



Schlussbericht der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Flugzeugs Jodel D-9 HB-SUN

vom 30. August 1961

bei Lieli-Oberwil AG.

Sitzung der Kommission

15. März 1962

S c h l u s s b e r i c h t

der Eidgenössischen Flugunfall-Untersuchungskommission

über den Unfall

des Flugzeugs Jodel D-9 HB-SUN

vom 30. August 1961

bei Lieli-Oberwil AG.

0. ZUSAMMENFASSUNG

Am Mittwoch, den 30. August 1961, um 1822 (MEZ), startete der Pilot vom Flugplatz Dällikon auf dem Flugzeug Jodel D-9 HB-SUN bei schönem Wetter zu einem Privatflug nach Lachen. Unterwegs riss sich gegen 1830 auf einer Höhe von 200-300 m/G über dem Weiler Lieli-Oberwil der Propeller vom Flugzeug los. Bei der Notlandung überschlug sich das Flugzeug und wurde schwer beschädigt; der Pilot blieb unverletzt.

Der Unfall ist zurückzuführen auf Ermüdungsbrüche in der Propellerbefestigung, hervorgerufen durch konstruktiv nicht vorgesehene Beanspruchungen zufolge Abfalls der Vorspannung der konstruktiv nicht einwandfreien Befestigungsbolzen, mitverursacht durch den Einbau einer konstruktiv ungenügenden und ungeprüften Propellerhaube und durch Unterlassung genügender Kontrollen in der Wartung.

1. UNTERSUCHUNG

11. Der Untersuchungsbericht vom 20. Februar 1962 wurde dem Präsidenten der Untersuchungskommission am 21. Februar 1962 zugestellt.

12. Die technischen Hintergründe des Unfalls wurden sehr eingehend untersucht; die Untersuchungen wurden dadurch erschwert, dass die Eintragungen in den technischen Akten des Flugzeugs nur lückenhaft waren und dass die Herstellerin des Motors, die Fa. M.V. Agusta in Cascina Costa (Italien) wiederholte Anfragen zu bestimmten Einzelheiten nicht beantwortete.

2. ELEMENTE

21. Pilot: Jahrgang 1915

Führerausweis für Privatpiloten, vom 10. November 1949, gültig bis zum 18. April 1963; Führerausweis für Segelflieger vom 17. Januar 1950.

Beginn der Motorflugschulung im Jahre 1946. Gesamte Flugzeit auf Motorflugzeugen 256 Stunden und 941 Landungen, wovon 35 Stunden und 48 Landungen auf dem Unfallflugzeug.

Die fliegerischen Qualifikationen geben zu keinen Bemerkungen Anlass. Ausser einer Bruchlandung mit einem Segelflugzeug im Mai 1949 sind keine Flugunfälle, andere fliegerischen Vorfälle oder Verstösse gegen die fliegerischen Vorschriften verzeichnet.

22. Flugzeug HB-SUN

221. Allgemeines

Eigentümer und Halter: privat

Muster: Jodel D-9, Werknummer 73 (Triebwerk s.222).

Konstrukteur: Etablissements Jodel, Beaune (Frankreich).

Hersteller: privat

Baujahr: 1959/60.

Charakteristik: Einsitziger, freitragender Tiefdecker in Holzbauweise für Sport und Touristik.

Verkehrsbewilligung vom 17. Oktober 1960, gültig bis 18. Juni 1962.

Höchstzulässiges Fluggewicht 320 kg, Gewicht beim Unfall 310 kg. Der Schwerpunkt lag beim Unfall, auch nach dem Propellerverlust, innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.

Gesamte Betriebszeit bis zum Unfall 112:43 Stunden.

222. Triebwerk

Motor: Muster Agusta GA-40 von 42 PS, zweizylindrig, Konstruktion und Herstellung: Costruzioni Aeronautiche Giovanni Agusta, Cascina Costa, Italien (Tochtergesellschaft: M.V. Meccanica Verghera S.A.) Werknummer 1008, Baujahr 1960.

Propeller: Muster Infanger 145-S-106 Zweiblatt-Holzpropeller, nicht verstellbar. Konstrukteur: Etablissements Jodel, Beaune (Frankreich); Hersteller W. Infanger, Ennetbürgen NW, Werknummer 239, Baujahr 1960.

Es bestehen keine Anhaltspunkte für technische Mängel am Propeller selbst. Bei normalen Randbedingungen ist für dieses Muster mit Dimensionsänderungen der Nabendicke mit der Luftfeuchtigkeit von ± 0.4 mm zu rechnen.

Die Propellerbefestigung besteht im Wesentlichen (s. Skizzen) aus dem motorseitigen Flansch, dem Gegenflansch auf der Propellervorderseite und sechs Befestigungsbolzen mit Muttern und Splinten. Mit dem Anziehen und Vorspannen der Bolzen wird die hölzerne Propellernabe derart an den Flansch gepresst, dass sich die hier vorhandene Spiralverzahnung in das Holz der Nabe einpresst; das Antriebsdrehmoment wird über diese Verbindung vom Motor auf den Propeller übertragen. Die Bolzen haben daher auch bei laufendem Motor im Wesentlichen nur Zugspannungen zu übernehmen.

Die Befestigungsbolzen haben eine Länge von 88 mm und einen Durchmesser von 7 mm; die Übergänge zwischen Bolzenschaft und Bolzenkopf sind scharf, ebenfalls zwischen Gewinde und zylindrischem Teil des Schaftes.

Wie sich im Laufe der Untersuchung ergab, führt eine Streckung der Befestigungsbolzen oder eine Verkürzung der eingespannten Teile um 0.25 mm bereits zu einer kritischen Verringerung der Vorspannung.

Vom Einfluss der nachträglich angebrachten Propellerhaube auf das Befestigungssystem wird noch zu sprechen sein (s.u.312/511).

23. Gelände

Der Unfall ereignete sich im Gebiet des hügeligen und teilweise bewaldeten Geländes zwischen Reuss- und Reppischtal in der Gegend des Weilers Lieli. Die Unfallstelle liegt auf einer Wiesenkuppe etwa 300 Meter östlich des Dorfrandes, inmitten von Obstbäumen, Gemeindebann Oberwil AG, Koordinaten 672.800/243.000, 800 m/M.

130 m westlich der Unfallstelle steht eine in allgemein südwestlicher Richtung verlaufende Hochspannungsleitung, unmittelbar östlich der Unfallstelle liegt freies Wiesen- und Ackergelände.

24. Wetter

Das Wetter zur Unfallzeit war sehr schön: 1/8 Bewölkung auf 2000 m/M, veränderliche leichte Winde von 3 Knoten bis auf 2000 m/M, in Bodennähe aus allgemein nördlicher Richtung, Sicht 20 Kilometer.

25. Vorschriften

251. Die vom Eidgenössischen Luftamt erlassene Prüfverordnung für Luftfahrzeuge vom 31. Oktober 1953 enthält unter anderem die folgenden Bestimmungen:

- Art.7: Der Musterprüfung ist ein Luftfahrgerät unterworfen, das einem schon geprüften Luftfahrgerät nach Gestaltung, Bauart oder Verwendung nicht entspricht. Entspricht es einem schon geprüften Luftfahrgerät nur teilweise, so wird eine Musterteilprüfung durchgeführt.
- Art.8: Der Nachbauprüfung ist ein Luftfahrgerät unterworfen, das einem dem Eidgenössischen Luftamt bekannten, nachbaureifen Muster entspricht. Wird ein Luftfahrgerät nach einem geprüften Vorbild abgeändert, so wird eine Nachbauteilprüfung durchgeführt.

252. Anhang C zur Technischen Mitteilung Nr. 298/1 der Sektion Flugmaterial des Eidgenössischen Luftamtes vom 31. Oktober 1950 unterscheidet wie folgt zwischen kleinen und grossen Änderungen an Propellern:

- 5.1.3 (kleine Änderung:)
Jede nicht unter Ziffer 5.2.3 aufgeführte grosse Änderung, beispielsweise,
 - a) erste Montage einer Propellerhaube
- 5.2.3 (grosse Änderung:)

Änderungen, die in den Arbeitsunterlagen für Luftfahrzeugwerkpersonal nicht vorgesehen und vom Eidgenössischen Luftamt nicht genehmigt sind, wie ...

f) Montage von für den Propeller nicht genehmigten Teilen,

...

253. In der Technischen Mitteilung Nr. 278 der Sektion Flugmaterial des Eidgenössischen Luftamtes vom 10. April 1953, Teil 35, ist über die Wartung von Holzpropellern folgendes vorgeschrieben:

- Der Propeller ... soll vor einem Flug immer kontrolliert werden, um festzustellen, ob keine Schäden vorliegen ...
- Beim Einbau eines neuen Propellers sind die Nabenbolzen, immer nach dem ersten Flug und nach den ersten 25 Flugstunden auf Anzug zu kontrollieren. Später sind die Bolzen mindestens alle 50 Flugstunden zu kontrollieren.
- Der Propeller soll halbjährlich oder alle 100 Stunden vom Motor abmontiert werden.

3. VORGESCHICHTE UND UNFALLFLUG

31. Vorgeschichte

311. Das Unfallflugzeug Jodel D-9 HB-SUN wurde von einer Privatperson in den Jahren 1955-1960 im Eigenbau nach den Konstruktionsunterlagen der Fa. Jodel gebaut, wobei allerdings statt des französischen Triebwerks der italienische Zweizylinder-Motor MV-GA-40 eingebaut wurde. Der amtliche Abnahmeflug wurde am 5. Oktober 1960 durchgeführt, worauf auch die Verkehrsbewilligung ausgestellt wurde. Beim Abnahmeflug wurden starke Vibrationen im ganzen Drehzahlbereich des Motors festgestellt und daher häufige sorgfältige Kontrollen des ganzen Flugzeugs empfohlen.

312. Für den Bau wurde der Propeller durch die Fa. Infanger nach französischen Konstruktionsplänen hergestellt und dann unverändert eingebaut. Nach etwa 30 Betriebsstunden - etwa um die Jahreswende 1960/61 - montierte die vorhin erwähnte

Privatperson eine von ihr konstruierte Propellerhaube. Dabei wurde der Propeller demontiert; am Propellerflansch wurde eine zusätzliche Eindrehung vorgenommen, und die Bolzenmuttern wurden um 1.0 mm gekürzt.

Nachdem am Flansch die zusätzliche Eindrehung von 1.0 mm vorgenommen worden war, wurde der aus Leichtmetall bestehende Haubenbefestigungsring zwischen Nabe und Flansch eingepresst. Der eingepresste Ringteil mass radial 2.5 mm. Da der Befestigungsring eine Dicke von 1.25 bis 1.31 mm aufwies, ergab sich, entsprechend dem Unterschied zur Eindrehung in den Flansch, in der Spiralverzahnung zwischen Nabe und Flansch ein Spiel von 0.25 bis 0.31 mm (s.u.511).

Die Haubenkonstruktion hatte dem Eidgenössischen Luftamt nie zur Prüfung vorgelegen; die Montage der Haube wurde ihm nie gemeldet.

313. Anlässlich einer Sichtkontrolle nach 61 Betriebsstunden - Mitte April 1961 - kontrollierte der Erbauer die Propellerbolzen auf Anzug und zog sie soweit notwendig nach. Das Nachziehen erfolgte nach Gefühl und ohne Tariiergerät.

314. Anlässlich der 100-Stunden-Kontrolle, die nach insgesamt 111 Betriebsstunden Mitte August 1941 durchgeführt wurde, nahm der Erbauer wiederum eine Sichtkontrolle vor. Der Propeller wurde nicht demontiert, weil das notwendige Abziehwerkzeug noch nicht zur Verfügung stand. Die Kontrolle, die sich auch nicht auf den Anzug der Bolzen erstreckte, zeigte nichts Aussergewöhnliches.

315. Am Mittwoch, den 30. August 1941 führte der Erbauer auf dem Unfallflugzeug noch einen Flug vom Flugplatz Dällikon aus durch. Vorgängig nahm er eine Bereitschaftskontrolle vor, die sich auch auf Festsitz und Lage der Propellerhaube bezog; etwas Verdächtiges stellte er nicht fest.

32. Unfallflug

321. Im Anschluss an den soeben erwähnten Flug übergab der Erbauer am Mittwoch, den 30. August 1941, auf dem Flugplatz Dällikon das Flugzeug Jodel D-9 HB-SUN mit laufendem Motor dem

ihm bekannten Piloten zu einem Flug nach Lachen. Der Pilot startete bei schönstem Wetter um 1822 (MEZ). Über dem Weiler Lieli-Oberwil begann er, einige Kreise auf einer Höhe von 200-300 m/G zu drehen. Nach einem ersten weiten Kreis mit normaler Geschwindigkeit und Schräglage setzte er zum zweiten Kreis an, diesmal etwas enger, mit gleichbleibender Motordrehzahl von etwa 2400 t/min. Auf etwa der Hälfte des Kreises riss sich ohne irgendwelche Vorwarnung der Propeller vom Flugzeug los.

322. Der Pilot versuchte eine Notlandung im offenen Feld etwa 300 Meter östlich des Weilers Lieli, doch gelang es ihm nicht mehr, den in allgemein östlicher Richtung angeflogenen Platz zu erreichen. Wohl konnte er noch die durch die Anflugzone führende Starkstromleitung überfliegen, doch kam er nicht mehr über den zwischen dieser und dem freien Feld liegenden Baumgarten hinaus. Das Flugzeug stiess - um 1830 - am Ende einer etwa 40° geneigten Flugbahn mit geringer Geschwindigkeit zwischen den Bäumen zu Boden, nachdem es unmittelbar vorher vornüber abgekippt war. Es überschlug sich und blieb auf dem Rücken liegen. Der Pilot konnte sich selbst befreien.

4. SCHÄDEN UND TRÜMMERBEFUND

41. Der Pilot blieb praktisch unverletzt.

42. Durch Aufprall und Überschlag wurde das Flugzeug HB-SUN schwer beschädigt (Zelle zu 60%, Motor 25%, Propeller 100%).

Die Trümmeruntersuchung zeigte unter anderem folgendes:

- in der Propellerbefestigung war der Flansch gegenüber dem Haubenbefestigungsring um etwa 1.5 mm in Umfangsrichtung verschoben, und das Ringmaterial war durch Schleif- und Fresswirkung um 0.05 mm abgetragen;
- am Flansch zeigten die Lochwandungen der sechs Bolzenbohrungen starke Druckspuren in Umfangsrichtung;
- alle sechs Bolzen waren am Übergang vom Kopf zum Schaft gebrochen; zwei Bolzen zeigten eindeutige Ermüdungsbrüche unter Biegespannungen, zwei weitere wiesen Anzeichen für Zeitbrüche auf und an den restlichen beiden fanden sich Andeutungen von Rastlinien. Anzeichen für Materialfehler oder für ein Überziehen der Bolzen konnten nicht gefunden

werden.

43. Der durch den Unfall verursachte Landschaden war unbedeutend.

5. DISKUSSION

51. Zum Propellerbruch

511. Die technische Primärursache des Unfalls liegt eindeutig im Bruch der Propellerbolzen, der zunächst einmal auf Materialermüdung unter Biegespannungen zurückgeführt werden muss. Diese konstruktiv nicht vorgesehenen Biegespannungen sind im Betrieb aufgetreten zufolge Abfalls der Vorspannung, d.h. zufolge einer Lockerung der Propellerbefestigung.

Eine sichere Ursache für diese Lockerung liegt im Einbau der Propellerhaube. Das durch den Massunterschied zwischen dem Haubenbefestigungsring und der Eindrehung in den Flansch erzeugte Spiel der Spiralverzahnung (s.o.312) hatte zur Folge, dass die Übertragung des Drehmoments nicht mehr auf dem konstruktiv gewollten Wege über die Spiralverzahnung führte, sondern zunächst über die verhältnismässig geringe Fläche des Leichtmetallrings, und zwar lediglich durch Reibungschluss der Auflageflächen. Die dabei auftretenden Kräfte führten zu einer Verdrehung des Flansches und zu einer Abtragung des Leichtmetalls. Damit aber verlor die Reibungsübertragung vom Flansch über das Blech zur Nabe einen Teil ihrer Wirksamkeit; da aber die Spiralverzahnung Spiel aufwies, hatten auch die Bolzen einen Teil der Drehkräfte aufzunehmen und wurden dadurch im Betrieb Wechsel-Biegespannungen ausgesetzt.

Eine mögliche und in einem gewissen, nicht näher zu bestimmenden Ausmass wahrscheinliche Ursache kann aber auch in den Dimensionsänderungen der Holznabe zufolge normaler Schwinderscheinungen liegen.

Der damit als solcher hinreichend zu erklärende Verlauf wurde mit hoher Wahrscheinlichkeit durch andere ungünstige Faktoren beschleunigt:

- durch die Kerbwirkungen, die aus den scharfen Übergängen namentlich zwischen Kopf und Schaft der Befestigungsbolzen entstehen mussten,

- durch die Beschränkung des Bolzendurchmessers auf 7 mm, was im Vergleich zu anderen Mustern als an der unteren Grenze des Normalen und Üblichen bezeichnet werden darf.
- durch die Vibrationen bzw. den rauen Lauf des Motors.

Diese in ihrer Bedeutung nicht näher zu erfassenden Wirkungen lassen es auch verständlich erscheinen, warum es bereits nach verhältnismässig kurzer Zeit - kaum über 80 Stunden nach dem Einbau der Propellerhaube - zum Bruche kam.

Die ganze Entwicklung hat freilich, wie dem Trümmerbefund deutlich zu entnehmen ist, einen grösseren Teil dieses Zeitraumes beansprucht. Es stellt sich daher die Frage, warum sie nicht schon vor dem Unfallflug festgestellt wurde.

Wie Versuche in der Voruntersuchung zeigten, ist es nicht wahrscheinlich, dass die Lockerung der Propellerbefestigung durch blosse Sicht- oder Griffkontrolle ohne Demontage der Propellerhaube als auffallend hätte erkannt werden müssen.

Es ist auch nicht wahrscheinlich, dass sich bei laufendem Motor am Boden oder in der Luft erkennbare Anzeichen dafür gezeigt haben.

Hingegen steht mit hoher Wahrscheinlichkeit fest, dass anlässlich der 100-Stunden-Kontrolle, zwei Flugstunden vor dem Unfallflug, bei einer Demontage die Schäden am Haubenbefestigungsring, die Druckstellen an den Lochwandungen des Flanschs und möglicherweise auch die Anrisse an einzelnen Bolzen hätten erkannt werden können; auch nur eine Kontrolle auf Anzug hätte in diesem Zeitpunkt den eingetretenen Abfall der Vorspannung erkennen lassen.

512. Wäre die Haubenkonstruktion dem Eidgenössischen Luftamt zur Prüfung vorgelegt worden, so hätte man bei diesem Anlass die in der Konstruktion und deren Ausführung liegenden Gefahren erkennen können. Da die Konstruktion keiner Muster- oder Musterteilprüfung unterzogen worden und es zum mindesten fraglich war, ob die Anbringung der Haube in guten Treuen bloss als kleine Änderung betrachtet werden könne, wäre mindestens eine Anfrage beim Eidgenössischen Luftamt angebracht gewesen.

52. Zur Notlandung

521. Dass das Flugzeug kurz vor dem Aufsetzen vornüberkippte, ist wahrscheinlich auf ein Überziehen durch den Piloten beim Überflug der letzten Hindernisse zurückzuführen.

522. Im Übrigen war das Verhalten des Piloten zweckmässig und gibt zu keinen Bemerkungen Anlass.

51. SCHLUSS

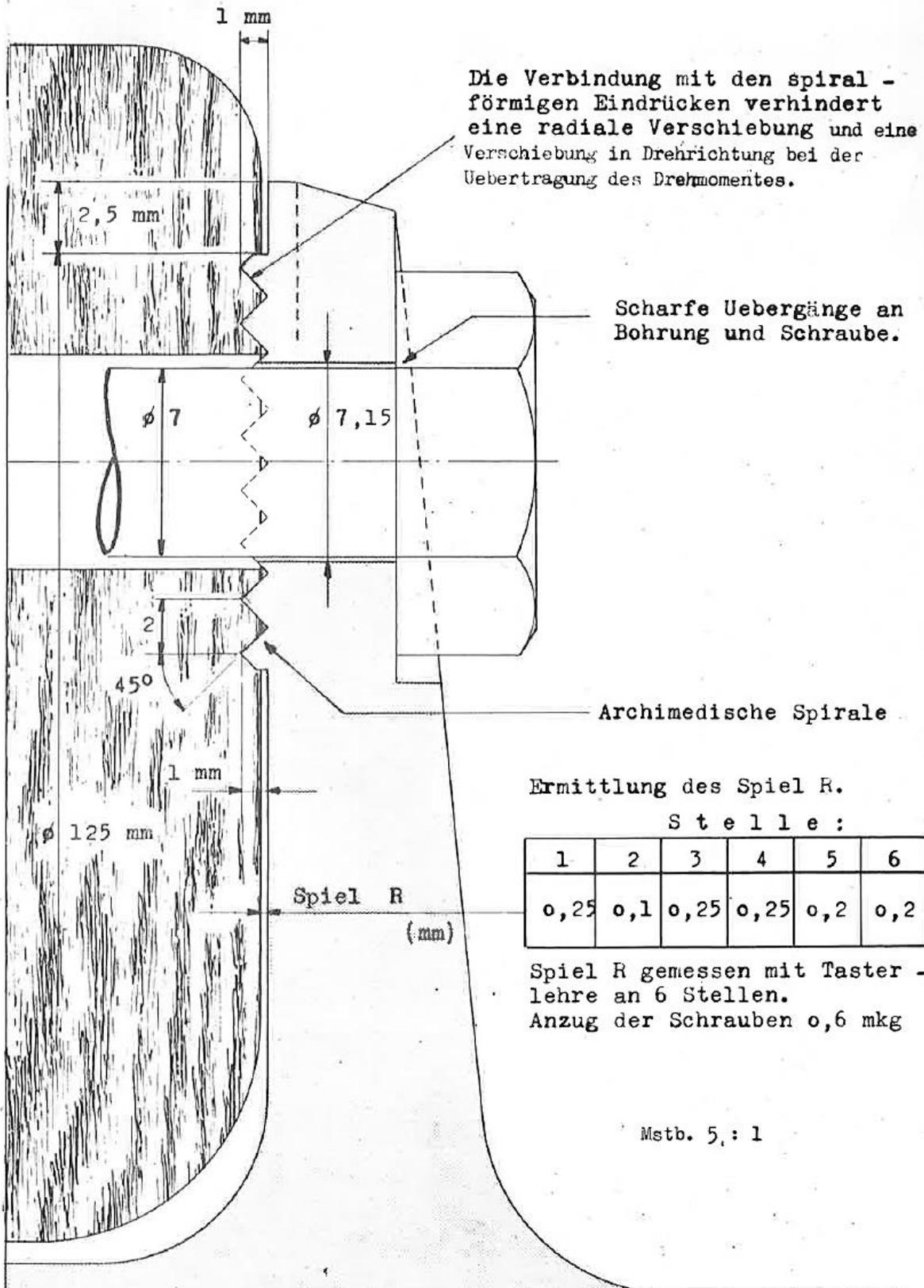
Die Untersuchungskommission gelangt einstimmig zum Schluss, dass der Unfall verursacht wurde durch Ermüdungsbrüche in der Propellerbefestigung, hervorgerufen durch konstruktiv nicht vorgesehene Beanspruchungen zufolge Abfalls der Vorspannung der konstruktiv nicht einwandfreien Befestigungsbolzen, mitverursacht durch den Einbau einer konstruktiv ungenügenden und ungeprüften Propellerhaube und durch Unterlassung genügender Kontrollen in der Wartung.

Basel, den 15. März 1962.

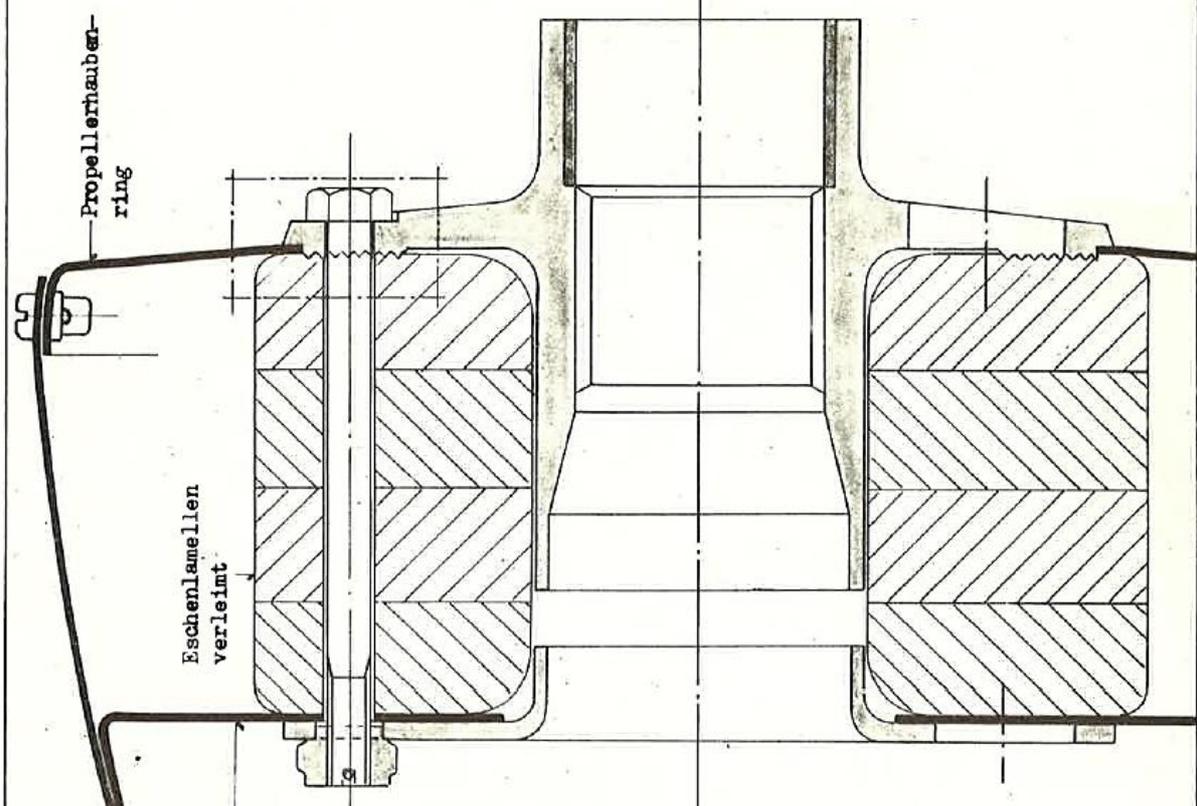
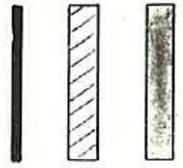
Ausgefertigt am 17. März 1962.

REKONSTRUKTION DER PROPELLERBEFESTIGUNG

Zustand wie der Propeller während 30 Betr.Std. montiert war.



Konstruktion & Lieferung
 Lieferung H. Jnfanger
 Lieferung M. V. Meccanica
 Verghera S. P. A.



Propellerhauberring

Eschenlamellen
verleimt

Haubenstützring

Propellernaube

Gewinde
M 7 x 1

Lochkreis \varnothing 110
6 Schrauben am Umfang

HB - SUN

PROPELLERHAUBENQUERSCHNITT

Mstb. 1 : 1