kräfte waren von beiden Insassen nicht überlebbar.

Organisationen und deren Verfahren

Halter des Hubschraubers war ein vom Luftfahrt-Bundesamt zugelassenes Luftfahrtunternehmen und eine durch das Regierungspräsidium Karlsruhe zugelassene Flugschule.

Der Flug fand im Rahmen eines „Hubschrauber-Trainings-Camp“ statt. Den Teilnehmern sollten die Ausbildung zum Hubschrauberpiloten und die eventuellen späteren beruflichen Möglichkeiten eines Berufshubschrauberpiloten aufgezeigt werden. Entsprechend der Reklame war das Besondere an der Veranstaltung die geplanten Trainingsflüge/Schnupperflüge, bei denen die Teilnehmer selbst einmal praktisch das Hubschrauberfliegen ausprobieren durften. Hierzu war ein Doppelsteuer in dem Hubschrauber eingebaut.

Nach Aussage eines Teilnehmers der Veranstaltung, der zuvor mit dem späteren Unfallpiloten geflogen war, wurde er durch den Piloten in die Steuerung eingewiesen und flog dann den Großteil des Fluges selbstständig unter zeitweiliger Korrektur des Piloten.

Der Hersteller des Hubschraubers weist in der Safety Notice SN 20: „Beware of demonstration or initial training flights“, welche Inhalt des Flugbetriebshandbuchs ist, ausdrücklich auf die erhöhte Gefährdung bei Schul- und Schnupperflügen hin.

Zusätzliche Informationen

Im Rahmen der technischen Untersuchung wurden das abgerissene Heckrotorblatt sowie die Halterung der Heckrotorwellen-Zwischenlagerung am Institut für Werkstoffkunde der Technischen Universität Braunschweig auf Schwingungsbrüche untersucht. Dies führte zu keinen neuen Erkenntnissen.

## Beurteilung

Das Flugwetter ließ den geplanten Flug ohne Einschränkungen zu. Der Wind war schwach und beeinträchtigte das Flug- bzw. Steuerverhalten des Hubschraubers nicht.

Der Pilot war lediglich im Besitz einer Privatpilotenlizenz. Seine Flugerfahrung muss in Bezug auf die Jahre seit Erstaussstellung der Lizenz als gering betrachtet werden.

Zweck des Fluges war es, den Teilnehmern der Veranstaltung einer Flugschule das Hubschrauberfliegen näher zu bringen. Inwieweit den Passagieren hierbei das Steuern des Hubschraubers bzw. das „Mitfühlen“ erlaubt wurde, bleibt ungeklärt. Es ist jedoch aufgrund der Schilderungen des vorherigen Passagiers sehr wahrscheinlich, dass auch diesem

Passagier aktiv das Steuern des Hubschraubers erlaubt wurde.

Der Hersteller des Hubschraubers weist ausdrücklich auf die erhöhte Gefährdung bei solchen Flügen hin, obwohl Robinson in der Safety Notice SN 20 davon ausgeht, dass als verantwortlicher Pilot ein Fluglehrer mit entsprechender Ausbildung, Flugerfahrung und kontinuierlicher Inübunghaltung an Bord ist.

Aus den vorliegenden Radardaten ging hervor, dass das Transpondersignal bereits ca. zwei Minuten vor dem Unfallzeitpunkt nicht mehr aufgezeichnet wurde und der zu erwartende Funkspruch vor Erreichen des Pflichtmeldepunktes ECHO nicht bzw. gegen 15:48 Uhr, vier Minuten vor dem Unfall, nur als unverständliche Trägerwelle aufgezeichnet wurde. Der Unfall fand jedoch nach dem Überflug des Pflichtmeldepunktes ECHO innerhalb der Kontrollzone statt. Diese Fakten könnten auf ein Problem mit der Bordspannung hindeuten. Bei einer abfallenden Bordspannung würde ab ca. 9 Volt der elektrische Drehzahlregler verzögert reagieren und die Drehzahlanzeigen für die Hauptrotor- und Triebwerksdrehzahl würden ungenau anzeigen. Gegen einen vollständigen Stromausfall sprechen die festgestellte Vergasertemperatur- und Öltemperaturanzeige, welche zu erwartende reale Werte zeigten. Spuren eines Kurzschlusses oder eines sonstigen Problems im Bordnetz konnten, auch aufgrund des Zerstörungsgrades, nicht gefunden werden.

Die Beobachtungen der Zeugen weisen darauf hin, dass ein Problem an Bord des Hubschraubers über einige Zeit bestanden haben muss und nicht ein schlagartiges Ereignis zum Absturz führte. Warum der Pilot nicht sofort eine Sicherheitslandung durchführte, bleibt ungeklärt. Wahrscheinlich wollte er den gut sichtbaren, nur ca. 4,5 km entfernten Flugplatz erreichen.

Die Untersuchung des Hubschraubers ergab eindeutig, dass die drehende Heckrotorwelle ins Schlagen geraten war. Sie berührte bzw. zerstörte alle Spanten im Heckausleger. Hierbei wurde das Kabel des Zusammenstoßwarnlichts (ACL) durchtrennt, das sich dann um die drehende Heckrotorwelle legte und diese im Bereich des Schwingungsdämpfers bremste, und infolge zu einer Torsion und Verformung der Heckrotorwelle in diesem Bereich führte. Es entstand eine heftige Vibration im Hubschrauber, die zum Verlust der linken Tür, des Leitwerks sowie nahezu der gesamten Kabinenverglasung im Flug führte.

Die s-förmige Verformung der Heckrotorwelle ähnelte dem Bild einer Heckrotorwellenverformung aufgrund von Überdrehzahl. Ab einer Hauptrotordrehzahl von 132%, das sind 22 % oberhalb der maximal zulässigen Drehzahl im Fluge, kann die Heckrotorwelle in eine Resonanzschwingung geraten und sich verformen. Bisher gab es zwei derartige Fälle, die aber beide am Boden geschahen, jedoch ein sehr ähnliches Schadensbild zeigten. Der Heckausleger wurde durch das Schlagen der Heckrotorwelle, den entstandenen Vibrationen und dem Verlust aller Nieten am 4. und 6. Spant im Heckausleger so geschwächt, dass er im Flug abknickte. Ab diesem Moment war der Hubschrauber nicht mehr kontrollierbar.

## Schlussfolgerungen

Das Schadensbild deutet auf eine schlagende Heckrotorwelle hin, welche zu heftigen Vibrationen und einer Schwächung der Heckauslegerstruktur geführt hat. Der Auslöser für das Schlagen war mit großer Wahrscheinlichkeit eine Überdrehzahl. Ob ein Flügf Fehler, ein Bordspannungsabfall mit Ausfall der Drehzahlanzeigen oder ein nicht gefundener technischer Defekt der Auslöser für die Überdrehzahl war, bleibt ungeklärt.

Untersuchungsführer	Rokohl
Mitwirkung	
Strukturbegutachtung	Nehmsch
Auswertung Radar/Technik	Lampert, Berndt
Vor Ort	Nehrdinger