



# Schlussbericht des Büros für Flugunfalluntersuchungen

über den Unfall

des Helikopters Brinkert Mini-500, HB-YJK, der Zulassungskategorie Eigenbau

vom 3. November 2001

in San Vittore, Gemeinde San Vittore / GR

**Cause**

L'accident est dû à la perte de contrôle de l'hélicoptère après une panne de moteur (serrage) suivie par la perte d'une pale du rotor principal.

## Schlussbericht

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

Eigentümer:	Privat
Halter:	Privat
Luftfahrzeugmuster:	Einsitziger Eigenbau Helikopter Brinkert Mini 500
Eintragungszeichen:	HB-YJK
Ort:	San Vittore / GR
Datum und Zeit:	3. November 2001, 10:05 Uhr Lokalzeit (LT = UTC +1) Alle Angaben in diesem Bericht in Lokalzeit

### Allgemeines

#### Kurzdarstellung

Am Samstag, den 3. November 2001, startete der einsitzige Eigenbauhelikopter HB-YJK vom Flughafen Locarno-Magadino zu einem privaten Flug. Zwanzig Minuten nach dem Start stürzte der Helikopter in der Nähe von San Vittore auf die Autobahn A13 ab.

#### Untersuchung

Die Untersuchung wurde vom Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Graubünden durchgeführt.

**Da das Baumuster des Unfallhelikopters nicht zertifiziert ist, musste sich die Untersuchung auf das Wesentliche beschränken.**

## 1 Festgestellte Tatsachen

### 1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

Der Pilot startete mit dem kleinen Eigenbauhelikopter um 09:45 Uhr vom Flughafen Locarno-Magadino und landete in der Folge auf dem Flugplatz San Vittore, wo er einige Minuten mit laufendem Motor am Boden verweilte. Nachdem er wieder gestartet war, flog er zunächst Richtung Roveredo GR und drehte dann in Richtung Bellinzona. Kurz vor Lumino beobachteten etliche Zeugen, wie sich der Helikopter seitlich und nach vorne neigte, in der Luft ein Teil verlor und alsdann unkontrolliert auf die Ost – West Fahrbahn der Autobahn A13 abstürzte. Der Pilot erlitt durch den Absturz tödliche Verletzungen.

Trotz des dichten Verkehrs auf der Autobahn wurde kein Fahrzeug in den Unfall verwickelt.

### 1.2 Personenschäden

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	1	---	---
Erheblich verletzt	---	---	---
Leicht oder nicht verletzt	---	---	---

### 1.3 Schaden am Luftfahrzeug

Zerstört.

### 1.4 Sachschaden Dritter

Verschmutzung der Fahrbahn durch Treibstoff.

### 1.5 Beteiligte Personen

#### 1.5.1 Pilot

Schweizerbürger, Jahrgang 1950

Lizenz: Führerausweis für Helikopter-Privatpiloten PPL(H), ausgestellt im Jahre 1998 durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL), gültig bis 11.12.2001

Beginn der fliegerischen Ausbildung: Dezember 1998

Berechtigungen: Sprechfunk englisch RTI (VFR)

Eingetragene Flugzeugtypen: Hughes 300

Letzte Fliegerärztliche Untersuchung: 22.11.2000, Befund: tauglich

### 1.5.1.1 Flugerfahrung

Totale Flugerfahrung:	118 h	Während der letzten 90 Tage:	7 h
Auf dem Unfalltyp:	42 h	Während der letzten 90 Tage:	6 h

## 1.6 Flugzeug

Muster:	Brinkert Mini 500
Charakteristik:	Eigenbau (Bausatz)
Baujahr / Werknr.:	2000 / 480
Motor:	Rotax 582 DCDI S/N 5,162.743
Zulassungsbereich:	Nicht gewerbsmässiger Luftverkehr
Betriebsstunden:	49 Stunden
Masse und Schwerpunkt:	Masse und Schwerpunkt befanden sich in den vorgeschriebenen Limiten.
Lufttüchtigkeitszeugnis:	Provisorisches Lufttüchtigkeitszeugnis ausgestellt vom BAZL am 16.10.2001, gültig bis zum 31.05.2002.

## 1.7 Wetter

### 1.7.1 Allgemeine Wetterlage gemäss MeteoSchweiz

Ein Hochdruckgebiet, welches sich vom nahen Atlantik bis nach Frankreich erstreckte, bestimmte das Wetter in der Schweiz.

### 1.7.2 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

Die folgenden Angaben zum Wetter zur Unfallzeit am Unfallort basieren auf einer räumlichen und zeitlichen Interpolation der Beobachtungen verschiedener Wetterstationen. Diese Interpolation wurde durch MeteoSchweiz durchgeführt.

Wetter/Wolken:	wolkenlos	
Sicht:	Um 20 km	
Wind:	080 Grad, 2 – 4 Knoten	
Temperatur/Taupunkt:	+8 °C / +5 °C	
Luftdruck:	QNH 1033 hPa	
Gefahren:	keine	
Sonnenstand:	Azimut: 148°	Höhe: 23°

## 1.8 Navigations-Bodenanlagen

Nicht betroffen

## 1.9 Funkverkehr

Nach den Standardmeldungen in Locarno-Magadino fand kein weiterer Funkverkehr statt.

## 1.10 Flughafenanlagen

Nicht betroffen

## 1.11 Flugschreiber

Nicht vorgeschrieben, nicht eingebaut.

## 1.12 Informationen über das Wrack und die Unfallstelle

### 1.12.1 Unfallstelle

Autobahn A13

Koordinaten: 726 700 / 121 340 Höhe: 240m/M

Landeskarte der Schweiz: 1:25 000 Blatt 1314 Passo San Jorio

### 1.12.2 Wrack

Der Helikopter stürzte praktisch in senkrechter Flugbahn ab, mit grosser Längs- sowie deutlicher Rechtsneigung.

Die Steuergestänge wiesen verschiedene Brüche und Verformungen auf, welche entweder durch die Desintegration des Hauptrotorkopfes oder durch den Aufprall hervorgerufen wurden. Anlässlich der Sichtprüfung konnten keine vorbestehenden Mängel festgestellt werden.

Der Treibstofftank war geborsten. Das Benzin war auf der Fahrbahn verteilt und konnte nicht mehr analysiert werden.

Der Heckrotorträger war in drei Stücke zerteilt und wurde lediglich vom Stahlkabel der Heckrotorverstellung zusammengehalten. Die Brüche am Heckausleger stammten vom Einschlag des Hauptrotorblattes Nr. 1 sowie von der Schleuderdrehung der abgetrennten, auslaufenden Heckrotorwelle.

Das Hauptrotorblatt Nr. 1 wurde in der Absturzrichtung, ca. 80 m vom Aufschlagpunkt, in einem kleinen Wäldchen gefunden. Das Blatt war beim Radius von 49 cm, auf der Höhe des schwächsten Punktes, am Ende der Überlappung der Blattwurzel mit dem Holm, gebrochen. Des Weiteren war die Beplankung beim Radius 202 cm, von der Blattwurzel aus gemessen, aufgeplatzt und in Richtung Eintrittskante gebogen. An diesem Punkt waren gelbe und rote Farbspuren zu erkennen, welche vom Einschlag in den Heckrotorträger herrührten (*blade strike*). Die Brüche am Hauptrotorkopf zeugen von der Wucht des Aufpralls. Die Platten, welche die beiden Arme mit dem Rotormast verbinden (Zweiblattrotor), waren durch die Verzögerung des Rotors beim Einschlag deformiert (*sudden stoppage*); die Befestigungsschrauben der Platten waren abgeschert (*shearing*). Das Rotorblatt Nr. 2, welches ebenfalls mit dem Heckrotorträger in Berührung kam, wies ähnlich wie das Blatt Nr. 1 einen Wurzelbruch auf, bei welchem allerdings der Holm nicht nachgab. Das Ende dieses Blattes war in Richtung Eintrittskante verbogen. Der Rotormast war derart deformiert, dass sich die Chrombe-

schichtung ablöste. Es waren eindeutige Spuren der ausserordentlichen Blattauslenkung sichtbar (*mast bumping*). Die Spuren, welche die Zahnräder vom Hauptgetriebe durch den Aufschlag am Gehäuse des Hauptgetriebes hinterliessen, beweisen, dass der Hauptantrieb und der Rotor beim Aufprall stillstanden. Die Überhitzung des Hauptgetriebes kann ausgeschlossen werden, da der Temperaturnachweisaufkleber keine ungewöhnlichen Werte aufzeigte (*temperature recorder*).

Der durch den Aufprall stark beschädigte Motor wurde untersucht. Die Überprüfung ergab, dass der hintere Zylinder als Folge von Überhitzung „angefressen“ hatte. Die Verfärbung der Zündkerzen zeugte von magerer Verbrennung.

An den Bruchstellen der Hauptstruktur war deutlich sichtbar, dass die Stahlrohre der Gitterkonstruktion im Innern korrodiert waren.

Weitere Befunde an der Unfallstelle:

- Die Sicherheitsgurten wurden getragen.
- Der Pilot trug keinen Schutzhelm.
- Der Gashebel, welcher an der kollektiven Blattverstellung (*Pitch*) angebracht ist, stand in Mittelstellung.
- Der „*Primer*“ war verriegelt.
- Der Magnetschalter stand auf links (L) und der Schlüssel war leicht verbogen.
- Der Rotorumdrehungsanzeiger war zerstört; die Zeiger fehlten.
- Die Hilfsanzeige der Motordrehzahl war zerstört.
- Die Doppelanzeige der Abgastemperatur (EGT) war zerstört.
- Die Kühlflüssigkeits-Temperaturanzeige war beschädigt; die Anzeige stand auf 135°.
- Die akustische Warnung „*Rotor Low RPM*“ konnte überprüft werden und funktionierte.

### 1.13 Medizinische Feststellungen

Die Leiche des Piloten wurde einer Autopsie unterzogen.

Es wurden keine Spuren von Drogen, Medikamenten oder Alkohol gefunden.

Der Tod war die ausschliessliche Folge der schweren Verletzungen beim Absturz. Das Tragen eines Schutzhelmes hätte den Todeseintritt nicht verhindern können.

### 1.14 Feuer

Es brach kein Feuer aus.

### 1.15 Überlebenschancen

Keine.

## 1.16 Weitere Untersuchungen

Der Motor wurde untersucht. Es wurde das „Anfressen“ des Kolbens im hinteren Zylinder festgestellt. Der Zustand der Zündkerzen deutete auf ein mageres Gemisch hin. Es wurde festgestellt, dass Düsen des Typs HD 150 im Vergaser installiert waren.

Aus der Tabelle „*Carburetor Calibration Sheet*“ der ersten Ausgabe des Ersatzteilkataloges (*Illustrated Parts Catalog P/N 899.487 Edition: 0 from 2000 01 01*) geht hervor, dass der Motor 582 DCDI/48kW mit Haupteinspritzdüsen HD 165 ausgerüstet ist. Zum Zeitpunkt der Auslieferung des Motors der HB-YJK existierte der erwähnte Katalog noch nicht. Gemäss den technischen Akten wurde anlässlich des ersten Ersatzes eine Düse des Typs HD 165 installiert.

In einem Rundschreiben der Firma Revolution Helicopter Corporation Inc. (RHCI, Nachfolger der Firma Brinkert) vom 20. September 1999 mit dem Titel *“Warning! Failure to re-jet the carburetors on this engine for helicopter use will result in death, injury, or expensive equipment failure!”*, wird die Konfiguration der Vergaser in Abhängigkeit der atmosphärischen Bedingungen vorgeschrieben (*density altitude*):

-500 to 1500 ft	(-150 a 460 m)	Supplied Jetting > 165
1500 to 2500 ft	(460 a 760 m)	165 main jet, 2.76 needle jet
2500 to 3500 ft	(760 a 1070 m)	162 main jet, 2.76 needle jet
3500 to 4500 ft	(1070 a 1370 m)	160 main jet, 2.74 needle jet
4500 to 6000 ft	(1370 a 1830 m)	158 main jet, 2.74 needle jet

Im Rotax Betriebshandbuch findet sich in halbfettem Druck folgende Warnung:

*“Danger! This engine, by its design, is subject to sudden stoppage! Engine stoppage can result in crash landings. Such crash landings can lead to serious bodily injury or death. Never fly the aircraft equipped with this engine at locations, airspeeds, altitudes, or other circumstances from which a successful no-power landing cannot be made, after sudden engine stoppage.”*

Es findet sich auch der folgende Hinweis:

*“This is not a certificated aircraft engine. It has not received any safety or durability testing, and conforms to no aircraft standards. It is for use in experimental, uncertificated aircraft and vehicles only in which an engine failure will not compromise safety. User assumes all risk of use, and acknowledges by his use that he knows this engine is subject to sudden stoppage.”*

Die Werte der Abgastemperatur werden in den Handbüchern wie folgt dargestellt:

EGT (exhaust gas temperature)			
Pilot's Operating Handbook RHCI		Operator's manual Engine 582 DCDI	
Green	1000 to 1199° F	Normal	930 – 1150° F
Yellow	1200 to 1299° F		
Red	1300° F	Max	1200° F

Die Werte des Betriebshandbuches des Flugzeugherstellers weichen von denen des Motorenherstellers nach oben ab. Die Temperaturlimite ist gar um 100 °F höher.

Neben dem erwähnten Rundschreiben vom 20. September 1999 existieren sowohl zum Helikopter Mini-500 als auch zum Motor Rotax 582 zahlreiche Hinweisschreiben:

Schon im Mai 1996 veröffentlichte die Firma *Revolution Helicopter Corporation Inc.* (RHCI) einen „*Service Information Letter Carburetor Jetting*“, in welchem empfohlen wurde, die Abgastemperatur von 1200 °F nicht zu überschreiten: *“If at any time your EGT's go above 1200 degrees, do not fly the aircraft until you adjust the jetting”*. Diese Aussage steht im Widerspruch zum Flughandbuch, welches einen Grenzwert von 1300 °F vorschreibt. Ob die obige Empfehlung auch für Helikopter gilt, welche, wie in diesem Fall, mit der PEP Auspuffanlage ausgerüstet sind (*Performance Enhancement Package Exhaust*), ist unbestimmt, da diese Modifikation erst im März 1998 eingeführt wurde.

Nach zahlreichen Kolbenfresser-Vorfällen erliess die RHCI im Mai 1998 die *“Airworthiness Directive #050198 Rotax 582 re-jetting”*, mit vorgeschriebenen Messungen zur Vergasereinstellung an allen Mini-500.

## 2 Analyse

### 2.1 Technische Aspekte

Der Grund des „Anfressens“ des hinteren Kolbens ist beim falschen Treibstoff-Luft-Gemisch zu suchen. Aus den technischen Akten des Motors geht hervor, dass der Betreiber sich um eine optimale Treibstoff-Luft-Mischung bemühte. Im Verlauf eines Jahres ist die Dimension der Haupteinspritzdüsen in den beiden Vergasern fünf Mal verringert worden, mit der Absicht, ein magereres Gemisch zu erhalten. Gemäss Auskunft des Vertreters der Firma Rotax muss der Motor mit den Haupteinspritzdüsen HD 165, nicht wie beim Motor des verunfallten Helikopters mit Düsen des Typs HD 150 bestückt sein.

Gemäss den technischen Akten wurde anlässlich des letzten Wechsels am 20. Mai 2000 eine Düse des Typs HD 150 eingesetzt. Die Versuchsflüge wurden ab 17:20 Uhr durchgeführt und die Abgastemperatur (EGT), wie sie vom Bordinstrument abgelesen wurde, erreichte 1100 °F. An diesem Tag herrschten in Locarno-Magadino (198 m/M) die folgenden Bedingungen: QNH 996,3 hPa, T +16 °C, Td +9.5 °C, Dichtehöhe 530 m/M. Unter diesen Bedingungen wäre die Verwendung des Düsentyps HD 165 notwendig gewesen.

Am Unfalltag, dem 3. November 2001, herrschten in San Vittore (260 m/M) die folgenden atmosphärischen Bedingungen: QNH 1033 hPa, T +8 °C, Td +5 °C, was eine Dichtehöhe von ca. –130 m/M ergibt. Diese Bedingungen hätten einen Düsenquerschnitt von mehr als 165 verlangt (*supplied jetting*).

Der Pilot war als sehr exakter Mensch bekannt. Es ist deshalb nicht auszuschliessen, dass die Abgastemperatur nicht korrekt angezeigt wurde.

Das Vorgehen zur Anpassung der Vergaser an die atmosphärischen Bedingungen wird im „Reparatur Handbuch für Motorentypen 582 UL, Ausgabe 04/1995“ beschrieben.

In der Schweiz existiert für den Mini-500 kein Typenzertifikat. Aus diesem Grund kann die Behörde die Weisungen der RHCI nicht verfolgen und selber als bindende Lufttüchtigkeitsanweisungen herausgeben. Es lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, ob alle Helikopterbesitzer von der obigen Herstelleranweisung wussten.

An den Bruchstellen der Hauptstruktur des Helikopters war deutlich sichtbar, dass die Stahlrohre der Gitterkonstruktion im Innern korrodiert waren. Fehlender oder mangelhafter Korrosionsschutz anlässlich der Herstellung sind möglicherweise für diese Korrosion verantwortlich.

## 2.2 Operationelle Aspekte

Der letzte Austausch der Haupteinspritzdüsen wurde am 21. Mai 2000 bei einer Tiefdrucklage mit einer Dichtehöhe von 530 m/M vorgenommen. Am Unfalltag betrug die Dichtehöhe unter Hochdruckeinfluss ca. –130 m/M. Die Differenz von 660 m hätte die Installation von Düsen mit grösserem Querschnitt verlangt. Unter den gegebenen Umständen hätte am Unfalltag eine Abgastemperatur von über 1200 °F angezeigt werden müssen. Aus welchem Grund der Pilot dies nicht bemerkte, kann nicht festgestellt werden.

Der Unfall ereignete sich, als sich der Helikopter in geringer Höhe, wahrscheinlich im Steigflug, auf dem Rückflug zur Ausgangsbasis befand. Der Motorenstillstand hat den Piloten über einem für eine Autorotation wenig geeigneten Gelände überrascht (Wald, Fluss, Autobahn A13). Der unvorhergesehene Motorausfall im Steigflug erklärt den plötzlichen Drehzahlabfall des Rotors und dessen Auftriebsverlust. Nach den Aussagen von Augenzeugen neigte sich der Helikopter nach vorne und nach rechts, was mit dem Versuch, eine Autorotation einzuleiten, erklärt werden könnte. Gemäss früheren Äusserungen des verstorbenen Piloten und von anderen Mini-500-Piloten war der Helikopter sehr instabil und kippte beim Einleiten einer Autorotation nach vorne. Die Zweiblattrotorkonstruktion der Mini-500 ist zudem anfällig auf „*mast-bumping*“, wie jeder Rotor dieser Art.

Mit dem Verlust eines Hauptrotorblattes wurde der Helikopter unkontrollierbar und stürzte ab.

## 3 Schlussfolgerungen

### 3.1 Befunde

- Der Pilot besass einen Führerausweis für Helikopterpiloten PPL (H).
- Zum Unfallpunkt trug der Pilot die Sicherheitsgurten, aber keinen Schutzhelm. Aus dem Obduktionsbericht ging hervor, dass der Tod die Folge der schweren Verletzungen beim Absturz war und dass das Tragen eines Schutzhelmes den Todeseintritt nicht hätte verhindern können.
- Der Helikopter hatte eine provisorische Zulassung für Flüge gemäss dem provisorischen Flughandbuch.
- Gewicht und Schwerpunkt befanden sich innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.

- Zum Unfallzeitpunkt war der Vergaser mit einer Haupteinspritzdüse des Typs HD 150 ausgerüstet, anstatt der empfohlenen HD 165.
- Ein Hochdruckgebiet (QNH 1033 hPa) bestimmte das Wetter in der Schweiz.
- Die Temperatur betrug +8 °C.
- Die Dichtehöhe betrug zirka –130 m/M.

### 3.2 Ursache

Der Unfall wurde durch den Verlust der Kontrolle über den Helikopter nach einer Motorpanne (Kolbenfresser) und dem anschliessenden Verlust eines Rotorblattes verursacht.

## 4 Sicherheitsempfehlungen

Das BAZL sollte überprüfen, ob es angebracht wäre, die folgenden Ratschläge an die Benutzer von diesem Rotax-Motorentyp und Mini-500 Helikoptern weiterzuleiten.

- Nr. 349: Die Empfehlungen der *Revolution Helicopter Corporation Inc.* (RHCI) sowie von Rotax sollen ins Flughandbuch des Mini-500 integriert werden.
- Nr. 350: Die Diskrepanzen der EGT Grenzwerte zwischen dem Flugzeughandbuch von RHCI und dem Motorenhandbuch von Rotax müssen ausgeräumt werden.
- Nr. 351: Die EGT Anzeige muss periodisch geeicht werden.

Bern, 17. März 2005

Büro für Flugunfalluntersuchungen

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

Beilage 1



Wrack mit einem einzigen Rotorblatt auf der Autobahn

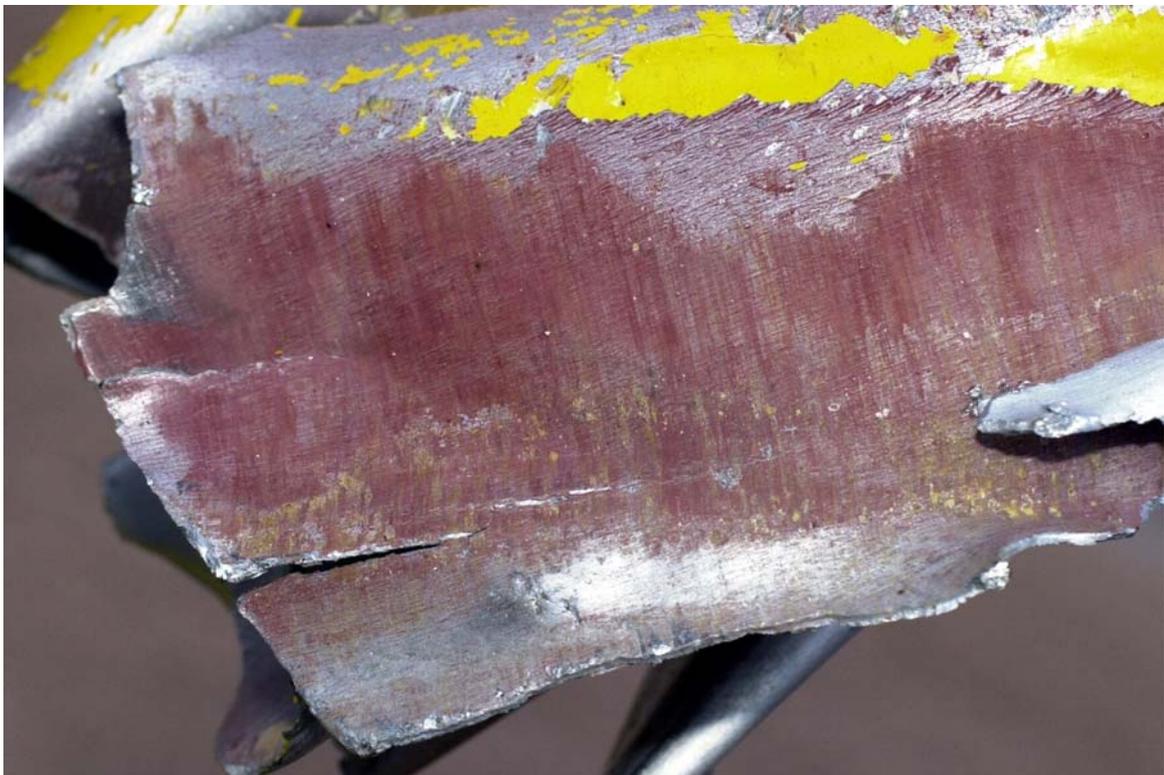


Rotorblatt im Wald aufgefunden

Beilage 2



Klemmspuren am Kolben



Reibspuren vom Rotorblatt auf dem Heckrotorträger