



# Schlussbericht des Büros für Flugunfalluntersuchungen

über den Unfall

des Helikopters AS 355N "Twin-Ecureuil", HB-XXF

vom 19. Dezember 1995

in Schmerikon/SG

## CAUSES

L'accident est dû:

- à une collision de l'hélicoptère avec un câble dont la présence était connue du pilote. Ce câble était la ligne de terre d'une ligne à haute tension dont la présence était signalée sur les cartes d'obstacles. Cette collision a eu pour conséquence l'arrêt des deux turbines;
- avec une forte probabilité, le pilote n'a pas procédé à une préparation de départ (departure briefing);
- à un trop grand engagement du pilote auprès de la victime de l'accident de la circulation, ce qui l'a empêché de consacrer suffisamment de temps à la préparation du vol.

## RECOMMANDATIONS DE SÉCURITÉ

1. Après la perte d'une turbine suite à un surrégime, la turbine restante et intacte perd sa protection de surrégime. Il serait utile de contrôler dans quelle mesure il serait judicieux de maintenir la protection de surrégime pour la turbine restante, pour autant que cette protection fonctionne normalement, sans quoi la prescription "Safety Analysis" (p. 14 pt. 1.18.4) - comme l'a démontré cet accident - ne peut pas être respectée.
2. L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) devrait inviter le constructeur de l'hélicoptère à étudier la possibilité de construire l'arbre d'entraînement plus long, de façon à ce qu'il ne puisse plus se déboîter.
3. Il faudrait prévoir de compléter l'équipement médical Bucher de manière à ce que le patient puisse porter un casque.
4. Il serait bon d'étudier l'opportunité du port du casque pour les équipages des hélicoptères de sauvetage.
5. L'OFAC doit introduire, dans la formation des pilotes d'hélicoptères bi-turbines, les préparations aux procédures de départ et d'arrivée (procedure- and approach-briefing) et dans les entreprises suisses les procédures standards des opérations (à l'instar de l'armée de l'air).
6. L'OFAC doit réglementer, la formation et l'entraînement des aides techniques opérationnels de nuit en ce qui concerne la mise en service et l'utilisation des appareils de vision nocturne (NVG), FLIR, projecteurs de recherche, Spectrolab etc.
7. Les hélicoptères de cette masse, utilisés pour l'exploitation commerciale, doivent être équipés d'enregistreurs de paramètres de vol.

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Flugunfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist nicht Sache der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes).

## 0. ALLGEMEINES

### 0.1 Kurzdarstellung

Am 19. Dezember 1995 um ca. 1820 Uhr<sup>1)</sup> landete der Rettungshelikopter des Typs AS-355N (Twin-Ecureuil), HB-XXF, zu einer Strassenrettung in Schmerikon/SG. Nachdem das Verkehrsunfallopfer (Patient) medizinisch versorgt und verladen worden war, startete der Helikopter in Richtung Zürich. Etwa 190 m vom Startplatz entfernt zerriss der Helikopter den Erdleiter einer Hochspannungsleitung und stürzte nach weiteren ca. 70 m in das Dach eines Industriebäudes. Beim Absturz erlitten der Patient auf der Trage, der Pilot und der Rettungsanwärter tödliche Verletzungen; der Arzt wurde erheblich verletzt. Der Helikopter wurde beim Absturz stark beschädigt; am rechten Triebwerk fehlte nach dem Unfall das Leistungsrad der Turbine.

### 0.2 Untersuchung

Der Unfall ereignete sich um 1854 Uhr<sup>1)</sup>. Die Meldung traf um 1916 Uhr beim Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) ein. Die Untersuchung wurde um 2055 Uhr an der Unfallstelle in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei St. Gallen und dem Untersuchungsrichter vom Bezirksamt See eröffnet.

## 1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

### 1.0 Vorgeschichte

Am 19. Dezember 1995 wurde nach Einbruch der Dunkelheit ein Fussgänger zwischen den Ortschaften Uznach/SG und Schmerikon/SG von einem Automobil angefahren und sehr schwer verletzt. Das rasch an der Unfallstelle eintreffende medizinische Team des Spitals Uznach leistete die ersten lebenserhaltenden Massnahmen. Angesichts der Schwere der Verletzungen wurde entschieden, den Patienten von der Unfallstelle in einem Rettungshelikopter ins Universitätsspital Zürich zu transportieren. Via Kantonspolizei St. Gallen wurde die Einsatzzentrale der Schweizerischen Rettungsflugwacht (Rega) in Zürich alarmiert, diese bot den Piloten, den Flughelfer und den Pikettarzt des in Mollis stationierten Rettungshelikopters der Heli Linth AG auf. Gleichzeitig klärte die Einsatzleitung der Rega die meteorologischen Bedingungen im Einsatzgebiet ab.

---

<sup>1)</sup>Alle Zeiten sind Lokalzeiten (UTC+1)

## 1.1 Flugverlauf

Um 1808 Uhr starteten der Pilot und der Flughelfer mit dem Rettungshelikopter AS-355N (Twin-Ecureuil), HB-XXF, auf dem Militärflugplatz Mollis, um den Arzt im Spital Glarus abzuholen, resp. zum Ueberflug nach Schmerikon. Die Einsatzleitung der Rega teilte der Besatzung des Rettungshelikopters vor dem Start die Koordinaten der Unfallstelle, die meteorologischen Bedingungen am Unfallort, die Funknummer und den Funkkanal der vor Ort anwesenden Kantonspolizei und den Zustand des Patienten mit. Während des Anflugs des Helikopters zur Unfallstelle hatte der einweisende Polizist Funkkontakt mit dem Piloten. Bei diesem Funkgespräch informierte der Polizist den Piloten über die Gegebenheiten am Landeort und machte ihn dabei u.a. auf die Hochspannungsleitung ca. 200 m westlich von der Unfallstelle aufmerksam. Als sich der Helikopter im langen Endanflug (long final) befand, konnte der Polizist feststellen, dass der Pilot das Licht des Landescheinwerfers gegen die Hochspannungsleitung gerichtet hatte und vor der Leitung mit reduzierter Geschwindigkeit eine leichte Rechtskurve flog, ehe er den Helikopter in einer Linkskurve in den Endanflug steuerte. Der Pilot landete den Helikopter unmittelbar neben der Verkehrsunfallstelle auf der von der Polizei vorgesehenen freien Wiese.

Nachdem der lebensgefährlich verletzte Fussgänger medizinisch für den Transport versorgt worden war, wurde er auf die Krankentrage gelegt und in den Helikopter verladen. Um ca. 1854 Uhr hob der Pilot den Helikopter ab ohne eine zusätzliche Beleuchtung ausser die Positionslichter eingeschaltet zu haben; stieg dann vertikal über eine hell erleuchtete Reklametafel und einen ca. 10 m hohen Strassenbeleuchtungsmasten auf, beschleunigte den Helikopter anschliessend mit einem flachen Abflugwinkel und einem Kurs von ca. 260° und verschwand in der Dunkelheit. Ca. 190 m vom Startplatz entfernt riss der Helikopter in einer Höhe von ca. 49 m/G den Erdleiter einer Hochspannungsleitung herunter und stürzte nach weiteren 71 m auf einer Höhe von 7 m/G in das Dach einer Schreinerei (Beilage Nr. 1).

Der Pilot und der Flughelfer wurden beim Absturz tödlich verletzt; der Arzt erlitt erhebliche Verletzungen am Gesichtsschädel und im Gesicht. Der Patient auf der Trage erlag seinen Verletzungen.

Der Helikopter wurde beim Absturz stark beschädigt.

Es entstand beträchtlicher Drittschaden am Industriegebäude und an der Hochspannungsleitung.

Koordinaten der Unfallstelle: 715 875 / 231 830      Höhe: 423 m/M.

Landeskarte der Schweiz 1:25'000, Blatt Nr.1'113, Ricken

## 1.2 Personenschäden

	<u>Besatzung</u>	<u>Passagiere</u>	<u>Drittpersonen</u>
Tödlich verletzt	2a)	1b)	
Erheblich verletzt	1c)		

a) = Pilot und Flughelfer,    b) = Verletzter Patient auf Trage,    c) = Rettungssanitäter

### 1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Der Helikopter wurde beim Aufprall auf das Dach schwer beschädigt.

### 1.4 Sachschaden Dritter

Beim Unfall wurde das Erdseil der "Gryнау-Winkeln"-Hochspannungsleitung durchtrennt und das Dach einer Schreinerei schwer beschädigt; es entstand grosser Schaden an eingelagertem Material (Holz) sowie weitere Kleinschäden.

### 1.5 Beteiligte Personen

#### 1.5.1. Pilot

+Schweizerbürger, Jahrgang 1962.

Führerausweis für Berufspiloten (Kat. Helikopter), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) am 4.8.1989, gültig bis am 18.7.1996

Erweiterungen:

- Radiotelefonie RTI	vom 4.8.1989
- Landungen im Gebirge	vom 4.8.1989
- Nachtflug	vom 24.10.1991

Eingetragene

Luftfahrzeugmuster: R 22, Hughes 300, Bell 206 Typen, AS-350 Typen, AS-355N

#### Flugerfahrung (Kat. Helikopter)

Insgesamt ca. 2'536 Std., wovon ca. 80 Std. auf dem Unfallmuster; in den letzten 90 Tagen ca. 80 Std., davon ca. 16 Std. auf dem Unfallmuster.

Nachtflug ca. 46 Std. und 247 Landungen; in den letzten 90 Tagen ca. 6 Std. und 14 Landungen.

Beginn der fliegerischen Ausbildung am: 14.1.1988

Letzte fliegerärztliche Untersuchung am: 11.7.1995

Befund: tauglich ohne Einschränkungen

#### Arbeits- und Ruhezeiten

Der Pilot hatte vor dem 19. Dezember 1995 mehrere Tage frei. Er trat seinen Flugdienst am Morgen des 19. Dezember 1995 um 0800 Uhr an.

### 1.5.2 Weitere Besatzungsmitglieder

#### 1.5.2.1 Arzt

Schweizerbürger, Jahrgang 1966.

Keine fliegerischen Ausweise.

#### 1.5.2.2 Flughelfer (Rettungssanitäter)

+Schweizerbürger, Jahrgang 1972.

Keine fliegerischen Ausweise.

1.5.3 Passagier auf der Trage (Liegendpatient, Verkehrsunfall-Verletzter)

+Schweizerbürger, Jahrgang 1920.

Keine fliegerischen Ausweise

1.6 Helikopter

Muster: AS-355N  
Hersteller: Eurocopter France  
Charakteristik: Zweimotoriger 6-plätziger Turbinenhelikopter mit festem Kufenlandegestell.  
Bei eingebauter medizinischer Bucher-Ausrüstung und Krankentrage, hat es neben dem Piloten und Liegendpatienten Platz für zwei Betreuer.

Baujahr / Werknummer: 1994 / 5552

Triebwerke: Hersteller: Turboméca  
Muster: ARRIUS 1A  
Leistung: je 388 kW (max. contingency)  
TW 1 (linke Seite): S/N 2'038  
TW 2 (rechte Seite): S/N 2'023

Lufttüchtigkeitszeugnis: ausgestellt durch das BAZL am 19.10.95 / Nr. 2, gültig bis auf Widerruf

Eigentümer und Halter: Heli Linth AG in 8753 Mollis  
Zulassungsbereich: im gewerbsmässigen Einsatz  
VFR bei Tag und Nacht  
IFR Kat I

Betriebsstunden im Unfallzeitpunkt: Zelle: 341  
TW 1: 341 NG = 774 cycles N2 = 765 cycles  
TW 2: 341 NG = 771 cycles N2 = 769 cycles

Betriebszeiten: Die BAZL-Uebernahmeprüfung erfolgte am 10.2.1994. Die letzte 100-Stunden-Kontrolle wurde am 10.10.95 bei total 299 Betriebsstunden durchgeführt.

Masse und Schwerpunkt: Die maximale Abflugmasse beträgt 2'540 kg; die Masse im Unfallzeitpunkt betrug ca. 2'325 kg.  
Masse und Schwerpunkt befanden sich während des Unfallfluges innerhalb der zulässigen Grenzen.

Leistungsberechnungen: Alle Angaben beziehen sich auf die an der Unfallstelle herrschenden Bedingungen und stützen sich auf die Angaben des Helikopterherstellers.  
Zweimotorig:  
Der Helikopter war in der Lage, in- und ausserhalb von Bodeneffekt schweben zu können.

Einmotorig:

Hätte der Helikopter unmittelbar nach dem vertikalen Aufsteigen über den Strassenbeleuchtungsmasten, auf ca. 12 m/G und nach dem Setzen der maximalen Startleistung, die Leistung eines Triebwerkes verloren, hätte er auch mit Hilfe der Notleistung des verbleibenden Triebwerks den Erdleiter der Hochspannungsleitung in 49 m/G, nach einer Startstrecke von ca. 190 m nicht überfliegen können.

Sofern der Helikopter beim Einflug in den Erdleiter, in einer Höhe von 49 m/G nur ein Triebwerk verloren hätte, wäre es möglich gewesen mit Hilfe der Notleistung des verbleibenden Triebwerks das 7 m hohe Gebäude in einer Entfernung von 71 m zu überfliegen. Der Helikopter hätte ca. 10,5 m an Höhe verloren um von der Geschwindigkeit 0 auf eine sichere Steigfluggeschwindigkeit beschleunigen zu können.

Flugzeitreserve: ca. 70 Minuten

1.7 Wetter

1.7.1 Gemäss Bericht der Meteorologischen Anstalt

Allgemeine Wetterlage:

Flaches Zwischenhoch über dem Alpenraum

Wetter am Unfallort und zur Unfallzeit:

Wetter/Wolken:	Zum Teil Hochnebel, darüber Wolkenfelder. In den Niederungen neblig
Sicht:	Nicht genau bestimmbar, wahrscheinlich 3 bis 5 km
Wind:	Schwach
Temperatur/Taupunkt:	03° / 02°
Luftdruck:	1'018 h Pa QNH
Gefahren:	Aufkommender Nebel
Sonnenstand:	--- (Nacht)
Bemerkungen:	In Richtung Zürich lag eine kompakte Hochnebeldecke mit Basis um 700 m/M. Sicht darunter 4 bis 7 km.

Beurteilung der Wetter- und Lichtverhältnisse durch Zeugen an der Unfallstelle

Kein Niederschlag. Dunstig, Sicht unter der Hochnebeldecke 3 bis 8 km. Die Grenze zum Hochnebel war schlecht erkennbar. Das Unfallgebiet ist durch die Beleuchtung der Tankstelle, mehrere Strassenlaternen und die Polizei- und Rettungsfahrzeuge, der Landeplatz auf der Wiese durch eine hell erleuchtete Reklametafel gut beleuchtet. Die Sichtverhältnisse vom Startort in Richtung Abflugachse werden von den Augenzeugen wie folgt beschrieben: "dunkle Nacht. Hochspannungsleitung (Masten und Kabel) nicht sichtbar" (Beilage Nr. 2).

1.8 Navigations-Bodenanlagen

Nicht betroffen.

1.9 Funkverkehr

Seit der Alarmierung um 1757 Uhr stand die Einsatzleitung der Rega mit der Besatzung über den sogenannten Heli-Kanal am Boden wie auch in der Luft in Funkverbindung. Die Gespräche aus dem Helikopter mit der Kantonspolizei St. Gallen führte der Pilot auf dem K-(Katastrophen) Kanal. Nachdem der Pilot den Helikopter an der Unfallstelle für den Flug nach Zürich bestiegen hatte, führte er kein Funkgespräch mehr mit der Polizei oder der Einsatzleitung der Rega.

Der gesamte Funkverkehr wickelte sich von Beginn des Einsatzes bis zum Unfall des Helikopters ordnungsgemäss und ohne Schwierigkeiten ab.

1.10 Flughafenanlagen

Nicht betroffen.

1.11 Flugschreiber

Gesetzlich ist für diese (Gewichts-) Kategorie Helikopter kein Flugschreiber vorgeschrieben. Ein offiziell anerkannter Flugschreiber (Flight Data Recorder, FDR) war nicht eingebaut.

Der Helikopter wird vom Hersteller ab Werk mit einem nicht temperatur- und schlaggeschützten Datenerfassungsgerät ausgerüstet, welches Werte der beiden Triebwerke erfasst. Angaben über registrierte Daten, siehe Kapitel 1.16.4.

Weiter können einige wesentliche Informationen über die Triebwerke durch die "Full Authority Digital Engine Control"-Box (FADEC), welche das Triebwerk steuert, abgefragt werden. Die registrierten FADEC-Angaben befinden sich in Kapitel 1.16.3.

1.12 Befunde im Unfallgebiet

- 1.12.1 Der Helikopter kollidierte ca. 190 m vom Startplatz entfernt in einer Höhe von 49 m/G in wahrscheinlich horizontaler Fluglage, mit einem Einflugwinkel von ca. 65°, mit dem Erdseil einer Hochspannungsleitung. 71 m vom Erdseil entfernt stürzte der Helikopter in der Verlängerung der Abflugachse in einer Höhe von 7 m/G in das Dach einer Gross-Schreinerei. Dort verkeilte er sich in der Dachkonstruktion und kam mit einer ca. 40° "nose down attitude" und 45° Querlage nach links zum Stillstand.

Alle Insassen befanden sich nach dem Aufprall im Cockpit. Mit Ausnahme des Arztes überlebte niemand den Unfall.

1.12.2 Im Einzelnen konnten am Wrack folgende Feststellungen gemacht werden:

- Das Walmdach der Schreinerei war mit Eternittafeln gedeckt;
- Der Helikopter stürzte bei einem Dachritter (Kupfergiebel) auf das Dach, resp. in die Holzkonstruktion, und fiel auf den ca. 2,5 m tiefer liegenden Zwischenboden, welchen er teilweise durchschlug;
- Der Helikopter steckte bis auf die Höhe der Triebwerke in der Dachkonstruktion;
- Die Nase des Helikopters und das Cockpit sowie die "overhead-Konsole" wurden stark beschädigt. Die Gashebel und Startschalter befanden sich in Position "flight";
- Der Pilotensitz brach an mehreren Stellen bei den Befestigungsschrauben und an der Rückenlehne; er blieb in den Bodenbefestigungspunkten verankert;
- Der Flughelfer- und Arztsitz sowie die darunterliegende Arztkommode waren nur geringfügig beschädigt. Die in den Boden eingelegten Befestigungsschienen hielten der Belastung stand;
- Der vordere Befestigungsblock der Trage wurde nach hinten gestaucht, der hintere hielt der Belastung stand;
- Alle Hauptrotorblätter waren noch am Hauptrotorkopf befestigt und schlugen in die massiven Holz-Dachkonstruktionsträger. An den Blatteintrittskanten waren deutliche Einschlagspuren von Holz sichtbar;
- Ein Hauptrotorblatt hatte an der Eintrittskante eine deutliche Einschlagspur (Kerbe). An der Eindruckstelle konnte Kupfermaterial abgetragen werden;
- Eine Steuerstange war gebrochen, zwei unbeschädigt;
- Der Helikopter war mit dem erhöhten Fahrwerk und mit Skiern ausgerüstet. Das vordere Fahrwerk-Querrohr wurde nach hinten geschlagen, die beiden Vorderteile der Landekufen abgebrochen. Das hintere Fahrwerk-Querrohr und die Kufenenden blieben unbeschädigt;
- Die ganze Heckpartie (tail cone) blieb unbeschädigt;
- In beiden unbeschädigten Seitenkofferräumen und im Gepäckraum im Heckausleger befand sich diverseres medizinisches und technisches Material, u.a. im Gepäckraum ein Pilotenhelm mit Nachtsichtgerät (Night Vision Goggles, NVG);
- Beide Triebwerkabdeckungen - vor allem auf der rechten Seite - wiesen mehrere Durchschlagslöcher von innen nach aussen auf;
- Am rechten Triebwerk (Nr. 2) fehlte das Triebwerkleistungsrad. Auf dem Helikopterdachboden wurden mehrere kleine Bruchstücke eines geborstenen Triebwerkleistungsrades gefunden;
- Der Helikopter war nicht mit einem "cabel cutter" ausgerüstet.

1.13 Medizinische Feststellungen

Angaben über die Helikopterinsassen:

**Pilot**

Der Pilot sass beim Abflug vorne rechts auf dem Pilotensitz, trug die Schultergurten sowie ein "head set". Der Pilot erlitt beim Helikopterabsturz Verletzungen, denen er noch auf der Unfallstelle erlag. In der Wrackendlage war der Pilot auf seinem Sitz angeschnallt und mit einem Fuss in den Pedalen verkeilt.

#### **Patient (Verkehrsunfall-Verletzter)**

Der Patient lag auf der Trage und war in einen Bergesack - gut gepolsterte Vakuummatratze mit Hülle - gebettet. Die Trage wurde auf der linken Helikopterseite in Längsrichtung an den in der Struktur eingelegten Befestigungsblocks fixiert. In Bezug auf die Flugrichtung befand sich der Kopf des Patienten hinten.

Beim Einladen in den Helikopter war der Zustand des Patienten äusserst kritisch; er war mehrfachverletzt (u.a. Schädelhirntrauma, SHT), musste künstlich beatmet werden, und sein Kreislauf (Blutdruck, etc.) war lebensbedrohlich instabil.

Die Rettungsleute fanden den Patienten nach dem Helikopterunfall sehr gut im Bergesack eingepackt, auf der gestauchten, aber immer noch im Helikopter fixierten Trage, angegurtet tot vor. Der Beatmungsschlauch hatte sich beim Absturz vom Tubus gelöst; die künstliche Beatmung wurde somit unterbrochen.

#### **Flughelfer (Rettungsmitarbeiter)**

Der Flughelfer sass hinten rechts aussen auf dem Flughelfersitz und trug ein "head set". Er trug Beckengurten. Ob er auch die Schultergurten getragen hatte, konnte nicht mehr festgestellt werden. Der Flughelfer wurde beim Helikopterunfall äusserlich kaum verletzt. Die Rettungsleute bargen den Flughelfer tot aus seinem Sitz und vermuteten als Todesursache - anhand der Läsion des Kopfes - einen Genickbruch.

#### **Arzt**

Der Arzt sass hinten in der Mitte auf seinem Sitz, trug einen Helm und war wahrscheinlich nicht angegurtet (damit er sich laut seinen Aussagen besser dem Patienten widmen konnte). Nachdem der Pilot und der Flughelfer aus dem Wrack geborgen worden waren, konnte der Arzt, der zu Beginn nicht bemerkt worden war, unter Hilfe von Rettungsleuten aus den Trümmern geborgen werden.

Die Leiche des Piloten wurde im Institut für Rechtsmedizin St. Gallen (IRM) einer Autopsie unterzogen. Das IRM konnte u.a. folgende Feststellungen machen. Der Pilot erlitt:

- durch den Absturz einen Biegungs-Berstungsbruch des Schädels mit Eintreibung des linksseitigen Stirn-Schläfen- und Scheitelbeines und ausgedehnte Hirnquetschungen;
- vereinzelte kleine Lungenquetschungen;
- weitere, nicht lebensbedrohende Verletzungen.

Die Untersuchung ergab keinerlei Anhaltspunkte für vorbestandene Erkrankungen. Der Pilot verstarb aufgrund einer Atem- und Kreislaufähmung, welche durch die Zerrungsblutung im Zwischenhirn eingetreten ist.

Zum Zeitpunkt des Ereignisses stand der Pilot weder unter Alkoholeinfluss noch unter dem Einfluss anderer zentralvenös aktiver Substanzen.

#### **1.14 Feuer**

Es brach kein Feuer aus (beachte Beurteilung Seite 14 und 15).

## 1.15 Ueberlebenschancen

### Patient

Der Zustand des Patienten war bereits beim Einladen in den Helikopter lebensbedrohlich; er hätte den Transport im Helikopter nach Zürich nach Aussage des begleitenden Arztes kaum überlebt. Der Patient starb an der ausbleibenden künstlichen Beatmung.

### Pilot (Auszug aus dem Bericht des IRM SG)

"Die zahlreichen Hautabschürfungen im Gesicht und die Hautabschürfungen an der Kopfoberseite sind ein Zeichen dafür, dass der Kopf ungeschützt war, als er mit entsprechenden Teilen des Cockpits resp. der Struktur des Helikopters in Berührung kam. Ein Helm hätte die oberflächlichen Hautabschürfungen zuverlässig verhindert. Im gegenständlichen Fall wären nicht nur die äusseren Verletzungen am Kopf verhindert worden, sondern mit grosser Wahrscheinlichkeit auch die knöchernen Verletzungen und ein Grossteil der Hirnquetschungen.

Ein Schutzhelm ist so aufgebaut, dass einerseits die äussere harte Schale penetrierende Verletzungen verhindert respektive die umschriebene Gewalteinwirkung eines kantigen Kabinenbauteils beim Aufprall auf den Helm auf eine grössere Fläche verteilt. Eintreibungsbrüche, wie sie beim Piloten festgestellt wurden, können durch das Tragen eines Schutzhelmes verhindert werden. Andererseits besteht zwischen der harten äusseren Schale des Helms und der inneren Polsterung ein dickes Schaumstoffpolster, welches die Verzögerung, die der Kopf beim Aufprall gegen einen harten Gegenstand erleidet, auf ein paar Millimeter Verzögerungsstrecke ausdehnen kann. Dies verhindert bzw. schwächt schwere verzögerungsbedingte Hirnverletzungen ab. Aus der Strassenverkehrsmedizin ist bekannt, dass ein Schutzhelm Hirnverletzungen bis zu Aufprallgeschwindigkeiten von 30 km/h zuverlässig verhindert."

### Flughelfer

Der Flughelfer erlag wahrscheinlich an den Folgen eines Genickbruchs - es fand eine Legalinspektion (Beurteilung der Verletzungen ohne Autopsie) statt -. Ein Zusammenhang zwischen dem Genickbruch und den engen Platzverhältnissen hinten rechts (Schräghalten des Kopfes) ist spekulativ aber möglich.

### Arzt

Der Arzt überlebte den Unfall, weil er den grössten Freiraum nach vorne hatte, einen Helm trug und der Helikopter kein Feuer fing. Beim Tragen der Schultergurten hätten die Gesichtsverletzungen wahrscheinlich reduziert oder vermieden werden können. Die eingebaute medizinische Bucher-Ausrüstung hat die Festigkeit der Helikopterzelle im Bereich des Arztsitzes verstärkt und damit die Ueberlebenschance des Arztes erhöht (beachte Kapitel 1.18.1).

## 1.16 Besondere Untersuchungen

### 1.16.1 Hochspannungsleitung/en

Bei der Hochspannungsleitung handelt es sich um eine Leitung mit Doppelsystem, welche 1974 erstellt wurde. Die Leitungen sind für 380 kV isoliert, werden jedoch mit 220 kV betrieben. Das zerrissene Erdseil (Alumoweld / Aldreyseil mit Koaxialkabel) weist einen Durchmesser von 26,5 mm auf. Die Seele des Koaxialkabels besteht aus Kupfer. Der Helikopter kollidierte nahezu in der Mitte des Abstandes zwischen Masten 4 und 5, welche etwa 380 m auseinanderstehen. Das Erdseil riss beim Kollisionspunkt. Die beiden Leiterseile befinden sich ca. 8,1 m unterhalb des Erdseiles und je 6 m ausgelenkt aus der Mittelsenkrechten vom Masten. 17,6 m resp. 26,6 m unterhalb des Erdseils befinden sich zwei weitere Ebenen von Leiterseilen, deren Auslenkung ab der Mastmitte 9,5 m resp. 7,5 m betragen.

Die Hochspannungsleitung ist in der Hinderniskarte 1:100'000 (blau) eingetragen, sie ist nicht (mit Kugeln) markiert.

Ein Kilometer südlich der Unfallstelle befindet sich ein Knotenpunkt von mehreren Hochspannungsleitungen.

### 1.16.2 Absuchen des Unfallgeländes

Weil das rechte Triebwerk des Helikopters zwischen dem Startplatz und der Wrackend-lage explodierte, wurde das Gelände in diesem Gebiet nach Teilen abgesucht. Insbesondere interessierte die Frage: Befinden sich die explodierten Triebwerkteile vor oder hinter der beschädigten Hochspannungsleitung?

Ergebnis der Suchmannschaft: Es konnten keine Partikel des explodierten Leistungsrades gefunden werden.

### 1.16.3 Triebwerkuntersuchungen inkl. FADEC (Beilage Nr. 3)

Auf einem Militärflugplatz wurde die an den Triebwerken begonnene Untersuchung weitergeführt. Anhand der Erkenntnisse mussten die beiden Triebwerke inkl. die beiden FADEC-Steuergeräte beim Hersteller zerlegt werden. Folgende "Folgerungen und Feststellungen" können dem Bericht vom 30. Mai 1996 entnommen werden:

#### Triebwerk Nr.1, linke Seite, S/N 2'038

- Der Flektor am Ende der Triebwerkausgangswelle resp. am Eingang in das Vorgetriebe war gebrochen. Auf der Gegenseite steckte die Welle in der Verzahnung. Das Ummantelungsrohr der Antriebswelle war gebrochen. Es wies auf der Innenseite mehrere massive Hiebsspuren der Antriebswelle auf. Die auf der einen Seite nicht mehr gelagerte aber noch drehende Antriebswelle schlug auch Einschlagsspuren in das Gehäuse des Vorgetriebes;
- Teile der freien Turbine von Triebwerk Nr. 2 haben das Gehäuse der linken Turbine im hinteren Teil und im Bereich des Flammrohres durchlöchert;
- Das Leistungsrad der freien Turbine wies leichte Berührungsspuren mit dem Aussengehäuse auf;

- Das Triebwerk wurde durch das FADEC sofort abgestellt, nachdem das Ueberdrehzahlrelais infolge von "engine overspeed" angesprochen hatte.

#### Triebwerk Nr. 2, rechte Seite, S/N 2'023

- Der Flektor am Ende der Triebwerktriebswelle resp. am Eingang in das Vorgetriebe war unbeschädigt. Auf der Gegenseite war die Antriebswelle aus der Verzahnung ausgefahren. Das Ummantelunggehäuse der Antriebswelle war gebrochen;
- Das Triebwerk hat die maximale Drehzahl überschritten;
- Die Triebwerkschaufeln wurden einer Ueberhitzung von kurzer Dauer ausgesetzt und haben eine Temperatur nahe oder über 1'200° C erreicht. Diese Ueberhitzung hatte die Zerstörung der Schaufelprofile hervorgerufen resp. dazu geführt, dass das Rad der freien Turbine explodierte;
- Das FADEC hob den Schutz gegen Ueberdrehzahl (engine overspeed) auf, weil das linke Triebwerk bereits wegen Ueberdrehzahl abgeschaltet worden war.

#### Weitere Feststellungen

- Auf dem Helikopter-Dachboden lagen mehrere Teile eines geborstenen Leistungsturbinenrades;
- Die Trennwand zwischen Triebwerk Nr. 1 und 2 wurde an mehreren Stellen durchlöchert;
- Das Hauptgetriebe wurde beim Absturz ca. 35° auf die linke Seite und ca. 20° in Flugrichtung nach hinten geschlagen.

#### 1.16.4 Untersuchung des Aufzeichnungsgerätes

Das Datenerfassungsgerät wurde beim Hersteller untersucht. Aus dessen Bericht vom 5. Juni 1996 geht hervor, dass:

- "auf beiden Bändern keinerlei Meldungen einer Anomalie aufgezeichnet wurden".

#### 1.16.5 Untersuchungen durch die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (EMPA)

Der EMPA wurden folgende Fragen gestellt, die mit den Berichten vom 5. Juni und 19. Juli 1996 beantwortet wurden.

1. *Frage:* Weshalb brach die Steuerstange "pitch link"?

*Antwort:*

Die Deformation im Bruchbereich deutet auf Biegebeanspruchung. Es konnten keine Berührungsspuren vom Erdleiter nachgewiesen werden.

2. **Frage:** Trat der Bruch des Ummantelungsgehäuses der Antriebswelle beim rechten Triebwerk bei einer rotierenden oder stillstehenden Antriebswelle ein?

**Antwort:**

Das Ummantelungsgehäuse wurde durch einen Gewaltbruch beschädigt. Zum Zeitpunkt des Bruchgeschehens hat sich die Antriebswelle nicht mehr gedreht.

3. **Frage:** Sind an der Antriebswelle vom rechten Triebwerk Spuren vom Ausfahren aus der Verzahnung sichtbar?

**Antwort:** Die Verzahnung am Antriebswellenende lässt Spuren für ein Ausfahren aus der Verzahnung unter Leistung erkennen.

4. **Frage:** Welche Erkenntnisse lassen sich aus der durchlöcherten Trennwand vom linken zum rechten Triebwerk gewinnen?

**Antwort:**

Eine rotierende, heisse Scheibe hat mit einer hohen Relativgeschwindigkeit einen Schlitz in die Trennwand vom rechten zum linken Triebwerk geschlagen. Weiter gab es einige kleinere Durchschlagslöcher in der Trennwand.

5. **Frage:** Mit welchem Bauteil kollidierte der Helikopter mit dem Erdleiter? Woher stammt das eingequetschte Kupfermaterial am Hauptrotorblatt resp. die Eindruckspur an der Blatteintrittskante?

**Antworten:** Die Eindruckspur resp. das Kupfer an der Hauptrotorblatt-Eintrittskante stammen nachweislich nicht vom Erdleiter.

Um Frage Nr. 5 beantworten zu können wurden auch die ganze Kabine, das Fahrwerk und das Heck eingehend untersucht (Beilage 4). Es konnten trotz aufwendigen Untersuchungen keine Nachweise von Kabelspuren in den Zonen A bis I erbracht werden.

#### 1.17 Informationen über Organisation und Verfahren

- Die Heli Linth AG betreibt auf dem Militärflugplatz Mollis einen gewerbsmässigen Helikopterstützpunkt. Das Unternehmen garantiert der Rega im Glarnerland und näheren Umgebung einen 24-Stunden Einsatzbetrieb. Der Pilot und der Flughelfer werden durch das Unternehmen gestellt, währenddem der Einsatz des Pikettarztes in einem Vertrag zwischen Rega und Kantonsspital Glarus geregelt wird.
- Die Rega war bei diesem Flug Auftraggeberin. Der Einsatz wurde unter dem "Flight Operation Manual" (FOM) der Heli Linth AG durchgeführt. Der Pilot und der Helikopter waren im FOM der Heli Linth AG eingetragen.

Gemäss FOM der Heli Linth AG dürfen für dringende Transporte nachts nur zweimotorige Helikopter eingesetzt werden. Start- und Landefläche müssen ausreichend beleuchtet sein und vom Kommandanten rekognosziert werden.

- Der Pilot wird von der Pflicht des Erstellens eines Flugplanes entoben - Nachtflüge bedingen einen Flugplan -, sofern er während der Einsatzzeit in ständiger Verbindung mit der Einsatzleitung der Rega steht.

- Für Nachteinsätze steht der Besatzung eine NVG-Brille zur Verfügung. Diese muss am Helm montiert werden und hat die Fähigkeit, das Restlicht bis zu 20'000 Mal zu verstärken.

Das BAZL hat nie eine Vorschrift oder Weisung erlassen, die den Sichtnachtflug (VFRN), unterstützt mit technischen Geräten, wie NVG-Brille, Spectrolab-Suchscheinwerfer oder FLIR (Forward Looking Infra-Red), etc., regeln würde. Seitens des Operators bestehen keine Vorschriften über das Tragen des Nachtsichtgerätes, d.h. der Pilot kann einen Nachtflug auf konventionelle Art und Weise - ohne technische Hilfsmittel - oder z.B. mit der NVG-Brille durchführen.

Der Pilot führte diesen Einsatz ohne NVG-Brille und den Start ab der Unfallstelle in Schmerikon ohne Scheinwerfer durch.

- Im Flughandbuch des Helikopterherstellers (AFM) befinden sich Angaben über das Leistungsverhalten bei Ausfall eines Triebwerkes. Laut diesen ist ersichtlich, dass der Pilot die Hochspannungsleitung nicht hätte überfliegen können, sofern am Helikopter in der Startphase ein Triebwerk ausgefallen wäre. Gemäss Angaben des Helikopterherstellers betrug die Vorwärtsgeschwindigkeit des verunfallten Helikopters beim Kollisionspunkt mit dem Erdleiter - unter Berücksichtigung der Abflugmasse - weniger als 30 kt.
- In den FOM oder "Standard Operational Procedure, SOP" von vier überprüften schweizerischen Helikopterunternehmen, die Zweimotorenhelikopter einsetzen, gibt es keine Hinweise darauf, wie die Vorteile der Zweimotorigkeit in der Praxis gezielt angewendet resp. die Nachteile minimalisiert werden sollen, obwohl dies während der Ausbildungszeit normalerweise instruiert wird. Klare Ausbildungsunterlagen und Einsatzbücher, die die Punkte des "departure- und approach-briefings" (z. Bsp. "power calculation, take off area, emergency procedure, etc.") umschreiben, empfehlen oder regeln, gibt es bei der Schweizer Luftwaffe.

## 1.18 Verschiedenes

### 1.18.1 Medizinische Fixinstallation (Bucher-Ausrüstung, ohne das lose medizinische Material)

Die Firma Bucher stellte für diesen Helikoptertyp einen medizinischen Einbaukit her. An Stelle des Sitzes vorne links und der Doppelsitzbank hinten links kann eine Krankentrage transportiert werden. Diese wird in die speziell in den Kabinenboden eingelegten Befestigungsblocks fixiert. Die hintere rechte Sitzbank wird aufgeklappt und an ihrer Stelle ist eine Arztkommode montiert; deren Befestigung erfolgt ebenfalls über den in den Kabinenboden eingelegten Schienen. Auf der Arztkommode befindet sich der Sitz mit Rückenlehne für den Arzt und Flughelfer. Beide Sitze verfügen über Becken- und Schultergurten. Zwischen diesen beiden Sitzen wird der Arztkoffer abgestellt.

Die Firma Bucher besitzt für diese Modifikation - Major Alteration, Ref. No. BL/MA-002/94 - eine Einbaubewilligung vom BAZL. Im Flughandbuch des Helikopters HB-XXF ist diese "Major Alteration" im Supplement enthalten.

### 1.18.2 Informationen über den Piloten

Der Pilot war gelernter Anästhesiepfleger (Narkosepfleger), das heisst, sein Können in Bezug auf Notfallmedizin war sehr gut. Seine medizinischen Fähigkeiten waren deshalb deutlich höher als diejenigen eines "normalen" Rettungspiloten.

Aus diesem Grunde war es üblich, dass der Pilot an der Unfallstelle sein Fachwissen und Können miteinbrachte. Laut mehreren Augenzeugen hat der Pilot auch an der Unfallstelle in Schmerikon medizinische Hilfe geleistet.

Laut Zeugen ist niemandem aufgefallen, dass der Pilot in der Zeit, als der Patient für den Helikoptertransport vorbereitet wurde, die Luftfahrthindernisse in der näheren Umgebung des Unfallortes rekognosziert hätte.

### 1.18.3 Lande- und Startplatz des Helikopters

Wie von den Zeugen in 1.7.1 beschrieben, war der Landeplatz gut ausgeleuchtet. Der Beilage Nr. 1 kann entnommen werden, dass die Unfallstelle resp. die freie Wiese nur mit einem Kurs von ca. 260° kabelfrei und einigermaßen frei von Gebäuden angeflogen werden kann. Aus allen anderen Richtungen muss entweder eine Hochspannungsleitung und oder ein Ueberflug von Wohnhäusern in Kauf genommen werden.

### 1.18.4 Schutz vor explodierenden Triebwerken (Triebwerkgehäuse und Trennwand)

In den "Federal Aviation Regulations" (FAR) sind in Part 33 resp. dem "Advisory Circular" (AC 33-2B, Section 33.75 und 33.94) auch die "Safety Analysis" umschrieben. U.a. muss ein Zweimotorenhelikopter folgenden Nachweis erbringen:

- "It must be shown by analysis that any probable malfunction of the engine will not cause the engine to burst (release hazardous fragments through the engine case)."

## 2. BEURTEILUNG

### Luftfahrthindernis (Kabel)

Der Pilot kannte das von Luftfahrthindernissen "verseuchte" Gebiet sehr gut. Er kannte auch die in der Luftfahrthinderniskarte eingezeichnete "Gryнау-Winkeln"-Hochspannungsleitung, hat er sich doch mit dem Polizisten beim Landeanflug über diese Leitung unterhalten.

Der Pilot muss beim Abflug von der Unfallstelle das gefährliche Luftfahrthindernis vergessen haben. Ein Erkennen der Hochspannungsleitung war beim Abflug aus dem Hellen in das Dunkle, ohne Scheinwerferlicht und ohne NVG-Brille, nicht möglich. Der Kollisionsspunkt vom Helikopter mit dem Erdleiter, welcher genau in der Mitte der beiden Masten liegt, ist ein weiterer Beweis dafür - Masten werden aus Sicherheitsgründen direkt überflogen -, dass der Pilot die Hochspannungsleitung unbewusst angeflogen hat.

Obwohl der Helikopter intensiv nach Einschlagsspuren vom Erdleiter untersucht wurde, konnten keine Kabel-Kollisionsspuren sichergestellt werden. Anhand der durchgeführten Untersuchungen - es wurde festgestellt, an welchen Stellen der Helikopter mit Sicherheit nicht in Berührung mit dem Kabel kam - ist davon auszugehen, dass mindestens ein Hauptrotorblatt mit dem Erdleiter kollidierte und diesen durchtrennte.

Solche Kollisionen lassen sich gelegentlich nicht nachweisen, da sie keine Spuren und Schäden am Hauptrotorblatt hinterlassen.

Ein installierter "cable cutter" hätte diesen Unfall wahrscheinlich nicht verhindert, da der Erdleiter nicht von den Scheren des "cable cutters" erfasst worden wäre - Beilage Nr. 4 -. In den Zonen A bis I waren keine Kabelspuren sichtbar. Zudem war die Vorwärtsgeschwindigkeit des Helikopters zum Kollisionszeitpunkt gering.

### Triebwerke

Der Pilot verfügte in der Startphase über die volle Leistung beider Triebwerke. Als ein Hauptrotorblatt in den Erdleiter der Hochspannungsleitung einschlug, gab es einen (Reaktions-) Schlag im Gegenuhrzeigersinn auf das Hauptgetriebe. Dabei wurde die Geometrie der Hauptgetriebeaufhängung so verändert, dass die Antriebswelle (A 1) vom linken Triebwerk gestaucht wurde (Beilage Nr. 3, die Distanz von VG zu TW 1 wurde verkürzt) und der Flektor (FK 1), über den mehrere hundert Kilowatt Leistung übertragen werden, brach. Das FADEC (FA 1) realisierte den resultierenden "engine overspeed" und stellte das Triebwerk links (TW 1) ab. Gleichzeitig als die Antriebswelle (A 1) links durch die veränderte Geometrie gestaucht wurde, gab es eine Zugkraft auf die Antriebswelle (A 2) vom rechten Triebwerk.

Die Zugkraft wurde so gross, dass die Antriebswelle (A 2) auf der Seite des Triebwerks (TW 2) aus der Verzahnung (V 2) ausriss. Es entstand dadurch ebenfalls ein mechanischer Unterbruch zwischen dem rechten Triebwerk (TW 2) und dem Hauptgetriebe. Hier stellt sich die Frage, ob eine längere Verzahnung der Antriebswelle ein Ausfahren und damit den Kraftunterbruch verhindert hätte. Weil nunmehr, wie in Kapitel 1.16.3 umschrieben, das verbleibende Triebwerk (TW 2) nicht mehr "engine overspeed" geschützt war, stellte das FADEC (FA 2) den überhöhten Kerosendurchfluss, der durch die Stellung des kollektiven Blattverstellhebels abverlangt wurde, nicht ein. Aus diesem Grund überdrehte das Triebwerk Nr. 2. Ohne "engine overspeed-Schutz" stieg die Temperatur in der Brennkammer so weit an, dass die Schaufelprofile beschädigt wurden und es zur nachfolgenden Gewalts-Zerstörung der freien Leistungsturbine kam. Deshalb verlor der Pilot, nach dem Einflug in den Erdleiter, unmittelbar nacheinander die Leistung beider Triebwerke, in der Ausfallreihenfolge TW 1 und TW 2).

Der Ausfall beider Triebwerke trat als Folge der Kabelkollision ein.

Die Frage, ob es sinnvoll ist, dass das zweite Triebwerk seinen Ueberdrehzahlenschutz verliert, wenn das erste Triebwerk bereits wegen Ueberdrehzahl abgestellt wurde, ist berechtigt. Eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile dieser FADEC-Steuerungsart hat gezeigt, dass es sinnvoller und sicherer wäre, wenn das noch in Betrieb stehende Triebwerk den Ueberdrehzahlenschutz behalten würde. FADEC-Geräte sollten so untereinander geschaltet sein, dass Triebwerke, die keine technischen Störungen aufweisen, Leistung abgeben können ohne den maximalen Grenzwert zu überschreiten. Im vorliegenden Fall hatte keines der Triebwerke eine technische Störung; es lag auf beiden Seiten ein Unterbruch der mechanischen Verbindung vom Triebwerk (TW 1 und TW 2) zum Hauptgetriebe vor.

Wenn der Schutz der Ueberdrehzahl beim zweiten Triebwerk - wie Unfall gezeigt hat - ausgeschaltet wird, kann die in 1.18.4 geschilderte "Safety Analysis" nicht eingehalten werden. Sofern Triebwerke unkontrolliert die maximale Drehzahl überschreiten, ist eine mechanische Gewaltzerstörung mit Folgeschäden die Regel. Es bedurfte im gegebenen Fall viel Glück, dass die Schreinerei nicht durch die Explosion und Flammen des zweiten Triebwerks in Brand geriet. Der Unfall wäre für den Arzt beim Ausbruch eines Feuers nicht überlebbar gewesen.

#### Einige operationelle Aspekte

- Der Pilot hatte gute Ortskenntnisse über das kabelverseuchte Gebiet, war sehr erfahren und der Trainingsstand für Nachtflüge war gut bis sehr gut. Der Pilot war sich der Nähe der Hochspannungsleitung - beim Landeanflug - bewusst.
- Die Heli Linth AG setzte einen geeigneten und sehr gut ausgerüsteten Helikopter für Sichtnachtflüge ein.
- Die Einsatzleitung der Rega hatte stets Funkkontakt zur Besatzung des Unfallhelikopters.
- In Anbetracht dessen, dass der Landeplatz an der Unfallstelle gut beleuchtet und das Licht nicht ausgeschaltet werden konnte und der Helikopter gegen eine hell erleuchtete Reklametafel abgestellt war, musste das Abheben des Helikopters zwangsläufig gegen das grelle Licht erfolgen. Egal mit welchem Flugkurs der Pilot vom Startplatz wegflug, der Abflug führte in jedem Fall vom Hellen ins Dunkle. Ohne Einsatz von technischen Hilfsmitteln und besonderen Vorkehrungen, wird die Sicht des menschlichen Auges unter solchen äusseren Bedingungen während einigen Minuten massiv eingeschränkt (die Pupillen bleiben während einiger Minuten sehr eng). Der Entscheid des Piloten auf das Tragen des Nachtsichtgerätes zu verzichten, verletzte keine Vorschriften. Wenn der Pilot die NVG-Brille hätte einsetzen wollen, wäre er gezwungen gewesen einen Schutzhelm zu tragen.

Es bestehen bis heute keine Richtlinien und Vorschriften, wer, wann, wie etc. technische Hilfsgeräte zur Durchführung von Nachteinsätzen (z.B. NVG-Brille, FLIR, Spectrolab-Suchscheinwerfer, etc.) einsetzen darf und soll. Die heute gültigen Vorschriften beziehen sich auf den konventionellen Nachtflug.

- Der Pilot hat an der Unfallstelle tatkräftig das medizinische Team unterstützt und sein Fachwissen dem Patienten zur Verfügung gestellt. Ungern muss im Nachhinein festgehalten werden, dass der Pilot durch diese Hilfeleistung wahrscheinlich zuwenig oder keine Zeit mehr hatte, die fliegerischen Belange, die ihm niemand abnehmen konnte, zu erledigen. Nur so ist es zu erklären, dass er gegen ein ihm bekanntes Luftfahrthindernis startete und nicht in die Richtung abflog, aus der er angeflogen war.

- Beim Zweimotoren-Helikopter wird der Ausfall eines Triebwerkes vor allem in der Start- und Landephase trainiert. Durch taktisch korrektes Verhalten kann die Flugsicherheit, je nach Gelände, trotz Ausfall eines Triebwerkes in der kritischen Flugphase sehr oft gewährleistet werden. Der Pilot ist deshalb aber stets gezwungen gewisse Aspekte für den Startvorgang oder den Landeanflug zu berücksichtigen. Unter anderem muss der Pilot still für sich vor jedem Start ein "departure briefing" und für den Landeanflug ein "approach briefing" durchführen. In beiden "briefings" müssen Fragen über die Leistungsberechnung, die Luftfahrthindernisse, das Verhalten bei Notfällen, etc. beantwortet werden. Beim Unfallflug hat der Pilot kaum ein "departure-briefing" durchgeführt - dieses erfolgt gedanklich still - (direkter Flug gegen ein hohes, nicht sichtbares Luftfahrthindernis).
- Die Beurteilung der Schäden am Helikopter nach dem Einflug in den Erdleiter und vor dem Absturz ins Dach, ist spekulativ. Die Tatsache aber, dass selbst mit einem Triebwerk - natürlich ohne weitere Schäden am Helikopter - der Flug sicher hätte fortgesetzt werden können, ist Beweis dafür, dass die Kraftübertragung zwischen dem Triebwerk und dem Hauptgetriebe aufrechterhalten werden muss und nicht durch Ausfahren der Antriebswelle erfolgen sollte. Umsomehr wird damit aber auch unterstrichen, dass das verbleibende FADEC an der Notleistung des verbleibenden Triebwerks selbst abregeln muss (Abregeln am Toppingwert von OEI).

#### Medizinische Bucher-Ausrüstung und loses Material

Im Helikopter war die vom BAZL genehmigte medizinische Ausrüstung der Firma Bucher eingebaut.

Die beim Unfallflug fixierte Trage hat die Festigkeit der Helikopterzelle stark verbessert. Die gleiche Aussage gilt auch für den Einbau der Arztkommode. Durch diesen Einbau wurde die Ueberlebensemöglichkeit für einige Insassen wesentlich verbessert.

Der Patient auf der Trage erlitt wahrscheinlich keine zusätzlichen Verletzungen durch den Helikopterunfall. Das "Einpacken" des Patienten in den Bergesack und die Fixation der Trage haben sich sehr gut bewährt.

Die Qualität des Flughelfersitzes gegenüber dem Standardsitz ist durch das Anbringen von Schultergurten erhöht. Die Position des Flughelfersitzes wird durch die Ablage des Arztkoffers jedoch ungünstig beeinflusst. Wegen des Einbaus des 22 cm breiten Arztkoffers zwischen Arzt- und Flughelfersitz befindet sich dieser so weit aussen am rechten Kabinenrand des Helikopters, dass die seitliche Kopffreiheit für den Flughelfer ungenügend geworden ist. Beim Tragen eines Schutzhelmes - selbst bei einer Person von kleiner Statur -, kann der Kopf nicht mehr senkrecht gehalten werden. Der Sitzplatz sollte so angeordnet werden, dass der seitliche Freiraum für das Tragen eines Schutzhelmes garantiert werden kann.

In der Helikopterkabine befand sich zum Unfallzeitpunkt zum Glück nur sehr wenig medizinisches, loses Material - dies ist nicht Bestandteil der medizinischen Bucher-Ausrüstung -, so dass keine Folgeschäden in der Kabine durch herumschleudernde Geräte entstanden sind. Alles nicht benötigte Material befand sich in den Gepäckräumen.

## **Folgerungen aus dem Bericht des IRM**

Nebst den Tatsachen, dass für das Ueberleben eines Flugunfalles eine gute Brandverhütung, grosse Freiräume und eine stabile strukturelle Festigkeit der Kabine wichtig sind, gehört auch der Selbstschutz. Zu diesen gehört in erster Linie das Tragen aller Gurten. Gestützt auf die Erkenntnisse auch aus Berichten anderer Helikopterunfälle, stellt sich aber die Frage: Ob Besatzungsmitglieder von Ambulanz- und Rettungshelikoptern nicht vorschriftsgemäss einen Schutzhelm tragen sollten? Im vorliegenden Fall hätte der Pilot mit grosser Wahrscheinlichkeit den Helikopterunfall überleben können, wenn er einen Helm getragen hätte.

### **"Flight Data Recorder" und FADEC**

Die vom Helikopterhersteller eingebauten Triebwerkdatenerfassungsgeräte haben die Ueberdrehzahl der Triebwerke nicht registriert, im Gegensatz zum - technisch wesentlich exakteren - FADEC von Triebwerk Nr. 1. Beide FADEC-Geräte arbeiteten trotz der Hochspannung von 220 kV auf den Helikopter störungsfrei. Die FADEC-Steuerung sollte aus Sicherheitsgründen verbessert werden (Begründung siehe Abschnitt Beurteilung "Triebwerke" mit Empfehlung 1).

Ab dem 1.4.1998 schreiben die Joint Aviation Regulations (JAR-OPS) für neu hergestellte Helikopter mit einem Abfluggewicht von über 2'720 kg Flugdatenschreiber vor. Weil bei einem Grossteil der gewerbsmässig durchgeführten Helikoptertransporte das Abfluggewicht weniger als 2'720 kg beträgt, werden solche Flüge nicht erfasst. Um in der Sache annähernd gleiche Verhältnisse analog für Flächenflugzeuge zu erhalten, sollten gewerbsmässig eingesetzte Helikopter, deren Abfluggewicht auch unter 2'720 kg liegt, mindestens mit einem Datenerfassungsgerät (z.B. monitoring system) ausgerüstet sein.

## **SCHLUSSFOLGERUNGEN**

### **3.1 Befunde**

- Der Pilot besass einen gültigen Führerausweis für VFR-Flüge bei Tag und Nacht und war im FOM des Unternehmens eingetragen.
- Die Flug-, Flugdienst- und Ruhezeiten wurden eingehalten.
- Der Pilot besass 2'536 Flugstunden total, 80 Stunden auf dem Unfallmuster, 46 Stunden Nachtflug total, wobei in den letzten 90 Tagen 6 Stunden mit 14 Landungen.
- Der Pilot führte den Flug ohne Nachtsichtgerät (NVG) aus.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen des Piloten vor oder während des Unfallfluges vor.
- Die chemisch-/toxikologischen Untersuchungen ergaben negative Resultate

- Der Pilot erlitt beim Aufprall schwere Kopfverletzungen, die zum sofortigen Tod führten. Der Pilot trug keinen Schutzhelm. Falls ein Schutzhelm getragen worden wäre, hätten die schweren und vermutlich auch tödlichen Hirnverletzungen vermieden werden können (laut Bericht des Instituts für Rechtsmedizin St. Gallen).
- **Der Patient** war bereits vor dem Helikopterunfall in akuter Lebensgefahr. Die Festigkeit und Befestigung der Trage sowie die Polsterung im Bergesack haben sich bewährt. Der Tod trat wahrscheinlich durch den Unterbruch der künstlichen Beatmung ein.
- **Flughelfer:** Der Flughelfer starb wahrscheinlich infolge eines Genickbruchs. Sein Sitz war sehr stabil gebaut. Es fehlt jedoch eine seitliche Kopffreiheit, die das Tragen eines Schutzhelmes ermöglicht (siehe Sicherheitsempfehlungen Nr. 2 und 3).
- **Der Arzt** hat den Unfall vor allem dank der idealen Sitzanordnung im Helikopter (Freiheit nach vorne), der Bodenverstärkung durch den Einbau der Arztkommode und dem Arztsitz, dem Tragen des Schutzhelmes und der Tatsache, dass nach dem Unfall kein Brand eintrat, überlebt. Beim Tragen aller Gurten wären die schweren Gesichts- und Gesichtsschädelverletzungen wahrscheinlich geringfügiger ausgefallen.
- **Der Helikopter** war zum Verkehr VFR bei Tag und Nacht und IFR Kat. I zugelassen und wurde ordentlich gewartet.

Der Ausfall beider Triebwerke trat als Folge der Kollision mit dem Luftfahrthindernis (Erdleiter einer Hochspannungsleitung) ein.

Es konnten keinerlei technische Mängel am Helikopter festgestellt werden.

Die installierte medizinische Ausrüstung war durch das BAZL geprüft und hat die Festigkeit der Kabine wesentlich verstärkt und die Überlebenschancen für alle Insassen erhöht. Die Sicherheitsempfehlung Nr. 2 wurde jedoch in Bezug auf den Sitzplatz hinten rechts erstellt.

Der Helikopter war nicht mit einem "cable cutter" ausgerüstet.

Der Helikopter kollidierte mit dem Erdleiter einer Hochspannungsleitung und zerriss diesen. Im Bereich von den Landekufen bis zu den Hauptrotorblättern konnten keine Einschlagspuren von einem Erdleiter nachgewiesen werden.

- **Masse und Schwerpunkt** lagen innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.
- **Leistungsberechnungen:** Der Helikopter verfügte im Zweimotorenbetrieb über ausreichenden Leistungsüberschuss. Im Falle von "one engine inoperative" beim Start, hätte der Helikopter den Erdleiter in 49 m/G und ca. 190 m Entfernung nicht überfliegen können. Sofern OEI beim Einflug in den Erdleiter - ohne Beschädigungen am Helikopter - entstanden wäre, hätte der Helikopter leistungsmässig das Dach der Schreinerei überfliegen und den Flug fortsetzen können.

- **Luftfahrthindernis:** Bei der Hochspannungsleitung handelt es sich um eine 220 kV-Leitung mit Doppelsystem, welche 1974 erstellt wurde und in der Luftfahrt-Hinderniskarte 1:100'000 blau eingetragen ist. Die Leitung ist nicht markiert. Das zerrissene Erdseil weist einen Durchmesser von 26,5 mm und riss beim Kollisionspunkt. Der Helikopter kollidierte nahezu in der Mitte des Abstandes zwischen zwei Masten, welche 380 m auseinanderstehen. Ein Kilometer südlich der Unfallstelle befindet sich ein Knotenpunkt von mehreren Hochspannungsleitungen.
- **Unfallstelle:** Der Helikopter kollidierte ca. 190 m vom Startplatz entfernt in ca. 49 m/G mit dem Erdseil und stürzte 71 m weiter auf das 7 m hohe Dach einer Schreinerei.

Beim Startplatz handelte es sich um eine Wiese zwischen den Ortschaften Schmerikon/SG und Uznach/SG. Der An- resp. Wegflug war nur in einem Sektor hindernisfrei. Die Landestelle war gut beleuchtet.

- **Wetterangaben:** Die Sicht betrug unter der Hochnebeldecke etwa 3 bis 5 km, maximal 8 km. Die Grenze zum Hochnebel war schlecht erkennbar. Es herrschte kein Niederschlag. Der Unfall trat knapp 2 Stunden nach "sun set" ein.

### 3.2 Ursachen

Der Unfall ist zurückzuführen auf:

- Einflug des Helikopters in ein dem Piloten bekanntes, in der Luftfahrthinderniskarte eingezeichnetes Kabel (Erdleiter einer Hochspannungsleitung), was zum Ausfall beider Triebwerke führte;
- Mit grösster Wahrscheinlichkeit Unterlassen eines "departure briefings" durch den Piloten;
- Zu grosses Engagement durch den bei der medizinischen Versorgung des Patienten stark beanspruchten Piloten an der Verkehrsunfallstelle, so dass u.a. zu wenig Zeit für die fliegerischen Flugvorbereitungsarbeiten zur Verfügung blieb.

## 4. SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN

1. Beim Ausfall eines Triebwerks durch Ueberdrehzahl verliert das verbleibende intakte Triebwerk den "engine overspeed-Schutz". Es ist zu prüfen, ob es nicht sinnvoller wäre, wenn der "engine overspeed-Schutz" auch für das verbleibende Triebwerk aufrecht erhalten bleibt, sofern dieses störungsfrei arbeitet. Ansonsten kann die "Safety Analysis"-Vorschrift - wie dieser Unfall gezeigt hat - nicht eingehalten werden.
2. Das BAZL sollte den Helikopterhersteller veranlassen zu prüfen, ob die Antriebswelle nicht länger gebaut werden muss, damit ein Ausfahren der Welle - verbunden mit einem Unterbruch der Kraftübertragung - verhindert werden kann.

3. Bei der medizinischen Bucher-Ausrüstung sollte die Kopffreiheit beim Flughelfersitz so sein, dass ein Insasse normaler Körpergrösse die Möglichkeit hat, einen Schutzhelm tragen zu können.
4. Es ist zu prüfen, ob Besatzungsmitglieder von Ambulanz- und Rettungshelikoptern nicht einen Schutzhelm tragen müssen, weil die Erkenntnisse aus diesem Unfall mittlerweile kein Einzelfall mehr sind.
5. Das BAZL muss die "procedure von departure- und approachbriefing" beim Einsatz von Zweimotoren-Helikopter intensiver in die Ausbildung und die "standard operational procedure" der diversen Unternehmen einbauen (analog der Schweizer Luftwaffe).
6. Das BAZL muss die Verwendung, den Einsatz und die Ausbildung und Training von technischen Nachteinsatzhilfen, für Nachtsichtgeräte (NVG), FLIR, Spectrolab-Suchscheinwerfer, etc., in allgemein gültigen Vorschriften regeln.
7. Gewerbsmässig eingesetzte Helikopter dieser Abflugmasse müssen mit einem gesetzlich vorgeschrieben Datenerfassungsgerät ausgerüstet werden.

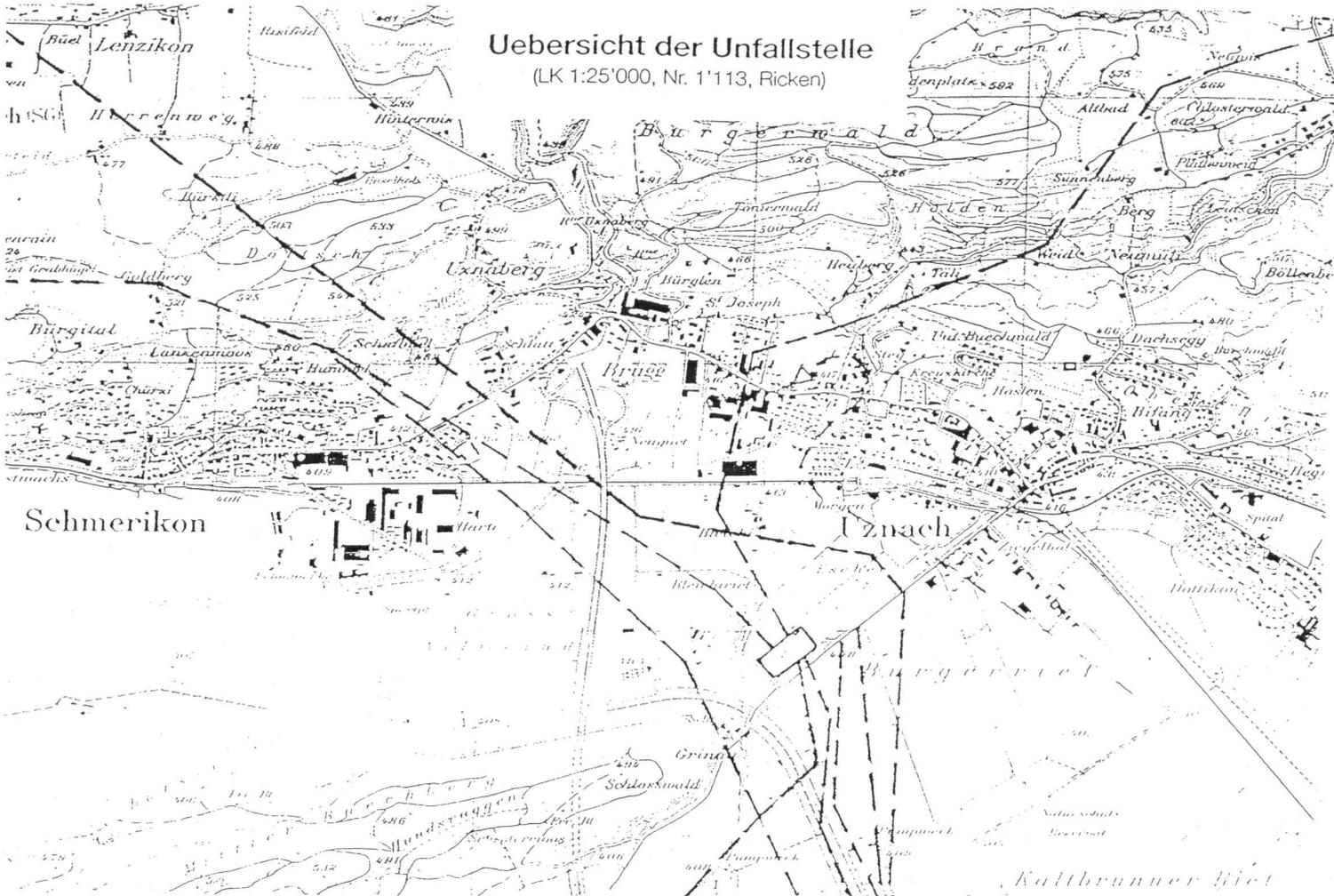
*Die Untersuchung wurde von Guido Hirni geführt.*

Bern, 21. Juli 1997

Büro für Flugunfalluntersuchungen

Übersicht der Unfallstelle

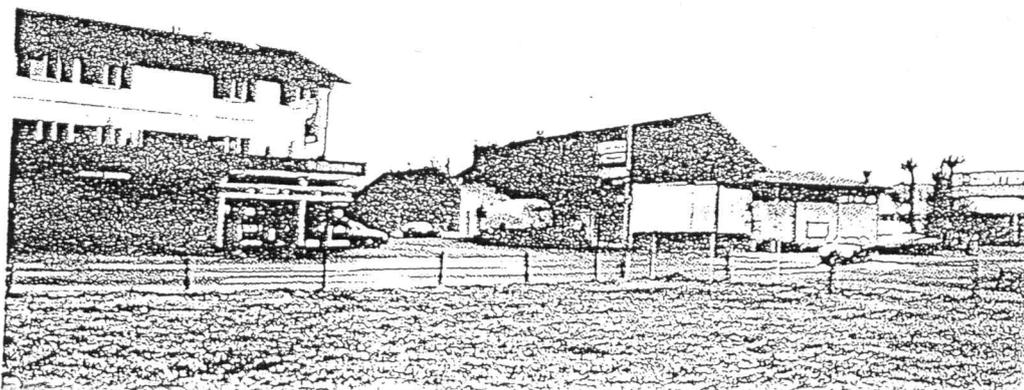
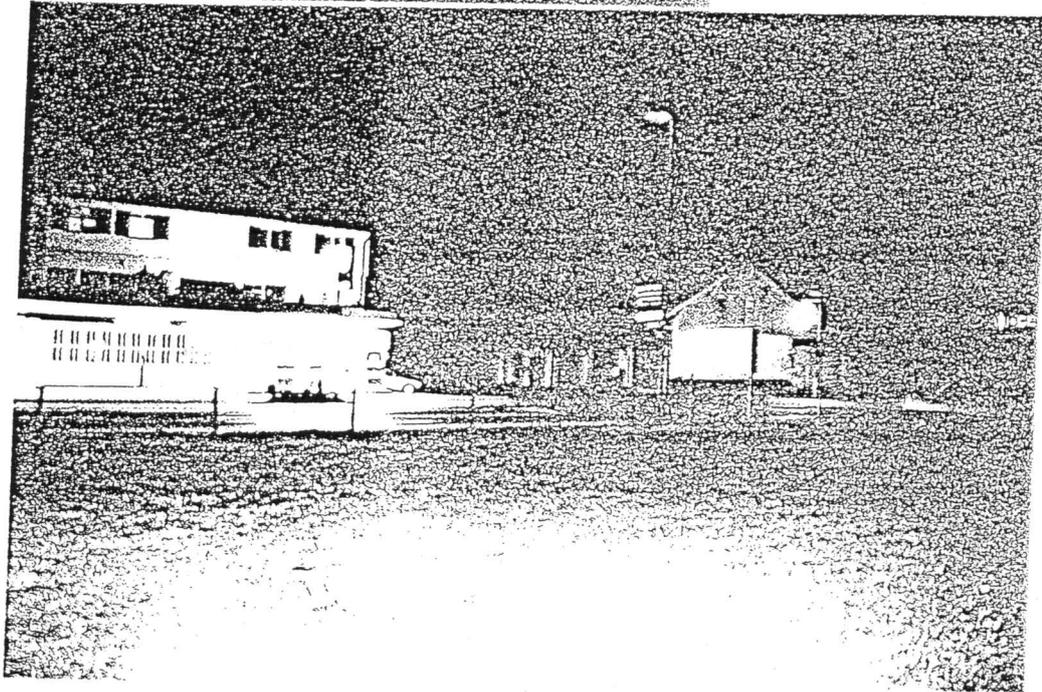
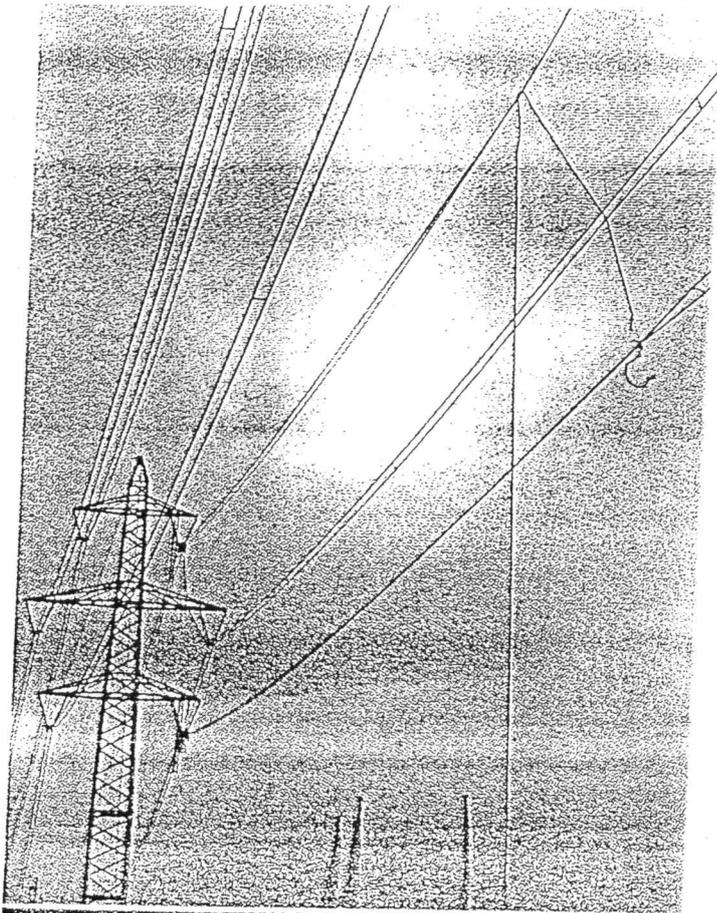
(LK 1:25'000, Nr. 1'113, Ricken)



- △ Lande- und Startplatz Helikopter;
- ⊙ Wrackendlage
- Hochspannungsleitungen
- Anflugweg
- Kollisionspunkt mit Erdleiter;
- Abflugachse

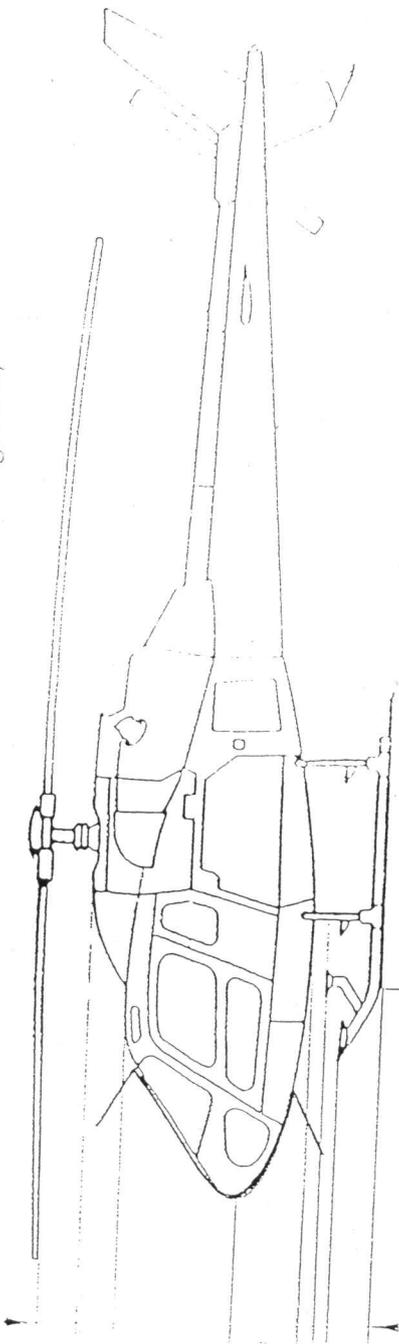


Wrackendliche

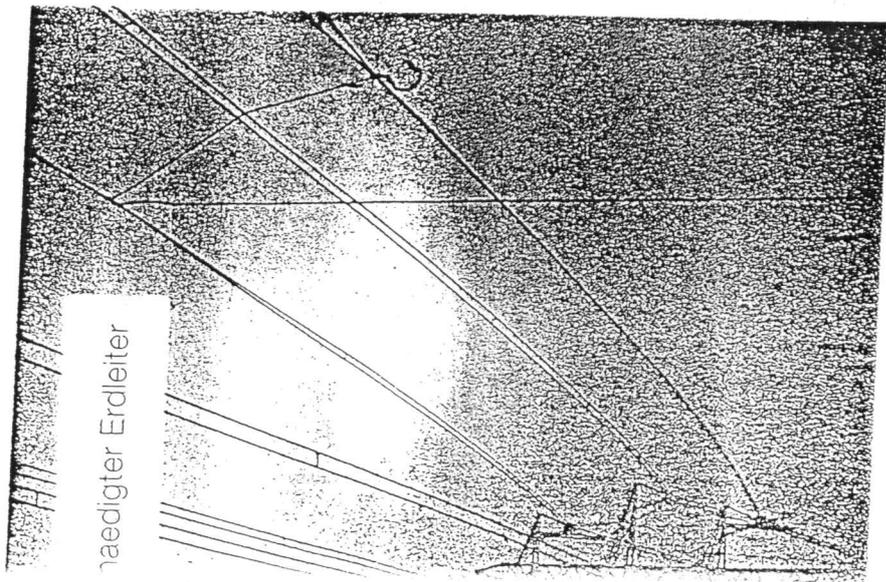




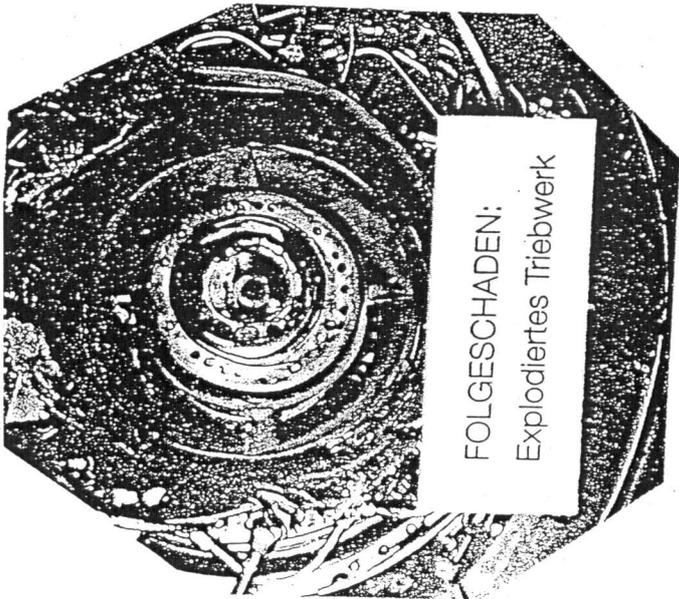
— = zeigt Position von cabel cutter (sofern eingebaut)



Sektor A bis I keine Kabelspuren

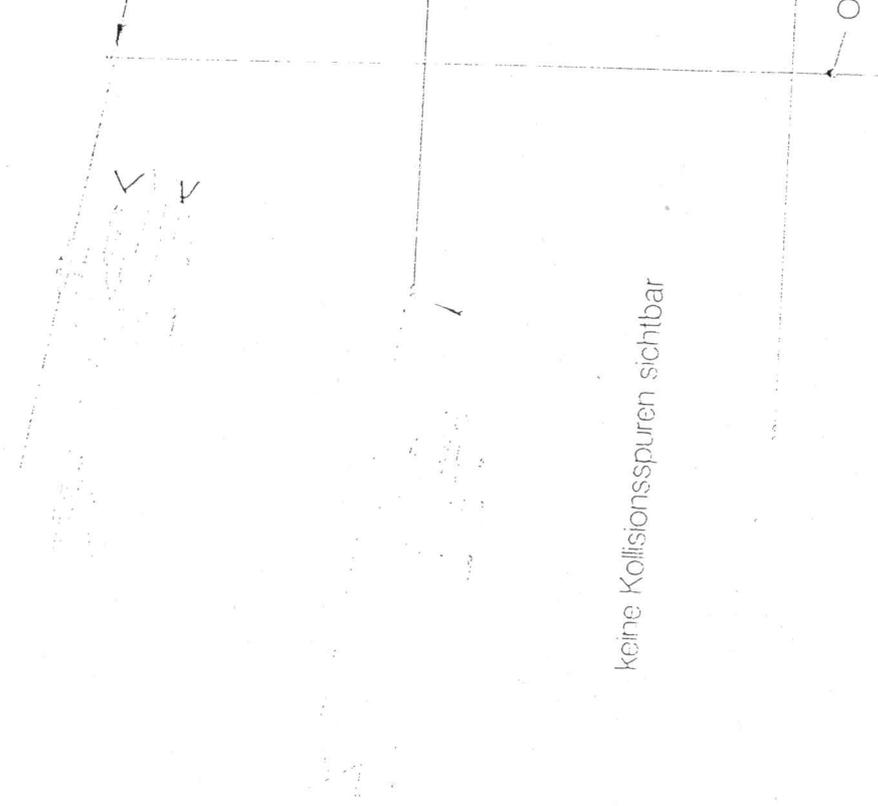


naediger Erdleiter



FOLGESCHADEN:  
Explodiertes Triebwerk

wahrscheinliche Kollision



keine Kollisionsspuren sichtbar

keine Kollisionsspuren sichtbar

Oberteil Hochspannungsmast