



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Helikopters Agusta A-19K2, HB-XWE
vom 16. Februar 1993
auf dem Zugersee

Résumé HB-XWE

Un mécanicien de la REGA, possédant une licence de pilote professionnel, a pour mission de transférer un hélicoptère Agusta A-109 K2 (HB-XWE; 47 heures de service) de Gsteigwiler à l'aéroport de Zurich. Sous une couche nuages, puis de stratus dont la base est comprise entre 200 et 400 m/sol, il survole le Hohgant et Wolhusen pour arriver dans la région de Sempach. Il traverse ensuite la zone contrôlée de l'aérodrome militaire d'Emmen sans s'annoncer. Des témoins observent l'appareil qui effectue des évolutions anormales et risquées; il disparaît parfois de l'écran-radar parce qu'il vole très bas (40 à 50 de hauteur), malgré la présence de plusieurs lignes à haute tension. A la hauteur de Cham, il prend un cap au sud. Après un virage à gauche, il bascule et part en piqué. Il est de nouveau à peu près à l'horizontale lorsqu'il heurte la surface du lac de Zoug à une vitesse de 125 noeuds et coule par 30 m de fond.

Cause

L'accident est probablement dû à des problèmes de santé du pilote, notamment à une migraine entraînant une diminution du champ visuel.

Recommandation

Les lacunes dans l'information entre un médecin traitant et un médecin de confiance de l'Office fédéral de l'aviation civile doivent être comblées.

Comme l'exige également la loi sur la circulation routière, tout médecin qui soigne un pilote malade ou victime d'un accident est tenu d'en informer le service médical de l'OFAC lorsque son patient présente un risque pour la sécurité publique.

Die rechtliche Würdigung des Unfallgeschehens ist nicht Gegenstand der Untersuchung und der Untersuchungsberichte (Artikel 2, Absatz 2 der Verordnung über die Flugunfalluntersuchungen vom 20.8.1980).

0. ALLGEMEINES

0.1 Kurzdarstellung

Am 16. Februar 1993 flog der Helikopter Agusta A-109 K2, HB-XWE, anlässlich eines Ueberfluges von der Helikopterbasis Gsteigwiler/BE zum Flughafen Zürich in den Zugersee. Der Pilot, der sich allein an Bord befand, erlitt den Tod.

0.2 Untersuchung

Der Unfall ereignete sich am 16. Februar 1993 um 1529¹⁾ Uhr. Die Meldung traf um etwa 1545 Uhr beim Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) ein. Die Voruntersuchung wurde von Kurt Lier /Guido Hirni durchgeführt und mit Zustellung des Voruntersuchungsberichtes vom 22. November 1994 an den Kommissionspräsidenten am 22. November 1994 abgeschlossen.

Gemäss Anhang 13 des Abkommens über die internationale Zivilluftfahrt hatte der Herstellerstaat des Helikopters die Möglichkeit, akkreditierte Vertreter zur Untersuchung zu entsenden. Bei der Untersuchung wirkten der Helikopterhersteller Agusta S.p.A., Italien, das betroffene Helikopterunternehmen Schweizerische Rettungsflugwacht (REGA), der Wissenschaftliche Dienst der Stadtpolizei Zürich (WD), die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (EMPA), Vertreter vom Avionic und Hydraulic Engineering der Swissair, Sachbearbeiter der militärischen Flugverkehrsleitstelle und die Kantonspolizei Zug mit.

Der Untersuchung liegt ein Bericht über die medizinisch-organische Untersuchung des Chef des Fliegerärztlichen Dienstes des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) sowie ein Gutachten der Psychiatrischen Klinik Königsfelden, Brugg/AG, zugrunde.

Ursache

Der Unfall ist wahrscheinlich zurückzuführen auf:

Gesundheitliche Probleme des Piloten (Migräneanfall mit Gesichtsfeldeinschränkungen).

EMPFEHLUNG

Die Informationslücke zwischen behandelnden Aerzten und Vertrauensärzten des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) ist zu schliessen.

Jeder Arzt, der einen Piloten wegen Krankheit oder Unfall behandelt, ist verpflichtet den ärztlichen Dienst des BAZL's zu orientieren, wenn dadurch die öffentliche Sicherheit gefährdet werden könnte, dies analog dem Strassenverkehrsgesetz.

1) Alle Zeiten sind Lokalzeiten (UTC+1)

0.3. Information

Der Helikopter Agusta A-109 K2, wurde vom italienischen Helikopterhersteller Giovanni Agusta S.p.A. in Italien gebaut. 1989 schloss die REGA mit dem Helikopterhersteller einen Vertrag über die Anschaffung von 15 Helikoptern dieses Typs ab. Der A-109 K2 ist eine Weiterentwicklung der bereits bestehenden Modellreihe A-109. Bei der Weiterentwicklung des A-109 K2 war auch die REGA beratend beteiligt.

Beim Unfallhelikopter handelt es sich um den fünften Helikopter dieses Typs. Die ersten vier hergestellten Helikopter wurden der Swiss Air Ambulance abgeliefert und standen bei der REGA bereits teilweise im Einsatz.

Der Unfallhelikopter wurde nach dessen Herstellung, im Herbst 1992, zum Flughafen Zürich-Kloten überflogen. Hier wurden am Helikopter noch REGA-spezifische Ausstattungen vorgenommen (u.a. medizinische Installationen). Etwa zwei Wochen vor dem Unfallflug wurde der Helikopter zwecks Ausbildung der Besatzungen auf den REGA-Stützpunkt Berner Oberland in Gsteigwiler überflogen. Um die letzten Kleinarbeiten vor der offiziellen Inbetriebnahme erledigen zu können, hätte der Helikopter nochmals nach Zürich überflogen werden sollen. Bei diesem Ueberflug ereignete sich der Unfall.

1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

1.1 Flugverlauf

Der Flugverlauf einschliesslich des Unfallherganges kann aufgrund der Aussagen von Augenzeugen, der Radaraufzeichnungen vom Militär sowie anhand eines Rekonstruktionsfluges und in Verbindung mit den Erhebungen bei der Untersuchung wie folgt rekonstruiert werden:

Der Pilot begab sich am Morgen des 16. Februar 1993 zum Stützpunkt Berner Oberland der REGA nach Gsteigwiler. Er hatte den Auftrag den Helikopter Agusta A-109 K2, HB-XWE, nach Zürich zu überfliegen. In der für ihn gewohnten Art und Weise führte der Pilot eine vollständige und exakte Vorflugkontrolle durch. Die Wetterinformationen holte er telefonisch bei der Schweizerisch Meteorologischen Anstalt in Zürich, dem Flughafen Zürich und dem Militärflugplatz Emmen ein. Zudem wurde er von der in Gsteigwiler im Dienst stehenden REGA-Helikopterbesatzung betreffend Flugroute beraten. Diese hatte am Vormittag bereits einen Einsatz nach Wolhusen durchgeführt. Anschliessend hat der Pilot den Helikopter betankt und mit diversem Einsatzmaterial beladen. Vor dem Abflug führte der Pilot noch ein etwa halbstündiges Gespräch mit dem im Dienst stehenden REGA-Arzt durch, mit dem er Mitte der siebziger Jahre im Berner Oberland zusammengearbeitet hatte. Damals war der Pilot beim ortansässigen Helikopterunternehmen als Mechaniker tätig. Seither pflegten die Beiden eine enge Freundschaft. Kurz nach 15 Uhr startete der Pilot die Triebwerke des Helikopters und verlangte beim Kontrollturm Interlaken eine "crossing-clearance" Richtung Hohgant. Der Flugverkehrsleiter erteilte die Freigabe mit dem Vermerk "report abeam Habkern". Der REGA-Arzt beobachtete, wie der Pilot um 1505 Uhr mit dem Helikopter abhob und die Basis in Richtung Habkern verliess. Zu dieser Zeit lag im Raume Interlaken eine geschlossene Wolkendecke auf etwa 2'500 m/M; die horizontale Sichtweite betrug mehr als 8 km. Um 1508 Uhr meldete sich der Pilot beim Militärflugplatz Interlaken ab. Anhand der Radaraufzeichnungen, auf denen der Flugkurs, nicht aber die Flughöhe ersichtlich ist, geht hervor, dass der Flugweg wie vorgesehen über die Brannegg und östlich an Wolhusen vorbeiführte. Der

Helikopter wurde von einem Bauern, der sich zu dieser Zeit mit einem Traktor auf dem Feld aufhielt, 2 km südlich des Sempachersees beobachtet. Der Bauer wurde auf den Helikopter deshalb aufmerksam, weil sich dieser im Sinkflug befand und bei dessen Standort nur noch eine geringe Flughöhe aufwies. Die Fluggeschwindigkeit schätzte der Zeuge auf etwa 150 km/h. Dieser nahm an, dass der Ambulanzhelikopter zum nahe gelegenen Paraplegikerzentrum in Nottwil fliegen würde. Als der Helikopter jedoch plötzlich einen eng geflogenen Kreis im Gegenuhrzeigersinn, bei einer horizontalen Sichtweite von etwa 3 bis 4 km und einem Abstand vom Boden zum Hochnebel von etwa 40 bis 50 m flog, war der Bauer erstaunt. Wahrscheinlich infolge der geringen Flughöhe konnte das Radar vom Militärflugplatz Emmen aus den Helikopter im Abschnitt südlich vom Sempachersee nicht mehr erfassen. Nach etwas mehr als einer Minute erschien der Helikopter wieder auf dem Radarschirm, als er sich in der Nähe der Zivilschutzanlage Sempach befand. Mit einem stets leicht korrigierenden Kurs flog der Helikopter nördlich an Rain vorbei. Dort drehte der Helikopter auf einen Kurs von etwa 075° in Richtung Gerligen. Ein Flugverkehrsleiter des Militärflugplatzes Emmen beobachtete auf dem Radar den Einflug eines Luftfahrzeuges in die Kontrollzone Emmen im nördlichen Bereich. Ferner konnte er beobachten, wie das Luftfahrzeug zeitweise für einige Sekunden auf dem Radar verschwand und kurz danach mit einem ähnlichen Kurs wieder auftauchte. Etwa 7 km östlich von der Pistenschwelle 22 kreuzte das für ihn unbekannte Luftfahrzeug die "centerline" der Landebahn 22.

Ohne je Funkkontakt mit dem Luftfahrzeug gehabt zu haben, beobachtete der Flugverkehrsleiter das Ausfliegen des Luftfahrzeuges aus seinem zu kontrollierenden Raum. In Berchtwil, auf der sogenannten Schachenweid, wurde der Helikopter erneut von einem Bauern beobachtet. An dieser Stelle soll der Helikopter jedoch mehrere unübliche Kurven in Bodennähe bei reduzierter Fluggeschwindigkeit von etwa 50 bis 100 km/h geflogen haben. Weiter fiel dem Zeugen der "wirre" Flug, "einmal mit der Nase nach vorn und gleichzeitig in Schräglage, sofort korrigierend und schon wieder in Schräglage", auf. Der Zeuge vermutete, dass sich der Helikopter auf einem Testflug oder sich in einer Notlage befinden würde. Die Wetterbedingungen unter der Hochnebeldecke bezeichnete der Bauer als gut. Einer Automobilistin, die auf der Autobahn in Richtung Zug fuhr, soll der ungewohnte Flug des REGA-Helikopters südöstlich von Hünenberg ebenfalls aufgefallen sein. Sie will gesehen haben, "wie der Helikopter in einer Höhe von etwa 200 m/G plötzlich mit der Kabine gegen den Boden abkippte resp. der Heckrotor in den Himmel ragte". Daraufhin verlor sie den Helikopter aus den Augen. Es sei erwähnt, dass der Helikopter im Streckenabschnitt Neuenkirch bis zum Zugersee mehrmals Hochspannungsleitungen passieren musste und in diesem Abschnitt wahrscheinlich infolge der geringen Flughöhe vom Radar Emmen nicht erfasst werden konnte.

Als der Helikopter bei "Chämleten" Gemeinde Cham den Zugersee erreichte, wurde er von mehreren Zeugen beobachtet. Zwei Fischer, die sich etwa 1,5 km südlich der Kirche Cham in einem Boot auf dem Zugersee aufhielten, und ein Gärtner, der bei Zwijeren (Gde. Buonas) mit dem Schneiden von Bäumen beschäftigt war, wollen gesehen haben, wie der Helikopter nach dem Erreichen des Zugerseeufers etwa 90° nach rechts auf den See eindrehte. Laut der Zeugen flog der Helikopter in einem Abstand von geschätzt 500 m parallel dem Ufer entlang. Dieser Flug über dem See erfolgte laut der Zeugen in einer Höhe von etwa 150 m über der Wasseroberfläche und mit einer normalen Reisefluggeschwindigkeit. Nach einem ruhigen und kontrollierten Flug von über einer halben Minute Dauer drehte der Helikopter nach links und kippte völlig schlagartig über die Querachse in einen steilen Sinkflug ab. Im nahezu senkrechten Sturzflug flog der Helikopter gegen die Wasseroberfläche. Innerhalb von wenigen Sekunden schlug der Helikopter auf dem Wasser auf (Beilage 1.0 und 1.1).

Die beiden Fischer fuhren mit ihrem Boot sofort zur Unfallstelle und konnten bei der Ueberfahrt die sich in etwa 6 km Entfernung befindende Halbinsel von "Chiemen" erkennen. An der Unfallstelle angelangt, setzten sie eine Markierungsboje, fuhren zum Bootshafen Zug und alarmierten dort die zuständigen Stellen. Die Seepolizei ortete noch gleichentags das Wrack auf dem Seeboden und stellte den Tod des Piloten fest.

Koordinaten der Unfallstelle: 678 375 / 223 100 Wasseroberfläche: 414 m/M
Seetiefe: 30 m

Landeskarte der Schweiz 1:25'000, Blatt Nr.1'131 , Zug

1.2 Personenschäden

	<u>Besatzung</u>	<u>Passagiere</u>	<u>Drittpersonen</u>
Tödlich verletzt	1	-	-

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Der Helikopter wurde durch den Aufschlag auf die Wasseroberfläche zerstört und sank in 30 m Tiefe ab.

1.4 Sachschaden Dritter

Es entstand Gewässerschaden durch auslaufenden Treibstoff (Kerosin) und Schmiermittel (Oele).

Durch den Grossaufwand der Bergungsarbeiten entstand an der Zubringerstrasse zum See und beim Gelände beim Bootshaus beträchtlicher Landschaden.

1.5 Beteiligte Personen

1.5.1 Pilot

+Schweizerbürger, Jahrgang 1953

Führerausweis für Berufspiloten (Kat. Helikopter), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 16.01.1989, gültig bis am 13.01.1994

Erweiterungen:	- Radiotelefonie UIT vom	30.07.1987
	- Landungen im Gebirge	16.01.1989

Eingetragene Luftfahrzeugmuster:	- R 22, BO 105, SA-319, AGUSTA A-109 K2
-------------------------------------	---

Flugerfahrung (auf Helikoptern)

Insgesamt 430 Std., wovon ca. 26 Std. auf dem Unfallmuster; in den letzten 90 Tagen ca. 18 Std., wovon ca. 14 Std. auf dem Unfallmuster.

Beginn der
fliegerischen Ausbildung: - 09.02.1972 Ausweis für Segelflugzeuge

- 14.07.1987 Ausweis für Privatpiloten (Kat. Helikopter)
- 16.01.1989 Ausweis für Berufspiloten (Kat. Helikopter)

Letzte fliegerärztliche Untersuchung am 11. Januar 1993

Befund: tauglich mit Einschränkungen, muss Korrekturgläser tragen und Reservebrille mit sich führen.

Beim Piloten handelte es sich um einen Mechaniker mit Pilotenlizenz, Technischer Pilot genannt, d.h. er war kein REGA-Einsatzpilot.

1.5.2 Passagiere

Keine

1.6. Helikopter HB-XWE

Muster:	Agusta A-109 K2
Hersteller:	Giovanni Agusta S.p.A. Italien
Charakteristik:	Zweimotoriger 7-plätziger Turbinenhelikopter mit festem Radfahrwerk
Baujahr / Werknummer:	1992 / 10'005
Triebwerk / Motor:	Hersteller: Turbomeca Muster: Arriel 1 K1 Leistung: 771 shp Serie Nr.: 16'012 und 16'013
Verkehrsbewilligung:	ausgestellt durch das BAZL am 04.02.1993, gültig bis am 31.03.1993
Lufttüchtigkeitszeugnis:	ausgestellt durch das BAZL am 04.02.1993
Halter und Eigentümer:	Swiss Air-Ambulance Ltd., 8021 Zürich
Zulassungsbereich:	im nichtgewerbsmässigen Verkehr VFR bei Tag und Nacht
Betriebsstunden im Unfallzeitpunkt:	Zelle: 47 Std. Triebwerke: je 47 Std.
Betriebszeiten:	Die BAZL-Uebnahmeprüfung erfolgte am 26.1.1993. Die erste 50-Std-Kontrolle war noch nicht fällig und wurde noch nicht durchgeführt
Masse und Schwerpunkt:	Masse und Schwerpunkt befanden sich während des Unfallfluges innerhalb der zulässigen Grenzen
Flugzeitreserve:	ca. 1 1/2 Std. (ca. 360 kg Kerosin)

1.7 Wetter

1.7.1 Gemäss Bericht der Schweiz. Meteorologischen Anstalt in Zürich (SMA)

Allgemeine Wetterlage:

Nach langer Hochdrucklage Durchzug einer sehr schwachen Höhenkaltfront.

Wetter am Unfallort und zur Unfallzeit:

Wetter/Wolken:	8/8 mit Basis zwischen 700 und 800 m/M, ganz leichter Schneefall (einzelne Schneeflocken)
Sicht:	2 - 3 km. Nach Zeugenaussage Umriss in 3 km Distanz sichtbar, was einer meteorologischen Sicht von 1,5 - 2 km entspräche
Wind:	NW, 2 - 5 kt
Temperatur/Taupunkt:	00° C / ms 03° C
Luftdruck:	1'029 hPa QNH
Gefahren:	---
Sonnenstand:	Azimuth: 225° Höhe: 20°
Beilagen:	GAFOR gültig 12 - 18 Uhr UTC: 32 DDD 33 XXX 52 XXX 71 XXX 81 XXX

1.7.2 Gemäss Auszug der militärischen Flugplatzwettermeldung (Ausgabezeit 1500 Uhr):

Interlaken:	8/8 auf 2'500 m/G, Sicht 8 km
Alpnach:	8/8 auf 300 m/G, Sicht 2 km
Emmen:	8/8 auf 400 m/G, Sicht 2 km

1.7.3 Gemäss einem Meteorologen der kurz nach der Unfallzeit in einem Militärhelikopter die Unfallstelle überflog:

Sicht über dem Zugersee in etwa 200 m über Wasser 3 - 4 km ; Sicht unmittelbar vor dem Zugersee kurzzeitig knapp 2 km.

1.8 Navigations-Bodenanlagen

Nicht betroffen.

1.9 Funkverkehr

Der Pilot führte mit dem Flugverkehrsleiter vom Militärflugplatz Interlaken das letzte festgehaltene Funkgespräch durch. Der Funkverkehr wickelte sich wie folgt ab:

<u>Lokalzeit</u>	<u>Station</u>	<u>Gespräch</u>
15:04:43	HB-XWE	Interlaken Tower from Helikopter HB-XWE
15:04:50	TWR	WE go ahead

15:04:53	HB-XWE	Position Gsteigwiler request crossing your field direction Hohgant
15:04:58	TWR	WE crossing approved QNH 1027 report abeam Habkern
15:05:05	HB-XWE	Crossing approved and äh next abeam Habkern WE
15:05:20	TWR	XWE look out for XV in the region Neuhaus-Beatenberg between 3'000 an 3'500 ft in arealwork
15:05:33	HB-XWE	Will look out for ... Helikopter Helikopter WE
15:08:30	HB-XWE	Helikopter WE is approaching Habkern
15:08:33	TWR	You may leave WE bye, bye
15:08:36	HB-XWE	Uf wiederlosä schönä Namittag danke
15:08:38	TWR	Merci gliichfalls

Nach diesem Gespräch wurde kein Funkverkehr mehr mit TWR Interlaken geführt.

Der Pilot führte kein Funkgespräch mit dem Flugverkehrsleiter vom Militärflugplatz Emmen, obwohl er sich zwecks Durchflugbewilligung hätte melden müssen.

Der Pilot führte kein Funkgespräch mit der Einsatzleitung der REGA auf dem sogenannten Helikopterkanal durch.

1.10 Flughafenanlagen

Nicht betroffen.

1.11 Flugschreiber

Nicht vorgeschrieben, nicht eingebaut.

1.12 Befunde an der Unfallstelle und am Wrack

1.12.1 Unfallstelle

An der Unfallstelle fanden die beiden Fischer (Zeugen) einen Oelflecken und kleinere Trümmerteile an der Wasseroberfläche vor. Nach dem Setzen einer Boje fuhren sie zum bereits ab der Unfallstelle sichtbaren Bootshafen von Zug, um die zuständigen Stellen zu alarmieren. Eine Tauchergruppe der Kantonspolizei Zug ortete um etwa 1820 Uhr das Helikopterwrack in 30 m Tiefe. An der Unfallstelle besteht der Seegrund aus weichem lockeren Schlamm (Schlick). Die Unfallstelle befindet sich etwa 600 m vom Ufer entfernt und gehört zur Gemeinde Buonas/ZG.

1.12.2 Wrackverteilung und Spuren auf dem Seegrund

Der tödlich verletzte Pilot lag ausserhalb des Wracks in Bauchlage.

Der Helikopter war in viele Einzelteile zerrissen worden. Der Grossteil der Wrackteile lag in einem Umkreis von etwa 30 m verstreut auf dem flachen Seegrund. Viele Kleinbauteile waren grösstenteils im Sediment eingesunken.

1.12.3 Bergung von Pilot und Helikopter

Die Tauchergruppe der Kantonspolizei Zug erstellte am nachfolgenden Tag einen Videofilm über die Wrackendlage. Anhand der Ergebnisse wurden der Pilot in Anwesenheit von Gerichtsmedizinern und das Wrack in Anwesenheit von Vertretern des Helikopterherstellers bei 36 Tauchgängen geborgen. In erster Priorität wurden kleine Einzelteile geborgen, da diese im Sediment zu versinken drohten. Zur Hebung der grösseren Wrackteile wurde ein Spezialschiff mit Pneukran beigezogen. Anschliessend wurden alle Wrackteile auf den Militärflugplatz Emmen überführt. Am 25. Februar 1993 konnte die Bergung abgeschlossen werden.

1.12.4 Trümmerauslegung, Spurensicherung

Unter Beizug von Spezialisten wurde die Auslegung der Trümmerteile im Massstab 1:1 vorgenommen. Am 15. März 1993 wurde eine erste detaillierte technische Untersuchung mit den unter Ziffer 0.2 angegebenen Vertretern möglich. Folgende Grobfeststellungen konnten gemacht werden:

- Mit Ausnahme der Hydraulikpumpe links konnten alle wesentlichen Bauteile des Helikopters geborgen werden;
- Die Rekonstruktionsauslegung entsprach den Silhouetten der A-109 K2;
- Die Kräfte, welche auf den Helikopter eingewirkt haben, müssen ausserordentlich gross gewesen sein.
- Der Helikopter muss u. a. anhand der Beschädigung an der Helikopternase, der Beschädigungen am Fahrwerk links, der Stauchung der Hauptträger im Dachbereich und der Stauchung des Heckauslegers in nahezu horizontaler Lage auf der Wasseroberfläche aufgeschlagen sein;
- Die Kernzone der Zerstörung lag im Bereich Kabine und Fahrwerk und dehnte sich zentral von innen nach aussen aus. Eine eigentliche Knautschzone lag nicht vor.
- Beide Triebwerke wurden durch den Aufschlag in den Dachboden gedrückt, so dass mehrere Befestigungsblöcke zerstört wurden. Aeusserlich waren beide Triebwerke wenig beschädigt;
- Das Hauptgetriebe wurde durch Drehmomente aus der Dachbefestigung gerissen und brach beim Vorgetriebe auf;
- An den Kraftübertragungsteilen und den Steuerstangen wurden keine vorbestandenen Mängel festgestellt;
- Alle beobachteten Brüche traten infolge von übermassiger Krafteinwirkung ein. Korrosionsspuren oder vorbestandene technische Mängel wurden keine festgestellt.

1.13 Medizinische Feststellungen

Die medizinischen Spezialuntersuchungen wurden in einen medizinisch-organischen (1.13.1) und psychiatrischen Bereich (1.13.2) unterteilt.

Der medizinisch-organische Bereich wurde durch den Chef des Fliegerärztlichen Dienstes des BAZL geleitet. Die medizinischen Feststellungen stützen sich auf folgende Aussagen und Berichte:

- Bericht des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Zürich (IRM);
- Bericht des Vertrauensarztes vom BAZL (Fliegerarzt des Piloten);
- Bericht vom Fliegerärztlichen Institut der Fliegertruppe in Dübendorf (FAI);
- Auskunft des ehemaligen Hausarztes des Piloten;
- Bericht vom dienstleistenden REGA-Arzt des Stützpunktes Gsteigwiler;
- Bericht des Gutachtens der Psychiatrischen Klinik Königsfelden in Brugg/AG;
- Fachärzte (u.a. Neurologen)
- Optiker

1.13.1 Gerichtsmedizinische Befunde/Feststellungen

Auszug aus dem Bericht des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Zürich (IRM) vom 19.07.1993:

Erhebungen am Absturzort

Die Leiche war nach Angaben des Gerichtsmediziners "stark zerstört, jedoch nicht in Teile zerrissen". In der Verletzung der rechten Schulter wurde ein grösseres Stück eines hellgrau getönten Brillenglas vorgefunden, welches seinen Tönungsgrad spontan veränderte. Der Pilotenhelm bestand nur noch aus den zwei Ohrmuscheln und einem kurzen Verbindungsstück im Nackenbereich.

Obduktion

Alle lebenswichtigen inneren Organe waren verletzt, jedoch gut erhalten und hinsichtlich allfälliger vorbestandener Veränderung ohne Schwierigkeiten beurteilbar. Insbesondere an Herz und Gehirn konnten keine krankhaften Organveränderungen festgestellt werden. Auch mikroskopische Untersuchungen ergaben keine krankhaften Störungen.

Im peripheren Lungensaft konnten Algen nachgewiesen werden, was auf eine beim Aufschlag auf die Wasseroberfläche noch vorhandene Atemtätigkeit schliessen lässt.

Die Lokalisation und Art der Verletzung spricht für eine massive Gewalteinwirkung frontal auf den Körper mit Kompression von Brust und Bauch. Die Verletzungsmuster der Brust und am Kopf sprechen dafür, dass die Gurten und der Helm getragen wurden.

Medizinisch chemische Untersuchung

Glucose- und Milchzuckernachweis ergaben keinen Hinweis auf das Vorliegen einer Zuckerstoffwechselstörung.

Chemisch toxikologische Analysen

Es war kein Trinkalkohol im peripheren Leichenblut nachweisbar. Der Nachweis hinsichtlich Drogen (Opiate, Morphin, Cocain oder Canabis), schlafinduzierenden und beruhigenden Wirkstoffen (Benzodiazepine) und Aufputsch- und Betäubungsmittel (Amphetamine) verliefen im Blut- und Urintest negativ.

Zusammenfassung

Todeseintritt:	Beim Aufschlag auf die Wasseroberfläche.
Todesursache:	Zerstörung lebenswichtiger Organe.
Todesart:	Unfall oder Suizid. Kein morphologischer oder chemisch-toxikologischer Hinweis auf das Vorliegen einer gesundheitlichen Störung.

1.13.2 Vertrauensarzt BAZL (Fliegerarzt des Piloten)

Seit 1986 wurde der Pilot regelmässig vom gleichen Vertrauensarzt des BAZL untersucht. Der Vertrauensarzt kannte den verunfallten Piloten nicht nur von den fliegerärztlichen Untersuchungen her, sondern auch von gemeinsamen Arbeitseinsätzen. Der Vertrauensarzt beschreibt den Piloten als überaus gewissenhaften und -wenn er unzufrieden war- auch "aufmüpfigen" Mitarbeiter.

Dem Vertrauensarzt hat der Pilot ein einziges Mal, nämlich 1986 erwähnt, dass er an einer leichten Migräne leide. Bei sämtlichen späteren fliegerärztlichen Untersuchungen wurde nichts mehr darüber erwähnt. Die Rubrik "Kopfschmerzen" wurde im ärztlichen Fragebogen immer mit "nein" vermerkt. Eine eingehendere Untersuchung der angegebenen "leichten Migräne" wurde nicht durchgeführt resp. nicht angeordnet, weil der Pilot bei näherem Hinterfragen die für die Migräne klassische Symptomatik in Abrede stellte.

1988 bewarb sich der Pilot erstmals um die Erteilung eines Attests für Berufspiloten. Nach Meinung des Vertrauensarztes waren die Minimalanforderungen für das linke Auge zu diesem Zeitpunkt nicht mehr erfüllt. Eine Anforderung, die der Pilot vor einigen Jahren noch erfüllt hatte. Mit einer Empfehlung leitete der Vertrauensarzt ein Gesuch an den Fliegerärztlichen Dienst des BAZL weiter. Die Beurteilung dieser Sachfrage ist im Kapitel 1.13.3 und 4 beschrieben.

Bei der letzten fliegerärztlichen Untersuchung im Januar 1993 fiel dem Vertrauensarzt ein leichter Extensionstremor auf (Zittern der Hand beim Ausstrecken des Armes), den er vorher nie beobachtet hatte. Der Pilot führte dies auf die berufliche Belastung zurück.

1.13.3 Bericht des Fliegerärztlichen Institutes der Fliegertruppe in Dübendorf (FAI)

Auszug aus dem Bericht des FAI vom 1.12.1988:

Das Gutachten vom FAI behandelt nur die Frage betreffend Sehvermögen. Der ophthalmologische Experte stellte im Dezember 1992 folgende Befunde fest:

Refraktometer:	OD -1.25 sph = -1.5 cyl x 96°
	OS -1.50 sph = -3.25 cyl x 168°

Keratometer nach Javal:	OD -0.25 cyl x =0°
-------------------------	--------------------

OS -3.755 cyl x 165°

Fernvisus: OD 1.50 cc mit -1.75 sph = -1.00 cyl x 90°
OS 1.00 cc mit -1.50 sph = -2.50 cyl x 0°

Jetzige Brillenkorrektur: OD idem
OS -1.00 sph = -2.50 cyl x 0° (d.h. -0.50 sph weniger)

Binokularsehen normal, Stereosehen Lang Test normal, Morphologische Befunde unauffällig und normal.

Beurteilung: Anisometropie, mit Brille voll auskorrierbar, beschwerdefrei.
Mit dem rechten Auge erfüllt der Pilot die Grenzwerte, mit dem linken Auge liegt er "zylindrisch" darüber.

Antrag: Erteilung eines Berufspilotenausweises.

1.13.4 Optiker

Ohne Brille verfügte der Pilot über ein Sehvermögen von 20% auf dem rechten resp. 10% auf dem linken Auge. Mit der Brille war die Sehschärfe für das rechte Auge überdurchschnittlich gut, für das linke normal. Ohne Brille war der Pilot in der Lage gewesen, nur auf Distanzen von weniger als 1 m Zeigerstellungen und grössere Zahlen oder Buchstaben lesen zu können. Ab Distanzen von mehr als 3 m wirkte sich das Nichttragen oder der Verlust der Brille deutlich stärker negativ aus.

Beim Unfallflug trug der Pilot eine Brille mit Federbügeln (Bügel hinter dem Ohr). Die Ersatzbrille führte er angeblich stets im Aktenkoffer mit sich. Diesen soll der Pilot beim Unfallflug in den hinteren Kabinenraum gelegt haben. Vom Aktenkoffer konnte nur noch ein Schlossteil sichergestellt werden; von der Ersatzbrille nichts mehr.

Die Frage ob das Sonnenschutzvisier am Helm nach unten ausgefahren gewesen war konnte nicht beantwortet werden, da vom Helm nur zertrümmerte Bruchstücke gefunden wurden.

1.13.5 Krankheitsbild Migräne

Seit Kindheit litt der Pilot an Anfallskopfschmerzen, die der Hausarzt diagnostizierte und behandelte. In den siebziger Jahren traten des öfters mehr oder weniger starke Migräneanfälle auf. Eingeleitet wurden die Anfälle durch leichtere Kopfschmerzen, dazu meist verbunden mit Schwindel und Uebelkeit. Es traten auch Augensymptome wie Lichtempfindlichkeit, Flimmern und Gesichtsfeldausfälle auf.

Die Anfälle waren zeitweise derart invalidisierend, dass der Pilot seinen Arbeitsplatz verlassen und sich in einem verdunkelten Zimmer mit einer Sonnenbrille tragend hinlegen musste. Manchmal kam es zu heftigem Erbrechen, worauf dann die Kopfschmerzen nachliessen. Die Häufigkeit und Stärke der Anfälle waren sehr variabel und schienen auch von der beruflichen und persönlichen Belastung abhängig zu sein. Es traten manchmal in einer Woche mehrere Anfälle auf, dann aber war der Pilot wieder wochenlang beschwerdefrei. Die Dauer der Anfälle waren unterschiedlich lang. Der Pilot liess die Krankheit an mehreren Orten (Kliniken und Hausärzte) abklären und behandeln. Der Leidensdruck wurde jedoch erst durch die Behandlung mit Akupunktur resp. Ohrakupunktur gelindert, nachdem alle medikamentösen Versuche mehr oder

weniger erfolglos geblieben waren. Mit Freude verkündete der Pilot, dass die Anfälle nach dieser Behandlung sowohl an Häufigkeit und Stärke abgenommen hätten.

Weil der Pilot vorab in den ersten Monaten des Jahres unter Migräne und Frühjahrsheuschnupfen litt, empfahl ihm ein Arzt, im Januar 1985, eine allergologische Abklärung vorzunehmen. Bei der Spezialuntersuchung stellte der untersuchende Arzt eine Neurodermitis, ein Frühjahrsheuschnupfen und eine Migräne fest. Der Pilot gab bei dieser Konsultation an, dass die eingenommenen Mittel gegen die Migräneanfälle nichts mehr genützt hätten und er ein bis zwei Anfälle pro Monat habe. Begleitet würden die Migräneanfälle durch Erbrechen und Ausfall des Sehvermögens auf einem Auge. Unter Lähmungserscheinungen leide er indessen nicht.

Nach Angaben aus dem Familien- und Mitarbeiterkreis hat der Pilot Ende der achziger und zu Beginn der neunziger Jahre hin und wieder Migräneanfälle gehabt. Ansonsten sei er nie krank gewesen. Die letzten bekannten Anfälle traten innerhalb der letzten Jahre vor dem Unfall ein (z. B. 1992). U. a. habe der Pilot erbrechen müssen und über einseitige Sehstörungen geklagt.

1.13.6 Psychiatrisches Gutachten

Persönlichkeit, Persönlichkeitsstörungen

Der Pilot wird einhellig und von Kindheit an bis zu seinem Tod als besonders ernsthaft, korrekt, 100% zuverlässig, exakt, pünktlich, geradlinig, hart mit sich selbst, fast verkrampt, mit 100% Präzision und Engagement, genau, ehrgeizig, kompetent, alles planend und keine Eventualitäten zulassend beschrieben. Im Grunde genommen handelt es sich fast durchgehend um positive Eigenschaften, die man sich und seinen Mitarbeiter nur wünschen könnte. Auffallend ist beim Piloten einzig das hohe Mass und das Vorherrschen bei allen Charakterbeschreibungen. Immer wieder wurde denn auch Staunen bei den Zeugen spürbar, wie man derart anspruchsvoll sein kann.

Derartige Persönlichkeits-Eigenschaftskombinationen nennt man in Fachkreisen "anankastische oder zwanghafte Persönlichkeit". Nach den Erfahrungen des Gutachters fiel der Pilot zwar durch Eigenschaften auf, die qualitativ zu einer anankastischen Persönlichkeit gehören. Sie machten ihm das Leben hie und da auch schwerer als anderen Menschen, sie erreichten aber nicht das nötige Ausmass, als dass von einer Störung und gar noch mit Krankheitswert gesprochen werden darf. Nach einer privaten Veränderung, ist der Pilot Ende der achtziger Jahre durch ein verändertes Auftreten aufgefallen. Vom eher ruhigen und dankbaren Mitarbeiter hat er sich zum "aufmüpfigen und fordernden" entwickelt.

Mögliche psychiatrische Erkrankungen

Depression

Der Pilot war vor allem 1992 ausserordentlich stark belastet; dies geht aus allen Aussagen hervor. Von einigen wird auch die Veränderung vom ruhigen, gefassten Menschen hin zum "aufmüpfigen und explodierenden Mitarbeiter" geschildert. Ganz offensichtlich war der Pilot an den Rand der Belastungsfähigkeit geraten. Auf der anderen Seite vermochte er aber immer Lösungen zu erwägen, suchte seine (mehrere) Vorgesetzten auf, konnte abladen und neue Hoffnung schöpfen. Ja sogar die Möglichkeit zu explodieren, darf als gesunde Seite betrachtet werden, vermochte er doch dadurch den Schwall der Gefühle zu entäussern.

Alles in allem also eine Person mit Zeichen der Ueberlastung, nicht aber einer erheblichen Depression. Eine Urteil, welches auch vom dienstleistenden Arzt in Gsteigwiler, der als letzter mit dem Piloten kurz vor dem Abflug gesprochen hat, bestätigt wird.

Schizophrenie

Noch klarer als bei der Frage nach einer Depression kann auf Grund des nachgezeichneten Bildes des Piloten die Diagnose einer Schizophrenie ausgeschlossen werden.

Suchtverhalten

Weder aus den Akten, geführten Gesprächen, Erfahrungen mit dem Piloten noch aus den Befunden des IRM gibt es Anhaltspunkte für den Gebrauch oder die Abhängigkeit von schädlichen Suchtmitteln.

Zusammenfassung

Aus den umfangreichen vorhandenen Quellen und sichtbaren Tatsachen lassen sich keine psychiatrischen Erkrankungen diagnostizieren. Auch nicht solche, die als Risikofaktor für einen Suizidversuch oder einen Suizid gelten. Dies schliesst aber logischerweise nicht aus, dass der Pilot es unterlassen hat, einen flugtauglichen Helikopter aus irgendeinem Grund von einem Hindernis wegzusteuern. Was sich in den letzten acht Minuten des Ueberfluges im Cockpit wirklich abspielte, wird für immer ein "Geheimnis" bleiben.

1.14 Feuer

Es brach kein Feuer aus.

1.15 Ueberlebensmöglichkeiten

Der Aufschlag des Helikopters auf der Wasseroberfläche war für den Piloten nicht überlebbar.

1.16 Besondere Untersuchungen

In Anbetracht der Feststellungen vom 15. März 1993 und bezogen auf die Angaben der Zeugen musste folgendes abgeklärt werden:

- a Genaue Flugroute mit Kurs und Flughöhe, Art des Fluges (Besonderheiten), Meteorologische Bedingungen während des Fluges;
- b Lage und Geschwindigkeit des Helikopters beim Aufschlag auf die Wasseroberfläche;
- c Leistungsabgabe der Triebwerke beim Unfalleintritt; wurde die Kraft an den Haupt- und Heckrotor übertragen;

- d Vorbestandene technische Mängel zwischen dem kollektiven und zyklischen Blattverstellhebel (pitch und stick) und den Pedalen zum Haupt- und Heckrotor;
- e Vorbestandene technische Mängel am Hauptrotor (Rotorkopf und Hauptrotorblätter);
- f Funktionsprüfung des "horizontal stabilizer", Ursache der Eindruckspur auf der linken Seite des "horizontal stabilizer" und der Einschlagspuren am Heckausleger;
- g Funktionsprüfung des gesamten Hydrauliksystems. Ist ein unbeabsichtigter "run away" eines "hydraulic actuators" ohne Eingabe eines Steuerbefehls vom Piloten möglich;
- h Ist ein unbeabsichtigter "run away" der elektrischen "force trim" am "pitch" möglich;
- i In welchem Betriebszustand befanden sich die wichtigsten Warnlampen am Instrumentenbrett;
- k Auf welche Höhe war die "decision height-Marke" am Radarhöhenmesser eingestellt;
- l Welche VHF-Funkfrequenz war am Sende-Empfänger eingestellt;
- m Hinweis auf Besonderheiten?

1.16.1 Flugroute und Flugverlauf

Anhand der Radaraufzeichnungen auf dem Militärflugplatz Emmen wurde die Flugroute mit einem Helikopter vom Typ "Ecureuil" abgeflogen. Nach diesem ersten Rekonstruktionsflug wurden sieben Zeugen, die wichtige Aussagen abgegeben hatten zu einem weiteren Rekonstruktionsflug beigezogen. Der zweite Rekonstruktionsflug erfolgte mit einem dem Unfallhelikopter identischen Helikopter.

Bei der Durchführung des zweiten Rekonstruktionsfluges befanden sich alle Zeugen in Begleitung einer kompetenten Person an demselben Ort, ausgerüstet mit Funk, von dem aus sie ihre Beobachtungen gemacht hatten. Anhand dieser Angaben wurden die Beilagen 2.0 und 2.1 erstellt.

Im Streckenabschnitt Neuenkirch bis Zugersee passierte der Helikopter etwa sieben Hochspannungsleitungen. Die Höhe dieser Leitungen variiert. Die Nulleiter befinden sich im Durchschnitt auf einer Höhe von >30 m/G. In vier Abschnitten zwischen Neuenkirch und Zugersee konnte der Helikopter vom Radar nicht erfasst werden. Als Faustregel - das hat der Rekonstruktionsflug gezeigt - kann davon ausgegangen werden, dass der Helikopter bei einer Flughöhe von <40 bis 50 m/G vom Radar erfasst wurde. Die Zeitdauer dieser "black holes" auf dem Radar variierte zwischen 8 bis 72 Sekunden. Was sich in diesen Abschnitten abspielte und von keinem Zeugen beobachtet wurde, muss offen bleiben. Dies gilt insbesondere für die Streckenabschnitte nördlich und nordöstlich des Militärflugplatzes Emmen. Der Kurswechsel beim Erreichen des Zugersees betrug etwa 90° nach rechts; die Flughöhe über dem See etwa 430 ft. Für den Abschnitt Neuenkirch bis zur Unfallstelle benötigte der Helikopter etwa acht Minuten.

1.16.2 Wissenschaftlicher Dienst der Stadtpolizei Zürich (WD)

Anhand des Gutachtens des WD vom 16.09.1993 können die Fragen zu Ziff. 1.16 b, c, d, e, f, i, k, m wie folgt beantwortet werden:

- Der Helikopter schlug mit einer Geschwindigkeit von 125 kt, einer Seitenlage links von etwa 15° und in nahezu horizontaler Lage um die Querachse (+/- 5°) auf der Wasseroberfläche auf. Beim "vertical speed indicator" wurden bei der Marke von 500 ft/min Zeigerspuren festgestellt. Beim "tripel tacho indicator" können keine verbindlichen Aussagen gemacht werden. Durch die Schadenentstehung bei der Dreiecksmarke beim "torque indicator" kann ausgesagt werden, dass unmittelbar vor dem Schadenereignis die Marke sich im hohen Grünbereich befand und beim Aufschlag eine Verschleppung der roten Farbe der 100%-Markierung resp. weissen Farbe bei der 110%-Markierung stattfand. Beim Hydraulikdruckzweifachinstrument liess sich nachweisen, dass in beiden Systemen Druck vorhanden war resp. die Zeigerstellungen sich im gelbgrünen Bereich befanden. Anhand dieser Instrumente liess sich zudem beweisen, dass die Verzögerung des Helikopters nicht von vorne, sondern mit einer vertikalen Komponente von unten erfolgte.
- Beide Triebwerke gaben beim Aufschlag auf der Wasseroberfläche Leistung an das Hauptgetriebe ab, was spurenkundlich mit dem "torque indicator" nachgewiesen werden konnte.
- Es gibt keinerlei Anhaltspunkte in Bezug auf vorbestandene technische Mängel für die Bauteile unter Punkt d, e, und f. Die konkrete Ursache der Impact's im äusseren Bereich der Eintrittskante des Elevator's links konnte nicht eruiert werden. Ohne Zweifel sind sie beim Aufschlag oder im Verlauf der Zerstörungen im Wasser entstanden. Die Funktionstüchtigkeit der Elevatorflächen wurde durch diese Schäden mechanisch nicht beeinträchtigt. Masstechnische und mikroskopische Untersuchungen der Schnittstellen auf der linken Seite am Heckrotorausleger ergaben, dass die Beschädigungen erst nach der Desintegration der Heckrotorgetriebebefestigung möglich waren.
- Die Befunde bezüglich dem Zustand der Glühwendel resp. dem Betriebszustand der Lampen:

<u>Was</u>	<u>Lämpchen links</u>	<u>Lämpchen rechts</u>
XMSN OVTRQ	kalt intakt	kalt intakt
SERVO 1	kalt intakt	kalt intakt
SERVO 2	kalt intakt	kalt intakt
Hyd UTIL	kalt intakt	kalt intakt
EMERG UTIL	kalt intakt	kalt intakt
ENG 1 LOW	kalt intakt	kalt gebrochen
ENG 2 LOW	kalt intakt	kalt intakt
ROTOR RPM	kalt gebrochen	kalt intakt
Master CAUTION	alle vier Lämpchen fehlen	
Master WARNING	oben beideseits kalt gebrochen unten beideseits kalt intakt	

Es gibt keinen Hinweis dafür, dass eines der untersuchten Lämpchen beim Aufschlag des Helikopters auf die Wasseroberfläche gebrannt hat.

- Die Marke der "decision height" am Radarhöhenmesser befand sich beim Aufschlag auf das Wasser bei etwa -10 ft. Als der Aufschlag erfolgte, brannte das Lämpchen der "DH"-Anzeige nicht.

- Mit den Wrackteilen wurden Tonbandfragmente mehrerer Minikassetten asserviert. Der Pilot hatte angeblich die Gewohnheit, gewisse Vorkommnisse während den Flügen auf Tonband festzuhalten. Die Analyse zeigte, dass es sich bei den aufgezeichneten Gesprächen um Flüge handelte, die einige Tage zuvor durchgeführt wurden.

1.16.3 Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (EMPA)

Die EMPA nahm zu den Fragen Ziff. 1.16 b, c, d, e, f, m mündlich wie folgt Stellung:

- Der Aufschlag des Helikopters auf dem Wasser erfolgte mit sehr grosser Wucht im Bereich Hauptfahrwerk (Beilage 1.1, von WD erstellt). Das linke Hauptfahrwerk wurde mit einer vertikal nach oben gerichteten Kraft zusammengestaucht und nach hinten abgequetscht. Wasser drang druckartig primär von unten anschliessend auch von vorn in den Kabineninnenraum ein. Der sehr grosse Wasserdruck bewirkte, dass die Hauptstruktur explosionsartig von innen nach aussen zerstört wurde. Dadurch entstand keine eigentliche Knautschzone sondern ein explodierender Körper. Alle beobachteten Brüche sind eine Folge der schlagartig vernichteten kinetischen Energie des Helikopters inklusive des Hauptrotors. Vorbestandene technische Mängel konnten nicht festgestellt werden.

1.16.4 Systemkontrollen

Hydraulikanlage

Die "hydraulic engineering"-Abteilung der Swissair nimmt zu Ziff. 1.16 Punkt g wie folgt Stellung:

- Der Helikopter besitzt zwei unabhängige Hydrauliksysteme. Beim Ausfall eines Systems übernimmt automatisch das andere System die alleinige Funktion. Ohne Hydraulikunterstützung kann der Helikopter laut dem Hersteller nicht geflogen werden.
- Die Konstruktion ist so angebracht, dass es nach Auffassung des Gutachters nicht möglich und vorstellbar ist, dass ein System gegen das andere arbeiten kann.
- Die rechte Hydraulikpumpe konnte geborgen werden, die linke nicht. Die Steuerung auf den Hauptrotor erfolgt über drei "actuators". Zwei waren unbeschädigt und funktionstüchtig. Beim Dritten erlitt ein Bauteil im Innern einen Gewaltbruch.
- Ein sogenannter "run away", d.h. ein Aus- oder Einfahren eines "actuators" ohne dass der Pilot einen Steuerbefehl vorgenommen hat, kann ausgeschlossen werden.
- Die Hydraulikanlage war bis zum Unfallzeitpunkt funktionstüchtig.

Automatisches "flight control system" (AFCS)

Die "electronic engineering"-Abteilung der Swissair nimmt zu Ziff. 1.16 Punkt h und i wie folgt Stellung:

- Das vom Helikopterhersteller standardmässig eingebaute AFCS ist in den REGA-Helikoptern nicht eingebaut. Ein Ersatzprodukt wird bei der REGA erprobt,

steht für die Einsatzhelikopter zur Zeit aber noch nicht zur Verfügung. Gemäss dem Helikopterhersteller kann der Helikopter auch ohne AFCS unter Berücksichtigung einer leichten "Komforteinbusse" und Mehrarbeit für den Piloten geflogen werden.

- Der Pilot hat als einzige Unterstützung eine elektrische "force trim", d.h. kleine Elektromotoren halten den Steuerknüppel "stick" in der vom Piloten gewünschten Position, sofern er die "force trim" am Instrumentenbrett eingeschaltet hat. Ob sich der "force trim"-Schalter in Position "ON oder OFF" befunden hat, konnte spurenkundlich nicht nachgewiesen werden. Mit einem geringen Kraftaufwand kann der Pilot die kleinen Elektromotoren übersteuern. Ein unkontrollierter "run away" eines solchen Elektromotors kann selbst unter Berücksichtigung, falls dieser Fall eintreten sollte, nicht dazu führen, dass der Helikopter ausser Kontrolle geraten kann.
- Beim verwendeten VHF-Sende-Empfänger konnte infolge Zerstörung eines elektronischen Bauteils nicht ermittelt werden, welche Flugfunkfrequenz der Pilot am Gerät eingestellt hatte.

1.17 Verschiedenes

- Der Pilot war für die Abnahme der neuen REGA-Helikopter beim Hersteller in Italien massgebend verantwortlich und verfügte vom Unfallmuster über überdurchschnittlich gute Systemkenntnisse.
- Der Pilot verfügte über sehr gute Geografiekenntnisse des überflogenen Gebietes. In den vergangenen Jahren absolvierte er alljährlich mehrtätige Kurse in dieser Gegend. U.a. hat er in der tief überflogenen Zivilschutzanlage von Sempach an mehreren Kursen mit dem Helikopter teilgenommen.
- Gestützt auf die in Kapitel 1.13.6 beschriebenen charakterlichen Eigenschaften und der langjährigen Erfahrung steht mit grosser Sicherheit fest, dass der Pilot:
 - die Vorflugkontrolle jederzeit exakt und vollumfänglich durchgeführt hat;
 - bei einer technischen Störung am Helikopter im Reiseflug sofort eine Sicherheitslandung vorgenommen hätte;
 - bei reduzierten Sichtverhältnissen jeweils sofort eine Aussenlandung vorgenommen gegebenenfalls den Helikopter stehen gelassen hätte;
 - nicht in einen kontrollierten Luftraum eingeflogen wäre, ohne mit dem zuständigen Flugverkehrsleiter in Verbindung zu treten;
 - keine Tiefflüge durchführte, insbesondere nicht eine Hochspannungsleitung mit Reisefluggeschwindigkeit knapp über- oder sogar unterflogen hätte;
 - keine, "wirren, halbsbrecherischen Flugeinlagen" in geringer Höhe über Grund durchgeführt hätte.

2. BEURTEILUNG

Technisches

Es gibt keinerlei Anhaltspunkte dafür, dass vor oder während des Fluges technische Mängel oder Störungen beim Helikopter auftraten, welche auf eine technische Unfallursache schliessen lassen. Wäre der Pilot wegen einer gravierenden technischen Störung gezwungen gewesen, eine Notlandung vorzunehmen, wäre dies auf dem überflogenen Gelände, welches er bestens kannte, jederzeit problemlos möglich gewesen. Vom Militärflugplatz Emmen hätte der Pilot in einem solchen Fall jede Unterstützung erhalten. Die technischen Untersuchungen der Wrackteile ergaben keinerlei Hinweise auf technische Mängel vor dem Unfall. Im Gegenteil, anhand von mehreren Tatsachen kann nachgewiesen werden, dass der Helikopter bis zum Aufschlag auf der Wasseroberfläche voll flugtauglich war.

Operationnelles

Verfolgt man den Flugverlauf in umgekehrter Richtung, d.h. ab Unfallstelle zum Startort, ergeben sich viele offene Fragen. Sicher ist, dass die Steuerbefehle für das Abfangen des Helikopters über der Wasseroberfläche resp. das bruske Abkippen um die Querachse zum nahezu vertikalen Sturzflug unmittelbar zuvor vom Piloten ausgelöst wurden.

Unerklärlich ist der Sturzflug gegen die Wasseroberfläche deshalb, weil diesem Flugmanöver ein ruhiger, normaler Reiseflug von mehr als 30 Sekunden Dauer, bei einer Flughöhe über dem Zugersee von etwa 430 ft bei einer Horizontalsicht von 3 bis 4 km voranging. Ebenso unerklärlich ist auch die Frage, warum der Pilot beim Erreichen des Zugersees in eine völlig falsche Richtung abdrehte und dabei die erdgebundenen Orientierungshilfen dadurch deutlich verschlechterte, dies vor allem deshalb, da ein Navigationsfehler bei den guten Ortskenntnissen des Piloten auszuschliessen ist.

Betrachtet man nun noch die Flugroute vom Zugersee zurück bis nach Neuenkirch genauer, kommt jede Person, die den Piloten gekannt hat zum Schluss, dass dieser von mehreren Zeugen beschriebene und vom Radar erfasste Flugverlauf in krassem Widerspruch zu den in Ziffer 1.13.6 umschriebenen Persönlichkeitseigenschaften steht. Einen solchen "wirren", "unkontrollierten", "halsbrecherischen", "gefährlichen", vorschriftsverletzenden Flug, hätte dieser Pilot in einer guten gesundheitlichen Verfassung niemals durchgeführt. Beim Unfallflug ist also nicht primär die letzte Flugminute von entscheidender Bedeutung. Vielmehr interessiert der Grund für den "gewählten" Flugverlauf zwischen Sempacher- und Zugersee. Was sich im Cockpit abspielte, als der Helikopter die Kontrollzone vom Militärflugplatz Emmen durchflog, steht im kausalen Zusammenhang mit dem Flug auf und über dem Zugersee.

Gesundheitliche Aspekte

Sehvermögen

Laut Optiker war der Pilot mittelschwer kurzsichtig. Er hat seine Brille mit höchster Sicherheit nicht im Flug verlieren können. Und selbst wenn dies eingetreten wäre, hätte er in der zur Verfügung gestandenen Zeit und mit dem Wissen, dass sich die Brille nicht weiter als 1 m von ihm entfernt befinden muss, diese wieder ergreifen

können. Das eingeschränkte Sehvermögen hat sich erst auf Distanzen über 3 m negativ auf den Flugverlauf ausgewirkt. Ohne Brille wäre eine Landung ohne Schaden am Helikopter anzurichten kaum möglich gewesen (forced landing).

Allgemein körperliche Gesundheit

Spurenkundlich konnte nachgewiesen werden, dass der Pilot sich vor dem Unfallflug in guter rein körperlicher Verfassung befand, beim Aufschlag auf der Wasseroberfläche den Tod erlitt und zu diesem Zeitpunkt über eine vorhandene Atemtätigkeit verfügte. Die chemischen-toxikologischen und medizinisch-chemischen Untersuchungen verliefen negativ. Die Todesursache trat zweifelsfrei infolge der Zerstörung lebenswichtiger Organe ein.

Allgemeines zum Krankheitsbild Migräne

Bis vor kurzem galt die verbreitete Auffassung, Migräne sei eine Gefässkrankheit. Andere wiederum bezeichneten Migräne als ein Nervenleiden, dem Sehstörungen, Uebelkeit, Kribbeln oder Taubheitsgefühle in den Armen und Beinen, gelegentliche Sprachstörungen bis hin zur Halbseitenlähmung vorausgehen oder sie begleiten können. Neuere Untersuchungen mittels radioaktiver Marker konnten zeigen, dass zumindest bei der einfachen Migräne die Hirndurchblutung auch während des Anfalls völlig normal ist. Bei Patienten mit einer Aura (Vorgefühl, dass "etwas kommt") konnte aber eine deutliche Einschränkung des Blutstromes im Okzipitalbereich des Hirns festgestellt werden; dieser ist für die zentrale Verarbeitung der Sehinformation verantwortlich. Gesichtsfelddefekte, sogenannte Skotomsyndrome oder Röhrenskotomsyndrome können die Folge davon sein.

Sicher ist heute, dass Migräne mit oder ohne Kopfschmerzen ablaufen und langsam oder sehr rasch auftreten kann. Die Begleitsymptome sind von Patient zu Patient sehr unterschiedlich und unterscheiden sich auch in ihrer Art und Stärke. Die Anfälle können in Bezug auf Häufigkeit und Stärke von der beruflichen oder persönlichen Belastung abhängig sein. Nach neueren Erkenntnissen wirken sich vor allem die privaten Belastungen stärker als noch vor Jahren angenommen auf die Häufigkeit und Stärke der Migräne aus. Der Verlauf der einzelnen Migräneanfälle ist üblicherweise sehr ähnlich. Abweichungen sind aber jederzeit möglich. Klare oder sogar sture Regeln sind nicht anwendbar. Jeder Patient ist ein Einzelfall.

Aussenstehende können das Krankheitsbild nur anhand der Symptome feststellen. Der zu untersuchende oder behandelnde Arzt ist auf die Mithilfe des Patienten absolut angewiesen. Das heisst, weder im Blut oder Urin, einem Röntgenbild oder Ultraschall, noch bei einem anderen Verfahren, lässt sich die Krankheit erfassen oder messen. Alle Angaben muss der Patient dem Arzt mitteilen.

Migräne beim Verunfallten

Der Pilot litt seit Kindheit in unterschiedlicher Stärke und Häufigkeit an Migräne plus einer Neurodermitis. Wieweit er die Migräne durch die diversen Behandlungen in den Griff bekam, wusste nur er selbst. Man kann annehmen, dass der Leidensdruck Mitte der siebziger Jahre einen Höhepunkt aufwies und sehr gross war und die Krankheit invalidisierend wirkte. Therapien und Medikamente linderten danach wahrscheinlich die Krankheit bis Mitte der achtziger Jahre. Gemäss Aussagen des Piloten halfen die

Medikamente Mitte der achtziger Jahre nicht mehr, was dazu führte, dass er im Frühjahr jeweils erneut an Migräneanfällen litt. Bei diesen ein bis zwei Mal pro Monat auftretenden Anfällen litt der Pilot unter einseitigen Sehstörungen, Erbrechen und Kopfschmerzen. Wenige Wochen vor dem Unfall hat sich der Pilot über migräneähnliche Beschwerden beklagt.

Der Chef des Fliegerärztlichen Dienstes des BAZL macht geltend, dass nach den nationalen und internationalen fliegerärztlichen Vorschriften eine Migränekrankheit dieser Art, wenn sie bekannt ist, zu Fluguntauglichkeit aller Kategorien, führt. Er bedauert, dass die Krankheit 1986 bedingt durch die unvollständig und nicht wahrheitsgetreue Aussage des Piloten medizinisch nicht eingehend untersucht wurde. Bei der Rubrik "Kopfschmerzen" hätte der Pilot den Fliegerarzt genauso detailliert über die Sehstörungen, ein bis zwei Anfälle pro Monat, etc. orientieren müssen, wie er dies beim Spezialarzt getan hat. Insbesondere dann, als der Pilot 1988 erstmals um die Erteilung eines Attests für Berufspiloten nachfragte, wäre ein Hinweis an den Vertrauensarzt zwingend notwendig gewesen.

Ob der Pilot während des Unfallfluges einen Migräneanfall erlitt, kann, da die Krankheit nicht nachweisbar ist, nicht nachgewiesen werden. In Anbetracht der Krankengeschichte, der Jahreszeit (Frühjahr), der Belastung (beruflich und privat) und der Helligkeit (Flug unter einer Hochnebeldecke im Winter, d.h. weiss und hellgrau) ist die Summe der Wahrscheinlichkeiten jedoch sehr gross, dass der Pilot einen Migräneanfall erlitten hat. Sollte ein solcher Anfall in heftiger Stärke begleitet von den bekannten Symptomen wie Gesichtsfeldeinschränkungen verbunden mit heftigen Kopfschmerzen und Erbrechengefühlen eingetreten sein, würde sich der Flugverlauf erklären lassen.

Psychiatrische Beurteilung

Es gibt keine Anhaltspunkte dafür, dass eine Depression oder Schizophrenie Grund für diesen Unfall sein können. Ebenso wenig ein Suchtverhalten. Auffallend ist das hohe Mass und die "Qualität" der Begriffe, der "zwanghaften Persönlichkeit". Psychiatrische Erkrankungen lassen sich aber keine diagnostizieren. Eine beabsichtigte suizidale Handlung beim Einstieg des Piloten in den Helikopter kann nach menschlichen Ermessen ausgeschlossen werden.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

3.1 Befunde

- Der Pilot besass einen gültigen Führerausweis.
- Der Pilot war beim Arbeitgeber als Mechaniker mit Pilotenlizenz (Technischer Pilot) angestellt und hauptsächlich mit Aufgaben der neuen Helikopter der REGA beschäftigt (Werkflüge, Ueberflüge).
- Der Pilot verfügte über sehr gute Helikopterkenntnisse. Er galt als überaus seriös und kompetent und arbeitete weniger oft im Team als alleine. Das überflogene Gebiet kannte er sehr gut.
- Der Pilot war mittelschwer kurzsichtig und musste eine Brille tragen. Zusätzlich musste er eine Reservebrille mit sich führen. Beim Unfallflug trug er eine Brille befestigt mit Federbügeln und führte die Reservebrille wahrscheinlich im Akten-

koffer mit sich. Ohne Brille verfügte der Pilot über ein Sehvermögen am rechten Auge von 20% resp. 10% beim linken Auge. Ein ophthalmologisches Gutachten betr. Sehvermögen verhalf dem Piloten zur Erlangung des Berufspilotenausweises.

- Das IRM weist spurenkundlich nach, dass der Pilot beim Aufschlag auf die Wasseroberfläche den Tod erlitt und zu diesem Zeitpunkt über eine vorhandene Atemtätigkeit verfügte. Die durchgeführten chemischen toxikologischen und medizinisch chemischen Untersuchungen verliefen negativ. Aufgrund der Vorgeschichte und der Erhebungen kann das IRM die Todesart nicht von einem Unfallgeschehen oder einer suizidalen Handlung unterscheiden. Die Todesursache wird mit Zerstörung lebenswichtiger Organe bezeichnet.
- Seit Kindheit litt der Pilot an Anfallskopfschmerzen (Migräne), Frühjahrsheuschnupfen und Neurodermitis. Häufigkeit und Stärke waren unterschiedlich gross. Mitte der siebziger Jahre wurden sie mit invalidisierend, Leidensdruck, etc. bezeichnet. Unterschiedliche Therapien brachten Verbesserungen. Mitte der achtziger Jahre nahm die Zahl der Anfälle wieder zu. In dieser Zeit betrug die Häufigkeit ein bis zwei Anfälle pro Monat. Durch die Migräne litt der Pilot an Gesichtsfeldeinschränkungen, Erbrechen und Kopfschmerzen, nicht aber an Lähmungserscheinungen. Die letzten bekannten Anfälle traten in den letzten Jahren (u.a. 1992) ein.
- Dem Vertrauensarzt hat der Pilot ein einziges Mal erwähnt, dass er an leichter Migräne leide (1986). Weil der Pilot bei näherem Hinterfragen die für die Migräne klassische Symptomatik in Abrede stellte, wurde auf eine eingehendere Untersuchung verzichtet resp. nicht angeordnet. Bei sämtlichen späteren fliegerärztlichen Untersuchungen wurde nichts mehr darüber erwähnt. Die Rubrik "Kopfschmerzen" wurde im ärztlichen Fragebogen immer mit "nein" vermerkt.

1988 bewarb sich der Pilot erstmals um die Erteilung des Attests für Berufspiloten. Hinweise betr. Neurodermitis und Migräne machte der Pilot nicht geltend. Bei der letzten Untersuchung im Januar 1993 diagnostizierte der Arzt einen leichten Extensionstremor.
- Nach den nationalen und internationalen fliegerärztlichen Vorschriften, führt eine Migränekrankheit dieser Art, wenn sie dem Vertrauensarzt bekannt ist, zu Fluguntauglichkeit aller Kategorien.
- Ein psychiatrisches Gutachten sagt aus, dass der Pilot nicht an einer Depression, Schizophrenie oder einem Suchtverhalten litt. Der Gutachter kommt zum Schluss, dass der Pilot ein hohes Mass an Persönlichkeits-Eigenschaftskombinationen aufweist, die man in Fachkreisen als "anankastische Persönlichkeit" bezeichnet. Sie machten ihm das Leben hie und da schwerer als anderen Menschen, erreichten aber nicht das Ausmass um von einer Störung oder Krankheit zu sprechen. Bei den Erhebungen kommt zum Ausdruck, dass der Pilot durch die berufliche Belastung seine Belastbarkeitsgrenze erreichte. Aus den in den vorhandenen Quellen sichtbaren Tatsachen lassen sich keine psychiatrischen Erkrankungen diagnostizieren. Also auch nicht solche, die als Risikofaktor für einen Suizidversuch oder einen Suizid gelten. Dies schliesst aber einen Suizid als Unfallursache für den Flug gegen das Hindernis (Wasser) nicht aus; weil sich damals im Cockpit Situationen haben ergeben können, die für immer ein Geheimnis bleiben.
- Der Helikopter war zum Verkehr VFR zugelassen und wies beim Unfalleintritt 47 Betriebsstunden auf.

- Die technischen Untersuchungen ergaben keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel. Anhand mehrerer Tatsachen kann im Gegenteil nachgewiesen werden, dass der Helikopter unmittelbar vor dem Aufschlag auf der Wasseroberfläche voll flugtauglich war und die Triebwerke Leistung abgaben. Die Befunde bezüglich dem Zustand der Glühwendel, resp. dem Betriebszustand der wichtigen Lampen am Instrumentenbrett ergaben den Hinweis, dass alle Systeme sich in funktionstüchtigem Zustand befanden.
- Zeugen, die sich an unterschiedlichen Orten aufhielten, ist das Verhalten und die Art und Weise des Fluges ab Neuenkirch bis zum Zugersee aufgefallen. Einige bezeichneten den Flug des Helikopters als "nicht normal, wirr, halsbrecherisch, unkontrolliert, Notlage, Testflug und teils gefährlich". Der Helikopter flog in diesen Abschnitten öfters in Höhen von weniger als 50 m/G. Beim Erreichen des Zugersees, drehte der Helikopter 90° nach rechts auf den See hinaus. Nach einem für die Zeugen normalen Reiseflug in 430 ft Höhe über der Wasseroberfläche, kippte der Helikopter schlagartig nach einer leichten Linkskurve über die Querachse ab und flog gegen das Wasser. Spurenkundlich konnte nachgewiesen werden, was die Zeugen ihrerseits nicht beobachtet hatten, dass der Pilot den Helikopter kurz vor dem Aufschlag abfing, d.h. einen sogenannten "flare" einleitete und den Triebwerken Leistung abverlangte, so dass der Helikopter in horizontaler Lage +/- 5° und mit einer Seitenlage von 15° links auf der Wasseroberfläche aufschlug. Die Aufschlaggeschwindigkeit betrug etwa 125 kt.
- Der Helikopter wurde durch die Wucht und den Wasserdruck beim Aufprall im Bereich Hauptfahrwerk primär von innen nach aussen explosionsartig zerstört. Anschliessend sank das Wrack in eine Tiefe von 30 m ab.
- Der Flug konnte auf dem Radar des Militärflugplatzes Emmen beobachtet werden. Der Flugverkehrsleiter sah das Einfliegen eines Luftfahrzeuges in seinen zu kontrollierenden Raum. Der Einflug in die Kontrollzone erfolgte im Norden, der Ausflug im Osten. Zwischen Neuenkirch und dem Zugersee wurde der Helikopter kurzzeitig für vier Male nicht mehr vom Radar erfasst. Die Zeitdauer dieser "black holes" betrug 8 bis 72 Sekunden. Beim Rekonstruktionsflug stellte man fest, dass der Helikopter bei Höhen von durchschnittlich >40 bis 50 m/G vom Radar erfasst wurde. Ein Funkkontakt zwischen dem Flugverkehrsleiter in Emmen und dem Piloten fand nicht statt.
- Im Streckenabschnitt Neuenkirch bis Zugersee passierte der Helikopter etwa sieben Hochspannungsleitungen. Die Höhe dieser Leitungen variiert. Die Nulleiter befinden sich im Durchschnitt auf einer Höhe von >30 m/G.
- Das Wetter auf der Flugstrecke klärte der Pilot vor dem Start bei der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt in Zürich, dem Flughafen Zürich-Kloten und dem Militärflugplatz Emmen ab. Beim Startort in Gsteigwil waren die Bedingungen sehr gut, d.h. die geschlossene Wolkendecke lag etwa bei 2'500 m/M und die horizontale Sicht betrug mehr als 8 km. Nach dem Ueberflug der Brägg lag die Basis der Hochnebeldecke etwa zwischen 200 bis 400 m über Grund. Die horizontale Sichtweite betrug im Raum Emmen etwa 2 km. An der Unfallstelle lag die Hochnebeldecke etwa 200 m über der Wasseroberfläche und die horizontale Sichtweite betrug zur Unfallzeit etwa 3 bis 4 km.
- Masse und Schwerpunkt lagen innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.

3.2. Ursache

Der Unfall ist wahrscheinlich zurückzuführen auf:

Gesundheitliche Probleme des Piloten (Migräneanfall mit Gesichtsfeldeinschränkungen).

4.0 EMPFEHLUNG

Die Informationslücke zwischen behandelnden Aerzten und Vertrauensärzten des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) ist zu schliessen.

Jeder Arzt, der einen Piloten wegen Krankheit oder Unfall behandelt, sollte verpflichtet werden, den ärztlichen Dienst des BAZL's zu orientieren, wenn dadurch die öffentliche Sicherheit gefährdet werden könnte, dies analog dem Strassenverkehrsgesetz.

Die Kommission verabschiedete den Schlussbericht einstimmig.

Bern, 31. Januar 1995.

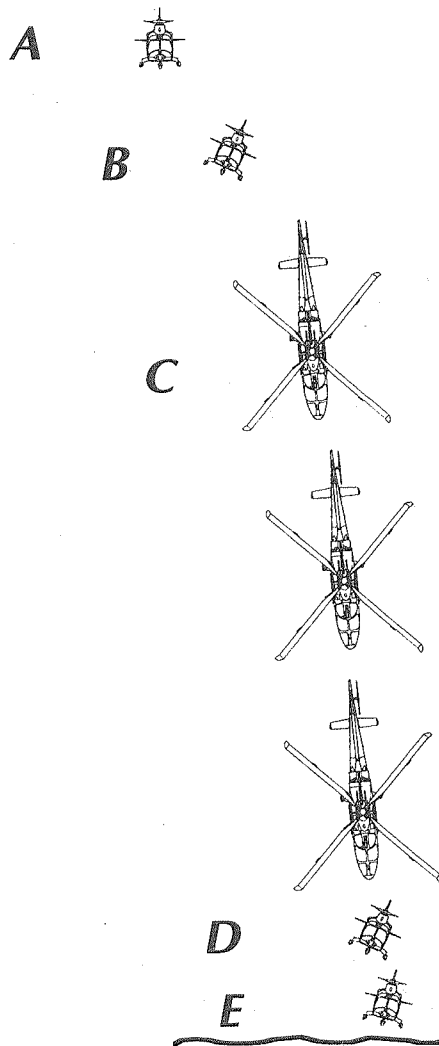
EIDG. FLUGUNFALL-
UNTERSUCHUNGSKOMMISSION
Der Präsident:

sig. H. Angst

Flugprofil in der Endphase über dem Zugersee

Ansicht von vorne

Ansicht von der Seite



A = normaler Reiseflug in
ca. 430 ft Höhe

B = brüskes Abkippen um die Querachse
mit Einleitung von Linkskurve

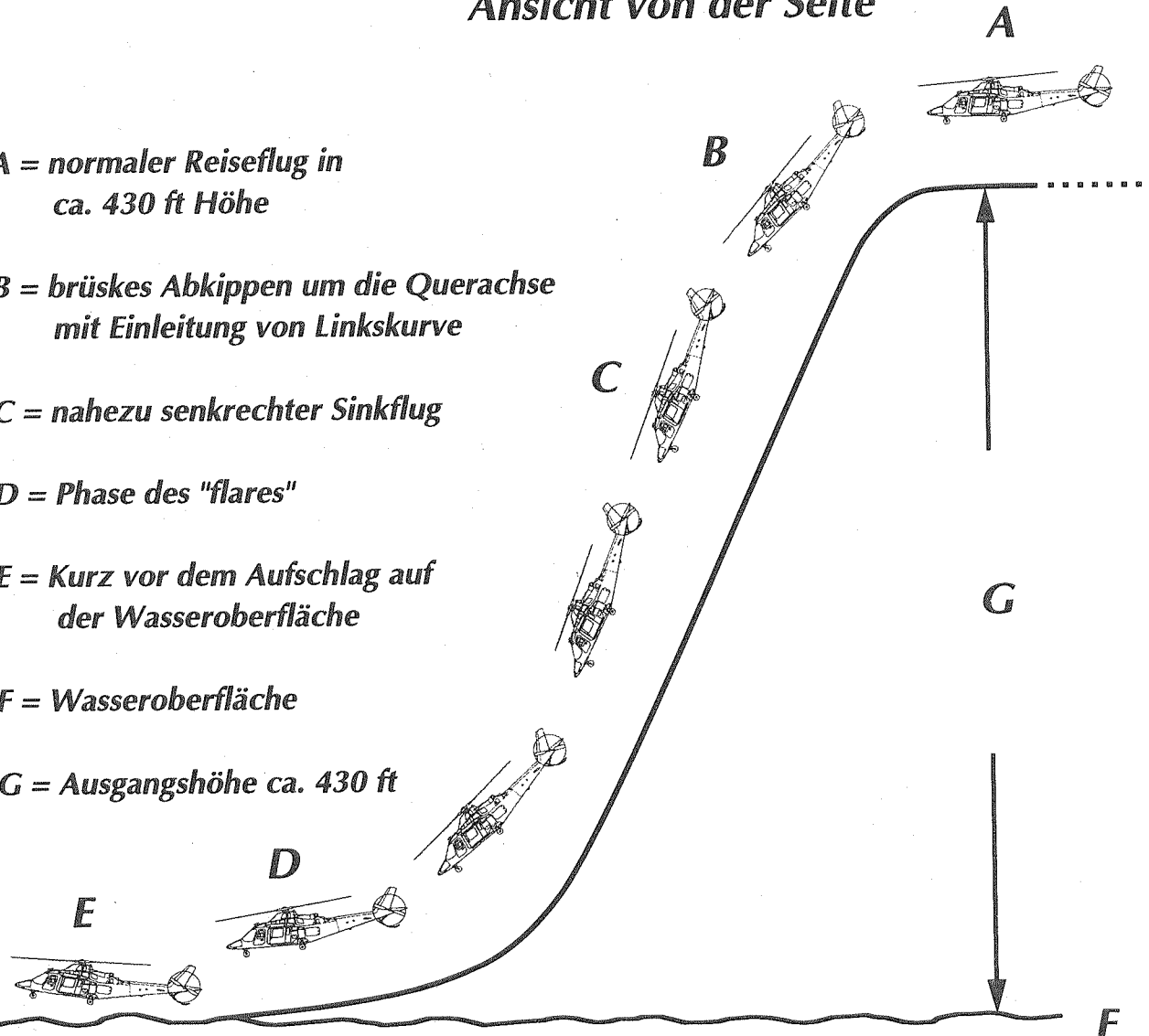
C = nahezu senkrechter Sinkflug

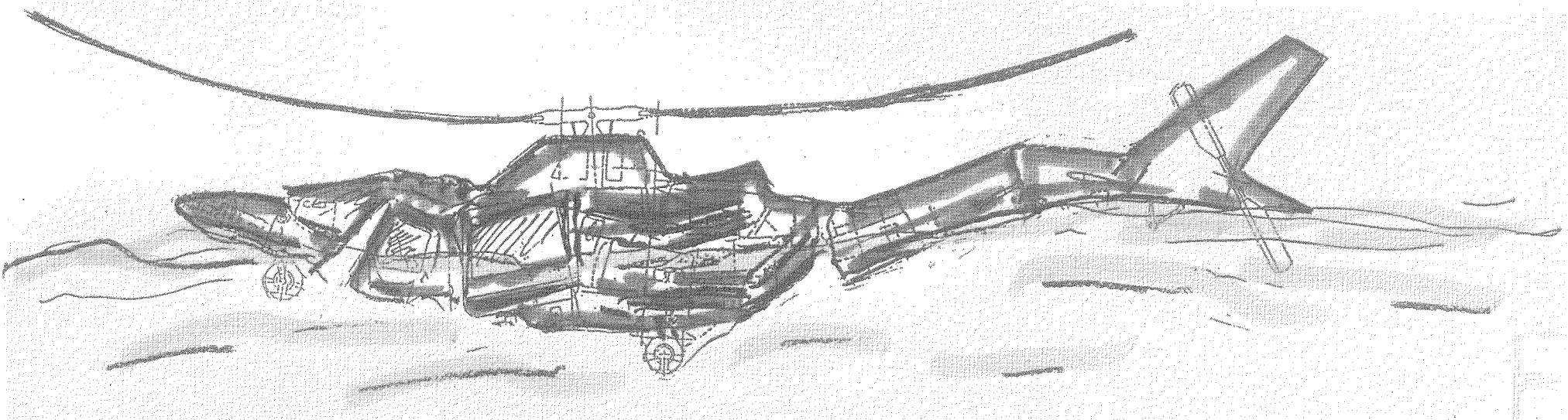
D = Phase des "flares"

E = Kurz vor dem Aufschlag auf
der Wasseroberfläche

F = Wasseroberfläche

G = Ausgangshöhe ca. 430 ft





GROBER FLUGVERLAUF MASSSTAB 1:100'000

ABWEICHUNGEN VOM RADARSCHIRM GEGENUEBER KARTE MOEGLICH

ZEUGE

VORERST NORMALER FLUG,
ANSCHLIESSEND SINKFLUG,
FUER EINEN REGA-HELI
EIN UNGEWOEHNLICHER FLUG,
TIEFE UND STARKE LINKSKURVE
FLUG RICHTUNG SEMPACHERSEE
PLOETZLICH RECHTSKURVE
FLUGHOEHE 40 - 50 m
SICHT 3 - 4 km

XXXXX AUF RADARSCHIRM NICHT VORHANDEN

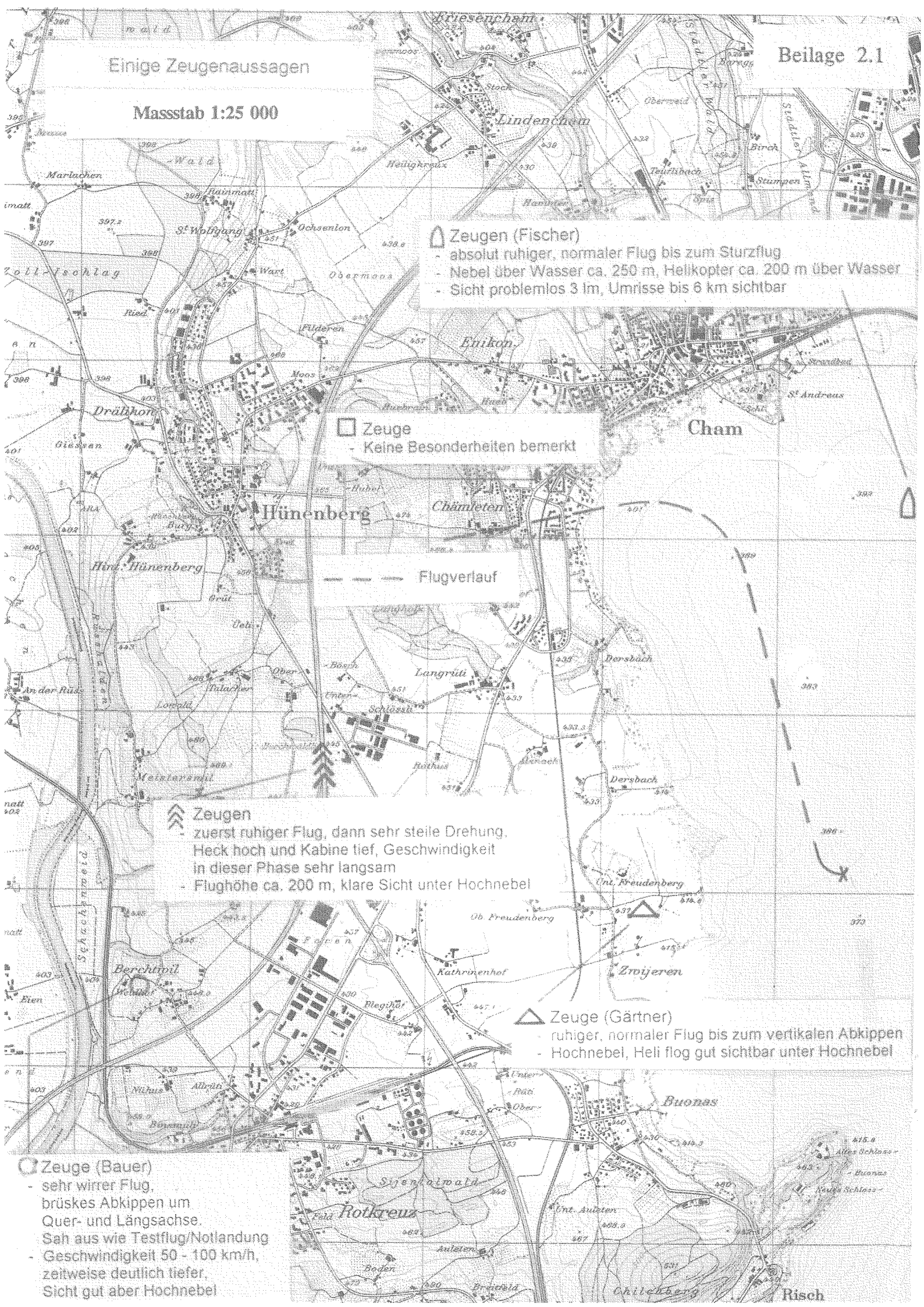
HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN

Beilage 2.0

Einige Zeugenaussagen

Massstab 1:25 000

Beilage 2.1



Zeugen (Fischer)

- absolut ruhiger, normaler Flug bis zum Sturzflug
- Nebel über Wasser ca. 250 m, Helikopter ca. 200 m über Wasser
- Sicht problemlos 3 im, Umrisse bis 6 km sichtbar

Zeuge

- Keine Besonderheiten bemerkt

Flugverlauf

Zeugen

- zuerst ruhiger Flug, dann sehr steile Drehung, Heck hoch und Kabine tief, Geschwindigkeit in dieser Phase sehr langsam
- Flughöhe ca. 200 m, klare Sicht unter Hochnebel

Zeuge (Gärtner)

- ruhiger, normaler Flug bis zum vertikalen Abkippen
- Hochnebel, Heli flog gut sichtbar unter Hochnebel

Zeuge (Bauer)

- sehr wirrer Flug, bruskes Abkippen um Quer- und Längsachse. Sah aus wie Testflug/Notlandung
- Geschwindigkeit 50 - 100 km/h, zeitweise deutlich tiefer, Sicht gut aber Hochnebel