



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Helikopters SA 319B (Alouette III) HB-XGU
Schweiz. Rettungsflugwacht REGA
vom 1. Juni 1988
auf dem Bielersee

RESUME

Au cours d'un exercice de sauvetage sur le lac de Biemme, le pilote pose la roue de proue de l'hélicoptère sur le pont supérieur d'un bateau de ligne, à l'arrêt; il veut prendre à son bord une civière sur laquelle se trouve une figurante. Obéissant aux injonctions de l'aide de vol, le pilote avance quelque peu et le train principal entre en contact avec le pont. Le pilote perçoit une résonance sol, décolle pour empêcher le chargement de la civière et s'éloigne du bateau afin de ne pas mettre en danger les passagers. Les vibrations horizontales augmentent rapidement et se transmettent au manche cyclique, que le pilote ne parvient plus à maîtriser. L'hélicoptère s'abat dans le lac d'une hauteur de 15 m en position incontrôlée et coule.

Les deux occupants - le pilote et l'aide de vol - peuvent se dégager sous l'eau et sont sauvés.

L'épave, repérée par 40 m de fond, a été renflouée.

Cause

L'accident est dû à un balourd dynamique du rotor principal, consécutif à un détachement des pales survenu lors d'une tentative de stabiliser l'hélicoptère sur une plate-forme flottante.

RECOMMANDATIONS DE LA COMMISSION FEDERALE D'ENQUÊTE

L'Office fédéral de l'aviation civile est invité à examiner si le système de fermeture du modèle de ceinture portée en l'occurrence et admis officiellement répond aux critères de sécurité.

Motif

Après que l'hélicoptère s'est abattu dans le lac, en position très inclinée, le pilote a éprouvé beaucoup de difficultés à ouvrir sa ceinture.

Des essais ont montré que sur certains modèles, le système de fermeture ne peut parfois être ouvert qu'avec peine sous le poids de l'utilisateur.

0. ALLGEMEINES

0.1 Kurzdarstellung

Im Verlauf einer Seenot-Rettungsübung auf dem Bielersee setzt der Pilot den Helikopter auf das Oberdeck eines Kursschiffes schwebend auf, um eine auf eine Bahre gebettete und angeschnallte Figurantin aufzunehmen. Kurz nachdem das Fahrwerk mit dem Oberdeck in Berührung kommt, verspürt der Pilot eine Resonanz, hebt wieder ab und entfernt sich vom Schiff. Die Schwingungen nehmen rasch zu und übertragen sich auf den zyklischen Steuerknüppel, den der Pilot bald nicht mehr halten kann. Der Helikopter stürzt aus rund 15 m Höhe in unkontrollierter Fluglage in den See und versinkt.

Die beiden Insassen, der Pilot und ein Flughelfer, können sich unter Wasser befreien und werden gerettet.

Das Wrack konnte geortet und aus einer Tiefe von rund 40 m geborgen werden.

Ursache

Der Unfall ist zurückzuführen auf eine dynamische Unwucht des Hauptrotors infolge Verschiebung des winkligen Sitzes der Rotorblätter beim Versuch, den Helikopter auf einer schwimmenden Plattform zu stabilisieren.

0.2 Untersuchung

Die Voruntersuchung wurde von Hubert Maeder geleitet und mit Zustellung des Voruntersuchungsberichtes vom 16. Juni 1989 an den Kommissionspräsidenten am 29. Juni 1989 abgeschlossen.

1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

1.1 Flugverlauf

1.1.1 Vom Rettungsdienst Bielersee war für Mittwoch, den 1. Juni 1988 abends eine grossangelegte Seenot-Rettungsübung in Zusammenarbeit mit der Bielersee-Schiffahrtsgesellschaft und verschiedenen amtlichen und privaten Instanzen organisiert worden. Der Zweck dieser Übung bestand darin, die Bergungs- und Rettungsmöglichkeiten bei einem grösseren Schiffsunfall auf dem Bielersee zu erfassen und die Zusammenarbeit der verschiedenen Rettungsinstitutionen zu prüfen.

1.1.2 Am betreffenden Tag, um 1926 Uhr^{*)}, begann die Uebung planmässig mit einem Funkspruch des MS "Stadt Biel" zu der Einsatzzentrale der Kantonspolizei Biel, wonach sich auf dem mit über 53 Personen besetzten Kursschiff vor dem Hotel Bellevue bei Alfermée eine Explosion mit Brandausbruch ereignet hat. Mehrere Personen seien verletzt, zum Teil schwer. Die Meldung wurde der Seepolizei Bielersee in Twann weitergeleitet, welche in der Folge über die Einsatzzentrale Biel Ambulanzen, die Feuerwehr, den Rettungsdienst Bielersee, die REGA sowie ein Triage-Arzt anforderte. Dem Kapitän des MS "Stadt Biel" wurde die Weisung erteilt das Schiff zu verankern, was er auch tat.

Zur Landung des angeforderten Helikopters der REGA bzw. zum Absetzen des Personals und zur Aufnahme von Verletzten stand auf dem erhöhten Oberdeck des Kursschiffes eine hindernisfreie Fläche von rund 580 auf 450 cm zur Verfügung. Fahnenmast, Flaggenhalter und zwei kleine Aufbauten waren aus Sicherheitsgründen demontiert oder abgesenkt worden.

1.1.3 Um 1947 Uhr setzte der REGA-Helikopter SA 319 B, HB-XGU, erstmals zur Landung auf dem Schiff an. Der Anflug erfolgte von der Backbordseite her gegen den Wind, rechtwinklig zur Schiffs-längsachse. Dem Helikopter, dessen Bugrad mit dem Oberdeck in Berührung stand, entstiegen der Notarzt und zwei Flughelfer. Anschliessend flog der Pilot ins Strandbad Biel, wo er drei Feuerwehrmänner aufnahm und diese in gleicher Weise auf das MS "Stadt Biel" absetzte. Er kehrte sodann wieder ins Strandbad Biel zurück, um auf neue Instruktionen zu warten. In der Zwischenzeit waren auf dem verunglückten Schiff zwei "schwer Verletzte" für den Abtransport auf den hinteren Teil des Oberdecks gebracht worden. Der Helikopterpilot erhielt dann den Auftrag, das Kursschiff erneut anzufliiegen und die Evakuierung der Verletzten auszuführen.

1.1.4 Da sich auf der Backbordseite des Schiffes noch das angeforderte MS "Büren" der BSG zu Uebernahmen von Passagieren befand, musste der Helikopter während rund 2 Minuten in mittelbarer Nähe des MS "Stadt Biel" warten, bis sich das MS "Büren" entfernt hatte. Als es soweit war, flog der Pilot das Oberdeck erneut an und setzte wiederum das Bugrad in der Mitte der Landefläche auf. Auf Anweisung des sich an Bord befindlichen Flughelfers steuerte der Pilot den Helikopter noch etwas nach vorne, um das Aufladen einer auf einer Bahre angeschnallten Figurantin zu erleichtern. Bei diesem Vorgang kam das ganze Fahrwerk in Berührung mit dem Oberdeck. In diesem Augenblick verspürte der Pilot einen kleinen Schlag, gefolgt von einem leichten Schütteln des zyklischen Steuerknüppels. Als er dies bemerkte, hob er den Helikopter wieder ab um das Aufladen der Bahre zu verhindern. Die Schwingungen bauten sich aber derart auf, dass er den Entschluss fasste, sich vom Schiff zu entfernen: "Dadurch musste ich den Anstellwinkel der Rotorblätter verändern; durch diesen Vorgang erhöhten sich die Schwingungen an der ganzen Maschine, sodass mein Sichtfeld komplett verzerrt wurde. Die Bewegungen des Steuerknüppels waren derart stark, dass mir dieser an beiden Knieinnenseiten anprallte; als ich in etwa 10 - 15 m vom Schiff entfernt war, riss es mir den Steuerknüppel aus der rechten Hand. Es war unmöglich, diesen noch festzuhalten."

Der Pilot verlor somit die Kontrolle über den Helikopter, der aus rund 10 m Höhe in starker Quer- und Stechlage in den See abstürzte. Nach dem Eintauchen kam der Helikopter noch kurz an die Oberfläche und versank. Unmittelbar danach tauchten beide Insassen an der Oberfläche auf. Sie wurden von einem Rettungsboot geborgen, ins Strandbad Biel gebracht und von dort aus mit einer Ambulanz ins Regionalspital Biel überführt.

Die Unfallstelle liegt zwischen Alfermée und "Schlössli", rund 240 m vom Ufer entfernt. Die Seetiefe beträgt dort rund 40 m. Koordinaten der Unfallstelle: 582 960 / 219 100. Landeskarte der Schweiz 1:25'000, Blatt Nr. 1125, Chasseral.

1.2 Personenschäden

	<u>Besatzung</u>	<u>Fluggäste</u>	<u>Drittpersonen</u>
Tödlich verletzt	---	---	---
Erheblich verletzt	2	---	---
Leicht oder nicht verletzt	---	---	---

1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Der Helikopter wurde zerstört.

1.4 Sachschaden Dritter

Es entstand kein Drittschaden.

1.5 Beteiligte Personen

1.5.1 Pilot

Schweizerbürger, Jahrgang 1946.

Gültiger Führerausweis für Berufspiloten (Kat. Hubschrauber), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 3. Oktober 1974, mit Eintrag für das Unfallbaumuster.

Flugerfahrung

Insgesamt 5888 Std., wovon 1113 Std. auf dem Unfallbaumuster; in den letzten 90 Tagen 108 Std., wovon 52 Std. auf dem Unfallbaumuster. Seit 1973 im Dienst der REGA und seit 1986 Leiter der Basis Bern.

1.5.2 Flughelfer

Schweizerbürger, Jahrgang 1952.

Ausgebildeter hauptamtlicher Flughelfer im Dienst der REGA seit 1986.

1.6 Helikopter HB-XGU

1.6.1 Allgemeine Angaben

Muster:	SA 319 B (Alouette III)
Hersteller:	Société nationale industrielle Aérospatiale (SNIAS), Marignane/F
Baujahr/Werknummer:	1964/001
Triebwerk:	Turbomeca Astazou XIV B
Lufttüchtigkeitsausweis:	ausgestellt durch das BAZL am 16.9.1981
Verkehrsbewilligung:	ausgestellt durch das BAZL am 1.4.1988, gültig bis 1992
Eigenütmer und Halter:	Swiss-Air Ambulance Ltd., 8008 Zürich

1.6.2 Betriebszeiten

Die Zelle wies insgesamt 3488 Std., das Triebwerk 1853 Std. auf. Die letzte amtliche Zustandsprüfung fand am 2. Oktober 1987 nach 3406 Std., die letzte 400-Stunden-Kontrolle (Zelle und Turbine), verbunden mit einer 24-monatigen Zusatzkontrolle der Zelle, im Januar 1988 nach 3429 bzw. 1793 Std. und die letzte 25-Stunden-Kontrolle am 13. Mai 1988 nach 3475 bzw. 1839 Std. statt.

Alle Lufttüchtigkeits- und Herstelleranweisungen waren gemäss technischen Akten nachgeführt.

1.6.3 Masse und Schwerpunkt

Die maximal zulässige Abflugmasse beträgt 2250 kg. Im Unfallzeitpunkt betrug die Flugmasse rund 1640 kg (Leergewicht 1330 kg, Insassen rund 160 kg, Treibstoff rund 150 kg). Der Schwerpunkt befand sich im zulässigen Bereich.

1.7 Wetter

1.7.1 Allgemeine Lage

Rückseitenwetter mit von Westen her abnehmender Aktivität.

1.7.2 Wetter am Unfallort und zur Unfallzeit

Im Unfallraum war der Himmel mit 3 - 4/8 in 2000 m/M und 4/8 in 3500 m/M bewölkt. Die Sicht betrug mehr als 20 km, der Wind war böenartig, zwischen 5 - 15 kt aus SW, die Lufttemperatur betrug 15°C, der Taupunkt 8°C und der Luftdruck 1016 hPa QNH.

1.8 Navigations-Bodenanlagen

Nicht betroffen.

1.9 Funkverkehr

Vor dem Eintritt des Ereignisses stand die Besatzung in Funkverbindung mit Organen der Seepolizei auf dem Schiff. Vom kritischen Zeitpunkt an bis zum Absturz des Helikopters in den See fand kein Sprechfunkverkehr statt.

1.10 Flugschreiber

Nicht vorgeschrieben, nicht eingebaut.

1.11 Flughafen- und Bodeneinrichtungen (Landeplattform)

Das angeflogene Kursschiff MS "Stadt Biel", Eigentum der Bielersee-Schiffahrt-Gesellschaft, weist eine Länge u.a von rund 41 m und eine Breite von 6 m auf. Die vorbereitete Landefläche auf dem Oberdeck hinter dem Ruderhaus lag rund 4 m über der Wasserlinie.

1.12 Befunde am Wrack

1.12.1 Ortung und Bergung

Unmittelbar nach dem Unfall wurde die Absturzstelle mit Bojen markiert. Am folgenden Tag konnte das Wrack mittels Suchankern in rund 40 m Tiefe geortet werden. Ein erster Tauchgang ergab, dass sich der Hubschrauber in Rückenlage befand, und dass der

Rumpfhinterteil (Heckausleger samt Heckrotor) von der Mittelstruktur abgebrochen war. Das Ganze wurde mit Trossen gesichert. In weiteren Tauchgängen wurde die nähere Umgebung nach eventuell abgeschlagenen Bestandteilen abgesucht, sowie Hebegurten und Stahlstruppen an den Hauptwrackteilen angebracht. Die eigentliche Bergung fand am folgenden Tag statt. Zu diesem Zweck wurde ein von einem Schubboot fortbewegtes Floss mit Kran benützt. Der Helikopter wurde bis an die Oberfläche gehievt, im Wasser umgehängt und dann in Normallage aus dem Wasser gezogen. In der Folge legte das Floss mit dem Bergungsgut im Hafen der Seepolizei in Klein-Twann an, wo das Wrack an Land gehoben und in der Werkhalle der Seepolizei zur näheren Begutachtung untergebracht wurde.

1.12.2 Schadenbild

Der Heckausleger mit Dämpfungsflächen, Heckrotorantriebswelle, Heckrotor, Heckrotorgetriebe und Schutzbügel sind von der übrigen Rumpfstruktur getrennt und nur noch mit Seilen der Heckrotorsteuerung damit verbunden. Die Trennung erfolgte im Bereich der drei Bolzenanschlüsse an die Mittelrohrstruktur, die gewaltsam herausgerissen sind. Kabinenbodenverschalung und Kabinenverglasung sind vorne stark eingedrückt. Die Plexiglas-scheiben sind in diesem Bereich alle zersplittert. Beim Aufschlag ins Wasser wurde der Ski des Bugrades so stark nach oben gedrückt, dass er von Fahrwerkteilen perforiert wurde. Die Instrumentenkonsole ist geknickt und nach rechts hinten leicht verschoben.

Die Hauptrotorblätter sind stark beschädigt. Beim gelben Blatt ist die am Blattholm verschraubte Endrippe samt Massenausgleichsgewichte und Endkappe herausgerissen und fehlt. Das Ausgleichsseil zwischen gelbem und rotem Blatt fehlt ebenfalls. Die Ausgleichsseile rot-blau und blau-gelb sind nur noch am blauen Blatt, dessen Oberbeplankung Peitschschläge aufweist, ange-schlossen. Die Seilanschlüsse am roten bzw. gelben Blatt sind bei den Schäkeln gerissen. Die drei Schwenkdämpfer sind aus ihren Befestigungsarmen ausgerissen und nur noch kolbenseitig mit den Rotorblättern verbunden.

Alle festgestellten Schäden im Bereich der Rumpfstruktur, des Bugfahrwerkes, des Hauptrotors, des Heckrotors und dessen Antrieb sowie der Steuerung sind auf Gewalteinwirkung beim Aufschlag ins Wasser zurückzuführen.

1.13 Medizinische Feststellungen

Der Pilot erlitt eine Rückenverletzung, massive Prellungen an beiden Knien, sowie diverse Schnittwunden an den Händen. Der mitfliegende Flughelfer erlitt eine Schulterluxation.

1.14 Feuer

Es brach kein Feuer aus.

1.15 Ueberlebenschancen

Pilotenseitig hielten sowohl der Sitz als auch das Gurtzeug den Beanspruchungen stand. Im Zeitpunkt des Absturzes befand sich der Flughelfer hinter dem vorderen linken Sitz und war demzufolge nicht angeschnallt. Der Pilot trug einen Schutzhelm, der Flughelfer Kopfhörer. Der Pilot sagte aus, dass er sein Gurtverschluss nur mit Mühe habe lösen können. Schwimmwesten trugen sie keine.

1.16 Besondere Untersuchungen

Aehnlich gelagerte frühere Vorkommnisse, d.h. Auftreten von starken horizontalen Schwingungen am Boden und Rückwirkungen von Rotorkräften in den zyklischen Steuerknüppel mit in extremen Fällen Uebersteuerung der Servo-Zylinder bei Erhöhung des Blattanstellwinkels beim Abheben haben den Hersteller veranlasst, eine Reihe von Versuchen durchzuführen, dessen Ergebnisse zur Ausgabe des Lettre de Service 690-00.85 vom 28. Juni 1985 führte (siehe Beilagen). Demnach wird das Auftreten dieser Erscheinung auf Unzulänglichkeiten in folgenden Bereichen zurückgeführt:

- a) Exzenterbüchseinstellung am Hauptrotorkopf
- b) Seitliches Lagerspiel des Bugrades
- c) Zustand des Hauptfahrwerkes, insbesondere Stossdämpfer und Pneudruck
- d) Hauptblätterspurlauf und Unwucht.

Bringt die Ueberprüfung bzw. Neueinstellung dieser Komponenten nicht den gewünschten Erfolg, müssen die Ausgleichsseile sowie die Schwenkdämpfer ausgewechselt werden.

Gestützt auf diese Angaben wurden die betreffenden Komponenten in diesem Sinn näher untersucht:

Hauptrotorkopf

An den Hauptrotorblattarmen wurden folgende Schwenkmomente gemessen:

Rotorarme	Uhrzeigersinn (Rotordrehrichtung)	Gegenuhrzeigersinn
gelb	1,5 m kg	2 - 2,5 m kg
rot	0,7 m kg	1,2 m kg
blau	9,0 m kg	9,0 m kg

Bei der Kontrolldemontage des Rotorkopfes wurde ferner festgestellt, dass der Lagersitz an der unteren Nabenbüchse ausser Toleranz lag (Totalspiel 0,135 mm statt max. 0,04 mm).

Die drei Exzenterbüchsen wiesen unfallbedingte Verformungen auf.

Der Zustand der noch vorhandenen zwei Ausgleichsseile, inklusive Karbidbüchsen und der drei Schwenkdämpfer liessen keine unfallrelevanten Befunde mehr zu. Die Auswertung einer Fotografie, die nach Auftreten der Störung von einem Zeugen aufgenommen wurde, unmittelbar nachdem der Pilot vom Oberdeck des Schiffes abgehoben hatte zeigt jedoch, dass das vermisste dritte Seil am Rotorkopf noch vorhanden und normal gespannt war.

Fahrwerk

Der Druck in den zwei Hauptfahrwerkstossdämpfern betrug beidseitig 6,4 bar (Sollwert 6,15 bar). Die Federcharakteristiken wurden auf der Prüfbank getestet und in Ordnung befunden.

Das achsiale Spiel des Bugrades lag mit 0,7 mm im zulässigen Bereich (Tol. 0,4 - 1,3 mm).

Der Reifendruck (Sollwert 5 bar) betrug beim Hauptfahrwerk links 2,3 bar, beim Hauptfahrwerk rechts 2,2 bar und beim Bugrad 2,4 bar. Mit Rücksicht auf die Tatsache, dass das Wrack während rund 40 Stunden einem Wasserdruck von 4 bar ausgesetzt war, wurden entsprechende Versuche mit verschiedenen Druckwerten durchgeführt. Dabei konnte kein Druckverlust festgestellt werden. Ein Dauertest über vier Wochen mit vorgeschriebenen Druckwerten ergab, dass alle drei Schläuche und Ventile in gutem Zustand und absolut dicht waren.

Nach Aussagen des Piloten war das Verhalten des Helikopters bei den vorherigen Flügen und bis zum Eintritt des Ereignisses einwandfrei.

2. BEURTEILUNG

2.1 Hubschrauber dieses Baumusters weisen einen vollartikulierten Dreiblatt-Hauptrotor auf. Die vertikalen Schlag- und die horizontalen Schwenkbewegungen der Rotorblätter werden durch zweiachsige Zwischenglieder aufgenommen. Die Schwenkgelenke haben zum Zweck, die durch die Coriolis-Beschleunigung auftretenden Durchbiegungskräfte an der Blattwurzel zu begrenzen. Die Schwingungen werden durch drei hydraulische Schwenkdämpfer, die auf die vertikale Schwenkachse montiert sind gedämpft. Die Rotorarme sind untereinander durch Ausgleichsseile verbunden, die den winkligen Sitz der Blätter um die Rotorachse (120°), insbesondere beim Anlassvorgang und beim Betätigen der Rotorbremse, gewährleisten.

2.2 Veränderungen im winkligen Sitz der Blätter (détierçage) führen zu einer dynamischen Unwucht des Rotors. Horizontale Schwingungen treten auf. Rückwirkungen von Rotorkräften in der Steuerung können dabei zu Unsteuerbarkeit des Gerätes führen. Voll artikulierte Hauptrotore sind in dieser Beziehung besonders empfindlich. Nach Aussagen des Herstellers wird dieses abnormale Verhalten bei Bewegungen am Boden, vorwiegend beim Hochziehen des Blattverstellhebels, beobachtet. Dabei sollen sich instabile Landeplattformen wie kleinere Schiffe als besonders kritisch erwiesen haben. Treten beim Abheben Schwingungen auf, so soll nach den neuesten Erkenntnissen der Start nicht fortgesetzt, sondern der Helikopter wenn immer möglich zu Boden "gedrückt" werden.

Im konkreten Fall hob der Pilot den Helikopter vorsorglicherweise sofort ab, um die Aufnahme der Bahre zu verhindern und in der Hoffnung, die Schwingungen würden abklingen. Diese bauten sich aber rapid auf, was ihn dann veranlasste, sich vom Schiff zu entfernen um die Leute auf dem Boot nicht zu gefährden.

Infolge des hohen Zerstörungsgrades des Helikopters, insbesondere im Bereich des Hauptrotors, konnten die kritischen Komponenten die gemäss Lettre de Service 690-00-85 für das Entstehen von horizontalen Schwingungen in Frage kommen keine unfallrelevanten Hinweise mehr liefern. Die gemessenen unterschiedlichen Schwenkmomente der Rotorarme sowie die ausser Toleranz liegende untere Rotormastlagerung haben somit nur informativen Charakter und lassen keine eindeutigen Schlüsse zu.

Dazu ist zu bemerken, dass sowohl der Hauptrotorkopf mit 678 Betriebsstunden, wie auch der Mast mit 993 Betriebsstunden die Ueberholungszeit, welche bei 1500 Stunden liegt, noch nicht erreicht hatten.

Ferner ist eine Durchmesserkontrolle der unteren Nabenbüchse und des Mastes zwischen den Ueberholungsintervallen nicht vorgesehen.

Hingegen konnte einwandfrei ermittelt werden, dass bei allen drei Reifen des Fahrwerkes der Luftdruck ungenügend war.

Rollversuche haben gezeigt, dass bei niedrigem Reifendruck die Reifen sichtbar verformt sind und das Luftfahrzeug nur schwer zu bewegen ist. Im vorliegenden Fall blieb der Mangel unbemerkt, einerseits weil das Fahrwerk mit Skis ausgerüstet war, welche die Räder zum Teil verdeckten und andererseits weil auf der Basis Bern die Helikopter des Unfallbaumusters mit einem kleinen Traktor verschoben werden.

2.3 Die Schwingungen traten unmittelbar nachdem der Pilot auf Anweisung des Flughelfers den Helikopter auf dem Oberdeck des Schiffes in gestütztem Schwebeflug nach vorne verschoben hatte auf, bis das Hauptffahrwerk, nach Aussagen eines Augenzeugens, "spürbar" mit dem Deck in Berührung kam und zwar im Augenblick, als der Flughelfer in der Kabine seinen Standort rasch wechselte, um bei der Aufnahme der Bahre behilflich zu sein. Durch

diesen Platzwechsel fand eine brüske, wenn auch geringe Verschiebung des Schwerpunktes des Helikopters statt. Ferner herrschten beim Aufsetzen des Helikopters böige Winde mit 2,5 Beaufort und das Schiff trieb quer zu den Wellen, was übrigens die Vermutung aufkommen lässt, dass der abgeworfene Anker nicht Grund fasste.

Nun ist es denkbar, dass die durch die Schwerpunktverlagerung bedingte seitliche Kippbewegung des Gerätes, zusammen mit einem Steigen der Landeplattform als Folge einer Rollbewegung des Schiffes, zu einem einseitigen Schlag auf ein Hauptfahrwerkrad führte, der genügte, um eine Verschiebung des winkligen Sitzes der Hauptrotorblätter zu verursachen. Dadurch entstand eine dynamische Unwucht des Rotors, die dann zu unkontrollierbaren Rückwirkungen von Rotorkräften in der Steuerung mündete.

Inwieweit die Feststellungen am Wrack, insbesondere der ungenügende Reifendruck, zum Unfall beigetragen haben, muss offen bleiben.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

3.1 Befunde

- Der Pilot war formell und materiell berechtigt, den Einsatz durchzuführen. Hinweise für eine gesundheitliche Störung ergab die Untersuchung nicht.
- Der Helikopter war zum Verkehr zugelassen. Die Untersuchung ergab Wartungsmängel im Bereich des Fahrwerkes. Weitere unfallrelevante Feststellungen, insbesondere im Bereich des Hauptrotors, liessen sich infolge des Zerstörungsgrades der kritischen Komponenten nicht mehr erhärten.
- Die Schwingungen, die zum Verlust des Helikopters führten, traten beim Versuch ein, das Gerät mit leicht angezogenem Blattverstellhebel auf dem Oberdeck eines Schiffes zu stabilisieren.
- Zur Zeit des Unfalls trieb das Schiff quer zu den Wellen bei einer Windstärke von 2,5 Beaufort.
- Im kritischen Augenblick fand eine brüske seitliche Verlagerung des Schwerpunktes des Helikopters infolge Platzwechsels des Flughelfers in der Kabine statt.
- Beim Anziehen des Blattverstellhebels, nach Auftreten der ersten Schwingungen, bauten sich diese weiter aus und führten in der Folge zur Rückwirkungen von nicht mehr kontrollierbaren Rotorkräften in der zyklischen Steuerung.

3.2 Ursache

Der Unfall ist zurückzuführen auf eine dynamische Unwucht des Hauptrotors infolge Verschiebung des winkligen Sitzes der Rotorblätter beim Versuch, den Helikopter auf einer schwimmenden Plattform zu stabilisieren.

EMPFEHLUNG DER EFUK

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt wird eingeladen die Lufttüchtigkeit der amtlich zugelassenen Gurteschlösser-Baumuster zu überprüfen.

Begründung: Nachdem der Helikopter HB-XGU in starker Quer- und Stechlage in den See eingetaucht war, gelang es dem Piloten nur unter grossen Anstrengungen das Gurtschloss zu öffnen.

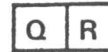
Versuche haben dann gezeigt, dass sich die Gurteschlösser verschiedener Fabrikate unter der Belastung des Körpergewichtes manchmal nicht oder nur schwer öffnen lassen.

An den Sitzungen vom 27. Oktober 1989 und 14. Dezember 1989 nahmen H. Angst, J.-B. Schmid, M. Marazza, R. Henzelin und M. Soland teil. Die Kommission verabschiedet den Schlussbericht einstimmig.

Bern, 14. Dezember 1989

Eidgenössische Flugunfall-
Untersuchungskommission
Der Präsident:

sig. H. Angst

**aerospatiale**DIFFUSION/ISSUE
AUSGABE/PUBLICATION

DIVISION HELICOPTERES

Direction Après-VenteB.P. 176
13723 Marignane France
Tél. : (42) 89.90.22. Telex AISPA 410975 HAV+++**Lettre-Service****N°690-00-85**V/REF.
N/REF.

MARIIGNANE, LE 28.06.85

OBJET : ALOUETTE III – Tous types
Amélioration du comportement au sol des hélicoptères

Messieurs,

La présente Lettre-Service fait suite aux résultats des enquêtes approfondies menées lors de récents incidents vibratoires survenant durant la phase de décollage.

Elle a pour but de prévenir nos utilisateurs sur les risques encourus par l'emploi d'hélicoptères au comportement dégradé et de rappeler les instructions de maintenance qui permettront de retrouver un état satisfaisant.

Le phénomène rencontré se manifeste à la mise de pas pour décollage, par l'apparition de vibrations horizontales de forte amplitude et le retour d'efforts importants dans le manche cyclique.

Il survient sur des hélicoptères présentant une susceptibilité à la résonance sol, engendrée par un détierçage de pales principales couplée avec une réponse structure défavorable.

Ce comportement anormal, observé lors du roulage, manoeuvres au sol et mise de pas, ne doit pas être toléré. En effet, il peut occasionner dans les cas extrêmes, une transparence commande de vol due à une baisse de pression hydraulique consécutive à une consommation excessive par les servo-commandes. A partir de ce moment, le pilote perd la maîtrise du manche.

Pour corriger cette tendance à la résonance sol, procéder comme suit :

- a) Réglage des excentriques du moyeu rotor principal - Voir Carte de Travail 57.20.604
- b) Vérification de la roulette avant de l'atterrisseur
Jeu latéral de la roue - Carte de Travail 32.2.410
ou Carte de Travail 32.11.404
Rappel dans l'axe - Carte de Travail 32.2.601
ou Carte de Travail 32.11.602
- c) Vérification de l'état du train principal en particulier :
 - amortisseurs principaux
 - pneumatique (gonflage)
- d) Réglage voilure - track - balourd.

Si ces mesures n'éliminent pas complètement le défaut : échanger : câbles de tierçage par du matériel neuf ou révisé, amortisseurs de trainée, selon Carte de Travail 57.20.603.

NOTA : Une périodicité de remplacement de liquide hydraulique des amortisseurs sera introduite en documentation.

Nous pensons que le rappel des opérations ci-dessus permettra d'éviter une dérive de l'état et du comportement vibratoire au sol des ALOUETTE III pouvant à terme s'avérer préjudiciable. Nous recommandons aux équipages d'être attentifs à ce type de défaut que l'accoutumance peut laisser évoluer au-delà de l'acceptable et de prévenir les équipes de maintenance afin d'obtenir les améliorations nécessaires.

Veillez agréer, Messieurs, nos salutations distinguées.

A. REBUFFEL

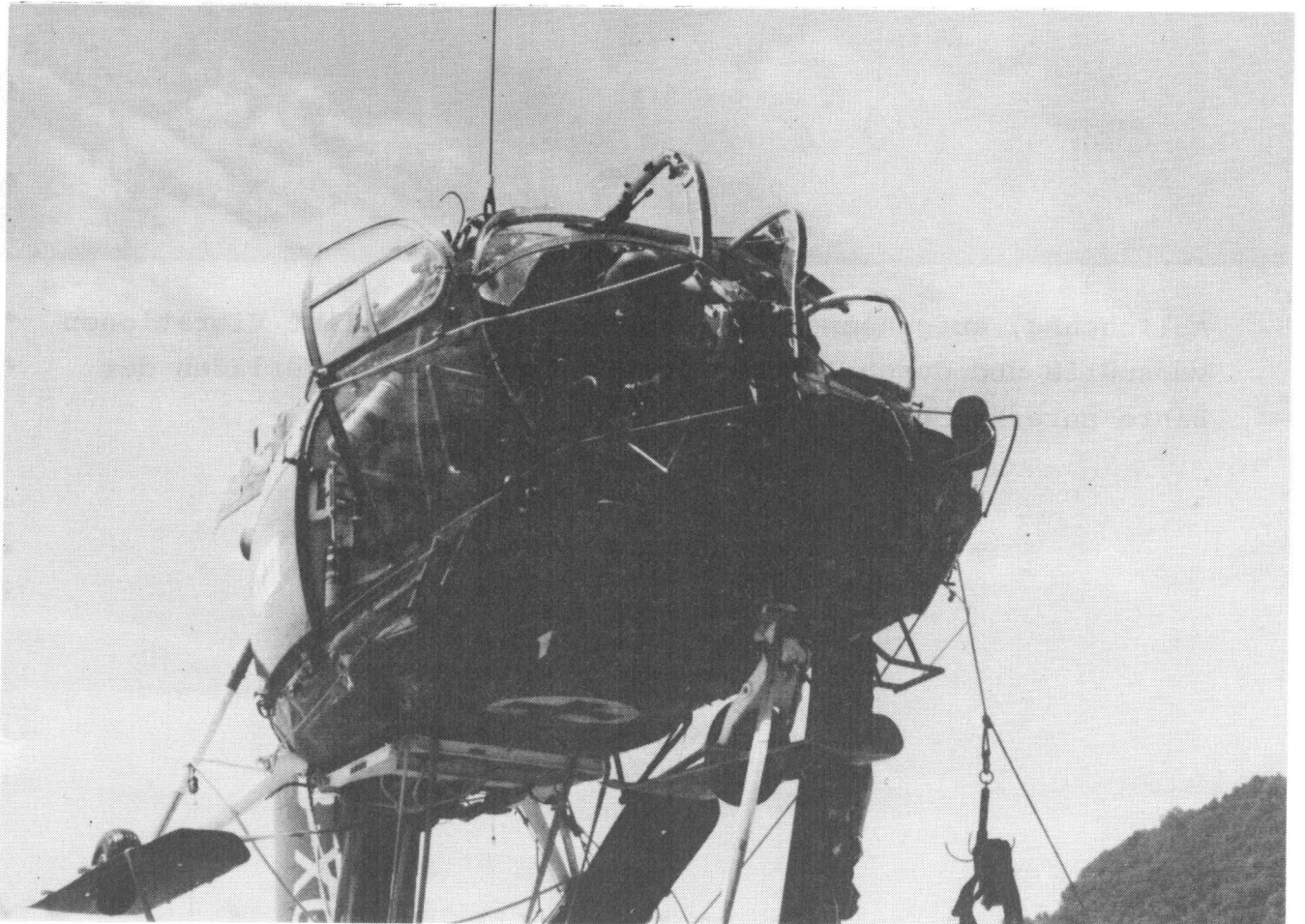
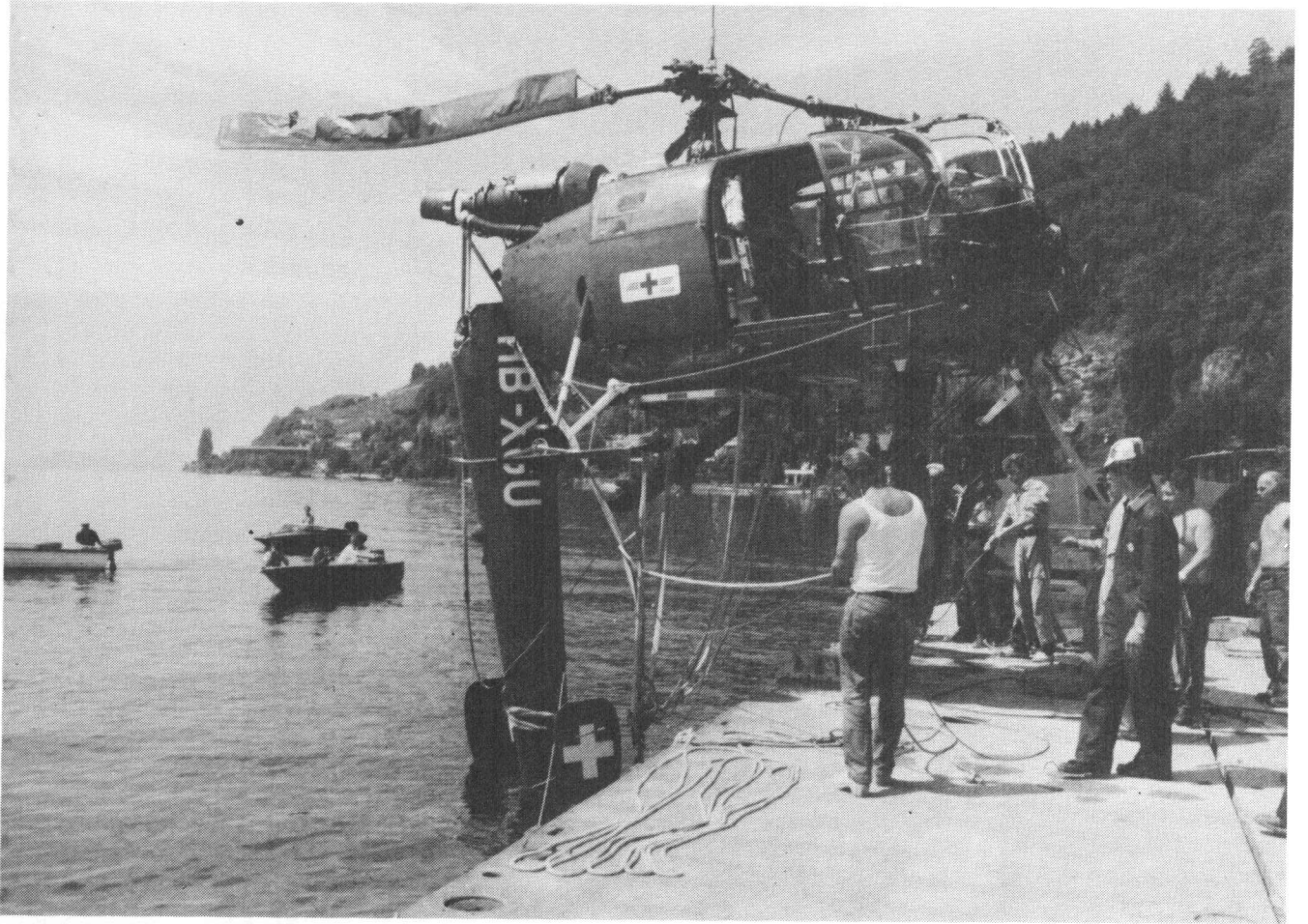
M. AYBALEN
H/AV.ST
DEPARTEMENT TECHNIQUE



Blick auf das Oberdeck der MS "Stadt Biel" mit der erhöhten hindernisfreien Absetzfläche .



Ablichtung, aufgenommen im Zeitpunkt als der Pilot Vibrationen verspürte und durch Abheben des Helikopters das Verladen der Bahre unterbrach.



aérospatiale

5.10.2.- MOYEU ROTOR PRINCIPAL (M.R.P.)

A. GENERALITES (Figure 3)

Le M.R.P. est du type tripale articulé en battement et en trainée.

L'articulation de battement limite, à l'emplanture de la pale, les efforts de flexion dus à la variation cyclique de la portance. L'articulation de trainée limite, à l'emplanture de la pale, les efforts de flexion dus aux forces de Coriolis engendrées par le battement de la pale. (Voir " Théorie générale du vol de l'hélicoptère "). Les oscillations des pales sur leurs axes de trainée sont amorties par des amortisseurs hydrauliques.

L'ensemble moyeu rotor est constitué par :

- le corps de moyeu (5) qui se fixe sur l'arbre rotor et reçoit les trois axes de battement (4)
- les articulations de battement (4)
- les articulations de trainée (3)
- les ensembles " manchon - fusée " (1) qui constituent l'articulation de pas et supportent les pales.
- l'ensemble " câbles de tierçage " (2) qui, reliant entre-eux les trois manchons, réduit le décalage angulaire des pales générateur de vibrations (risques de résonance sol).
- les amortisseurs de trainée (6).

- | |
|---------------------------------------|
| 1.- Ensemble " manchon - fusée " |
| 2.- Ensemble " câbles de tierçage " |
| 3.- Articulation de trainée |
| 4.- Articulation de battement |
| 5.- Corps de moyeu |
| 6.- Amortisseur de trainée |
| 7.- Levier de commande de pas |
| 8.- Anneau de levage |
| 9.- Bras de fixation de l'amortisseur |
| 10.- Broche conique (fixation pale) |
| 11.- Manchon |
| 12.- Fusée |
| 13.- Butée centrifuge |
| 14.- Maillon |

5.10.2.- MOYEU ROTOR PRINCIPAL (Suite)

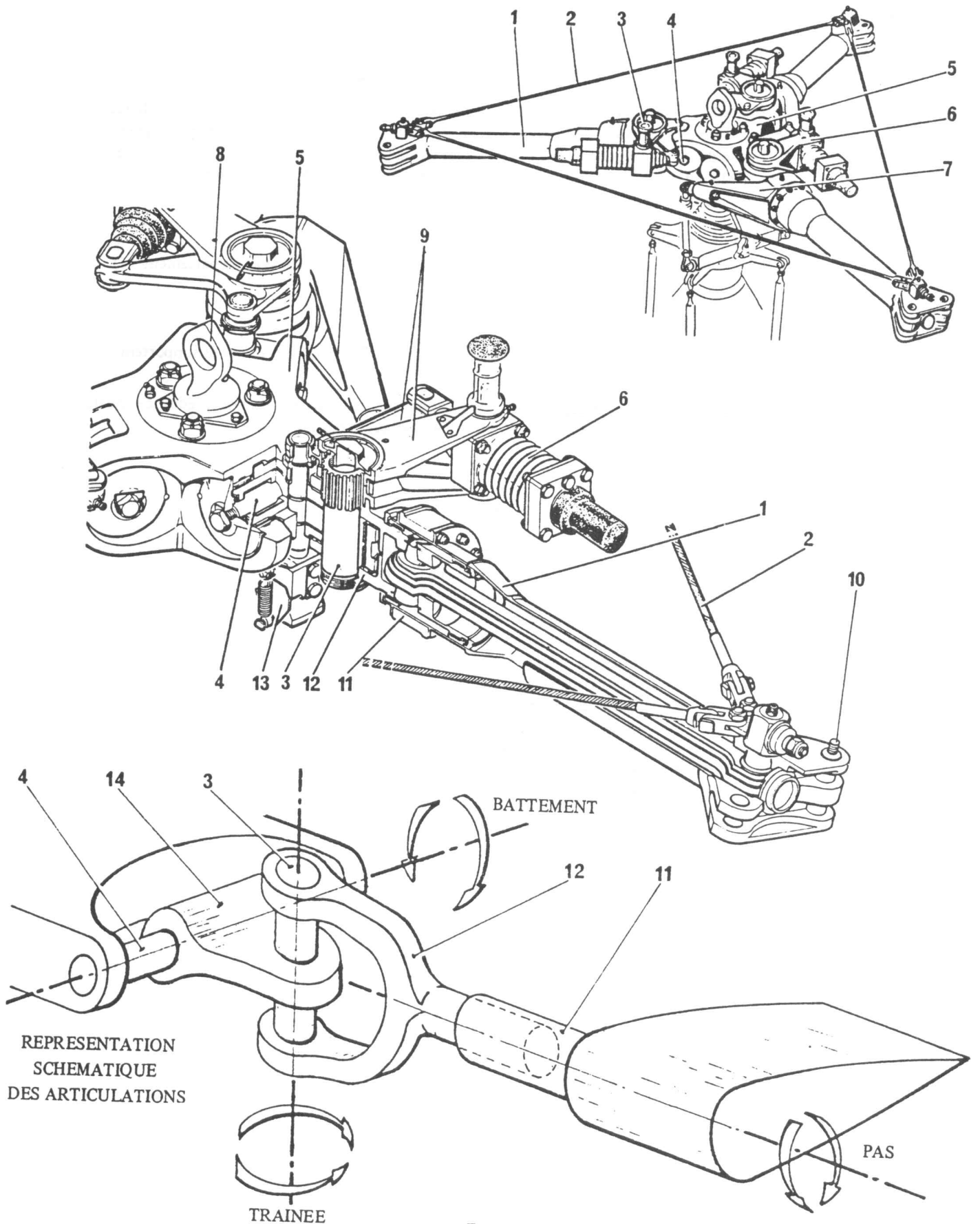


Figure 3
Moyeu rotor principal