



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössische Flugunfallkommission  
Commission fédérale sur les accidents d'aviation  
Commissione federale sugli infortuni aeronautici  
Federal Aircraft Accident Board

# **Schlussbericht Nr. 1963**

## **der Eidg. Flugunfallkommission**

über den Unfall

des Helikopters Enstrom 480, HB-XJQ

vom 19. März 2003

Chilenfeld, Gemeinde Geltwil/AG

30 km nördlich von Luzern

Dieser Schlussbericht wurde von der Eidgenössischen Flugunfallkommission nach einem Überprüfungsverfahren gemäss Art. 22 – 24 der Verordnung vom 23. November 1994 über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen erstellt (VFU / SR 748.126.3). Er basiert auf dem Untersuchungsbericht des Büros für Flugunfalluntersuchungen vom 19. September 2007.

## Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Gemäss Anhang 13 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt vom 7. Dezember 1944 sowie Artikel 24 des Bundesgesetzes über die Luftfahrt ist der alleinige Zweck der Untersuchung eines Flugunfalls oder eines schweren Vorfalles die Verhütung künftiger Unfälle oder schwerer Vorfälle. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen und schweren Vorfällen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung. Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären.

Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand gebührend Rechnung zu tragen.

Die deutsche Fassung dieses Berichts entspricht dem Original und ist massgebend. Alle in diesem Bericht erwähnten Zeiten sind, soweit nicht anders vermerkt, in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*local time* – LT) angegeben, die im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Zeit (MEZ) entsprach. Die Beziehung zwischen LT, MEZ und koordinierter Weltzeit (*co-ordinated universal time* – UTC) lautet:  $LT = MEZ = UTC + 1 \text{ h}$ .

In diesem Bericht wird aus Gründen des Persönlichkeitsschutzes für alle natürlichen Personen unabhängig ihres Geschlechts die männliche Form verwendet.

## Schlussbericht

---

<b>Luftfahrzeug</b>	Helikopter Enstrom 480	HB-XJQ
<b>Halter</b>	Flugschule Eichenberger AG, Flugplatz, 5632 Buttwil	
<b>Eigentümer</b>	Flugschule Eichenberger AG, Flugplatz, 5632 Buttwil	

---

<b>Pilot</b>	Schweizerbürger, Jahrgang 1959			
<b>Ausweis</b>	PPL (H)			
<b>Flugstunden</b>	<b>insgesamt</b>	144 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	0 h
	<b>auf dem Unfallmuster</b>	19 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	0 h

---

<b>Pilot (Fluglehrer)</b>	Schweizerbürger, Jahrgang 1971			
<b>Ausweis</b>	CPL (H)			
<b>Flugstunden</b>	<b>insgesamt</b>	2065 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	114 h
	<b>auf dem Unfallmuster</b>	462 h	<b>während der letzten 90 Tage</b>	46 h

---

<b>Ort</b>	Chilenfeld, Gemeinde Geltwil		
<b>Koordinaten</b>	667 000; 234 000	<b>Höhe</b>	655 m/M
<b>Datum und Zeit</b>	19. März 2003, 16:40 Uhr		

---

<b>Betriebsart</b>	VFR Schulung
<b>Flugphase</b>	Steigflug
<b>Unfallart</b>	Notlandung nach technisch bedingtem Abfall der Rotordrehzahl

### Personenschaden

	<b>Besatzung</b>	<b>Passagiere</b>	<b>Drittpersonen</b>
<b>Tödlich verletzt</b>	---	---	---
<b>Erheblich verletzt</b>	---	---	---
<b>Leicht oder nicht verletzt</b>	2	---	---

**Schaden am Luftfahrzeug** Schwer beschädigt

**Drittschaden** Es entstand kein Drittschaden

## 1. Sachverhalt

### 1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

Nach einem längeren Unterbruch der fliegerischen Tätigkeit wollte der Privathelikopterpilot mit dem Fluglehrer einen Trainings- und Kontrollflug durchführen.

In diesem Zusammenhang war am Nachmittag des 19. März 2003 ein Flug geplant. Nachdem sich der Fluglehrer und der Flugschüler um 15:00 Uhr auf dem Flugplatz Buttwil getroffen hatten, führten sie den Aussencheck durch. Dabei stellte der Fluglehrer einige technische Fragen und überprüfte auch die Kenntnisse des Piloten im Zusammenhang mit den verschiedenen Instrumenten und Schaltern im Cockpit.

Zudem wurde eine  $V_{ne}$  Berechnung durchgeführt und über das H-V Diagramm gesprochen. Danach wurde der Helikopter gestartet.

Nach einem „pedalturn“ folgten zwei Platzvolten auf dem Flugplatz Buttwil, mehrere Übungen im Hinblick auf einen möglichen Triebwerkausfall im Schwebeflug sowie drei Autorotationen auf dem Flugplatz mit „power recovery“.

Auf dem Überflug zur Aussenlandestelle Meerenschwand befahl der Fluglehrer eine weitere Autorotation, welche bei 50 ft/GND abgebrochen wurde. Es folgte die Rekognoszierung und Aussenlandung südlich von Meerenschwand.

Nach der Besprechung des Anfluges wurde wieder gestartet und ein Steigflug auf 3000 ft QNH durchgeführt. Im Verlauf dieses Steigfluges wurde erneut und überraschend eine weitere Autorotation angeordnet. Nachdem der Pilot ein geeignetes Feld angesteuert hatte, wurde wiederum ein Durchstart befohlen.

Der Fluglehrer hatte vorgesehen, auf dem Rückflug zum Flugplatz Buttwil eine weitere, überraschende Autorotation von Süden her durchzuführen. Daher musste der Helikopter wieder an Höhe gewinnen. Dies geschah mit einer Leistungseinstellung von ca. 60 psi, was einem normalen Drehmoment (*torque*) für den Steigflug entsprach.

Ungefähr 5 bis 10 Sekunden nach dem Einleiten des Steigfluges traten plötzlich starke Vibrationen und ein lautes Geräusch auf. Es erfolgte ein vollständiger Leistungsabfall und der Helikopter drehte nach links. Die „LOW-Rotor RPM Warning“ leuchtete auf.

Nach Angaben des Fluglehrers befand sich der Helikopter in diesem Zeitpunkt ungefähr 100 m über Grund.

Sofort übernahm der Fluglehrer die Kontrolle über den Helikopter. Obwohl er den Hebel für die kollektive Blattverstellung (*pitch*) senkte, erhöhte sich die Drehzahl nicht. Der Fluglehrer hatte den Eindruck, der Rotor werde gebremst. Um eine Kollision mit Bäumen zu vermeiden, musste der Pilot eine Kursänderung von fast 90° vornehmen.

Als der Fluglehrer den *flare* einleiten wollte, bemerkte er, dass sich die Sinkrate nicht abbauen liess und auch die Rotor RPM nicht anstieg. Er musste daher mit dem *pitch* die Sinkrate etwas brechen und führte einen *level-off* mit relativ geringer Vorwärtsfahrt aus.

Da das Gelände uneben und nach vorne ansteigend war, wurde der Helikopter bei der Bodenberührung so stark verzögert, dass er nach vorne nickte. Dabei schlug der Hauptrotor in das Heck ein. Der Helikopter drehte sich um ca. 45° nach links.

Der Pilot stellte anschliessend die Turbine ab und der Fluglehrer schaltete alle Systeme aus und zog den Brandhahn.

## 1.2 Angaben zum Luftfahrzeug

Muster	Enstrom 480
Charakteristik	Helikopter in Ganzmetallbauweise mit Kufen, einem Turbinentriebwerk und einem Dreiblatt-Hauptrotor
Baujahr / Werknummer	1996 / 5018
Triebwerk	Allison 250-C20W
Zulassungsbereich	Privat VFR Tag und Nacht; gewerbsmässig VFR Tag
Betriebsstunden	1981:46 h
Masse und Schwerpunkt	Höchstzulässige Startmasse 1292 kg Masse beim Unfall ca. 1160 kg
Lufttüchtigkeitszeugnis	Kategorie Standard, Unterkategorie Normal ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt am 16.12.1996
Unterhalt	Letzte 50-Std. Kontrolle durchgeführt am 10.03.2003 bei 1956:00 h
Treibstoff	Jet A-1 ca. 290 l beim Start zum Unfallflug

## 1.3 Meteorologische Angaben

Die untenstehenden Angaben wurden von MeteoSchweiz geliefert.

Allgemeine Wetterlage

*Das Wetter in der Schweiz war durch ein Hoch mit Zentrum über England bestimmt. Es herrschte eine leichte Bisenströmung. Die Dunstobergrenze befand sich auf ungefähr 1500 m/M. Die Sicht betrug um 5000 m und es blies ein Wind aus Nord bis Nordost mit 3 bis 5 kt.*

## 1.4 Untersuchung

Der Unfall ereignete sich um 16:40 Uhr. Die Untersuchung wurde am gleichen Abend in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Aargau eröffnet.

Nach einer ersten Besichtigung wurde festgestellt, dass der Riemen, welcher die Kraft von der Triebwerkswelle auf das Hauptgetriebe überträgt, beschädigt und nach vorne von den Antriebsrollen (*pulleys*) abgesprungen war.

Die beiden *pulleys* werden normalerweise von einer H-förmigen Stütze (*H-strut*) in einem bestimmten Abstand gehalten und so ausgerichtet, dass der Riemen gerade auf den parallel laufenden *pulleys* läuft (Anlage 3).

Anlässlich einer detaillierten Untersuchung und Demontage der Antriebsübertragung wurde festgestellt, dass der für den korrekten Abstand zwischen dem unteren und oberen *pulley* verantwortliche *H-strut* gebrochen war (Anlage 2). Ausserdem waren die Enden der beiden Kraftübertragungs-Streben (*drag links*) abgerissen, welche die korrekte Ausrichtung des unteren *pulley* sicherstellen sollten.

Durch diese Veränderung der Geometrie war der Riemen nach vorne abgesprungen und hatte dadurch das obere *pulley* abgebremst.

Der Riemen war an seiner vorderen Seite beschädigt. Diese Beschädigung war eine Folge davon, dass der Riemen durch den gebrochenen *H-strut* nach vorne abgelenkt worden war, wo er das Gehäuse des Hauptgetriebes streifte und so gebremst wurde.

Der defekte *H-strut* wurde untersucht. Die Untersuchung ergab, dass Risse an der Stelle entstanden sind, wo der *H-strut* während der Herstellung geschweisst worden war. Der makroskopisch spröde Bruch verlief entlang der Schweissnaht der Querstange und dann relativ normalflächig in radialer Richtung des Rohres weiter.

An den Bruchflächen entstanden Folgeschäden, welche eine Aussage über den Bruchcharakter verunmöglichten.

Bei der metallographischen Untersuchung zeigte sich, dass beim *H-strut* beide Risse durch die Wärmeeinflusszone (WEZ) der Schweissnaht laufen. Das Gefüge der WEZ zeigt eine martensitische Ausbildung. Am Innenrand des Rohres konnten in der WEZ ausserdem feine Härterisse nachgewiesen werden.

Die generelle Überprüfung des Helikopters ergab keine Anhaltspunkte für Defekte an den übrigen Systemen und an der Steuerung.

Der Notsender (ELBA) wurde beim Unfall nicht ausgelöst.

## **2. Analyse**

### **2.1 Technische Aspekte**

Die Anordnung des Antriebsriemens war so ausgelegt, dass bei dem erfolgten Bruch des *H-struts* und der daraus folgenden Ablenkung nach vorne der Rotor unweigerlich gebremst wurde. Der Freilauf, welcher bei Leistungsverlust den Rotor vom Triebwerk trennen müsste, war im Untersetzungsgetriebe des Triebwerks eingebaut und sein Ausgang trieb das untere *pulley* an. Durch diese Anordnung des Freilaufs konnte er hier seine Aufgabe nicht erfüllen, da das *pulley* direkt am Eingang zum Getriebe abgebremst wurde. Dieses hatte einen festen Kraftschluss über das Getriebe zum Rotor.

Die Untersuchung zeigte, dass der Riss am *H-strut* im Bereich der Schweissnaht begonnen hatte. Das Material war dort durch den Schweissvorgang ausgehärtet worden.

### **2.2 Menschliche und betriebliche Aspekte**

Nach dem Auftreten der Störung übernahm der Fluglehrer die Kontrolle über den Helikopter. Obwohl er ein Absinken der Rotordrehzahl nicht verhindern konnte, weil der abgesprungene Riemen den Rotor abbremste, gelang ihm gleichwohl eine Notlandung, ohne dass die Insassen verletzt wurden. Sein Eingreifen war zweckmässig.

### 3. Schlussfolgerungen

#### 3.1 Befunde

- Der Pilot und der Fluglehrer waren im Besitz der entsprechenden Lizenzen.
- Es liegen keine Anhaltspunkte für gesundheitliche Störungen der Piloten während des Unfallfluges vor.
- Der Helikopter war im schweizerischen Luftfahrzeugregister eingetragen und zum Betrieb zugelassen.
- Im Zeitpunkt des Unfalles lagen Masse und Schwerpunkt innerhalb der zulässigen Grenzen.
- Der letzte planmässige Unterhalt war eine 50 Stunden-Kontrolle, welche am 10. März 2003 bei einer Gesamtbetriebszeit von 1956:00 h durchgeführt worden war.
- Der Unterhalt wurde durch eine entsprechend nach JAR-145 zugelassene Firma durchgeführt und durch einen berechtigten Lizenzinhaber bescheinigt.
- Für den Helikopter waren keine Lufttüchtigkeitsanweisungen (LTA) anwendbar.
- Die letzte Zustandsprüfung wurde vom Bundesamt für Zivilluftfahrt am 20. Juni 2000 durchgeführt und vermerkte keine Beanstandungen.
- Im Unterhaltsprogramm ist keine spezifische Überprüfung des *H-strut* auf Beschädigungen vorgesehen. Für diese Strebe war lediglich eine generelle Sichtkontrolle anlässlich der 100 Stunden-Kontrolle vorgeschrieben.
- Bei den Härtemessungen zeigte sich, dass in der Wärmeeinflusszone (WEZ) der Schweissnaht am *H-strut* ein stark aufgehärtetes Gefüge vorliegt.
- Am *H-strut* entstand ein Bruch und dadurch waren die Achsen der beiden *pulleys* nicht mehr parallel zueinander. Dadurch wurde der Antriebsriemen nach vorne abgelenkt, wo er am Gehäuse gebremst wurde.
- Das Wetter hatte keinen Einfluss auf das Unfallgeschehen.

#### 3.2 Ursache

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass keine normale Autorotation durchgeführt werden konnte, weil der Hauptrotor durch einen Schaden im Kraftübertragungssystem gebremst wurde. Die Anordnung der Freilaufkupplung des Hauptrotors konnte dies nicht verhindern.

Der Schaden am Kraftübertragungssystem ist möglicherweise auf eine unzureichende Materialbehandlung bei dessen Herstellung zurückzuführen.



## 4. Sicherheitsempfehlungen

### 4.1 Sicherheitsdefizit

Anlässlich eines Schulungsfluges mit einem Helikopter des Typs Enstrom 480, ausgerüstet mit einer Turbine, fiel die Rotordrehzahl ab. Eine normale Autorotation war nicht möglich.

Die Untersuchung ergab, dass durch einen Schaden am Kraftübertragungssystem der Hauptrotor abgebremst wurde. Die Freilaufkupplung, welche sicherstellen sollte, dass der Hauptrotor auch nach einem Schaden am Triebwerk oder Kraftübertragungssystem weiter drehen kann, ist bei diesem Helikoptertyp am Triebwerksausgang eingebaut. Bei einem Schaden am nachfolgenden Kraftübertragungssystem ist sie daher unwirksam.

Beim gleichen Helikoptertyp mit gleichem *type certificate*, jedoch mit Kolbenmotorantrieb, ist die Freilaufkupplung am Eingang des Hauptgetriebes angebracht.

### 4.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 397

Das BAZL soll bei der Zulassungsbehörde des Helikopters vorstellig werden, um eine Überprüfung der Anordnung der Freilaufkupplung zu verlangen. Es muss sichergestellt sein, dass auch beim Auftreten eines Schadens am Kraftübertragungssystem eine normale Autorotation durchführbar ist.

### 4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit

Anlässlich eines Schulungsfluges mit einem Helikopter des Typs Enstrom 480, ausgerüstet mit einer Turbine, fiel die Rotordrehzahl ab. Eine normale Autorotation war nicht möglich.

Die Untersuchung ergab, dass durch einen Schaden am Kraftübertragungssystem der Hauptrotor abgebremst wurde. Der Schaden am Kraftübertragungssystem wurde durch den Bruch der H-förmigen Strebe (*H-strut*) verursacht. Gemäss Unterhaltsprogramm war für diese Strebe lediglich eine generelle Sichtkontrolle anlässlich der 100 Stunden-Kontrolle vorgeschrieben.

Der Hersteller hat am 16. Juni 2003 das *service directive bulletin No. T-018* herausgegeben, in welchem ein ausführliches Verfahren für die regelmässige Überprüfung der Schweissnähte am *H-strut* beschrieben wird. Die Überprüfung ist alle 100 Stunden durchzuführen.

Allerdings wurde das Unterhaltsprogramm der 100 Std. Kontrolle bisher nicht angepasst.

Bern, 25. März 2011

**Eidgenössische  
Flugunfallkommission**

André Piller, Präsident

Tiziano Ponto, Vizepräsident

Ines Villalaz-Frick, Mitglied

Anlage 1

Ansicht Unfallplatz und Helikopter



Übersicht Absturzstelle ungefähre Blickrichtung Süd

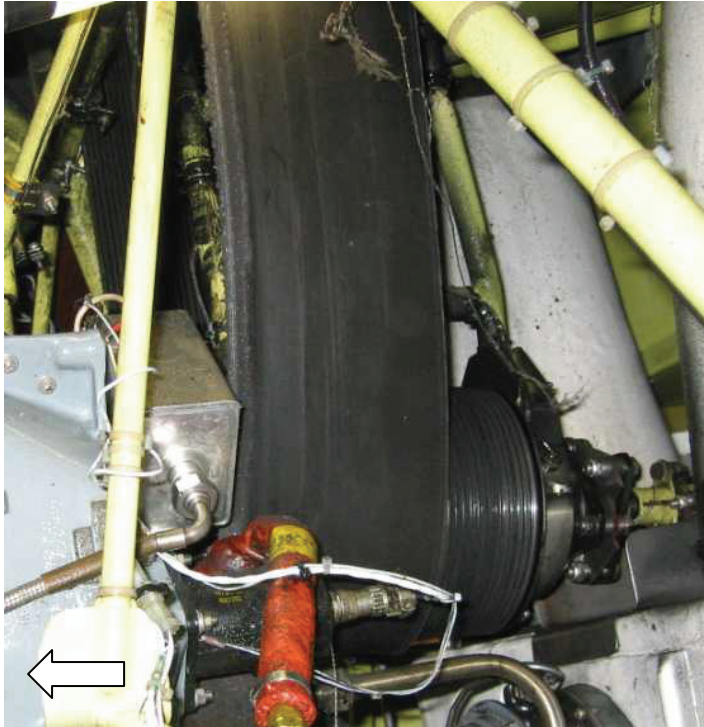


Übersicht Absturzstelle ungefähre Blickrichtung Nord

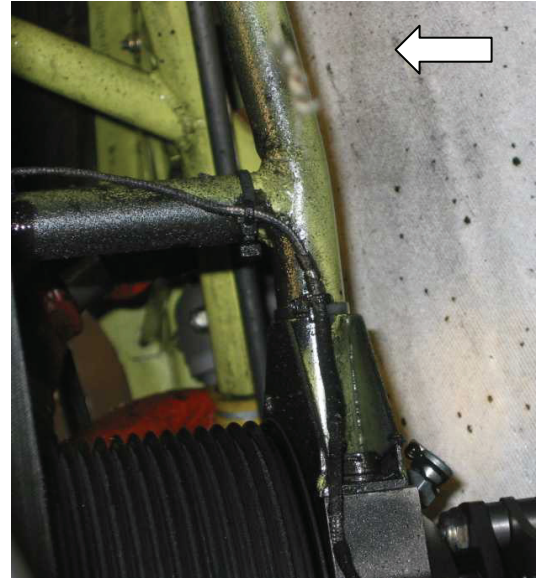


Anlage 2

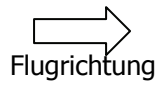
Abbildungen des defekten H-strut



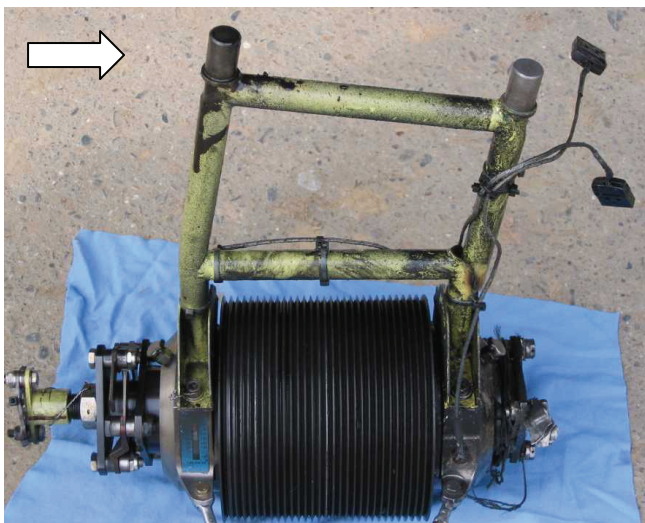
H-strut mit nach vorne verschobenem Rahmen in situ



Hinteres Rohr des H-strut



Untere Antriebsrolle (*lower pulley*) mit H-strut

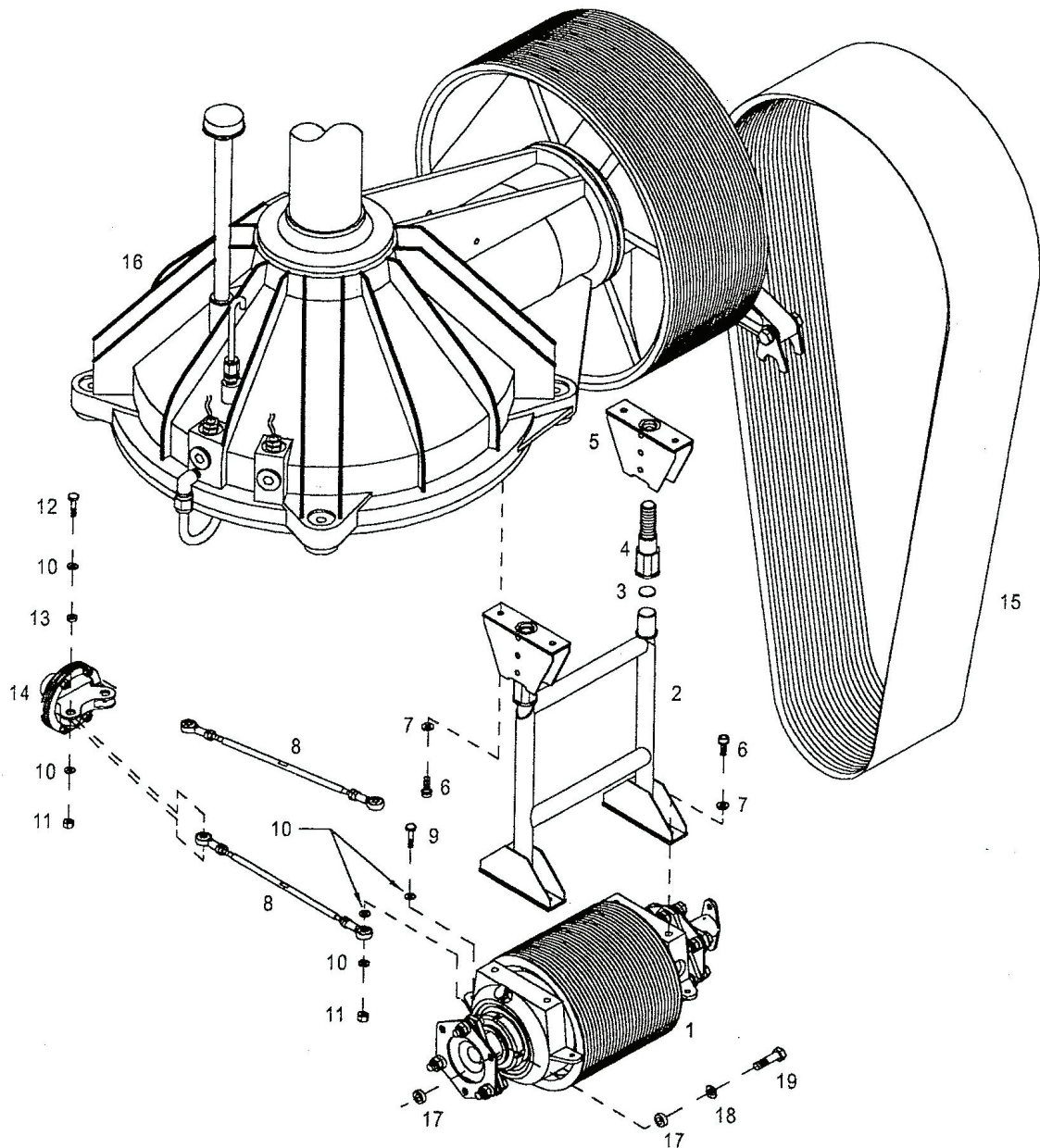


Gebrochenes vorderes Rohr des H-strut



## Anlage 3

## Enstrom TH-28/480 Lower Pulley Drive System



- |     |                       |     |                         |
|-----|-----------------------|-----|-------------------------|
| 1.  | Lower Pulley Assembly | 11. | Nut                     |
| 2.  | H-Strut               | 12. | Bolt                    |
| 3.  | Bearing               | 13. | Spacer                  |
| 4.  | Jackscrew             | 14. | Isolation Mount         |
| 5.  | Tension Mount         | 15. | Drive Belt              |
| 6.  | Bolt                  | 16. | Main Rotor Transmission |
| 7.  | Washer                | 17. | Spacer                  |
| 8.  | Tie Rod               | 18. | Washer                  |
| 9.  | Bolt                  | 19. | Special Bolt            |
| 10. | Washer                |     |                         |