

## Holmreparaturen bzw. Holmaustausch

Schon in der News 1/2016 hatten wir über die Reparatur eines gebrochenen sog. Mittelholms unter dem Rumpf berichtet.

Mittlerweile geht es aber nicht mehr nur um diese eine Holmreparatur, sondern auch um Holmreparaturen in den beiden äußeren Tragflächenhälften. Details hierzu weiter hinten unter „Lebensdauer-Verlängerungs-Programm“.

Für diese Holmreparatur unter dem Rumpf waren sechs Wochen vorgesehen aber es sind nun neun Monate daraus geworden.

In einer internen Information der DLBS heißt es dazu:

### Aus dem Instandhaltungsbetrieb Mittelholmreparatur

Bei den Reparaturarbeiten für den Mittelholm haben sich u. a. zwei zusätzliche arbeitsintensive Beanstandungen ergeben.

- Nach dem Ausbohren der Nieten für die Flächenanschlussstücke zeigte sich, dass die Durchmesser der Nietlöcher Anschlussstücke zu groß für die Oversize-Nieten sind. Somit mussten die Anschlussstücke neu gefertigt werden.
- Die äußeren Knotenbleche wiesen im Blech-Doppelungsbereich Korrosion auf und mussten ebenfalls neu angefertigt werden.

Für beide Teile mussten Ersatzwerkstoffe ermittelt werden, da die damals verwendeten Originalwerkstoffe nicht mehr verfügbar sind. Darüber hinaus galt es, die Fertigungsprozesse und Parameter zu erarbeiten. Hier war vor allem die Unterstützung der Experten der LHT gefragt. Für erhebliche Verzögerungen sorgte die Herstellung der Gewindeanschlussstücke, da eine Gefügeuntersuchung der Originalteile ergab, dass es sich um Schmiedeteile handelt, in die das Gewinde geschnitten wurde. Da wir keinen geschmiedeten Werkstoff beziehen konnten, hat das Engineering dem technischen Umstand der Erhöhung der Dauerfestigkeit des Gewindes dadurch Rechnung getragen, dass Ersatzweise das Gewinde durch Rolltechnologie herzustellen ist. Mit der Firma Rollwalztechnik hatten wir auch schnell einen kompetenten Partner gefunden, jedoch war die Ermittlung der Fertigungsparameter ein recht aufwendiger iterativer Prozess, der zwei Anläufe notwendig gemacht hat. Mittlerweile sind die Gewindeanschlussstücke qualitätsgeprüft und bereits wieder eingebaut. Der Wiedereinbau hat bei der Überprüfung mit angehängten Flächen im ersten Anlauf eine Abweichung in xy-Richtung von ca. 5/10 mm gezeigt, dass provisorische Fixierungen zur exakten Ausrichtung gelöst und nachjustiert werden mussten. Bei der zweiten Überprüfung waren die Positionen mit nur 5/100 mm voll im Toleranzbereich, so dass jetzt die Fertigstellung der Reparatur weitgehend erfolgen konnte. Zur Abnahme aller Reparaturarbeiten wurden die Flächen zur Überprüfung und Sicherheit noch einmal angehängen. Die Genauigkeit der Reparaturarbeiten konnten erfreulicherweise bestätigt werden!

Abschließend erfolgen jetzt nur noch das Setzen einiger fehlender Nieten und die äußere Wiederbeplankung mit Wellblech, so dass diese doch noch recht komplexe Reparatur in den nächsten Tagen abgeschlossen werden kann. (dlbs)



Dies ist der Beschlag, der neu gefertigt werden musste. (ps)

Nicht zu vergessen dass es sich bei diesem Beschlag um ein primäres Strukturelement handelt, welche die Aufgabe hat, die Reaktionskräfte zwischen der linken und der rechten Tragflächenhälfte aufzunehmen und zu übertragen.

Zunächst war beabsichtigt noch eine verkürzte Saison in diesem Jahr zu fliegen doch aufgrund der vorgenannten Verzögerung ließ es sich nicht mehr realisieren.



*Der Beschlag ist eingebaut.*

(ps)



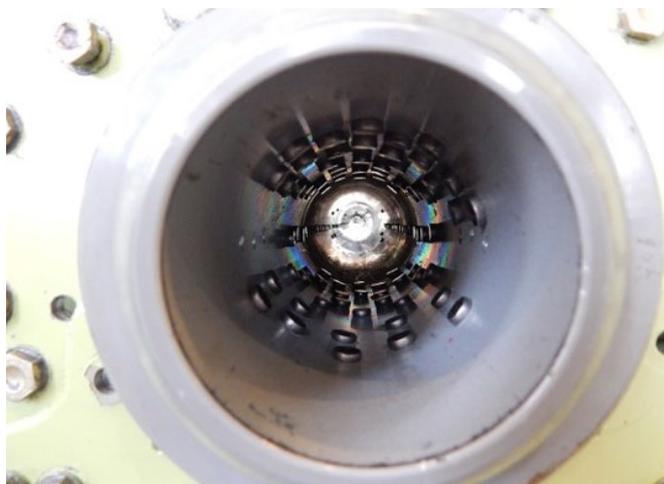
*Dort ist der Beschlag installiert.*

(ps)

### Das Lebensdauer-Verlängerungs-Programm an der D-AQUI

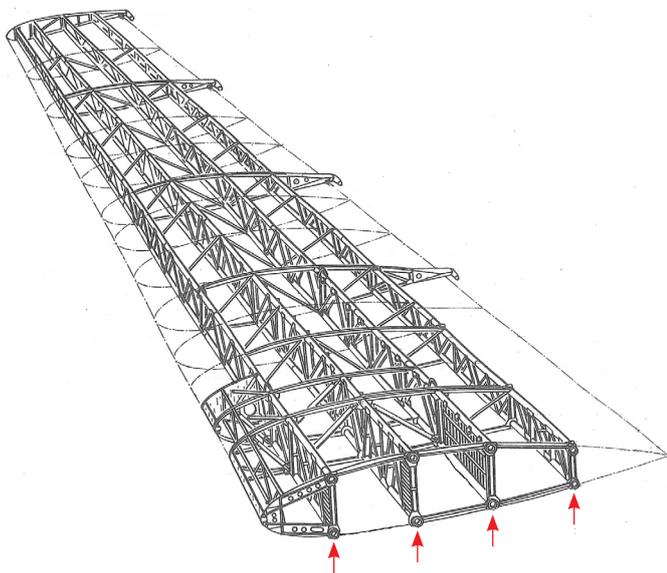
Die Maßnahmen an den Tragflächen sind erforderlich, weil diese Bauelemente hauptsächlich durch Zugkräfte belastet werden und deswegen der Materialermüdung unterliegen. Die D-AQUI hat 80 Jahre ihren Dienst getan und dabei 40.000 Flüge absolviert. Deswegen hat sie die Holmreparaturen redlich verdient denn die D-AQUI soll schließlich 100 Jahre alt werden.

Da ohnehin vorgesehen war, die sieben Holmgurte (siehe Pfeile in der Zeichnung) an beiden Tragflächen zu erneuern, was einen erheblichen Aufwand an Zeit und Kosten bedeutet, wurde entschieden aus der Not eine Tugend zu machen und diese erst für später vorgesehene Maßnahme vorzuziehen. Mit diesen Arbeiten wurde jetzt begonnen.

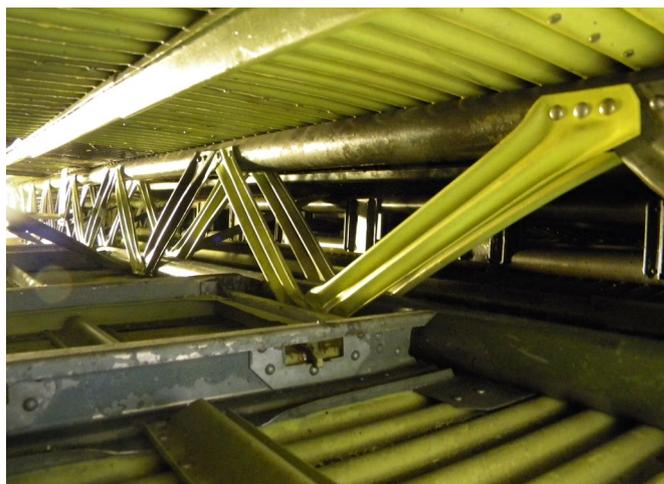


*Blick in den Beschlag hinein mit den vielen Nietköpfen.*

(jf)



*Die Zeichnung der Tragfläche ohne Beplankung zeigt den komplexen Aufbau der Tragfläche mit allen Streben und Holmen. (junktors)*



*Dazu auch ein Blick in die Tragfläche hinein.*

(ps)

Für Ingenieure: Im Gegensatz zu den heute üblichen Verkehrsflugzeugen handelt es sich hierbei um eine sog. aufgelöste Fachwerkbauweise, bestehend in Spannweitenrichtung verlaufenden vier Flügelholmen und den in Flugrichtung verlaufenden Querverbänden (Rippen) zur Aufnahme der Torsionskräfte aus dem Flügelprofil und der Steuerkräfte von den Querrudern und den Landeklappen.

Für die Arbeiten sind zwei gewaltige Vorrichtungen die je eine Tragfläche aufnehmen vorgesehen. Die folgenden Fotos sagen mehr als Worte.



*Die Vorrichtung ist soeben aufgestellt. Sie wiegt 6,5 t. (ps)*



*Am Boden Verankert auf zwei schweren Stahlträgern. (ps)*



*Anheben der ersten Tragfläche zum Einsetzen in die Vorrichtung. (ps)*



*Einsetzen der Tragfläche in die Vorrichtung. (ps)*



*Spezielle Vorrichtung zur Fixierung der Holme. (ps)*

Mit dieser Fixierung wird sichergestellt, dass die Anschlussstellen nach dem Holmtausch auch wieder spannungsfrei installiert werden können. Das Gewicht der speziellen Vorrichtung wird abgefangen und ständig über eine Messuhr überwacht, damit die Tragflächenstruktur nicht belastet wird. Diese Vorrichtung wiegt immerhin 400 kg.

Der Verlauf der Holme wird permanent mittels Lasertechnik überprüft. Schließlich soll die instandgesetzte Tragfläche in Abmessung und Form genau der bisherigen entsprechen.



*Überwachung durch Lasertechnik. (ps)*



*Mit den Arbeiten wurde begonnen.*

(ps)

Bei der Tragfläche handelt es sich um eine bemerkenswerte Konstruktion. Nicht zu vergessen, wann sie gebaut wurde und mit welchen damals zur Verfügung stehenden Produktionsmitteln. Das Gewicht der gesamten Tragfläche beträgt nur ca. 800 kg und sie muss eine Tragkraft von 10.500 kp erzeugen, um das Flugzeug in der Luft zu halten. Ein beeindruckender Beweis für die damalige Ingenieurleistung bei Junkers.

Bekanntlich wird mit dieser Holmreparatur kein Neuland betreten, denn über mehrere Reparaturen und einen Holmwechsel wurde bereit berichtet.

Nach einem früheren Schaden wurden mehrere Untersuchungen so auch mit Belastungsmessungen im Fluge durchgeführt. Besonders zu erwähnen ist die Diplomarbeit eines Studenten der Hamburger Ingenieurschule. Die Festigkeit der Tragflächenstruktur wurde mit der sog. FEM-Methode erstmalig berechnet – und zwar jeder Holm und jede Strebe! Eine Methode, die zur Junkers-Zeit nicht bekannt war und auch eine dafür notwendige Rechenkapazität nicht verfügbar war.

Fazit: trotzdem oder gerade deshalb sehr solide! Es wurde nämlich die gleiche Rechnung für eine Situation mit einem gebrochenen Holm durchgeführt und es zeigte sich, dass selbst mit diesem Schaden keiner der anderen Holme überlastet wäre.

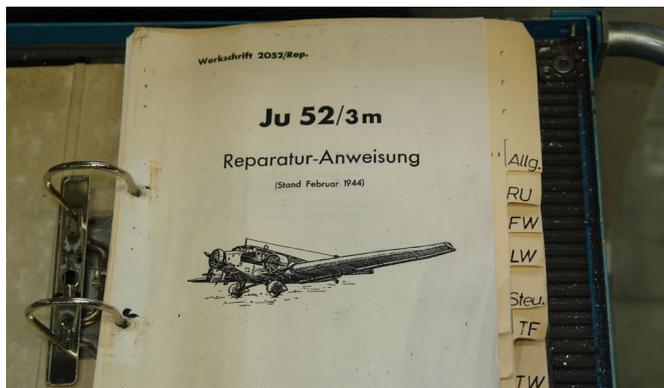
Wie schon gesagt, auch Materialien wie Aluminium „altern“ – wie auch unsere Knochen. Und mit 80 Jahren – gut nachzuvollziehen – muss man dagegen etwas tun.

Neben intensiven Kontrollen waren auch schon einige Instandsetzungsarbeiten notwendig. Hierbei hatte man sich an die Vorgaben von Junkers in den Reparaturanleitungen und den Reparaturanweisungen, gerichtet, welche vom LBA als gültige Unterlagen anerkannt wurden. Die Tragflächen wurden damals liegend mit entsprechenden Unterstützungen repariert.

Vorangegangen waren die Auswahl des neuen Materials da die damaligen Legierungen heute nicht mehr verfügbar sind und die spezielle Anfertigung der Rohrholme in den geforderten Dimensionen weil auch derartige Größen heute nicht standardmäßig verfügbar sind.

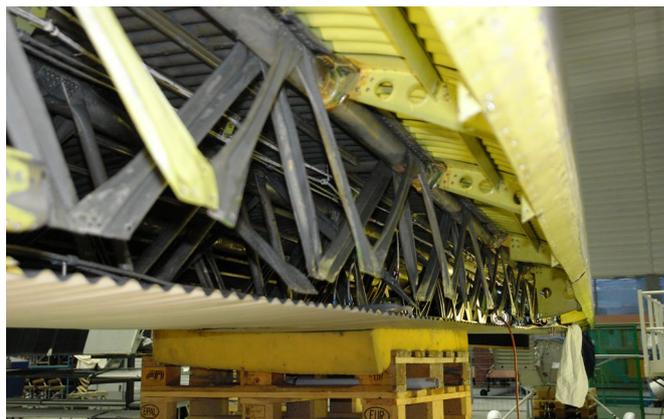
Für die D-AQUI ist es möglich, 100 Jahre alt zu werden. Es braucht jedoch viel Zeit und viel Aufwand, das fliegende Denkmal jung zu erhalten.

(ps)



*Titelblatt der Reparaturanweisung.*

(junkers)



*Ein Holm ist ausgebaut.*

(ps)



*Wiedereinbau Holmspleiß und Beplankung.*

(ps)



*Holmreparatur beendet.*

(ps)

## Das neue Fördervereinsbüro

Für unser Büro durften wir bisher einen Raum der DLBS nutzen. Da dort ein Umzug erforderlich wurde, musste auch für uns ein neues Domizil gefunden werden. Wir wollten dabei keine Kosten verursachen und haben uns für einen Bürocontainer, der in der Halle frei war, entschieden. So sind wir auch näher an der D-AQUI. Das neue Büro ist eingerichtet und sieht doch ganz wohnlich aus! Von hier verfolgen wir jetzt das Geschehen um die D-AQUI für Sie. (ps)



*Das Fördervereinsbüro von außen...*

(ps)



*...und innen.*

(ps)

## Wann fliegt die D-AQUI wieder?

Wie die DLBS uns gerade mitgeteilt hat, soll der Flugplan für das kommende Jahr Ende November erscheinen. Wir werden Sie informieren, sobald wir konkrete Information erhalten. (ps)