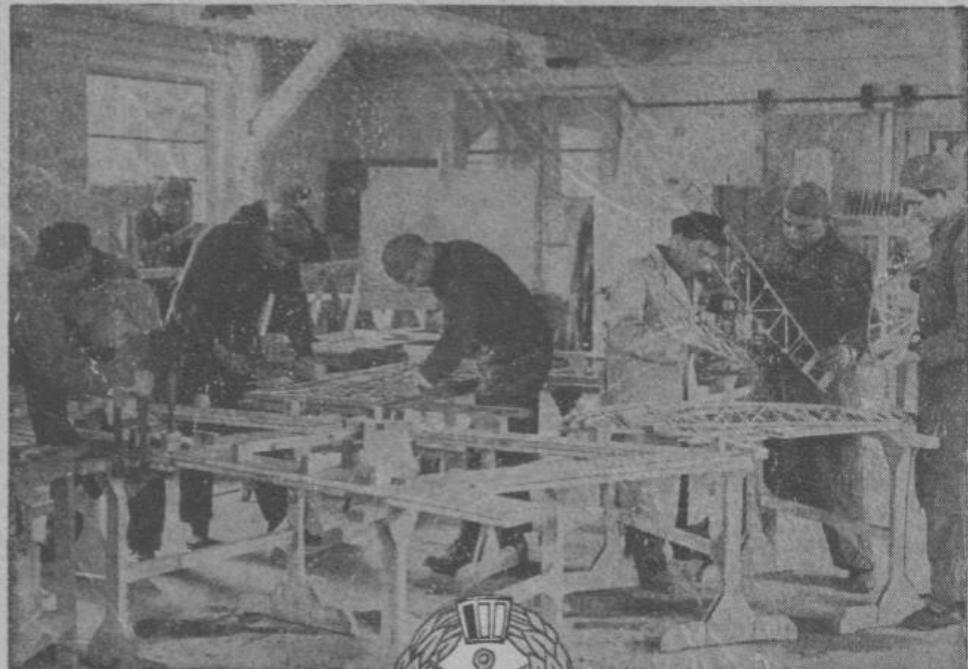


Die technische Ausbildung des Segelfliegers

Selbststudienmaterial für die Baustufe B



Zentralvorstand der Gesellschaft für Sport und Technik

Die technische Ausbildung des Segelfliegers

Selbststudienmaterial für die Baustufe B

1954

Zentralvorstand der Gesellschaft für Sport und Technik, Abteilung Flugsport

Ausgearbeitet von Herbert Guckel
Halle, den 1. April 1954
5/1000/10/54/I DDR 553

VORWORT

Nachdem wir uns in der technischen Ausbildung Baustufe A handwerkliche Grundkenntnisse angeeignet haben, kommt es in der Baustufe B darauf an, diese Grundkenntnisse im Gleitflugzeugbau und bei Gleitflugzeugreparaturen anzuwenden.

Bei der technischen Ausbildung in der Baustufe B und C, in der Lehren, Bauvorrichtungen, Einzelteile, Baugruppen und in größeren Werkstätten Schulgleiter fertiggestellt werden, wird keinesfalls das Ziel angestrebt, unsere Segelflugzeuge künftig ausschließlich in den Lehrgruppen zu produzieren. Vielmehr richten wir unser Augenmerk darauf, entsprechend unserer ökonomischen Entwicklung, die Produktion von Segelflugzeugen auf der Basis der höchstentwickelten Technik, nämlich im Serienbau in unserer volkseigenen Industrie, durchzuführen.

Jedoch ist für die breite Entfaltung des Segelflugsportes eine technische Bildung zur richtigen Wartung der Flug- und Bodengeräte, zur sachgemäßen Durchführung anfallender Reparaturen sowie zur ständigen Selbstkontrolle der Sportgeräte auf Sicherheit erforderlich.

Je höher die Entwicklung der technischen Bildung, um so mehr einsatzfähige Flug- und Bodengeräte werden wir zur Verfügung haben.

In der Baustufe B werden Lehren und Bauvorrichtungen angefertigt, in denen SG 38-Einzelteile bzw. Untergruppen herzustellen sind.

Das vorliegende Selbststudienmaterial wird uns zur Ablegung der technischen B-Prüfung eine wesentliche Hilfe sein und dient uns gleichzeitig als ständiges Nachschlagewerk.

Zentralvorstand
der Gesellschaft für Sport und Technik
Abteilung Flugsport

AUSBILDUNGSPLAN

Baustufe B

	Unterricht des Werkleiters	Handwerkliche Ausbildung	Selbst studium
			Baustufe B
Abschnitt 1	Die Fertigungsunterlagen	Leitwerksrippe einschließlich der Arbeitslehre und Bauvorrichtung herstellen oder Endleiste verleimen oder weitere Teile gleichen Geschicklichkeitsgrades anfertigen.	Thema 1
Abschnitt 2	Bauvorrichtungen für Gleit- und Segelflugzeuge	Flügelrippe einschließlich der Arbeitslehre und Bauvorrichtung herstellen oder Rundbogen einschließlich der Bauvorrichtung herstellen oder weitere Teile gleichen Geschicklichkeitsgrades herstellen	Thema 2
Abschnitt 3	Die Fertigungselfstkontrolle	Anfertigung von Sitz oder Rückenlehne oder vordere Spannturmstrebe oder Bauvorrichtung für Kufenkastenuntergurt herstellen oder weitere Teile gleichen Geschicklichkeitsgrades herstellen	Thema 3
Abschnitt 4	Kleine Statik im Segelflugzeugbau	Bauvorrichtung herstellen für Leitwerksholm oder Leitwerksholm herstellen oder Bauvorrichtung für Kufe oder Kufe oder weitere Teile gleichen Geschicklichkeitsgrades herstellen	Thema 4
Abschnitt 5	Sicherungen an Gleit- und Segelflugzeugen	Bauvorrichtung herstellen für Kufenkasten oder Gitterrumpf oder Spannturm oder weitere Teile gleichen Geschicklichkeitsgrades herstellen	Thema 5
Abschnitt 6	Metalle im Segelflugzeugbau	5 Stunden Reparaturen am SG 38	Thema 6

UNTERRICHTSTHEMA NR. 1

Die Fertigungsunterlagen

1. Einleitung
2. Die Zeichnung
3. Aufbau der Fertigungsunterlagen

1. EINLEITUNG

Die Fertigungsunterlagen bilden die Grundlage zum Bau eines Gleit- oder Segelflugzeuges. Hier gibt uns der Konstrukteur das Ergebnis seiner Arbeit bekannt, so daß wir in der Lage sind, das Flugzeug konstruktiv richtig nachzubauen. Aus den Fertigungsunterlagen ist zu ersehen,

welche Größe und Form,
welches Material,
welche Verbindungsarten,
welche Art und Beschaffenheit der Beschläge und anderer Werkstoffe und
welcher Oberflächenschutz

zur Herstellung eines Flugzeuges erforderlich sind.

Alle diese Dinge sind nach einem bestimmten System durch Zeichnungen und Listen festgelegt und veranschaulicht. Schwierige Bauteile sowie die Montage des Flugzeuges werden außerdem durch eine Bauanweisung und Betriebsanweisung erläutert.

Flugzeuge und Flugzeugreparaturen, die nicht nach den vom Konstrukteur festgelegten Fertigungsunterlagen hergestellt sind, können nicht von der Technischen Abnahmekommission zum Flugbetrieb freigegeben werden. Es sei denn, daß in besonderen Fällen eine von der TAK selbst bestätigte Ausnahme vorliegt. Deshalb ist es notwendig, daß sich jeder Segelflieger im Rahmen der technischen Ausbildung genaue Kenntnisse der Fertigungsunterlagen aneignet.

2. DIE ZEICHNUNG

Bevor wir uns mit den Fertigungsunterlagen befassen, ist es notwendig, die in der Berufsschule erlernten Kenntnisse über technisches Zeichnen nochmals kurz zu erläutern, denn die Zeichnungen von Flugzeugen und Flugzeugteilen entsprechen ebenfalls, wie alle anderen technischen Zeichnungen, den vom Deutschen Normenausschuß herausgegebenen Richtlinien.

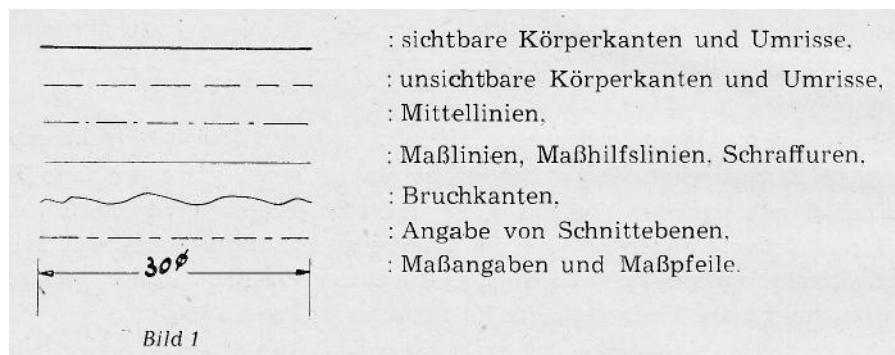
Danach gibt es eine einheitliche Darstellung über:

Anordnung der Ansichten und Schnitte,
Bruchlinien, Schnittverlauf und Schnittfläche,
Maßeintragungen,
Toleranz- und Passungsangaben,
Kegel und Gewinde,
Liniengruppen und Linienstärken,
Zeichnungen und Parallelperspektive,
Schraffuren und Farben zur Werkstoffbezeichnung,
Sinnbilder für Schrauben,
Sinnbilder für Federn,
Sinnbilder und Vereinfachungen bei Kleindarstellungen,

Sinnbilder für Zahnräder,
Sinnbilder für Nieten und Schrauben.
Sinnbilder für Rohrleitungen und Armaturen,
Sinnbilder für Form- und Stabeisen und Bleche,
Sinnbilder für Schweißen,
Oberflächenbeschaffenheit,
Zeichnungsformate und Zeichnungsmaßstäbe,
Schrägschriften für Beschriftungen und Zeichnungen.

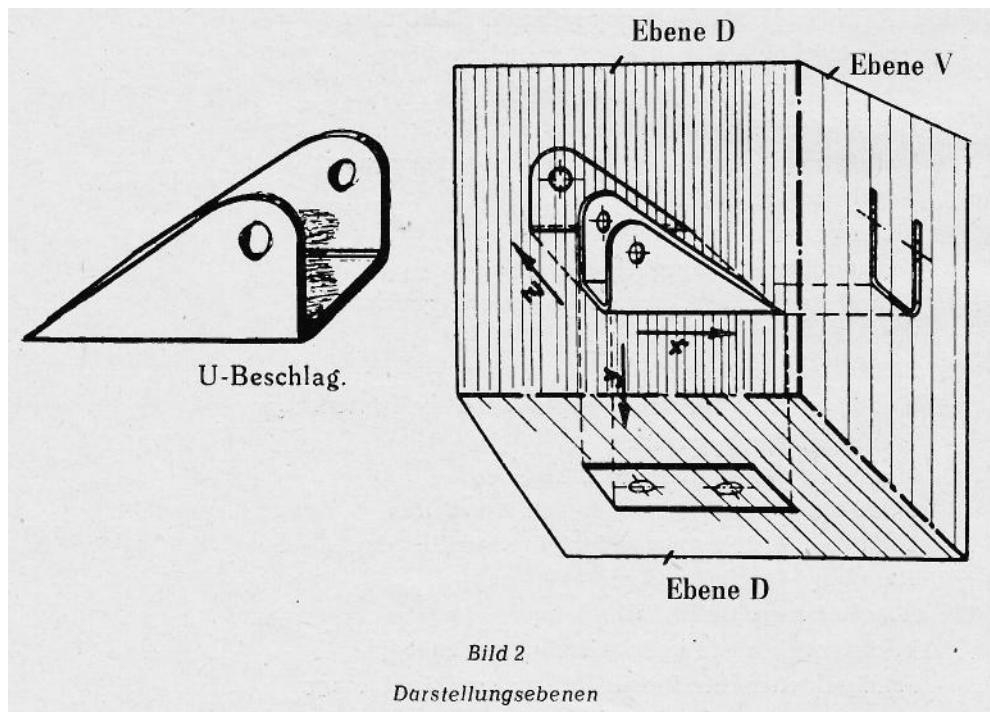
Für uns ist es in erster Linie wichtig, daß wir die Zeichnungen richtig lesen können, damit wir dann bei der Herstellung der Flugzeugteile keine Schwierigkeiten haben.

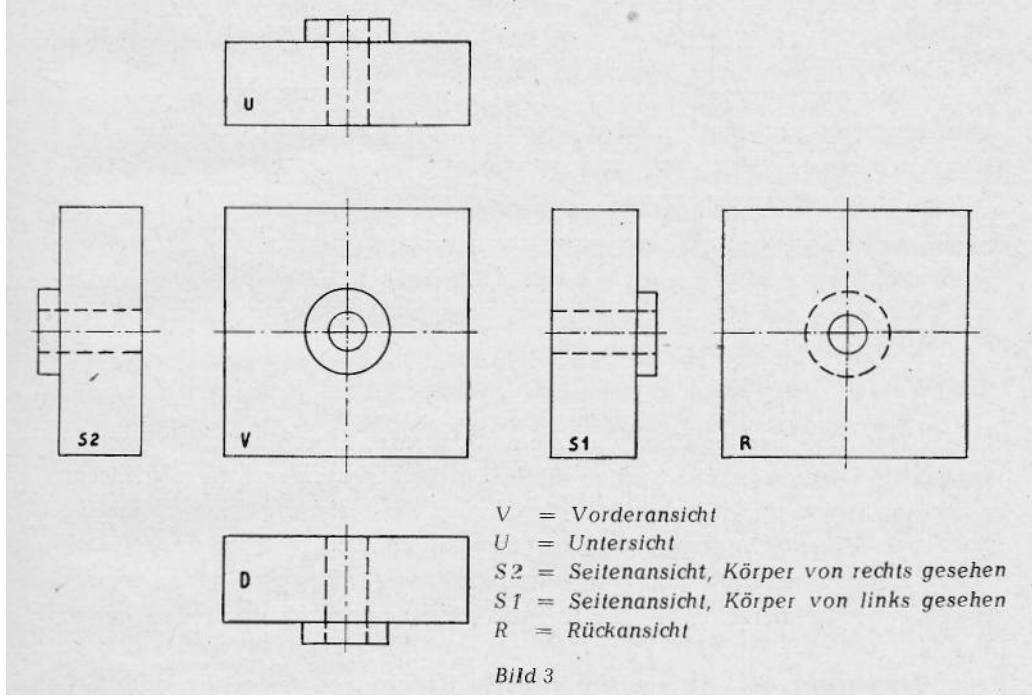
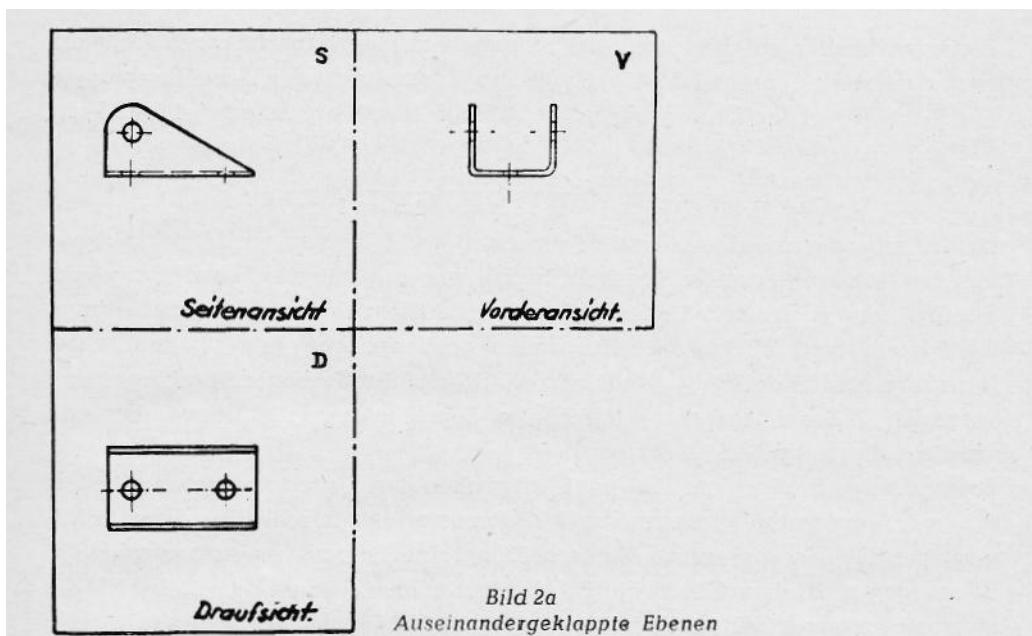
Zunächst sehen wir uns die verschiedenen Linien und Strichstärken in der Zeichnung an. Danach sind Körperumrisse durch kräftige Linien dargestellt, während unsichtbare Körperkanten und Umrisse durch dünnere und gleichmäßig unterbrochene Linien gekennzeichnet sind. Mittellinien sind ebenfalls dünn, jedoch nur durch --- • --- gekennzeichnet. Maßlinien, Maßhilfslinien und Schraffuren werden durch dünne Striche dargestellt.



Bruchkanten erkennen wir an ihrem bruchartigen Liniengebilde. Alle Maßangaben werden in die Maßlinien, die an ihren Enden durch Maßpfeile begrenzt sind, eingesetzt.

Bei der Betrachtung unserer Zeichnungen sehen wir, daß die verschiedenen Teile meist in drei Ansichten dargestellt sind, und zwar die Vorderansicht, Draufsicht und Seitenansicht. Dabei müssen wir beachten, daß zum Beispiel bei der Draufsicht, die unten dargestellt ist, die Oberseite des betreffenden Teiles zeigt. Ebenfalls zeigt die linksstehende Seitenansicht die rechte Seite des betreffenden Körpers.





Bei besonders schwierigen Darstellungen wird noch eine Unteransicht gezeigt die dann über die Vorderansicht auf der Zeichnung zu ersehen ist und ebenso Seitenansichten, die die rechte Seite zeigen und links auf der Zeichnung angebracht sind. Dort, wo Rückenansichten notwendig sind, sind diese auf der rechten Seite neben der Seitenansicht gezeichnet.

Auf alle diese Dinge müssen wir genauestens achten, wenn uns beim Bau unserer Flugzeuge keine Fehler unterlaufen sollen. Weiter müssen wir beachten daß die Zeichnung immer die linken Bauteile darstellt. Wenn wir also bauen so müssen für die rechten Baugruppen die Bauteile spiegelbildgleich der Zeichnung hergestellt werden. Dies trifft zu bei dem Tragwerk. Querruder und Teile des Höhenleitwerks.

Wenn wir dies nicht beachten, daß nur die linke Seite zeichnerisch festgelegt ist, so kann es uns passieren, daß wir am Ende für zwei gleiche Baugruppen die Einzelteile oder Untergruppen hergestellt haben (z. B. zwei linke Tragflächen).

3. AUFBAU DER FERTIGUNGSUNTERLAGEN

Unter Fertigungsunterlagen sind Zeichnungen und Listen zu verstehen, in denen uns der Konstrukteur alle Angaben macht, wie und mit welchem Material das Segelflugzeug zu bauen ist. Die Fertigungsunterlagen sind nach einem bestimmten System durch Ziffern oder Buchstaben gekennzeichnet und geordnet. Innerhalb des Sachgebietes Luftfahrt läuft das Stoffgebiet „Segelfluggeräte“ unter der Ziffer 108. Dazu gehören alle Segelflugzeuge, Schleppwinden und sonstigen Spezialgeräte.

Innerhalb des Stoffgebietes 108 wird, abgesehen von Unterteilungen in Geräteart und Verwendungsgruppen, nach Baumustern unterschieden. Jedes Baumuster erhält also bei seiner Musterprüfung eine Baumusternummer zugeteilt. So wurden z. B. dem SG 38 die Baumusternummer 14 und dem Baby IIb die Baumusternummer 49 gegeben.

Wir kennen nun schon zwei Begriffe die in Ziffern ausgedrückt werden:

108 - 14 (SG 38) 108 - 49 (Baby IIb)

Jedes Flugzeug wird nun zunächst in drei Gruppen unterteilt, und zwar in die Gruppen Flugwerk, Triebwerk und Ausrüstung. Der Konstrukteur gliedert die Gruppe Flugwerk wiederum nach Konstruktionsgruppen, welche durch weitere Zahlen gekennzeichnet werden. Es sind dies die Konstruktionsgruppen:

1. Rumpfwerk
 2. Fahrwerk (wird bei Segelflugzeugen oft zum Rumpfwerk genommen)
 3. Leitwerk
 4. Steuerwerk
 5. Tragwerk

Um für den Bau des Segelflugzeuges einen besseren Überblick zu bekommen, werden die Fertigungsunterlagen zusätzlich in Baugruppen und diese wiederum in Untergruppen und Einzelteile aufgegliedert. Die Kennzeichnung der verschiedenen Unterteilungen erfolgt ebenfalls durch Zahlen bzw. durch Buchstaben. Dabei stimmt die Baugruppennummer, wie wir gleich sehen werden, jeweils in der Zehnerstelle mit der Konstruktionsgruppenzahl, zu der sie gehört, überein.

Beim Baumuster 108 - 14 wurden folgende Baugruppen festgelegt:

	Sachnummer
Tragflügel links	108-14.51
Tragflügel rechts	108-14.52
Flügelspaltverkleidung	108-14.53
Querruder links	108-14.31
Querruder rechts	108-14.32
Höhenflosse	108-14.33
Höhenruder	108-14.34
Seitenruder	108-14.35
Steuerung	108-14.41
Steuerleitung	108-14.42
Rumpf	108-14.11
Außenverspannung	108-14.12

Die Bauteile, die vor dem Zusammenbau zur Baugruppe als selbständiges Gebilde lediglich aus Einzelteilen hergestellt werden, nennt man Untergruppen. Wird eine Untergruppe mit einer anderen Untergruppe vor dem Zusammenbau zur Baugruppe zusammengebaut, spricht man von einer übergeordneten Untergruppe. Untergruppen werden durch Zahlen und Vorsetzen des Buchstabens U gekennzeichnet. 108 - 14.11 U 18 108 - 14.11 - 172

In der Baugruppe 108 - 14.11 erscheinen zum Beispiel unter anderem die Baugruppen: Anschlußlasche 108 - 14.11 U 18. Diese Anschlußlasche besteht aus zwei Einzelteilen, einem Blech mit einem Rohrnetz, die miteinander verbunden sind.

Ein anderes Beispiel: die Rückenformleiste besteht aus mehreren Einzelteilen (Leisten). Wir finden diese Rückenformleisten unter dem Kennzeichen 10814.11 - U 36.

Ein weiteres Beispiel: Der Sitz als übergeordnete Untergruppe. Wir finden ihn in den Fertigungsunterlagen unter dem Kennzeichen 108 - 14.11 - U 39. Der Sitz besteht aus mehreren Einzelteilen, (Leisten, Füllklötzen, Laschen und anderen) und aus der Untergruppe Rückenformleiste und Untergruppe Anschlußlasche sowie den Befestigungsmitteln für die Anschlußlasche. Alle Einzelteile werden wie die Untergruppe - innerhalb einer Baugruppe fortlaufend durch Zahlen gekennzeichnet. Lediglich der Kennbuchstabe U entfällt. Z. B. ein Einzelteil "Beplankung" 108 - 14.11 - 172. Zum besseren Überblick des Baumusters fügt man im Sprachgebrauch und Schriftverkehr die Baumusterbezeichnung oder Bauart in Klammern an.

Beispiel: Baumusterbezeichnung 108 - 14 (SG38).

Wird eine grundlegende Umgestaltung des Baumusters vorgenommen, wie z. B. zusätzliche Führersitzverkleidung, so wird diese Ausführung (Kurzzeichen Ausf.) gegenüber der Urausführung durch einen großen Buchstaben gekennzeichnet. Diese Bezeichnung lautet dann: 108 - 14 Ausf. A.

Auf Grund der Erfahrungen mit einem Baumuster erfolgt laufend die Weiterentwicklung durch Bearbeitung von Änderungen seitens des Herstellers in Verbindung mit der TAK! Die Veröffentlichung der Änderungen, deren Durchführung grundsätzlich von der TAK angeordnet wird, erfolgt durch Änderungsmitteilungen bzw. Änderungsanleitung.

Mit der Durchführung einer Anzahl Änderungen entsteht dann die Baureihe 1, während die Urausführung als Baureihe 0 bezeichnet wird. Die Nummer des Baumusters lautet dann: 108 - 14 Baur. 1.

Nachdem nun die Aufteilung des Gleitflugzeuges und die Kennzeichnung desselben geklärt wurde, wollen wir jetzt den Umfang der Fertigungsunterlagen behandeln.

Die Fertigungsunterlagen für das Gleitflugzeug 108 - 14 bestehen aus:

a) Zeichnungen

- Baumusterzeichnung
- Baugruppenzeichnung
- Untergruppenzeichnungen
- Einzelteilzeichnungen

Im Schriftbild jeder Zeichnung ist die Stoffgebiets- und Baumusternummer, auch Zeichnungs- oder Sachnummer genannt, eingetragen. Zur besseren Übersichtlichkeit und Vereinfachung der Ablage, wurden die Zeichnungen von Einzelteilen und Untergruppen auf sogenannten Sammelblättern (Format DIN A 1) zusammengefaßt. Die Kennzeichnung erfolgt auf dem unteren rechten Rand jedes Sammelblattes durch den Kennbuchstaben „S“ und einer Zahl, die fortlaufend über das Baumuster bzw. Baugruppe zählt.

Zum Beispiel 108-14. S. 31

b) Listen

Die wichtigste Liste ist die Stückliste, die für jede Baugruppe aufgestellt ist und sämtliche Einzelteile und Untergruppen mit den erforderlichen Werkstoffangaben und Abmessungen enthält. Die Stückliste wird durch ihren systematischen Aufbau den Forderungen der Werkstatt gerecht. Wir unterscheiden zunächst drei Abschnitte:

Metallbau

Holzbau

Zusammenbau.

Innerhalb dieser Abschnitte sind zuerst die Einzelteile dann die Untergruppen und übergeordneten Untergruppen aufgenommen. Im Abschnitt Zusammenbau ist die Reihenfolge nach dem Gang der Fertigung bestimmt.

Die Verbindung zwischen den Zeichnungen und Listen wird durch die Positionsnummern auf der Zeichnung, die mit den laufenden Nummern in der Liste übereinstimmen, hergestellt.

Wird für ein Einzelteil, da die Vermaßung in der Untergruppen- oder Baugruppenzeichnung erfolgte, keine besondere Zeichnung hergestellt, so ist dies durch Anfügen der Buchstaben „OZ“ in Klammern an der Sachnummer der Stückliste gekennzeichnet. Neben der Stückliste ist die Halbzeug- und Werkstoffliste (Kurzzeichen HZ Liste) insbesondere für die Beschaffung der Materialien wichtig. Die HZ-Liste enthält sämtliche für das Baumuster erforderlichen Halbzeuge und Werkstoffe mit deren Abmessungen und Gesamtmengen. Gemäß der Stückliste jeder Baugruppe sind besondere Spalten vorgesehen, in denen das Vorkommen durch Eintragen der Kennzahlen ersichtlich ist.

Die Normteile sind in einer besonderen Normteilliste für das Baumuster zusammengefaßt. In besonderen Spalten sind das Normteilzeichen, die Abmessungen und die vorkommende Anzahl in der Baugruppe ersichtlich.

Der Umfang der Fertigungsunterlagen geht aus der Bezugsliste (BZ Liste) hervor. Unter anderen sind sämtliche Baugruppen mit Sachnummern und Sammelblattnummer angegeben, so daß wir einen schnellen Überblick gewinnen.

Die Kennzeichnung der Listen erfolgt durch Vorsetzen des Kurzzeichens der betreffenden Liste vor die Baumusternummer

z. B. 108 - BZ 14

108 - St 14.11

108 - Hz 14

108 - Nt 14.

Zum Schluß sei noch die Bauanweisung und Betriebsanweisung erwähnt, die bei der Fertigung zu beachtende Sonderheiten behandeln und schwierige Arbeitsgänge erläutern.

Wie arbeiten wir mit den Fertigungsunterlagen?

Um zu erkennen, welche und wieviele Unterlagen für das Baumuster notwendig sind, müssen wir uns mit der Bezugsliste vertraut machen. Die Bz-Liste ist das Inhaltsverzeichnis der Fertigungsunterlagen. Aus ihr ersehen wir:

1. Stückzahl der Baugruppen,
2. Benennung der Baugruppen,
3. Sach- und Zeichnungsnummer,
4. Stücklisten und Blattzahl,
5. Sammelblattnummer der Zeichnungen.

Haben wir nun die Konstruktionsgruppe Rumpf zu bauen, so lesen wir aus der Bz-Liste, die Sachnummer 108 - 14.11. Dazu die Stücklisten unter, der Nummer 108 - St 14.11 23 Blatt. Die Zeichnung dafür finden wir dann auf den Sammelblättern 108 - 14 S 23 bis S 36.

Nun werden wir aus den Fertigungsunterlagen diese Listen und Zeichnungen heraussuchen und uns mit der Zeichnung vertraut machen. Wir erkennen dabei, daß nach der Zeichnung allein nicht gearbeitet werden kann. Denn die vielen Positionsnummern auf der Zeichnung machen es notwendig, die Stücklisten mit zur Hilfe zu nehmen, um zu erkennen, wieviel Stück, in welchen Maßen, von welchem Material und welche Eigenschaften das zu verarbeitende Material haben muß.

Das Heraussuchen der einzelnen Positionen geschieht sehr schnell, da die Nummer auf der Zeichnung zugleich die laufende Nummer der betreffenden Stückliste ist. Nun ist das Arbeiten wesentlich einfacher geworden, da jetzt klar aufgezeigt ist, mit welchem Material, in welchen Abmessungen und wie oft wir das auf der Zeichnung dargestellte Werkstück zu bauen haben.

Wenn es nun gilt, das gesamte Material für das Flugzeug zu beschaffen, so muß man nach der Halbzeug- und Werkstoffliste die Bestellung vornehmen.

In der Hz-Liste ist das Vorkommen des Materials in den einzelnen Baugruppen und unter welcher Nummer in der Stückliste aufgezeigt. Es folgt dann die Gesamtmenge für das Gerät in seinen Abmessungen, aus welchem Werkstoff und mit welchen Eigenschaften. Die Aufteilung des Materials für die einzelnen Positionen der Baugruppen erfolgt dann wieder nach der Hz-Liste, indem wir in der ersten Spalte nachlesen, in welcher Baugruppe, unter welcher Position, das Material in bestimmten Abmessungen gebraucht wird und es kann dann bereitgestellt werden.

Aber nicht nur die Werkstoffe sind auf diese Art angegeben, auch die Normteile, die in der Normteilliste zusammengefaßt erscheinen, sind so aufgegliedert. Hier können wir erkennen, wieviel Stück, unter welcher Bezeichnung, unter welchen Normzeichen und aus welchem Werkstoff, für das Gerät Normteile gebraucht werden. Auch ist verzeichnet, in welcher Baugruppe und unter welcher Position dieses Normteil in der Stückliste erscheint.

So zeigt uns also die Stückliste den Bedarf für die einzelnen Baugruppen auf, während die Hz- und Nt-Liste den Bedarf für das gesamte Flugzeug aufzeigt. Wenn wir intensiv die Fertigungsunterlagen studieren und sie beherrschen, dann wird es uns möglich sein, ein Flugzeug bautechnisch richtig zu bauen und nur dann gelingt es uns, den vom Konstrukteur entworfenen Plan zu verwirklichen. Es entsteht ein neues Fluggerät, welches beiträgt, vielen Kameraden das Segelfliegen zu ermöglichen.

UNTERRICHTSTHEMA NR. 2

Bauvorrichtungen für Gleit- und Segelflugzeuge

1. Einleitung
2. Herstellung von Lehren
3. Baugruppe Tragflügel
4. Baugruppe Rumpf
5. Baugruppe Leitwerke
6. Vorrichtungen für den Beschlagbau
7. Behandlung und Pflege der Bauvorrichtungen

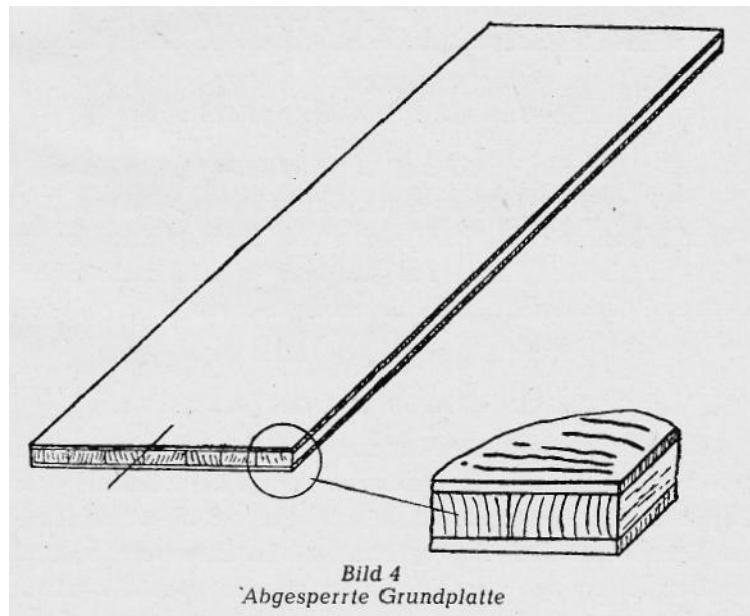
1. EINLEITUNG

Der Bau von Gleit- und Segelflugzeugen erfordert größte Genauigkeit. Dies ist einmal bedingt durch die notwendige Flugsicherheit und zum anderen durch die vielen Einzelteile, die zu ganzen Konstruktionsgruppen und diese wiederum zum fertigen Flugzeug zusammengebaut werden und daher genau zueinander passen müssen. Eine strenge Maßhaltung ist dabei Grundvoraussetzung. Aus diesem Grunde müssen nahezu für alle Bauteile Lehren und Bauvorrichtungen angefertigt werden. Dabei muß man sich die Frage stellen, ob diese Lehren und Bauvorrichtungen für den Einzel- oder Serienbau sein sollen. In den meisten Fällen wird es sich bei uns um solche für den Einzelbau handeln, da es nicht Aufgabe der Lehrgruppen sein kann, Segelflugzeuge in Serien herzustellen. Lehren und Bauvorrichtungen für den Einzelbau sind auch viel billiger und einfacher herzustellen.

Dabei sollte man jedoch unterscheiden, daß für manche Bauteile, wie Kufen, Rippen, Kielleisten und Hauptholme stabile Lehren und Vorrichtungen nötig sind, da man sie bei Brüchen immer wieder benötigt. Unter einer Lehre verstehen wir ein Anreiß- oder Kontrollwerkzeug. Für den Holzbau wird diese am zweckmäßigsten aus Sperrholz angefertigt, weil Sperrholz nicht schwindet und somit eine gewisse Garantie der Maßhaltigkeit gegeben ist. Für den Beschlagbau werden ausschließlich Metallehren benutzt bzw. hergestellt.

Eine Bauvorrichtung ist, wie schon der Name sagt, eine Vorrichtung, in der Einzelteile oder ganze Baugruppen zusammengebaut werden. Bauvorrichtungen, in denen ganze Tragflügel, Rümpfe oder Leitwerke hergestellt werden, nennt man Hellinge. Die Bauvorrichtung ist ein fester Körper, an dem die verschiedenen Anschlüsse, Halterungen und Kontrollpunkte für das zu bauende Teil befestigt werden. Dabei ist es gleich, ob es sich um eine Rippenbauvorrichtung oder um eine ganze Helling handelt.

Unter einem festen Körper verstehen wir eine Grundplatte oder ein diagonalversteiftes Gestell, das sich weder verzieht (windschief), noch durch Temperatureinflüsse quillt oder schwindet. Würden wir z. B. ein einfaches Brett als Grundplatte zur Herstellung einer Rippenbauvorrichtung verwenden, so bestände immer die Gefahr, daß das Brett windschief und in seiner Breite zusammentrocknen oder quillen würde.



Würden wir darin eine Rippe bauen, so wäre keine Garantie gegeben, daß sie maßhaltig ist und daß sie nachher beim Zusammenbau mit den anderen Bauteilen paßt. Gleichzeitig kann auch eine Profilverzerrung eintreten. Deshalb muß die Grundplatte ein aus Leisten hergestelltes abgesperrtes Brett sein, derart, wie Tischlerplatten von 26 mm Stärke.

Ein anderes Beispiel: Würden wir eine Flügelhelling nicht derart verstauen, daß sie sich nicht verziehen kann, so besteht die Gefahr, daß wir windschiefe Tragflächen bauen. Zum Bau von Hellingen muß ebenfalls trockenes Holz verwendet werden, wobei die Verbindungen der einzelnen Teile durch starke Sperrholzecken hergestellt werden müssen.



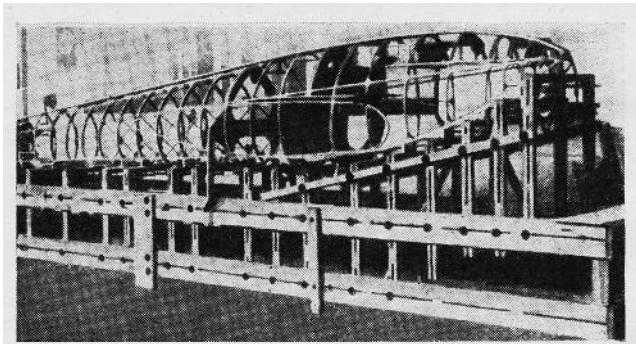


Bild 6
Verstellbare Helling für Neu- und Serienbau

Viele Kameraden messen den Lehren und Vorrichtungen nicht die nötige Bedeutung bei und glauben, daß es ohne diese viel schneller geht. Diese Meinung ist grundfalsch. Gerade die Lehren und Bauvorrichtungen bringen die meisten Zeit- und Materialeinsparungen, denn es wird nicht mehr viel Ausschuß geben, und der Zusammenbau der maßgerechten Teile geht viel schneller und erhöht die Arbeitsfreude.

2. HERSTELLUNG VON LEHREN

Der Bau von Vorrichtungen für Einzelteile und Untergruppen setzt die Anfertigung von Lehren voraus. So werden z. B. von der Zeichnung die Aufmaße für eine Rippe auf ein Sperrholzstück übertragen und die einzelnen Punkte mit Hilfe einer Strakleiste oder Kurvenlineal miteinander verbunden. Die Holmdurchlässe, Diagonalen und der Nasenklotz werden ebenfalls mit aufgerissen.

Nun wird die Kontur der Rippe genauestens ausgearbeitet. Auch der Einschnitt für die Nasenleiste wird vorgenommen. Erst jetzt können wir die Rippenlehre auf unserer Grundplatte festheften und die entsprechenden Anschlagklötze anbringen und gleichzeitig die Punkte für die Diagonalen, Holmdurchlässe usw. übertragen. Ist dies geschehen, so wird die Lehre wieder entfernt und dient zur Anfertigung weiterer Bauvorrichtungen. Gleichzeitig wird diese Lehre zum Anreißen der Nasenrundung und des Nasenleisteneinschnittes an der später zu verputzenden Rippe verwendet. Außerdem dient uns die Lehre zur ständigen Kontrolle der angefertigten Bauteile. Deshalb müssen solche Lehren in der Werkstatt besonders schonend behandelt werden. Man bewahrt sie am besten durch Aufhängen an einem Nagel an der Wand auf.

Auf diese Art sind alle Aufrisse für Bauvorrichtungen und Einzelteile bzw. Untergruppen herzustellen.

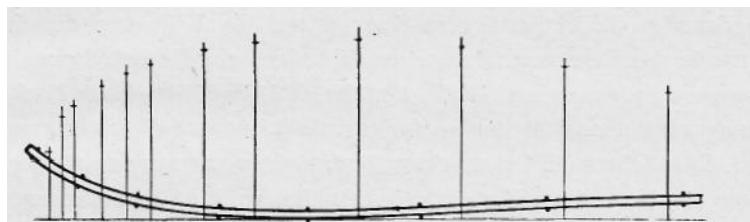


Bild 7
Lehrenaufriß mit Strakleiste oder Kurvenlineal

Für große Bauteile, wie Spannturm, Gitterrumpf oder Hauptholme, wird man natürlich keine Lehren bauen, da dies einmal im Materialverbrauch zu teuer ist und zum anderen, weil solche großen Lehren beim Aufreißen nicht die erforderliche Genauigkeit ergeben. Deshalb werden

solche großen Bauteile direkt auf die Grundplatte aufgerissen, Die Kontrolle muß dann mittels Zeichnung erfolgen.

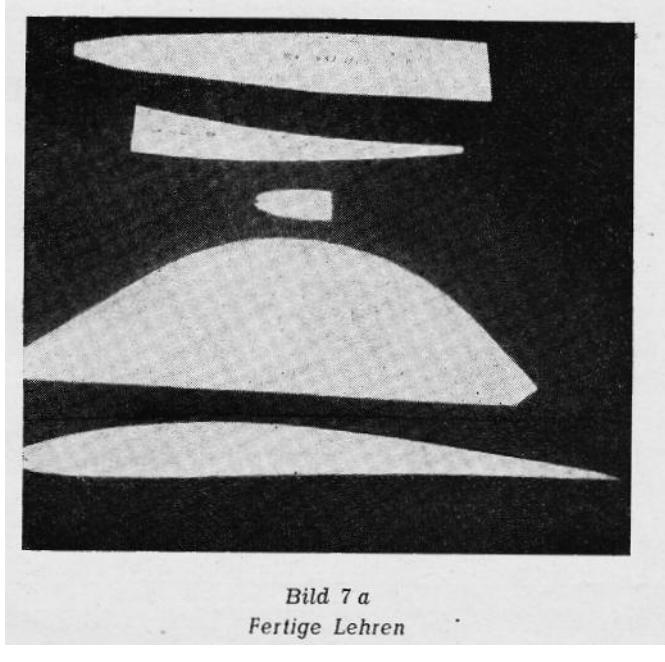


Bild 7 a
Fertige Lehren

3. BAUGRUPPE TRAGFLÜGEL

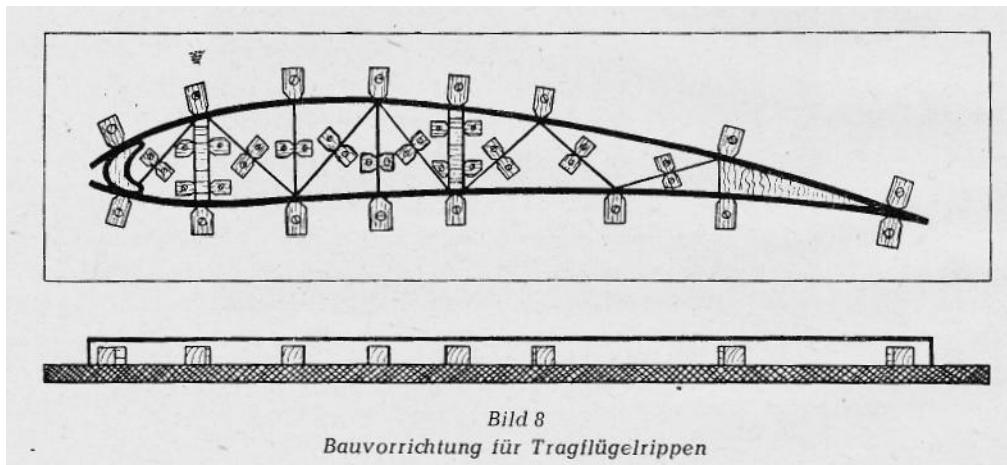
Für den Bau eines Tragflügels werden eine Reihe von Bauvorrichtungen benötigt. Es sind dies in erster Linie:

- Bauvorrichtungen für Rippen
- Bauvorrichtungen für Holme
- Bauvorrichtungen für Randbogen
- Helling für Zusammenbau der Tragfläche
- Helling für Zusammenbau des Querruders.

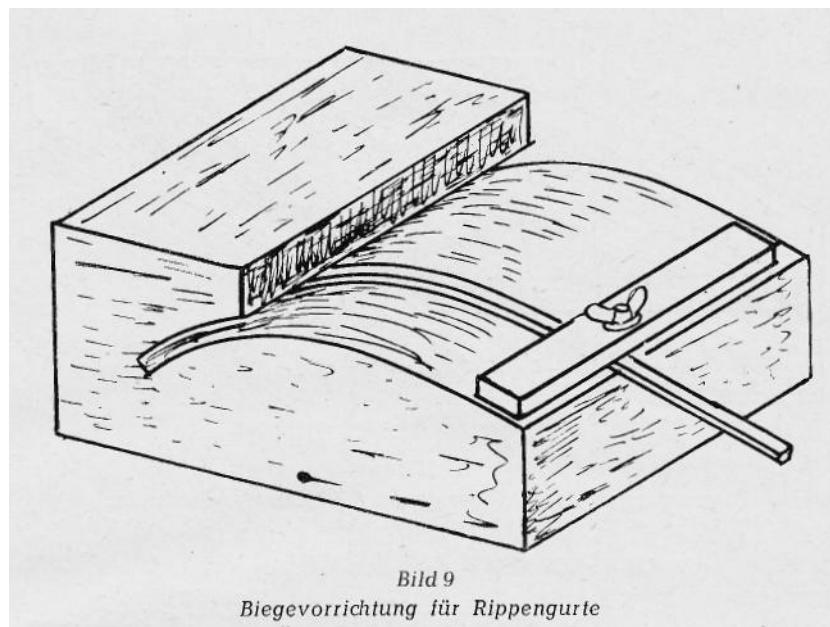
Bauvorrichtungen für Rippen

Eine Bauvorrichtung für eine Rippe wird folgendermaßen angefertigt: Wir haben bereits auf die Grundplatte unsere Lehre aufgeheftet und setzen nun die Begrenzungsklötzte an. Dazu verwenden wir solche aus Hartholz, da Weichholzklötzte nicht lange halten. Die Klötzte müssen winkelrecht geschnitten sein, da sonst die Rippe nicht genau wird, und zum anderen können beim Herausnehmen Schwierigkeiten auftreten. Wir setzen die Klötzte so an, daß sie mit der Hirnseite die Begrenzung angeben. Würden wir die Langholzseite zur Begrenzung verwenden, so besteht die Gefahr, daß die Klötzte beim Nachschwinden nicht mehr winkelrecht stehen und demzufolge unsere Vorrichtung unbrauchbar wird. Die Klötzte hält man etwa 2 mm niedriger als das zu bauende Teil und setzen sie dort an, wo Stege und Diagonalen auf die Rippenlängsgurte stoßen. Für die Holmdurchlässe müssen ebenfalls genaue Begrenzungen angebracht werden, ebenso für die Stege und Diagonalen. Die Begrenzungsklötzte werden am zweckmäßigsten aufgeleimt und aufgeschraubt. Es ist für den Gruppenbau nicht ratsam, solche Rippenbau-Vorrichtungen anzufertigen, womit mehrere Rippen übereinander angefertigt werden können, denn diese Bauweise erfordert viele Erfahrungen und führt im Gruppenbau zu großem Ausschuß in bezug auf Verletzungen beim Herausnehmen und schlechten Leimungen.

Aus diesen Gründen ist es auch ratsam, die Rippen in der Bauvorrichtung nur einseitig zu beplanken. Die Rückseite kann außerhalb der Bauvorrichtung beplankt werden.



Zum Bau von Flügelrippen ist es ratsam, eine kleine Vorrichtung zum Vorbiegen der Rippengurte anzufertigen. Damit haben wir die Gewähr, daß uns die Gurte beim Einlegen nicht brechen und gleichzeitig den Profilumriß gut herausbekommen.



Bauvorrichtung für Hauptholme

Bei der Herstellung einer Bauvorrichtung für Hauptholme wird der Aufriß des Holmes direkt auf der Grundplatte vorgenommen. Dies geschieht mittels einer aufgespannten dünnen Richtschnur, einem Winkel und einem spitzen Bleistift. Die aufgetragenen Punkte werden dann mit einem Lineal verbunden und mit dem Bleistift angerissen. Nun kann man zwei Arten von Bauvorrichtungen anwenden, und zwar je nachdem, ob man den Doppel-T-Holm in einem oder in zwei Arbeitsgängen herstellen will. Will man den Holm in einem Arbeitsgang herstellen, so bringt man die Begrenzungsklötzte nach dem Prinzip der Rippen-Bauvorrichtungen an (also 2 mm niedriger als der fertige Holm). Dabei muß man bei der Herstellung des Holmes den Sperrholzsteg vorher genau und ohne Spannung zwischen die Begrenzungsklötzte einpassen, und das Leimen muß sehr schnell gehen.

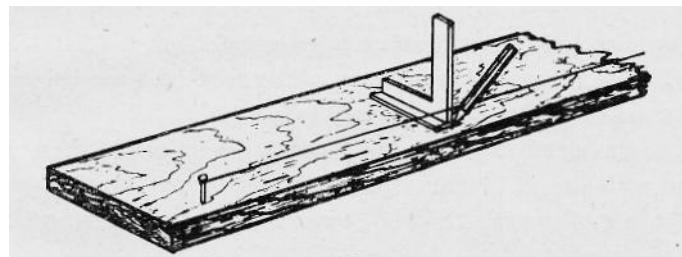


Bild 9 a
Das Aufreißen von langen geraden Linien

Stellt man den Holm in zwei Arbeitsgängen her, so wendet man folgende Arbeitsweise an:

1. Begrenzungsklötze nach Bild 10 anbringen.
2. Erste Holmhälfte einpassen und einleimen und nach dem Trocknen abrichten.
3. Sperrholzsteg aufleimen, nach dem Trocknen die erste beplankte Holmhälfte herausnehmen, das überstehende Sperrholz verputzen und wieder einlegen.
4. Begrenzungsklötze erhöhen, nach Bild 11.
5. Zweite Holmhälfte einpassen und einleimen.

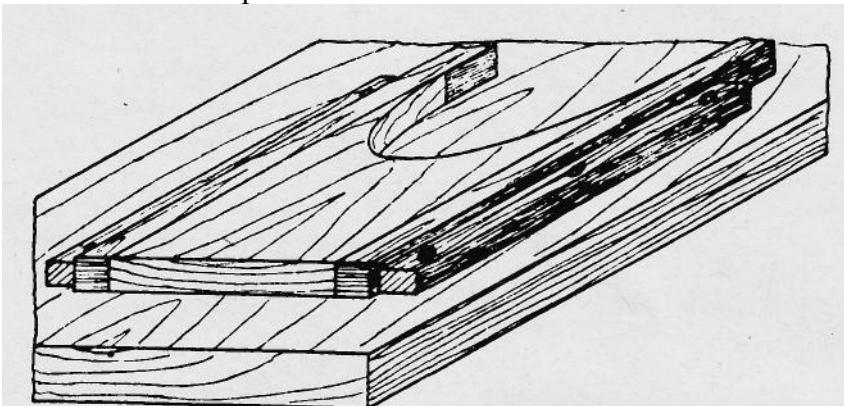


Bild 10
Begrenzungsklötze für Hauptholm SG 38 erste Arbeitsfolge

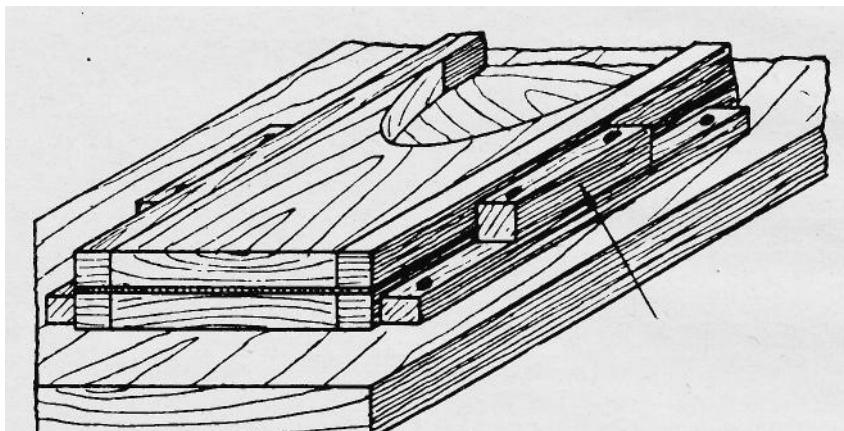


Bild 11
Begrenzungsklötze für Hauptholm SG 38 zweite Arbeitsfolge

Diese Arbeitsweise wird allen Lehrgruppen empfohlen.

Beim Aufreißen des langen Hauptholmes verwendet man am besten eine dünne Schnur, die man über die ganze Länge spannt (siehe Bild 9 a).

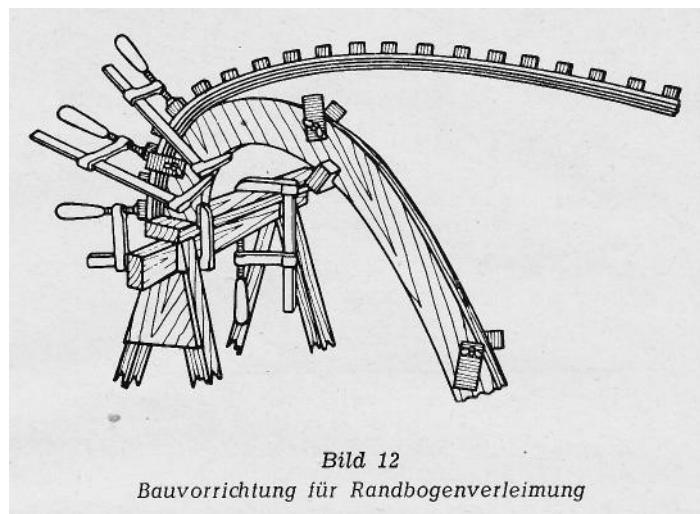
In Abständen von einem Meter punktiert man die Gerade und verbindet die Punkte dann mit einem Lineal. Auch beim Ansetzen der Begrenzungsklötze erzielt man eine größere Genauigkeit, wenn man sie an das angeheftete Lineal ansetzt und verleimt.

Bauvorrichtungen für Hilfsholme

Die Bauvorrichtungen für Hilfsholme werden im Prinzip so wie die RippenBauvorrichtungen angefertigt. Dabei müssen wir aber immer darauf achten, daß wir jeweils einen rechten und linken Holm herstellen. Dies erreichen wir dadurch, daß wir entweder eine rechte und eine linke Bauvorrichtung herstellen, oder, daß wir einmal das Sperrholz auf die Oberseite und einmal auf die Unterseite aufleimen. Leimen wir das Sperrholz auf die Unterseite, so müssen wir dies genau zwischen die Begrenzungsklötze einpassen, denn außerhalb der Bauvorrichtung dürfen die Holme nicht beplankt werden, da sie sich dabei verziehen.

Bauvorrichtungen für Randbogen

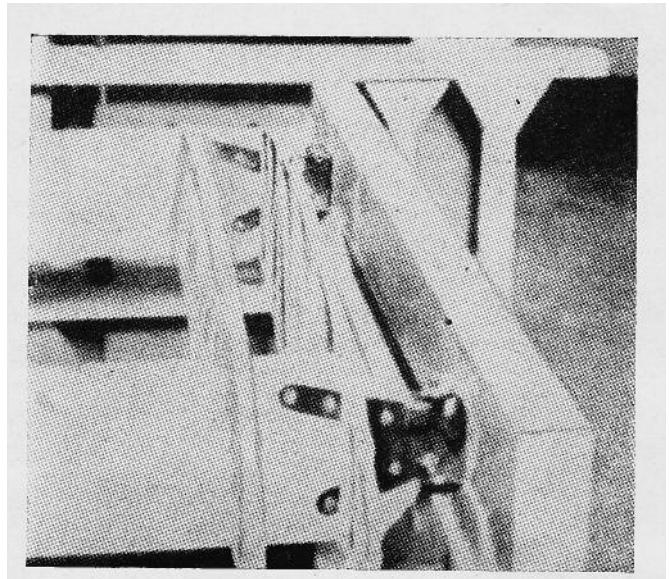
Bauvorrichtungen für die lamellierten Randbögen werden nach Bild 12 angefertigt.



Aus einem vollen Holzklotz, der der Stärke der Lamellen entspricht, sägen wir die innere Umrißform aus und bringen seitlich Halterungen an, damit sich beim Verleimen die Lamellen nicht verschieben.

Helling für den Zusammenbau des Tragflügels

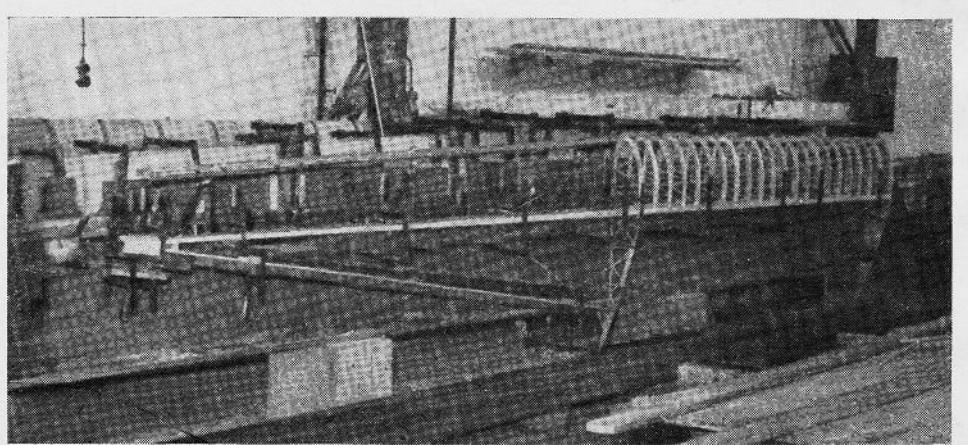
Eine Helling für den Zusammenbau des Tragflügels für SG 38 besteht im Grunde genommen aus vier gleichen am Fußboden befestigten Arbeitsböcken und einer Anschlußlehre für die Flügelwurzel. Dabei müssen die Arbeitsböcke genau mit der Wasserwaage ausgewogen werden, damit die Tragfläche nicht windschief wird. Die Tragflächen werden waagerecht auf den Arbeitsböcken gebaut. Diese Bauweise nimmt zwar viel Platz in der Werkstatt weg, aber sie ist am einfachsten.



*Bild 13 a
Beachte bei der Bauvorrichtung die Anschlußlehre
der Flügelwurzel*

Beim Zusammenbau des Tragflügels brauchen wir dann noch ein langes Richtscheit, womit wir die Fläche an der Nasenleiste genau ausrichten können.

Für einholmige Tragflächen, wie z. B. am Baby IIb, wird eine solche Helling gebaut, in der man die Tragflächen senkrecht zusammenbaut. Dazu benutzt man eine verstellbare Helling, wie dies Bild 14 und Bild 20 zeigt.

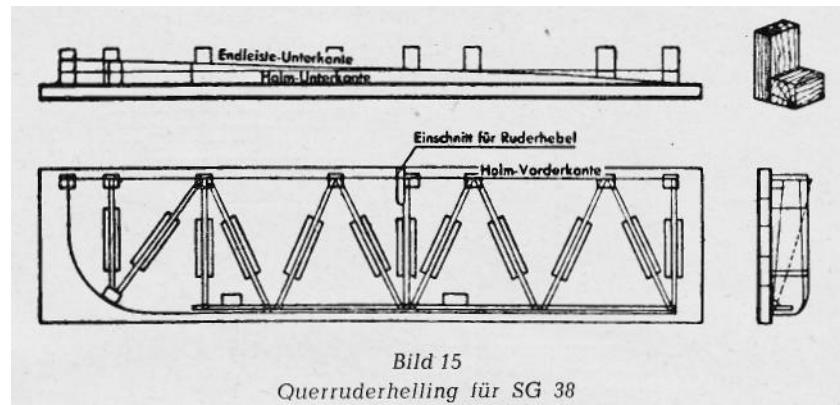


*Bild 14
Tragflügelhelling für den Serienbau (Baby II b)*

Bei Bild 11 besteht der feste Körper aus einem Eisenträger. Diese Helling eignet sich für den Serienbau.

Helling für den Zusammenbau des Querruders

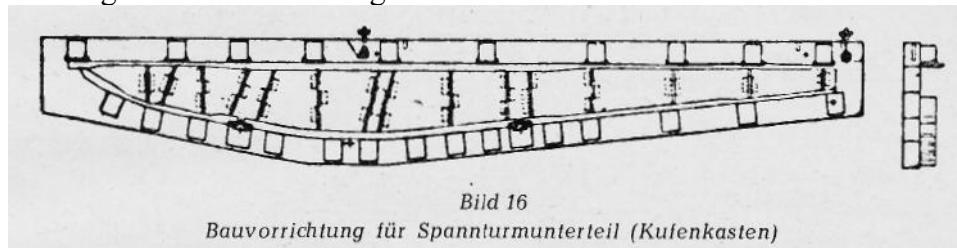
Die Querruderhelling für den SG besteht aus einer Grundplatte und den aufgeleimten Begrenzungsklötzten. Zu beachten ist hierbei, daß die Grundplatte nicht windschief ist und daß die Endleiste genau nach der in der Zeichnung festgelegten Schränkung verläuft. Für den Querruderbau müssen wir zwei spiegelgleiche Hellingen anfertigen.



Man kann aber auch die Querruder hochkant bauen, wie dies Bild 5 (Baby IIbQuerruder) zeigt. Die Herstellung einer solchen Bauvorrichtung ist aber schwierig, weil sie genau ausgelotet werden muß.

4. BAUGRUPPE RUMPF

Der Rumpf des SG 38 besteht bekanntlich aus dem Spannturm und dem Gitterschwanz. Dazu benötigen wir folgende Bauvorrichtungen:



Bauvorrichtung für Spannturmunterteil (Kufenkasten)

Bauvorrichtung für Spannturmoberteil Bauvorrichtung für Rückenstrebe

Bauvorrichtung für Sitz

Bauvorrichtung für Gitterschwanz.

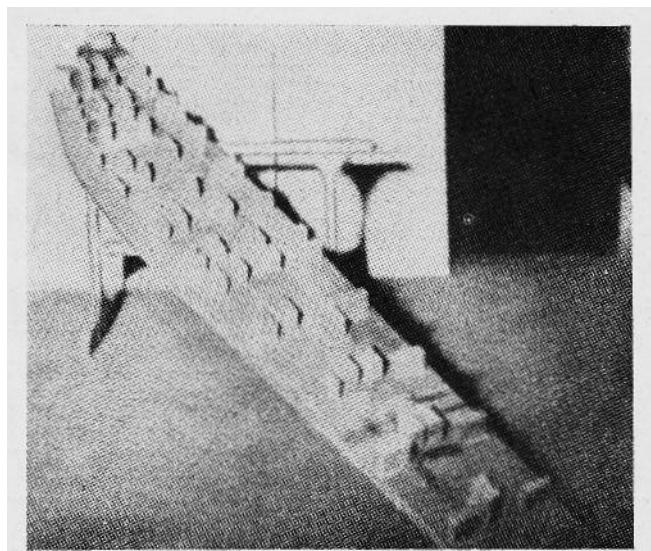


Bild 16 a
Bauvorrichtung für Spannturmunterteil

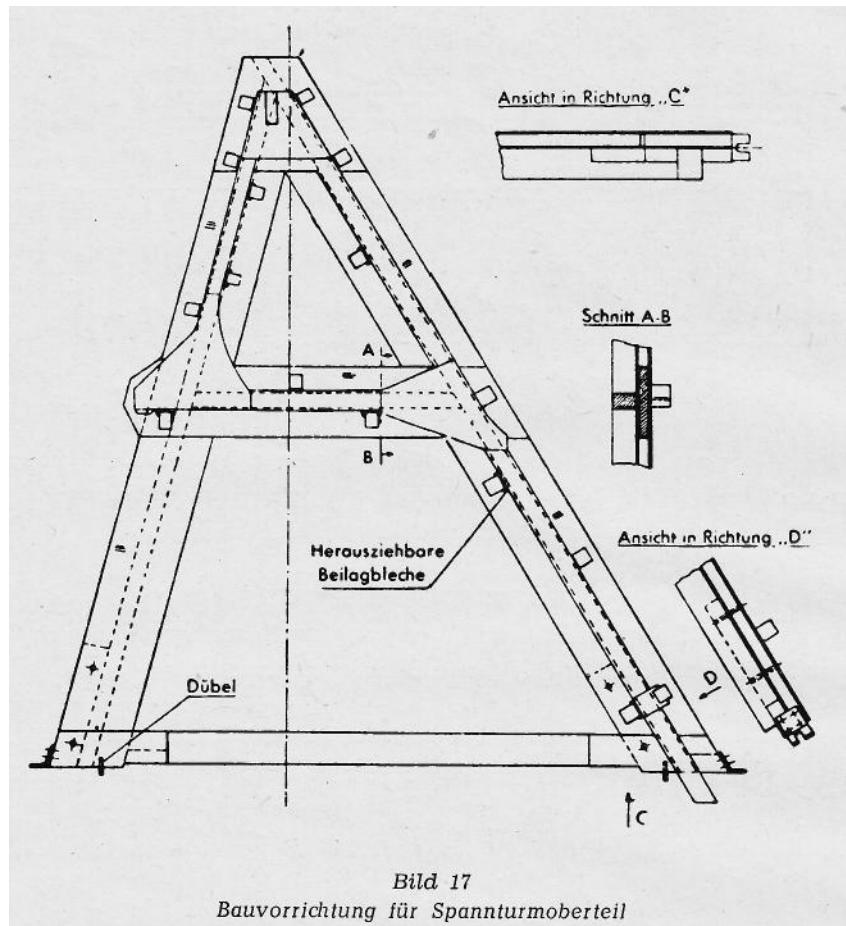


Bild 17
Bauvorrichtung für Spannturmoberteil

Auch hier wird wie bei den Holmen der Aufriß direkt auf der Grundplatte vorgenommen. Gleichzeitig müssen wir darauf achten, daß die Grundplatten nicht windschief gelagert sind. In der üblichen Weise werden die Anschlagklötze angebracht, wobei wir berücksichtigen, daß wir bei den Innenklötzen dünne Spertholz- oder Blechstreifen beilegen müssen, damit wir die verhältnismäßig dicken Bauteile gut aus der Vorrichtung herausnehmen können.

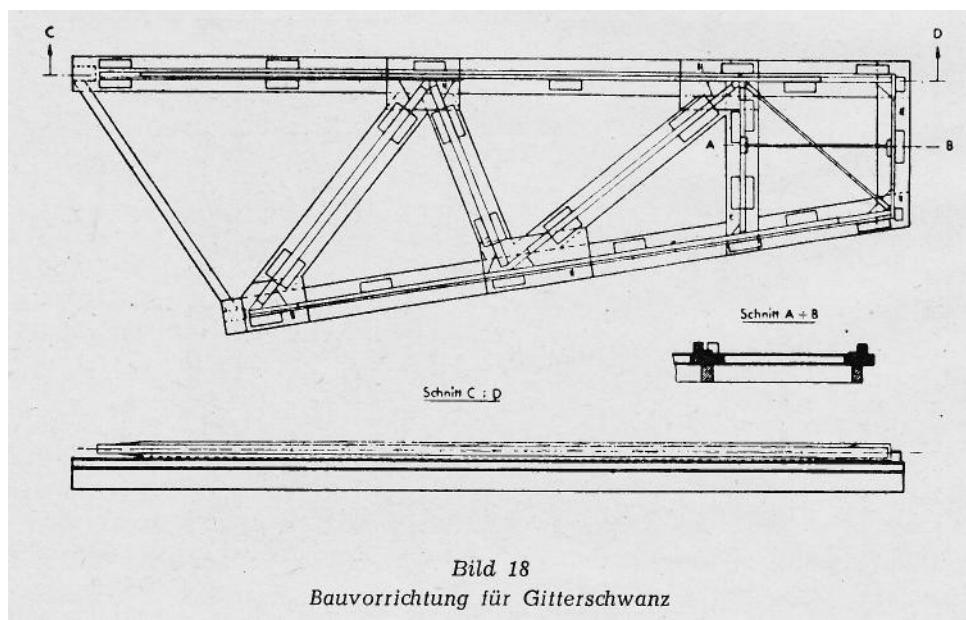


Bild 18
Bauvorrichtung für Gitterschwanz

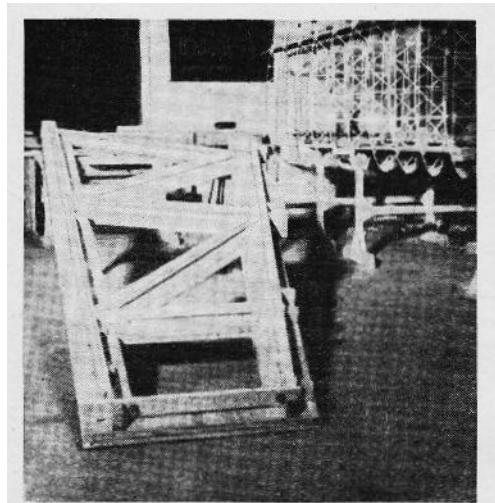


Bild 18 a
Bauvorrichtung für Gitterschwanz

Die Lamellierung des Kufenkastenuntergurtes kann auch direkt in der Bauvorrichtung des Spannturmunterteils durchgeführt werden. Für geschlossene Rümpfe, wie z. B. der des Baby IIb, sind viele Bauvorrichtungen erforderlich. Da brauchen wir einmal die ganzen Spantenbauvorrichtungen, Vorrichtungen für die lamellierten Gurte und eine Helling. Solche Vorrichtungen sind nur für größere Reparaturwerkstätten erforderlich.

Für den Einzelbau und für Reparaturen eignet sich eine verstellbare Helling.

Bauvorrichtungen für Rumpfspanter werden im Prinzip wie Rippen-Bauvorrichtungen angefertigt.

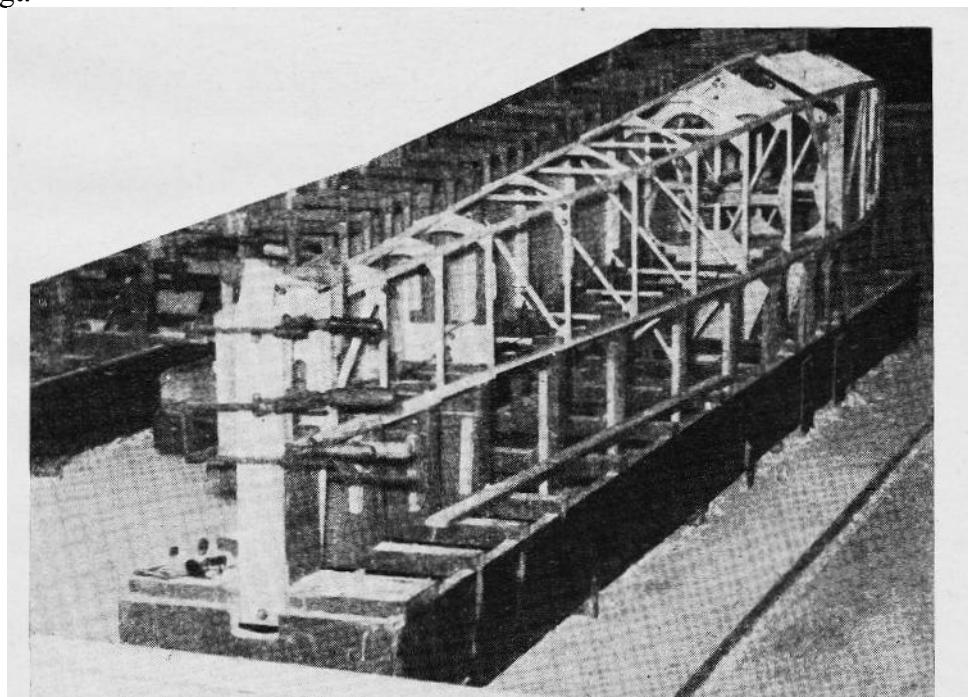


Bild 19
Rumpfhelling für den Serienbau

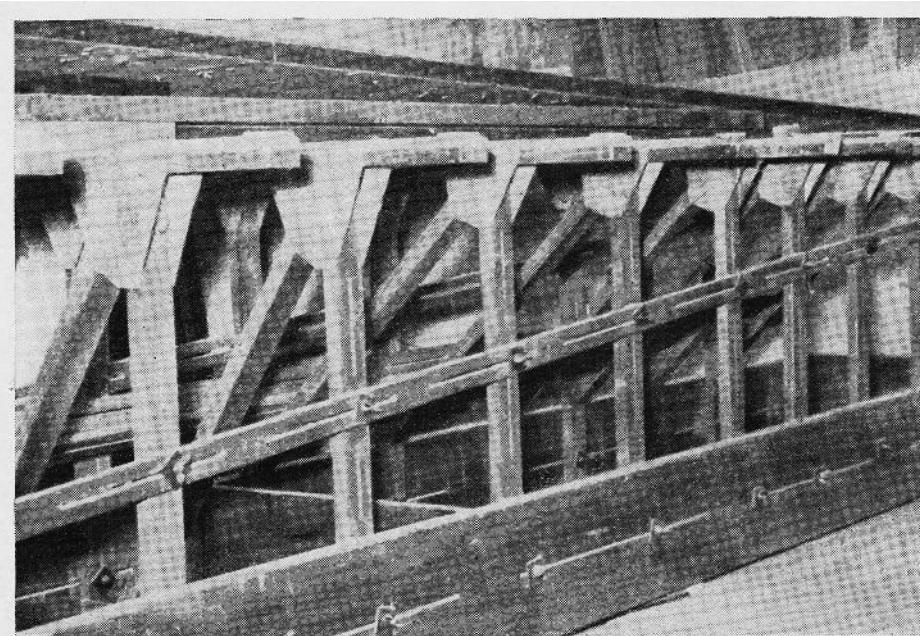


Bild 20
Verstellbare Helling für Einzelbau und Reparaturen für Tragflächen und Rümpfe

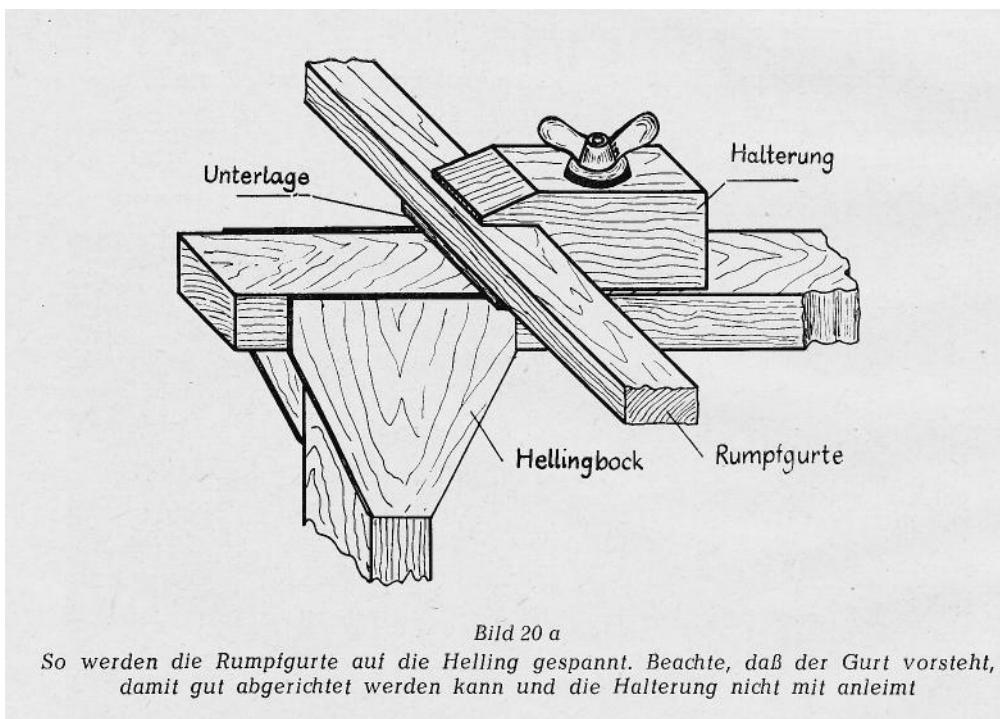


Bild 20 a
So werden die Rumpfgurte auf die Helling gespannt. Beachte, daß der Gurt vorsteht, damit gut abgerichtet werden kann und die Halterung nicht mit anleimt

5. BAUGRUPPE LEITWERK

Auch für Leitwerke müssen Bauvorrichtungen hergestellt werden. Für die Rippen und Holme werden die Bauvorrichtungen in üblicher Weise angefertigt, wie wir sie schon vorhin behandelt haben. Für den Zusammenbau der Baugruppen sind kleine Hellinge erforderlich, die nach dem Prinzip der Querrudderhelling angefertigt werden. Natürlich fällt hier die Spiegelgleichheit weg, da wir jeweils nur ein Teil brauchen.

6. VORRICHTUNGEN FÜR DEN BESCHLAGBAU

Auf die Behandlungen von Bauvorrichtungen für den Beschlagbau kann verzichtet werden, da aus Fertigungsgründen alle Beschläge zentral hergestellt und den Ausbildungseinheiten durch die Bezirks- und Kreisleitungen geliefert werden.

7. BEHANDLUNG UND PFLEGE DER BAUVORRICHTUNGEN

Alle Bauvorrichtungen müssen nach der Anfertigung mit einem Schutzanstrich (möglichst lindgrün) versehen werden, da sie sich sonst verziehen. Vor dem Gebrauch müssen alle Stellen, wo beim Pressen der Leim Zutritt hat, mit Talkum gepudert werden, damit die Bauteile nicht anleimen. Nach Möglichkeit sollte man alle Bauvorrichtungen numerieren oder entsprechend beschriften.

Gleichfalls ist es notwendig, daß alle Bauvorrichtungen gerade und trocken gelagert werden, um ein Verziehen zu verhindern.

UNTERRICHTSTHEMA NR. 3

Die Fertigungs-Selbstkontrolle

1. Einleitung
2. Holzbau
3. Beschlagbau
4. Montage

1. EINLEITUNG

Bei der Ausübung unseres Segelflugsportes ist die Flugsicherheit oberstes Gebot. Sie fängt nicht an bei der Montage des Flugzeuges oder durch Sicherheitsmaßnahmen beim Flugbetrieb, sondern bereits bei der Auswahl der Materialien in der Werkstatt.

Alle Flugzeugteile sind hohen Beanspruchungen ausgesetzt und erfordern daher von jedem Kameraden gewissenhafte Arbeit, peinlichste Sauberkeit und die Einhaltung der Bauvorschriften für den Segelflugzeugbau. Jeder Kamerad, der am Segelflugzeug arbeitet, muß sich ständig überzeugen, ob das Material den Anforderungen entspricht, ob es sachgemäß verarbeitet wird und ob die Bauvorrichtungen mit der Zeichnung übereinstimmen. Er muß täglich prüfen, ob der verwendete Leim noch die erforderliche Festigkeit hat, und er muß besonders beim Leimen die Arbeitsregeln beachten. Alle Materialien, die zur Verarbeitung kommen, sind ständig auf ihre Verwendbarkeit zu prüfen und sind den Bauvorschriften entsprechend zu verarbeiten.

2. HOLZBAU

Bereits beim Zuschnitt des Holzes ist eine exakte Holzauswahl zu treffen, und es ist dabei zu beachten, daß bei den fertigen Leisten, Gurten und Füllklötzen die Jahresringe immer diagonal erscheinen. Alle Querschnittsmaße müssen mit 0,2 mm Übermaß zugeschnitten werden, da die Teile etwas nachtrocknen. Bei Lamellierungen müssen wir immer darauf achten, daß die Jahresringe der einzelnen Lamellen als Fischgrätenmuster erscheinen.

Bei der Verarbeitung der Leisten ist zu beachten, daß der Faserverlauf den Anforderungen entspricht. Hier gilt es gewissenhaft zu handeln, da bei der Abnahme der Bauteile alle Fehlerquellen beanstandet werden. Eine Änderung erfordert dann einen hohen Aufwand an Zeit und Material. Unsere Aufgabe ist es, Volkseigentum zu erhalten, zu mehren und zu schützen.

Also müssen wir bei der Herstellung der Einzelteile besonders darauf achten, daß

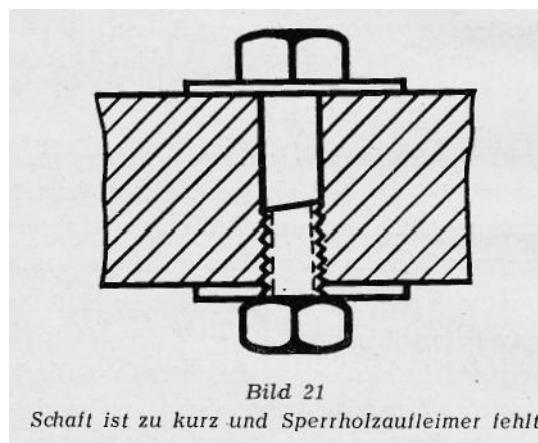
1. einwandfreies Holz verarbeitet wird,
2. die Faserrichtung des Sperrholzes so liegt, wie es die Zeichnung vorschreibt,
3. die geforderten Maße eines jeden Einzelteiles eingehalten werden,
4. beim Vorrichten der Leimungen der Arbeitsplatz sauber und staubfrei ist, . daß die Leimflächen gut zueinander passen und die Verarbeitungsvorschriften für den jeweils zu verarbeitenden Leim genauestens eingehalten werden. Leimungen sind auf ihre Festigkeit durch Fingerdruckproben zu prüfen.
5. Die Bauteile sind auf Maßhaltigkeit zu prüfen (Vergleich nach Zeichnung oder Lehren).

3. BESCHLAGBAU

Im Beschlagbau muß darauf geachtet werden, daß die Oberfläche des Werkstoffes nicht durch Risse, Kratzer oder Druckstellen beschädigt wird. Es sind beim Einspannen ständig Schutzbacken aus Leichtmetall zu verwenden. Schweißnähte sind zu prüfen, ob durchgeschweißt ist. Öl-Kreideprobe: einstreichen der Schweißnaht mit Öl, die Gegenseite mit Kreide. Werden Ölflecke in der Kreide sichtbar, sind Schweißfehler vorhanden. Diese Bauteile sind nicht zu verwenden. Da aus produktionstechnischen Gründen die fertigen Beschläge an die Ausbildungseinheit geliefert werden, ist vor der Montage zu prüfen, ob alle Beschläge einen Schutzanstrich haben und ob durch den Transport dieser Schutzanstrich beschädigt ist. Bei Beschädigungen ist vor der Montage der Anstrich zu erneuern. Verbogene Beschläge sind nicht zu richten, sondern müssen im Herstellerwerk reklamiert werden.

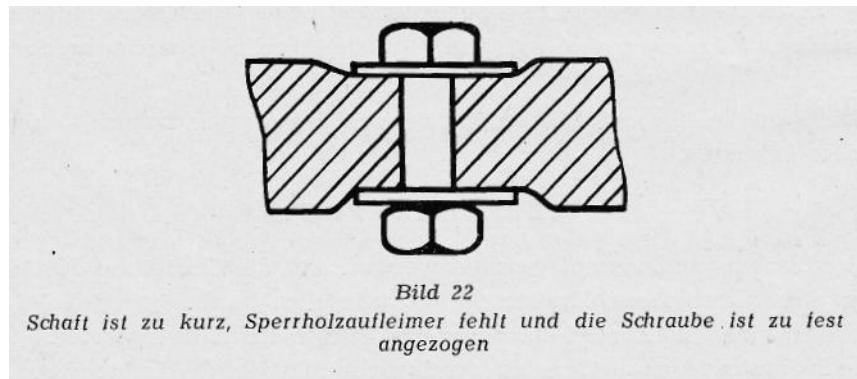
4. MONTAGE

Bei der Montage kommt es besonders darauf an, daß wir uns ständig überzeugen, daß keine Meßfehler vorkommen. Überall, wo Beschläge eingebaut werden, müssen die Holzteile, die durch die notwendigen Bohrungen geschwächt werden, durch Sperrholzlaschen verstärkt sein. Bei Schraubenverbindungen ist immer darauf zu achten, daß der Schaft der Schraube so lang sein muß, daß Beschläge noch darauf ruhen, also nie tragendes Gewinde im Flugzeugbau.



Weiter müssen wir immer Unterlegscheiben verwenden, damit jede Schraube fest angezogen werden kann und keine Eindrücke entstehen.

Wenn die Schaftlänge zu kurz ist, so zeigen sich weitere Fehler in der Verarbeitung, die es zu erkennen und zu verhindern gilt. Übermäßiges Festschrauben sowie Eindrücken des Beschläges in die Holzteile verursachen Zerstörung der Holzfaser und somit Bruchgefahr.



Bei der Montage von Beschlägen ist darauf zu achten, daß diese genau nach Zeichnung und winkelrecht angesetzt werden. Beim Bohren ist auf die winkelrechte Haltung der Bohrmaschine zu achten.



Bild 23

Beim Bohren ist ständig das winkelrechte Halten der Bohrmaschine zu kontrollieren



Bild 24

Schief gebohrt, der Sperrholzaufleimer fehlt und Kanten sind eingebrochen

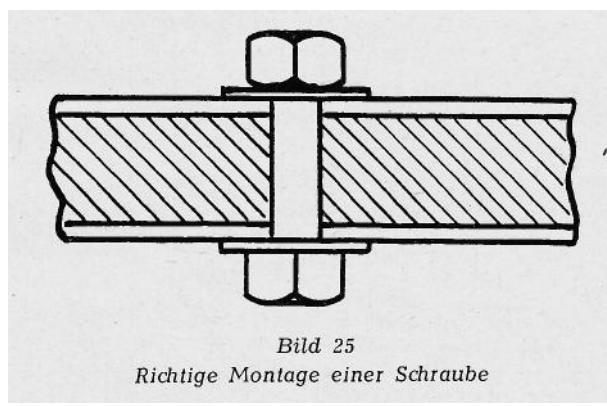


Bild 25

Richtige Montage einer Schraube

Wichtig ist, daß auf Holzteilen stets große Unterlegscheiben verwendet werden müssen, damit eine gute Druckverteilung erreicht wird. Überall, wo Beschläge montiert werden, sind die

Holzteile vorher mit einem Schutzanstrich zu versehen, damit später eindringende Feuchtigkeit auch hier keine Fäulnis hervorruft.

Wenn wir uns bewußt sind, welche Verantwortung wir beim Bau eines Segelflugzeuges haben, so werden wir alles tun, um Fehlerquellen auszuschalten, werden verantwortungsbewußt und gewissenhaft arbeiten. Wenn wir bedenken, daß es im Flugzeugbau in der Ausführung der Arbeit nur ein Brauchbar und Unbrauchbar gibt, so bedeutet es für uns, saubere Arbeit zu leisten.

Saubere und gewissenhafte Arbeit kann man aber auch nur vollbringen, wenn die Werkzeuge und der Arbeitsplatz ständig in Ordnung sind. Wie oft kann man beobachten, daß die Werkzeuge stumpf sind oder daß Werkstücke und Werkzeuge, die bei der auszuführenden Arbeit nicht gebraucht werden, unnütz herumliegen. Es ist klar, daß es so keinen reibungslosen Arbeitsablauf geben kann.

Kontrollieren wir also unsere Arbeit ständig selbst, damit wir alle recht schnell vorwärtskommen und beim Flug immer mehr das Gefühl der völligen Sicherheit zu unserem Gerät erlangen.

UNTERRICHTSTHEMA NR.4

Kleine Statik im Segelflugzeugbau

1. Einleitung
2. Allgemeines über Statik
3. Statischer Aufbau von Einzelteilen
4. Statischer Aufbau des Tragflügels
5. Statischer Aufbau des Rumpfes
6. Statischer Aufbau des Leitwerks

1. EINLEITUNG

Wir haben bereits im dritten Unterrichtsthema der Baustufe A die Hölzer, die wir zum Bau von Gleit- und Segelflugzeugen verwenden, kennengelernt, und wir wollen heute darüber sprechen, wie diese Hölzer am günstigsten verarbeitet werden.

Aus der Forderung, daß einerseits Gleit- und Segelflugzeuge sehr leicht gebaut werden müssen, und andererseits, in bezug auf die Flugsicherheit, hohe Festigkeiten erzielt werden müssen, ergeben sich für den Flugzeugkonstrukteur gewaltige Aufgaben. Es kommt darauf an, den Aufbau der Flugzeugzelle so zu gestalten, daß mit geringsten Materialquerschnitten die geforderten Festigkeiten erreicht werden. Für uns Segelflieger ist es nicht nur wichtig, daß wir die Flugzeugteile laut Fertigungsunterlagen nachbauen, sondern wir wollen auch wissen, warum das eine oder andere Teil gerade so vom Flugzeugkonstrukteur festgelegt wurde.

Dabei kommt es im Rahmen unserer technischen Ausbildung nicht darauf an, statische Berechnungen zu erlernen, sondern wir wollen uns im Bau von Flugzeugen und in der Durchführung von Flugzeugreparaturen größere Sicherheit verschaffen.

2. ALLGEMEINES ÜBER STATIK (FESTIGKEITSLEHRE)

Rein technisch-mechanisch werden alle Körper als starr angesehen, und es wird nur das gegenseitige Verhalten der äußeren Kräfte untersucht. In der Festigkeits- und Elastizitätslehre dagegen wird das Material selbst betrachtet. Aufgabe der Festigkeitslehre ist, die günstigste Querschnittsform zu berechnen, die man einem Werkteil geben muß, der bestimmte Kräfte aufnehmen soll.

Jeder Werkstoff ist elastisch und erleidet daher unter Einwirkung von Kräften eine Formänderung, die nach Aufhören der Kraftwirkung ganz oder teilweise wieder verschwindet. Unter Festigkeit versteht man den Widerstand, den ein Körper von außen auf ihn einwirkenden Kräften bis zu seinem Bruch entgegengesetzt.

Diese Wirkung kommt dadurch zustande, daß die kleinsten Teile des Körpers, die Moleküle, mit den in diesen wirkenden sogenannten Molekularkräften den Körper gegen die von außen auf ihn einwirkenden Kräfte zusammenhalten.

Hat ein Körper die richtigen Abmessungen bei einer bestimmten Festigkeit seines Stoffes, so halten sich die äußeren und inneren Kräfte das Gleichgewicht.

(Kohäsion: Verbindungskraft der kleinsten Teile ein und desselben Körpers.) (Adhäsion: Verbindungskraft der kleinsten Teile zweier verschiedener Stoffe, Leimverfahren, Lackverfahren usw.)

Festigkeitsfälle:

Je nach Lage und Richtung der äußeren Kraft zur Symmetriechse eines Körpers unterscheidet man mehrere verschiedene Festigkeitsarten.

Beanspruchung auf Zug (Zugfestigkeit)

„ „ Druck (Druckfestigkeit)

„ „ Schub- und Scherwirkung (Schub- und Scherfestigkeit)

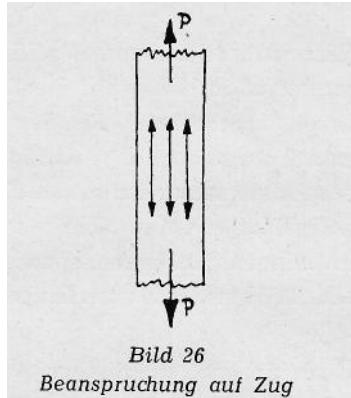
„ „ Biegung (Biegefestigkeit)

„ „ Knick (Knickfestigkeit)

„ „ Verdrehung (Torsionsfestigkeit)

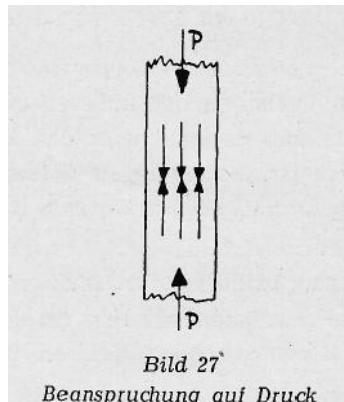
a) Beanspruchung auf Zug

Eine Kraft beansprucht z. B. einen Stab auf Zug, wenn sie in Richtung der Stabachse und senkrecht zum Querschnitt wirkt und den Stab zu verlängern sucht. (Gefährdeter Querschnitt an der Einspannstelle.)



b) Beanspruchung auf Druck

Die Kraft wirkt ebenfalls in Längsrichtung, senkrecht zum Querschnitt und versucht den Stab zu verkürzen.



c) Beanspruchung auf Schub- und Scherfestigkeit

Die Kraft wirkt senkrecht zur Längsachse und liegt in der Ebene des beanspruchten Querschnittes. Die Zerstörung würde durch Abtrennen in einer Fläche erfolgen.

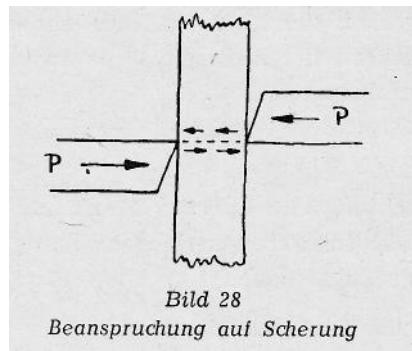


Bild 28
Beanspruchung auf Scherung

d) Beanspruchung auf Biegung

Die Kraft wirkt unter einem Winkel zur Längsachse des Körpers, der entweder einseitig befestigt und am freien Ende belastet (Freiträger) oder aber mehrmals aufgelagert ist.

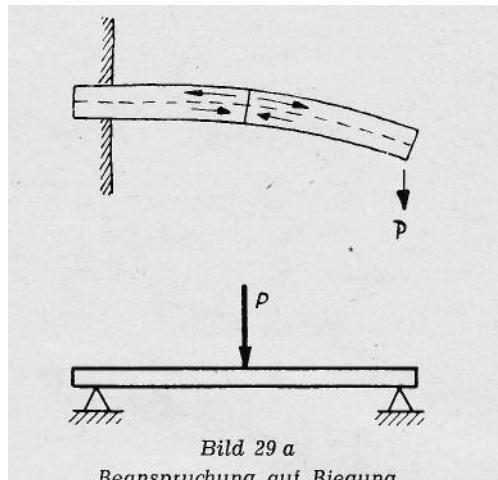


Bild 29 a
Beanspruchung auf Biegung

e) Beanspruchung auf Knickung

Die Kraft wirkt in der Längsachse eines Körpers, dessen Höhe bzw. Länge im Verhältnis zu seinem Querschnitt sehr groß ist. Die Zerstörung würde durch seitliches Ausknicken erfolgen.

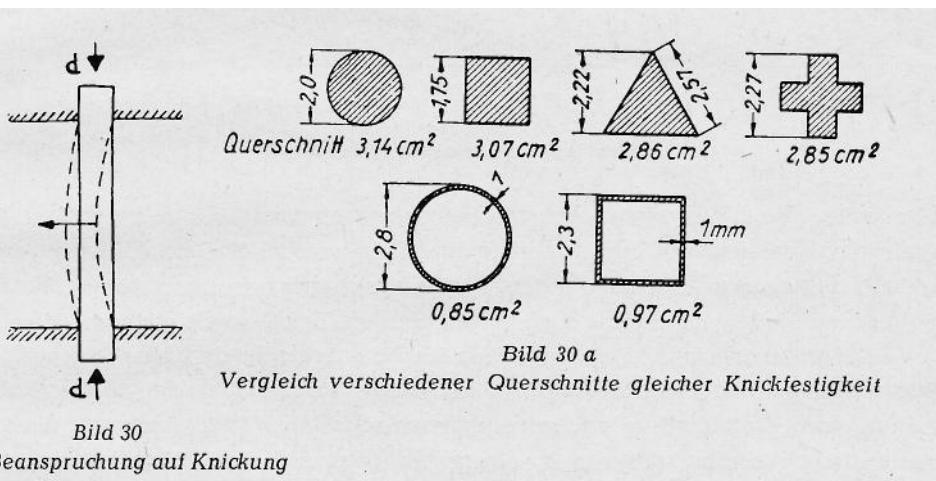


Bild 30 a
Vergleich verschiedener Querschnitte gleicher Knickfestigkeit

Bild 30

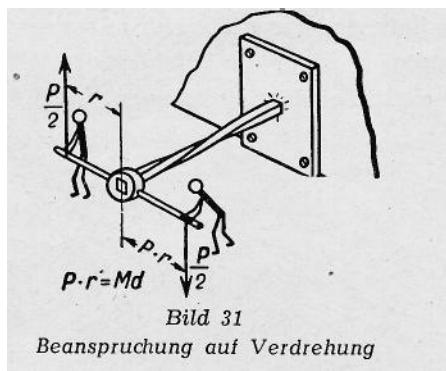
Beanspruchung auf Knickung

f) Beanspruchung auf Verdrehung

Die Kraft wirkt auf den Körper derart, daß er um seine Mittelachse verdreht wird.

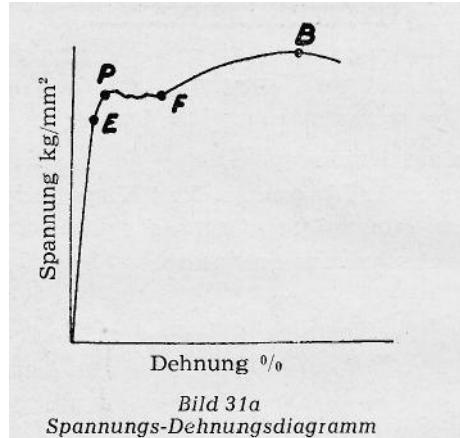
In einigen Fällen interessiert die Beanspruchung bis zum Bruch des Körpers. Dies ist sehr wichtig für Sollbruchstellen am Flugzeug. Weiterhin gibt es noch eine Elastizitätsgrenze, die für unsere Flugzeugteile von großer Bedeutung ist, z. B. bei Schwingungen wird der Körper oft innerhalb der Elastizitätsgrenzen beansprucht.

Beispiel: Tragflächen und Leitwerk.



Die Elastizitätsgrenze E stellt die Spannung dar, bei der ein belasteter Stab nach seiner Entlastung wieder auf seine ursprüngliche Länge zurückgeht.

Bei weiterer Belastung kommen wir an die Proportionalitätsgrenze P, das ist die Spannung, bis zu der die Dehnung der Belastung entspricht. Nach der Proportionalitätsgrenze fließt ein Stab, wenn ich ihn weiter belasten will, bis zur Fließgrenze F einfach in die Länge. Nach der Fließgrenze F beginnt der Stab wieder Kräfte aufzunehmen. Ich kann ihn dann noch einmal weiter bis zur Bruchgrenze B beladen. Diese Bruchgrenze stellt die statische Festigkeit eines Körpers dar.



Die Kräfte, die in den verschiedensten Beanspruchungen am Flugzeug auftreten, sind vom Konstrukteur bis zum kleinsten Teil berechnet. Deshalb ist es unbedingt notwendig, daß die in den Fertigungsunterlagen angegebenen Materialien und Maße genauestens eingehalten werden. Dabei spielt auch der Faserverlauf des zu verarbeitenden Sperrholzes eine entscheidende Rolle. Wir wollen nun an einigen Beispielen erläutern, welche Querschnitte zur Aufnahme von Biegekräften am günstigsten sind. Gehen wir aus von einem quadratischen Kiefernstab von 1 x 1 cm. Er trägt auf eine Länge von 90 cm ein Gewicht von 1 kg. Die gleiche Querschnittsfläche hat ein Kiefernstab von 2 x 1/2 oder 3 x 1/3 cm Querschnitt. Der Flachkantstab 2 1/2 trägt nur noch die Hälfte, halten wir aber den Stab hochkant, so trägt er die doppelte Last. Nehmen wir nun noch den Hochkantstab 3 x 1/3 cm, so hält er bereits annähernd das Dreifache. Die Querschnittsänderung läßt sich selbstverständlich in dieser Weise nicht beliebig fortsetzen.

Ergebnis: Alle Querschnitte sind so einzubauen, daß sie hochkant belastet sind.

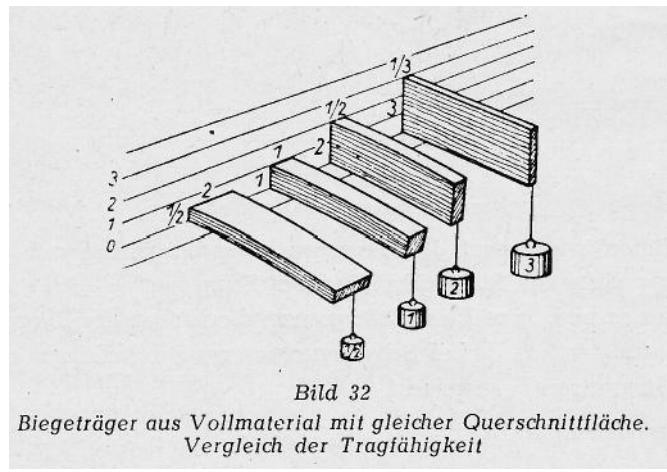


Bild 32

Biegeträger aus Vollmaterial mit gleicher Querschnittsfläche.
Vergleich der Tragfähigkeit

Wir können aber den Querschnitt noch günstiger aufteilen und aus dem vorhandenen Material einen sogenannten Kastenträger bauen. Dabei teilen wir uns den quadratischen Stab in zwei Leisten $1 \times \frac{1}{2}$ auf und verbinden diese durch einen beiderseitigen Sperrholzsteg. Bauen wir den Kastenholm z. B. 2 cm hoch, so daß die lichte Weite 1 cm wird, dann hält dieser Kastenträger auf gleicher Länge wie der quadratische Träger das $3 \frac{1}{2}$ fache, also mehr als der Vollholzträger $3 \times \frac{1}{3}$ cm. Machen wir den Kastenholm nur 3 cm hoch, dann hält er nicht nur noch einmal so viel, sondern $12 \frac{2}{3}$ mal so viel wie der quadratische Träger. Der günstigste Biegequerschnitt ist also der des Kastenträgers.

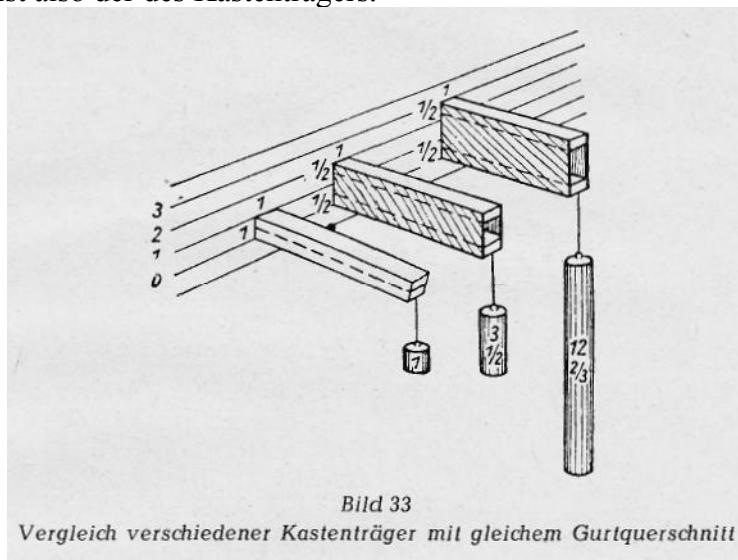


Bild 33

Vergleich verschiedener Kastenträger mit gleichem Gurtquerschnitt

Man kann bei dem Kastenträger die Sperrholzverbindung einseitig oder auch in die Mitte legen, sodaß wir einen sogenannten U-Träger bzw. einen Doppel-T-Träger erhalten.

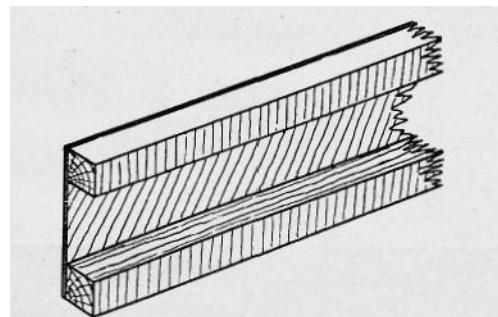


Bild 34
U-Holm

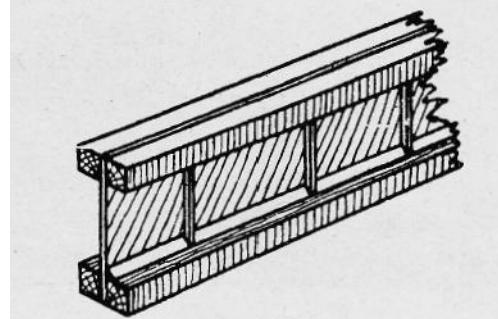


Bild 35
T- (Doppel-T) Holm

Diese Trägerbauweise wird im allgemeinen im Segelflugzeugbau angewandt, wobei durch die verschiedenen Holmquerschnitte die Zug- und Druckbeanspruchung aufgenommen wird. Außerdem wird dabei eine Drehsteifigkeit bei den einzelnen Teilen erreicht. Die Verdrehungsfestigkeit an ganzen Konstruktionsgruppen wird im allgemeinen auf vier Arten hergestellt:

- | | |
|--|-----------------|
| a) Durch Verspannung oder Verstrebung | Bild 36 |
| b) Durch Diagonalverband oder | Bild 37 |
| c) durch Kasten oder Torsionsnase oder | Bild 38 u. 38 a |
| d) durch Schalenbauweise | Bild 39 u. 39 a |

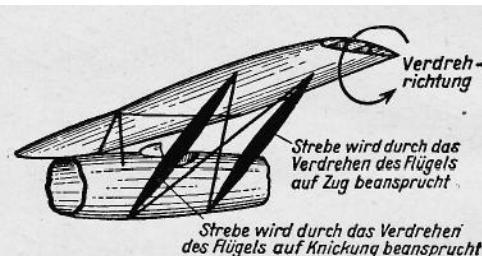


Bild 36
Hier wird die Verdrehungsfestigkeit des Tragflügels durch Verstrebung hergestellt

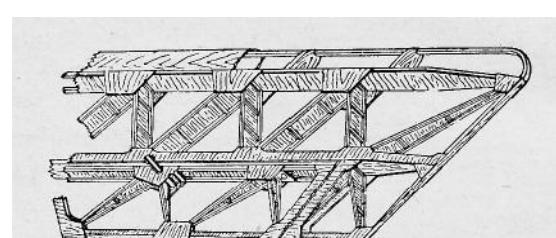


Bild 37
Diagonalverband

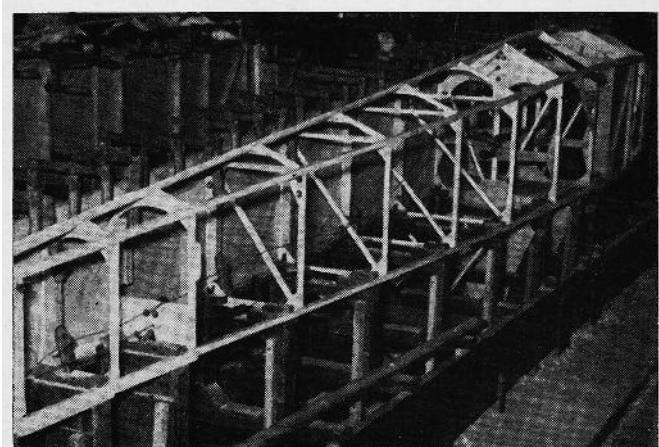


Bild 38

*Das Rumpfgerüst wird mit einer Sperrholzhaut beplankt,
so daß ein geschlossener Kasten entsteht*

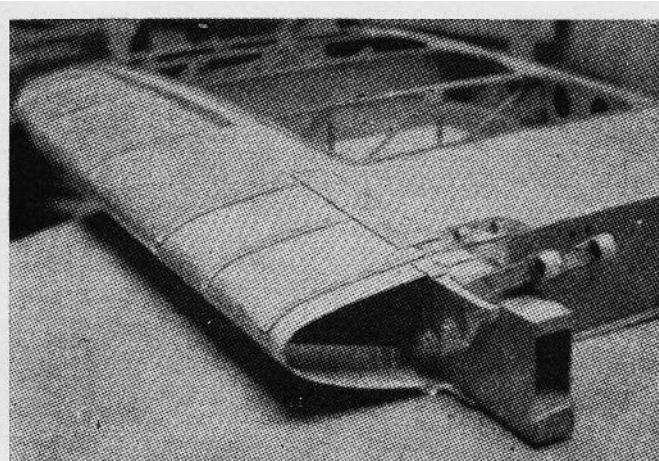


Bild 38 a

Torsionsnase einer Tragfläche

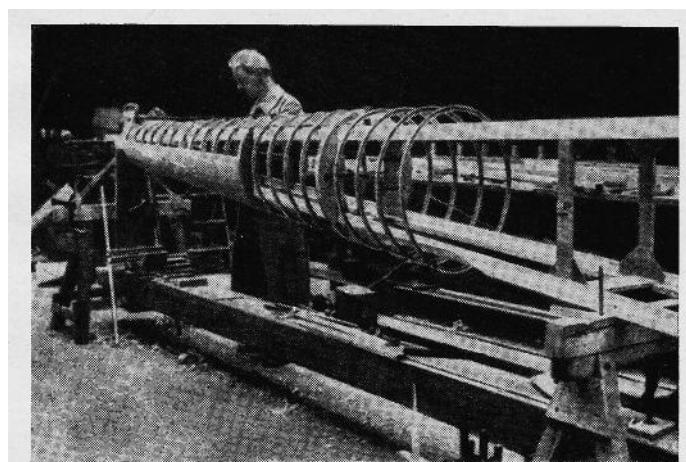


Bild 39

Schalenaufbauweise eines Rumpfes. Beachte die Schäftezulagen

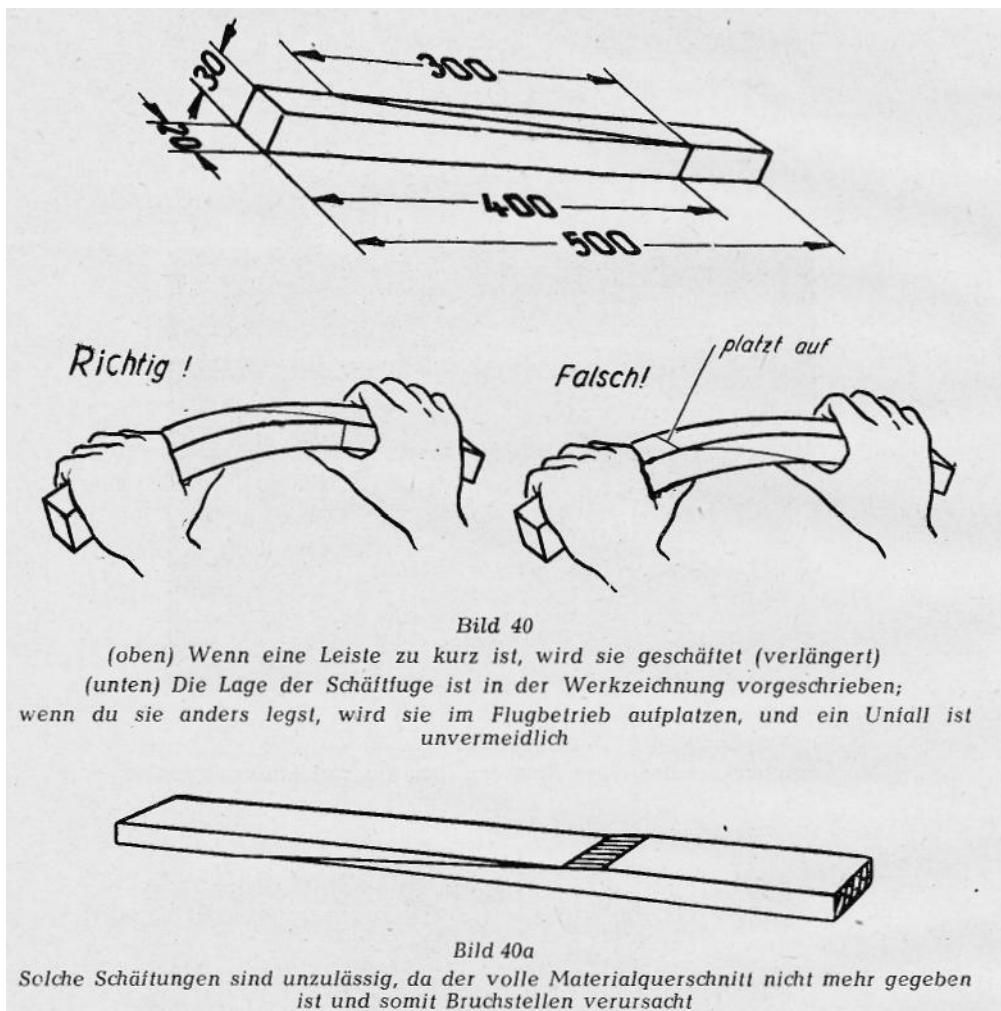


Bild 39 a

Innenansicht der Rumpfschalenbauweise. Alle Zulagen und das Hellinggerüst sind von innen entfernt

Dabei wird der Diagonalverband oder die Außenhaut so stark dimensioniert, daß gleichzeitig die auftretenden Druck- und Biegekräfte mit aufgenommen werden.

Bei Anwendung der verschiedenen Bauweisen werden die Materialien, wie Leisten, Füllklötze und Sperrholz, durch Leimverfahren miteinander verbunden, das heißt statisch gesehen, daß nicht nur die Materialquerschnitte entsprechend dimensioniert sind, sondern daß ebenfalls die Leimflächen genügend groß sein müssen, um die einzelnen Kräfte zu übertragen. Dabei müssen die Leimflächen immer so gelagert sein, daß sie auf Schub beansprucht werden. Dies ist besonders bei Schäften zu beachten.



3. STATISCHER AUFBAU VON EINZELTEILEN

Leitwerkrippen:

Leitwerkrippen werden meist als U-Träger konstruiert. Ober- und Untergurt, die beide auf Zug, Druck und seitliches Ausknicken beansprucht werden (Knickbeanspruchung), sind durch einen Sperrholzsteg miteinander verbunden. Der Sperrholzsteg hat die Aufgabe, die Biegekräfte, die an den verhältnismäßig kleinen Gurtquerschnitten auftreten, abzufangen. Deshalb muß auch die Faserrichtung des Sperrholzes quer zu den Gurten laufen.

Tragflügelrippen:

Tragflügelrippen werden im allgemeinen in Diagonalträger-Bauweise hergestellt. Hier werden Ober- und Untergurt durch Diagonalstege und Sperrholzecken verbunden. An den Stellen der Rippe, wo große Kräfte auftreten, sind seitlich an den Gurten Sperrholzfahnen aufgeleimt. Die Faserrichtung der Sperrholzfahne muß aber hier, im Gegensatz zum Sperrholzsteg parallel zu den Gurten laufen, da sonst bei großen Beanspruchungen eine querfaserige Sperrholzfahne einreißen würde. Hingegen muß die Faserrichtung der Sperrholzecken wiederum quer zu den Gurten laufen, um eine gute Verbindung von Gurt zu Diagonale zu erhalten.

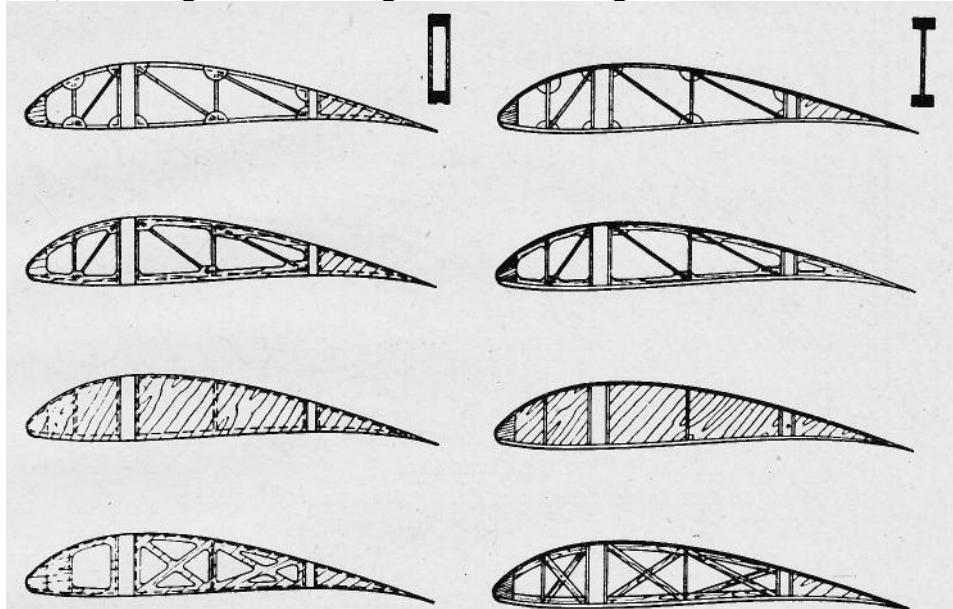


Bild 41
Beachte den Verlauf der Faserrichtung des Sperrholzes

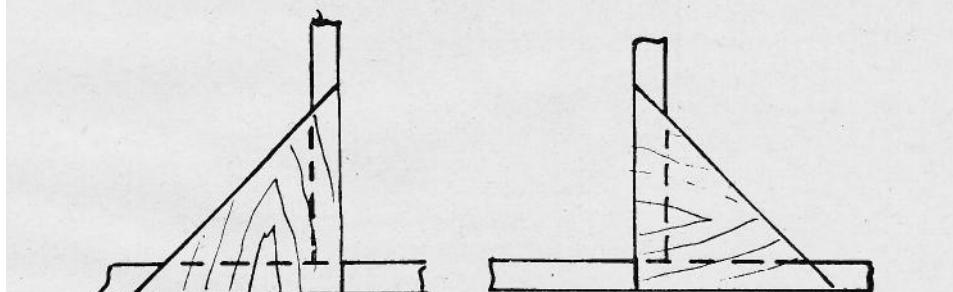


Bild 42
Verbindungen durch Sperrholzlaschen
links: richtig! Faser der Sperrholzlasche steht senkrecht zum durchgehenden Gurt
rechts: falsch! Sperrholzaußnfaser verläuft parallel zum durchgehenden Gurt

Endleiste:

Bei der Herstellung von Endleisten findet man immer wieder, daß die Faserrichtung der Sperrholzfahne nicht den auftretenden Kräften entsprechend eingebaut wird. Die Endleiste ist meistens als einfacher T-Träger konstruiert und da die Sperrholzfahne nur einseitig durch den Gurt versteift ist, muß die Faserrichtung der Sperrholzfahne längs zum Gurt laufen. Nur so kann der T-Träger die Biegekräfte, die durch die Bespannung auftreten, aufnehmen, ohne daß die Gefahr besteht, daß die Fahne aufplatzt. Die Sperrholzfahne hat aber noch zusätzlich die Aufgabe, die Endleiste mit der Rippe zu verbinden. Deshalb muß sie auch entsprechend dick vorgesehen sein.

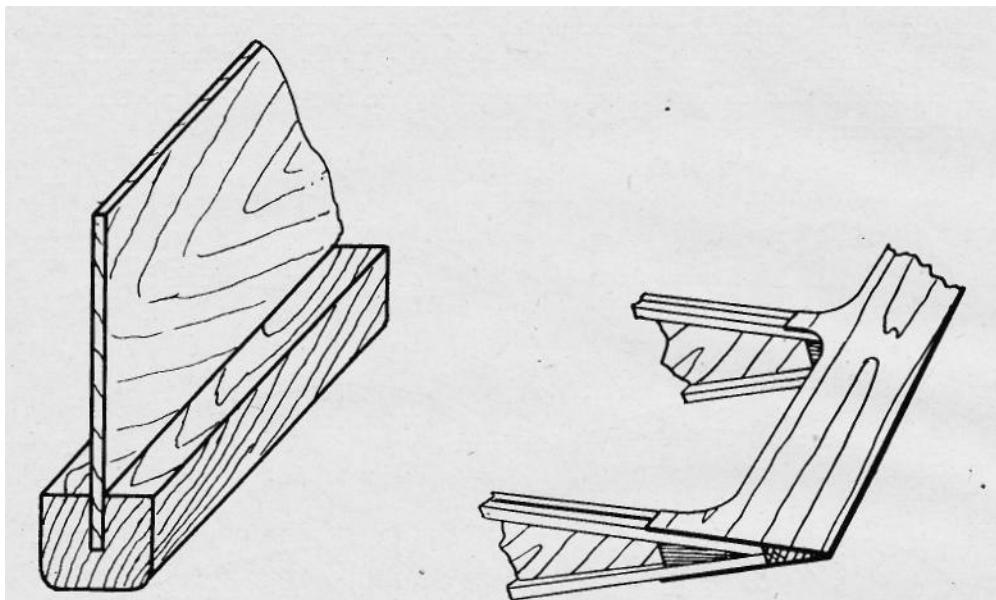


Bild 43 und 43 a
Beachte den Faserverlauf des Sperrholzes an der Endleiste

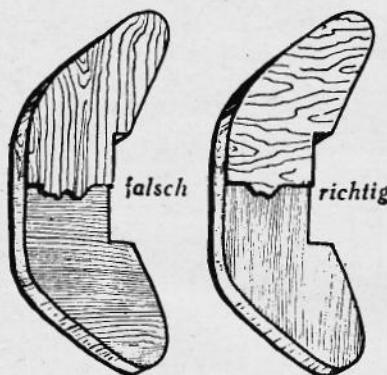


Bild 43b
Faserverlauf beim Ruderhebel

Dieses Prinzip der richtigen Anwendung der Sperrholzfaserung entsprechend den auftretenden Kräften müssen wir uns gut einprägen, denn diese Fragen treten immer wieder an den einzelnen Bauteilen auf.

Holme:

Wie wir schon wissen, werden die Holme in Kasten-, U- oder in Doppel-T-Bauweise konstruiert. Der Sperrholzsteg übernimmt hier dieselben Aufgaben, wie wir sie bei der Leitwerksrippe kennengelernt haben. Da es sich aber bei unseren Holmen um das Rückgrat des Flugzeuges handelt, wollen wir uns noch näher mit den Holmgurten beschäftigen. Abgesehen davon, daß hierzu das beste Holz verwendet werden muß, kommt es hier besonders auf die Lage der Jahresringe an. Tatsache ist, daß stehende Jahresringe dem Gurt eine größere Biegefestigkeit geben, jedoch laufen wir dabei Gefahr, daß wir das, was wir dadurch gewinnen, durch schlechtere Leimverbindung verlieren. Denn bei stehenden Jahresringen wird man nicht umhinkönnen, daß man auf harte Jahresringe bzw. Spätholz leimen muß, was sich für die Leimfestigkeit nachteiliger auswirkt. Deshalb gilt auch bei Holmen sowie 'bei allen anderen Bauteilen, daß die Jahresringe immer diagonal liegen müssen. Bei stärkeren Holmen werden die Gurte lamelliert, und auch hier müssen wir auf die Lage der Jahresringe achten.

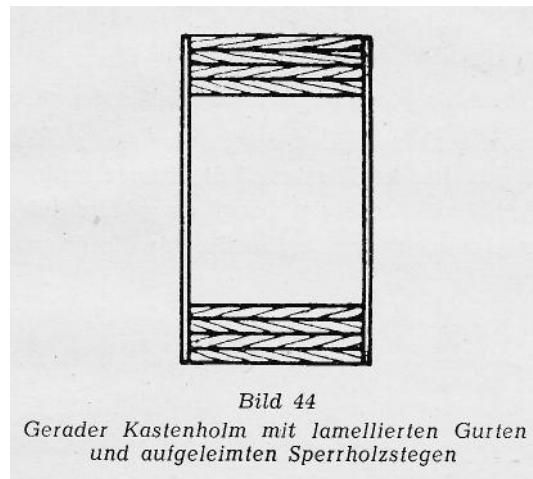


Bild 44

Gerader Kastenholm mit lamellierten Gurten und aufgeleimten Sperrholzstegen

Füllklötzte:

Wie wir bereits am Anfang festgestellt haben, treten bei Trägern immer dort die größten Beanspruchungen auf, wo sie festgehalten bzw. unterstützt werden, d. h. wo Kräfte eingeleitet werden. Um diese Kräfte aufzunehmen, werden Füllklötzte eingesetzt, gleich, ob es sich dabei um Spanten, Holme oder andere Bauteile handelt. Es ist dabei notwendig, daß die Kräfte, die der Füllklotz aufnimmt, auf das ganze Bauteil weich und ohne Kerbwirkung übertragen werden. Deshalb müssen sie entsprechend ausgebildet werden.

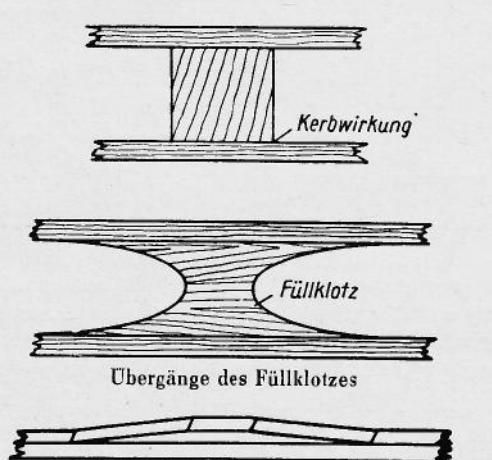


Bild 45
Sanfte Übergänge der seitlichen Verstärkungen

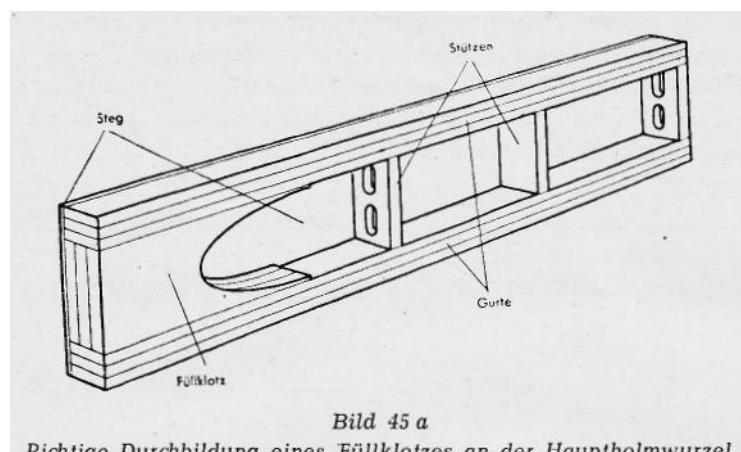


Bild 45 a
Richtige Durchbildung eines Füllklotzes an der Hauptholmwurzel

Gleichzeitig müssen wir aber auch auf gute Leimverbindungen achten. Dies trifft besonders bei Spanten zu. Hier muß die Faserrichtung der Füllklötzte so gelegt werden, daß mit

möglichst viel Langholz geleimt wird, denn Hirnholzverleimungen geben eine nicht so gute Gewähr für die Übertragung der Kräfte.

Absperrung von Bauteilen:

Sind in der Konstruktion Bauteile vorgesehen, an denen Beschläge oder sonstige Anschlüsse eingebaut werden müssen, so zeugt dies schon davon, daß

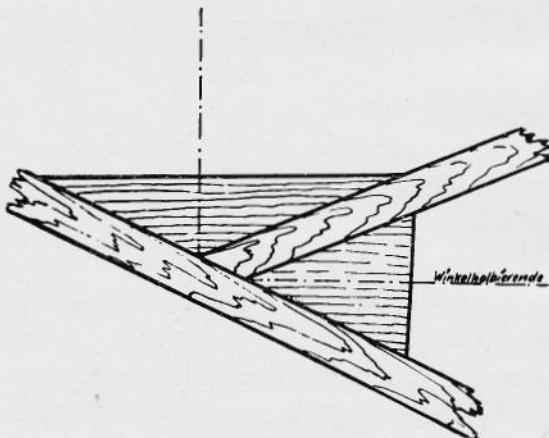


Bild 46
Faserverlauf bei stumpfen und spitzen Winkeln

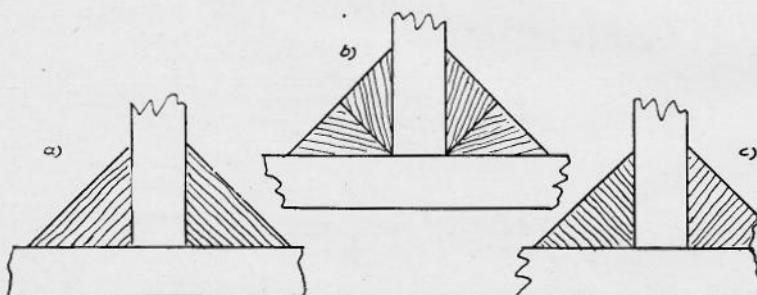


Bild 46 a
Faserverlauf der Füllklötze an 90°-Knotenpunkten

Treffen zwei Stäbe eines Fachwerkes unter 90° aufeinander, so ist die Anordnung der Füllklotzfaserrichtung nach a) und c) zulässig. Für die Festigkeit der Leimung ist die Anordnung nach b) am günstigsten und deshalb möglichst anzustreben

hohe Beanspruchungen auftreten. Deshalb müssen diese Stellen abgesperrt werden. Durch das Absperrnen werden die Kräfte in das jeweilige Bauteil besser eingeleitet. Unter Absperrnen versteht man, daß eine Sperrholzbeplankung aufgeleimt wird, und zwar so, daß die äußere Sperrholzfaser quer zu der des abzusperrenden Bauteiles liegt.

4. STATISCHER AUFBAU DES TRAGFLÜGELS

Wie bei allen Flugzeugteilen, so wird auch der statische Aufbau des Tragflügels durch die im Flugbetrieb auftretenden Kräfte bestimmt und vom Konstrukteur entsprechend festgelegt. Durch ein sorgfältig durchdachtes System werden die durch Auftrieb und Widerstand an der Bespannung, den Holmen und Flügelanschlüssen auftretenden Kräfte genau berechnet.

Unser Tragflügel wird durch den Auftrieb hauptsächlich auf Biegung und Verdrehung beansprucht.

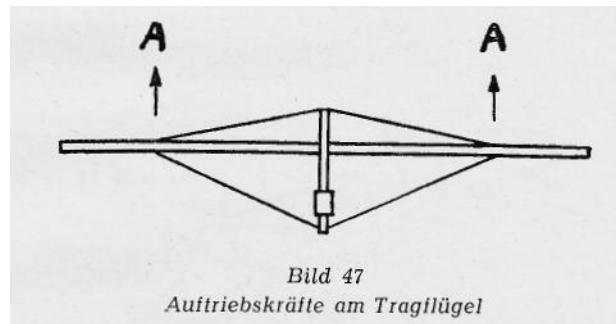


Bild 47
Auftriebskräfte am Tragflügel

Die Biegekräfte werden von der Außenhaut über Rippen und Hilfsholme auf die Hauptholme weitergeleitet.

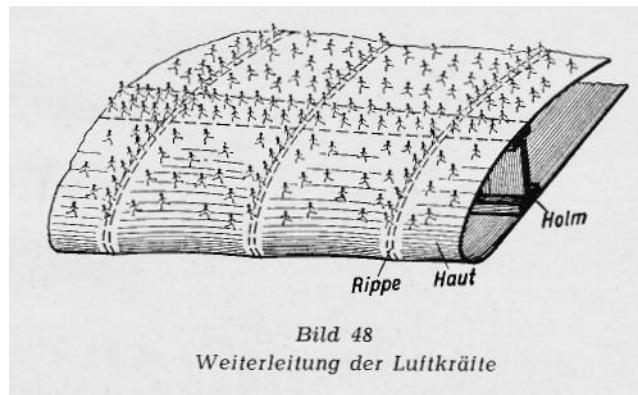


Bild 48
Weiterleitung der Luftkräfte

Der Hauptholm gibt die Biegekräfte als Zug- und Druckkräfte über die Flügelanschlüsse an den Rumpf ab.

In den Anschlußpunkten des Obergurtes entstehen Druck- und in dem Untergurt Zugkräfte.

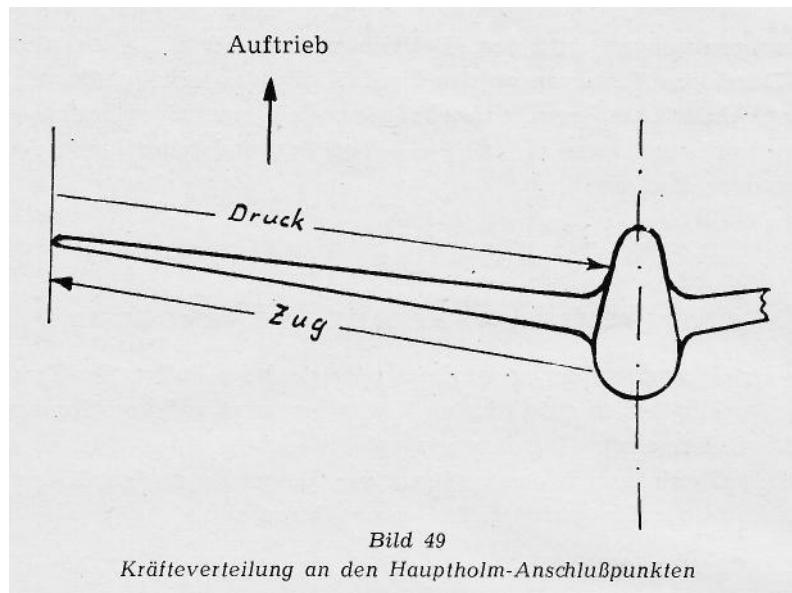
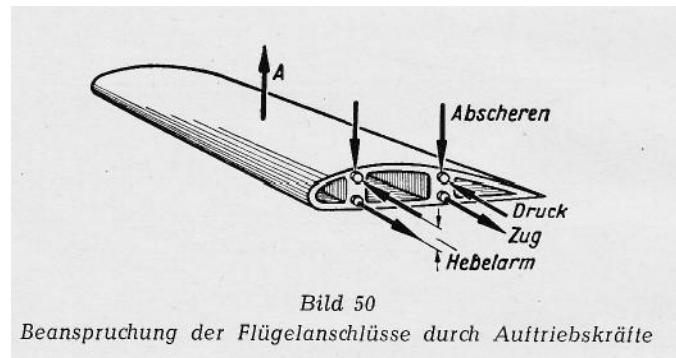
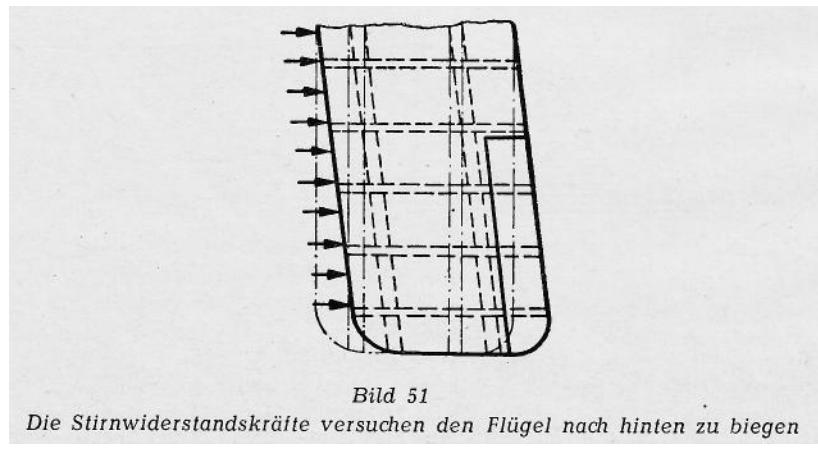


Bild 49
Kräfteverteilung an den Hauptholm-Anschlußpunkten

Außerdem treten Scherkräfte auf, weil die Auftriebskräfte den Flügel nicht nur zu verbiegen, sondern auch letzten Endes vom Rumpf abzuscheren versuchen.



Deshalb müssen auch für Flügelanschlüsse besonders hochwertige Materialien verarbeitet werden. Gleichzeitig wird der Flügel durch die Widerstandskräfte nach hinten gebogen.



Um dies zu verhindern, müssen die Tragflügel durch einen Diagonalverband verstellt werden.

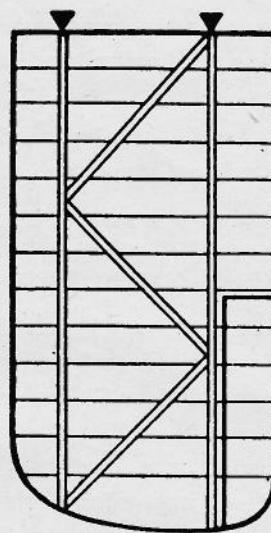


Bild 52

Die Stirnwiderstandskräfte werden durch Diagonale aufgenommen

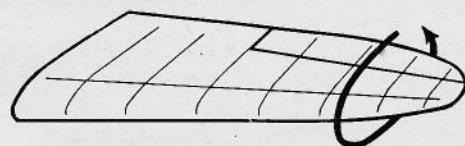


Bild 53

Beanspruchung des Tragflügels auf Verdrehung

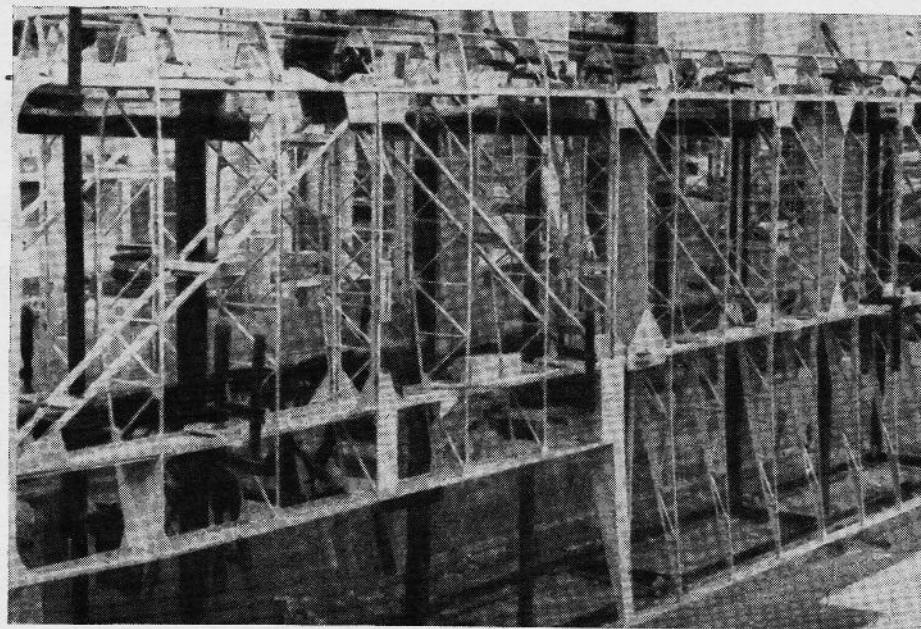


Bild 54

Verdrehungssteifer Diagonalverband am Tragflügel des SG 38

Der Flügel wird aber auch auf Verdrehung beansprucht. Derartig hohe Verdrehungsbeanspruchungen treten besonders im Sturzflug und beim Abfangen aus dem Sturzflug auf.

Um dies zu vermeiden, wird der Diagonalverband so ausgebildet, daß gleichzeitig die Verdrehungskräfte mit aufgenommen werden. Diese Bauweise wird bei unserem SG 38 angewandt.

Außerdem werden bei diesem Baumuster noch Verspannungen angebracht, wodurch die Verdrehungskräfte zusätzlich abgefangen werden.

Bei einholmigen Konstruktionen, wie z. B. am Baby IIb, werden die Verdrehungs- und Druckkräfte, letztere durch Stirnwiderstand erzeugt, ausschließlich durch die Sperrholznase und den Stützholmkasten aufgenommen. Die Sperrholznase bildet zusammen mit dem Hauptholm eine Torsionsröhre. Deshalb spricht man bei diesen Konstruktionen auch von Torsionsnasen, während die Sperrholznase beim SG 38 eine Form- oder Verkleidungsnase ist.

Solche Torsionsnasen müssen aus erstklassigem Sperrholz hergestellt werden, das gleichzeitig einwandfrei aufgeleimt sein muß. Das einwandfreie Aufziehen solcher Sperrholznasen ist nur mit Spezialzwingen und entsprechenden Druckzulagen möglich.

Dabei müssen die Sperrholzplatten je nach Stärke und Profilform entsprechend unter Dampf vorgebogen werden.

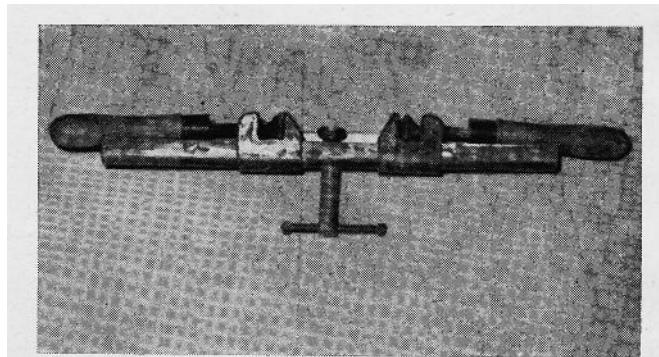


Bild 55
Zugzwinge zum sicheren Aufziehen einer Torsionsnase

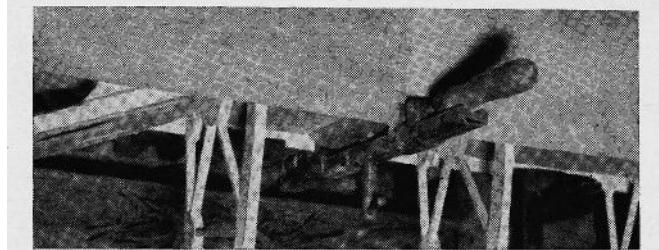


Bild 56
Zugzwinge richtig angesetzt.
Beachte die Zulage zwischen Hauptholm und Zugzwinge

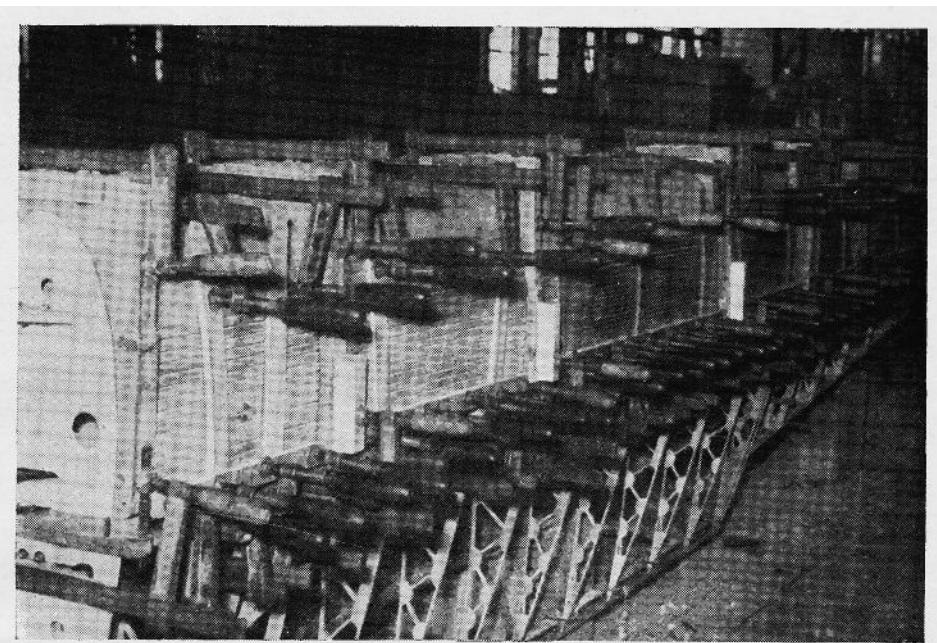


Bild 57

Aufziehen der Torsionsnase mit Zugzwingen. Beachte die seitlichen Zulagen

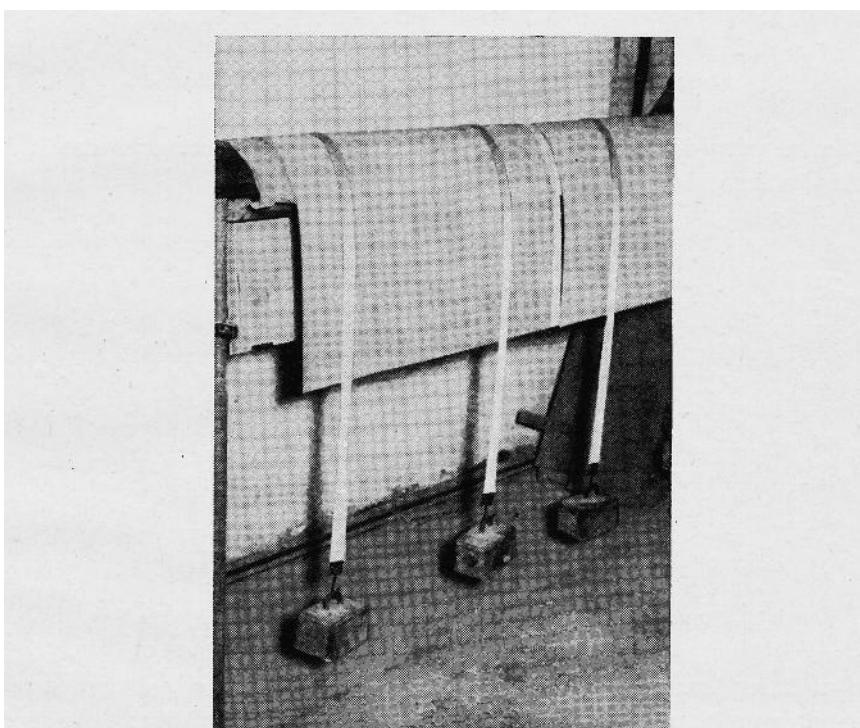


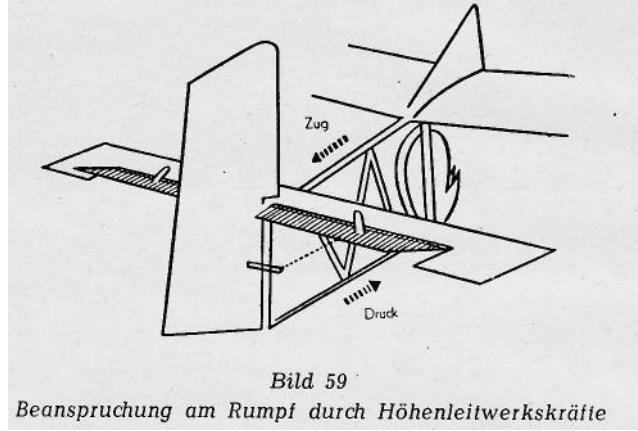
Bild 58

Mit Hilfe eines heißen Rohres mit Profilaufsatz werden die vorher naßgemachten Platten unter Dampf vorgebogen. Die Schäftung muß vorher angebracht werden

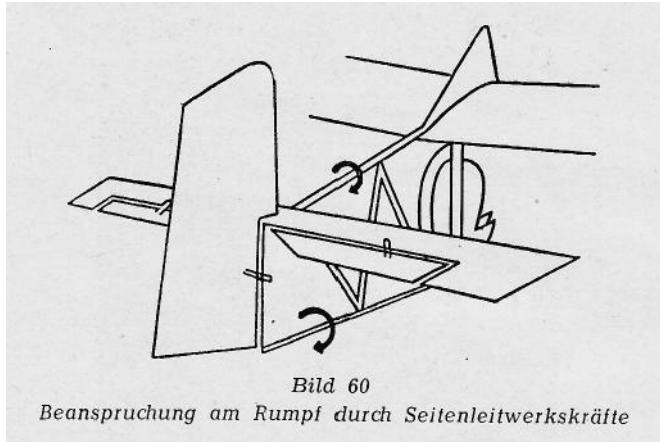
Würden wir die Sperrholzplatten nicht vorbiegen, so müßten wir sie unter großen Spannungen aufleimen. Dies ist aber nicht zulässig. Denn treten schon bei der Verarbeitung Spannungen auf, so würden die Platten bei der Beanspruchung im Flug platzen bzw. reißen, weil sich die bei der Verarbeitung entstandenen und durch die Flugbeanspruchung auftretenden Spannungen addieren, und somit ist die Flugsicherheit nicht mehr gegeben. Dieses Prinzip der spannungslosen Verarbeitung muß auch bei allen anderen Bauteilen unbedingt eingehalten werden.

5. STATISCHER AUFBAU DES RUMPFES

Die am Flügel auftretenden Kräfte sind, wie wir schon wissen, Zug-, Druck und Scherkräfte. Dem Verdrehungsmoment am Tragflügel wirkt das Höhenleitwerksmoment, hervorgerufen durch den Auf- oder Abtrieb des Höhenleitwerkes, multipliziert mit dem Höhenleitwerksabstand (vom Tragflügeldruckpunkt zum Höhenleitwerksdruckpunkt) entgegen.



Das Seitenruder übt ein seitlich gerichtetes Biegemoment und damit Verdrehungskräfte auf den Rumpf aus.



Die von unten kommenden Stöße bei der Landung, die der Rumpf von der Kufe und vom Sporn aufnehmen muß, versuchen den Rumpf durchzubiegen. All diese Kräfte erfordern eine stabile Rumpfbauweise. Beim SG 38 haben der Spannturm mit Kufenkasten, der Gitterschwanz und die Außenverspannung diese Kräfte zu übernehmen.

Bei Segelflugzeugen werden meistens stabile Kasten- oder Rohrrümpfe verwendet. Diese Bauweise ist nicht nur für den geringen Luftwiderstand vorteilhaft, sondern im hohen Maße für die Aufnahme der auftretenden Kräfte. Durch die erforderliche Größe des Rumpfquerschnittes, der sich aus der Führerkabine ergibt, werden drehsteife und biegefeste Rümpfe gebildet, die an besonders hochbeanspruchten Stellen noch durch Diagonale verstärkt werden. Das Rumpfgerüst, das aus Spanten und Gurten besteht, wird allseitig mit Sperrholz beplankt, wodurch eine torsionsfeste Röhre bzw. ein torsionsfester Kasten entsteht, der gleichzeitig die Biegekräfte aufnimmt.

6. STATISCHER AUFBAU DER LEITWERKE

Das Leitwerk besteht aus Höhen- und Seitenleitwerk, von denen jedes sich wieder aus Flosse und Ruder zusammensetzt.

Die Beanspruchung durch die Luftkräfte ist ähnlich wie bei den Flügeln, denn durch die Ruderausschläge entstehen ebenfalls Auftriebskräfte. Deshalb ist auch der statische Aufbau des Leitwerkes den Tragflügeln ähnlich.

Die Flossen werden meistens mit einer torsionsfesten Nase oder einem Diagonalverband versehen. Bei Flossen, die durch einen Diagonalverband druckfest und drehsteif gemacht werden, dient die kleine Sperrholznase hauptsächlich zur Verkleidung, d. h. zur Formgebung.

Eine solche Bauweise finden wir bei der Höhenflosse des SG 38 und bei der Höhenflosse am Baby IIb, während die Seitenflosse und das Oberteil des Seitenruders am Baby II b als torsionsfeste Nase ausgebildet sind.

Die Ruder werden im allgemeinen durch einen Diagonalverband drehsteif gemacht.

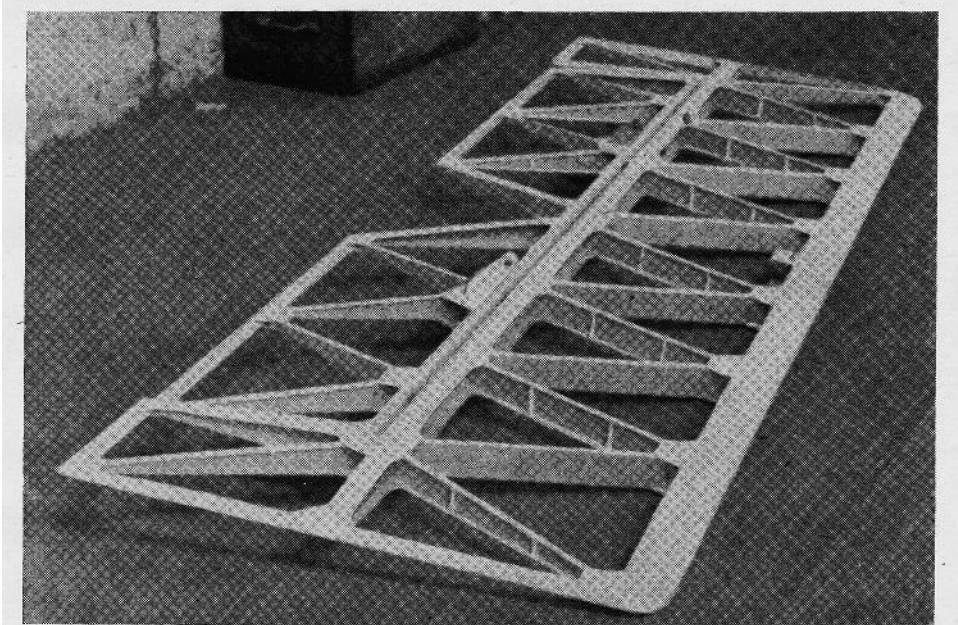


Bild 61
Drehsteifer Diagonalverband am Höhenleitwerk

Bei Hochleistungssegelflugzeugen hingegen werden die Ruder meistens mit einer drehsteifen Nase versehen, da sich die rohrförmige Spaltverkleidung hierzu gut eignet. Nach demselben Prinzip werden bei solchen Maschinen auch die Querruder ausgebildet, während bei Gleit- und Übungssegelflugzeugen der Diagonalverband zur Anwendung kommt.

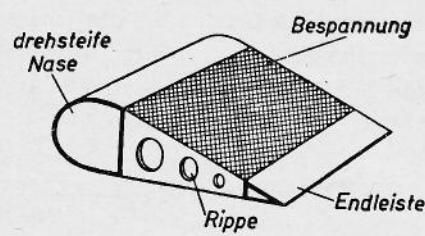


Bild 62
Drehsteifes Ruder durch Torsionsnase

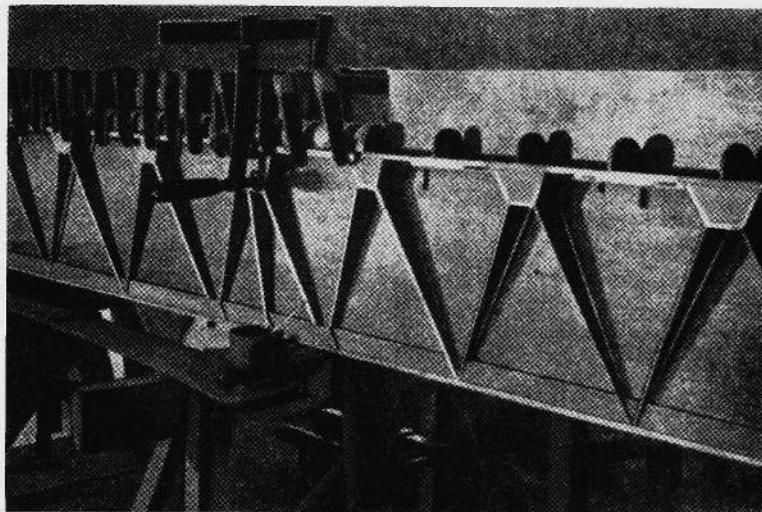


Bild 63
Querruder durch Diagonalverband drehsteif gemacht. Die kleine Sperrholznase dient hier nur als Spaltverkleidung

UNTERRICHTSTHEMA NR. 5

Sicherungen an Gleit- und Segelflugzeugen

1. Einleitung
2. Wo muß gesichert werden?
3. Welche Arten von Sicherungen gibt es?

1. EINLEITUNG

An unseren Gleit- und Segelflugzeugen gibt es viele Teile, die entweder fest oder montierbar miteinander verbunden sind. Es sind dies in erster Linie Beschläge, Anschlüsse und Spannschlösser.

Alle diese Verbindungen müssen gewissenhaft ausgeführt werden, so daß ein selbständiges Lösen nicht möglich ist. Hiervon hängt im höchsten Grad die Flugsicherheit ab. Deshalb muß jeder Segelflieger genauestens mit den verschiedenen Sicherungsarten vertraut sein und muß wissen, wo und wie sie angewandt werden.

2. WO MUSS GESICHERT WERDEN?

Es müssen gesichert werden:

1. alle Schrauben
2. alle Splintbolzen
3. alle Spannschlösser
4. alle Anschlußbolzen
5. alle verstellbaren Streben und Stoßstangen
6. alle Rudergelenke (axialgesichert).

3. WELCHE ARTEN VON SICHERUNGEN GIBT ES?

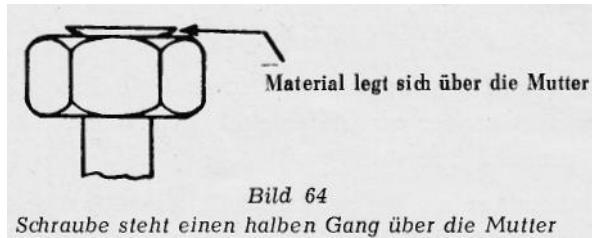
Die Sicherung der einzelnen Teile erfolgt je nach Bedingung auf verschiedene Arten. In den Bauvorschriften für Segelflugzeuge ist genau festgelegt, welche Sicherungsart bei den jeweiligen Teilen angewandt wird. Zulässige Sicherungsarten sind:

1. Verkörnen von Schrauben (bei festen Bauteilen) oder
2. Elastikstoppmuttern (bei festen Bauteilen)
3. Splint in Kronenmutter (nur anwendbar, wenn auf die Mutter kein Drehmoment wirkt)
4. Splint in Bolzen (nur anwendbar, wenn der Bolzen auf Scherung beansprucht wird)
5. Sicherungsnadel in Bolzen (nur anwendbar, wenn der Bolzen auf Scherung beansprucht wird, wo keine Drehbewegungen sind, wo ein Gegeneinander reiben unmöglich ist und 50 cm über dem Erdboden liegt)
6. Sicherungsdraht bei Spannschlössern (für den Neubau nicht mehr zulässig)
7. Spezialisierungen bei Spannschlössern
8. Drehschutz bei Rudergelenken
9. Gegenmuttern (Kontermuttern), (nur in besonderen Fällen zulässig)
10. Sicherungsbügel bei Seilrollenbeschlägen
11. Federringe und Zahnscheiben (bei lebenswichtigen Teilen nicht zulässig)
12. Sicherungsbleche mit Lappen nach DIN 93
13. Sicherungsbleche mit Nase nach DIN 432.

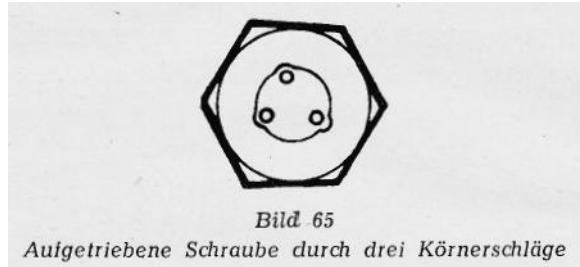
Die drei letzten Arten werden nur ganz selten im Segelflugzeugbau angewandt.

Sichern durch Verkörnen:

Schrauben, mit denen Beschläge fest verbunden werden, also solche, die nur bei Reparaturen zu lösen sind, werden durch Verkörnen gesichert. Hierbei ist zu beachten, daß die Schraube einen halben Gang über der Mutter stehen muß.



An drei Punkten wird dann die überstehende Schraube mit einem Körner aufgetrieben, so daß folgendes Bild entsteht:



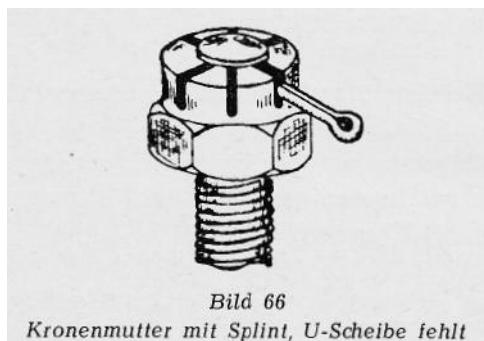
Durch das Auftreiben der Schraube wird eine Formveränderung erreicht. Dabei legt sich das überstehende Material über die Mutter, und somit ist ein selbständiges Lösen unmöglich.

Sichern durch Elastik-Stoppmuttern

Anstelle des Verkörnens kann man auch Elastik-Stoppmuttern verwenden. Diese Muttern haben in den oberen Gewindegängen eine Fibereinlage, die sich an die Schraube festklemmt. Das Verkörnen fällt also weg. Solche Muttern können nur einmal verwendet werden, denn bei mehrmaligem Gebrauch wird die Fibereinlage wirkungslos (Leichtmetall-Stoppmuttern dürfen bei lebenswichtigen Teilen nicht verwendet werden).

Sichern mit Splint in der Kronenmutter

Bauteile, die ausgetauscht oder infolge Pflege und Wartung des Flugzeuges gelöst werden müssen, sind durch Kronenmutter und Splint gesichert. Hierbei ist zu beachten, daß der Splint in der Krone der Mutter sitzt und gut umgebogen wird. Die Mutter kann sich also nicht mehr lockern: Es ist zu beachten, daß vor jeder Mutter eine U-Scheibe sitzen muß.



Sichern mit Splint in Bolzen

Alle auf Scherung beanspruchten Bolzen, die durch Montage oder Wartung ausgewechselt werden müssen, werden durch einen Splint gesichert. Dabei ist zu beachten, daß vor dem Splint immer eine Unterlegscheibe sitzen muß. Die

Splintstärke richtet sich nach der Stärke des jeweiligen Splintbolzens. Danach sind bei 5 mm Splintbolzen 1,2 mm Splinte
 „ 6 „ „ 1,5 „ „
 „ 8 „ „ 2 „ „
 „ 10 „ „ 3 „ „
 zu verwenden.

Jeder Splint darf nur einmal verwendet werden, denn es besteht immer die Gefahr, daß er bei einer weiteren Verwendung angebrochen ist und somit keine Gewähr für die Flugsicherheit gegeben ist.

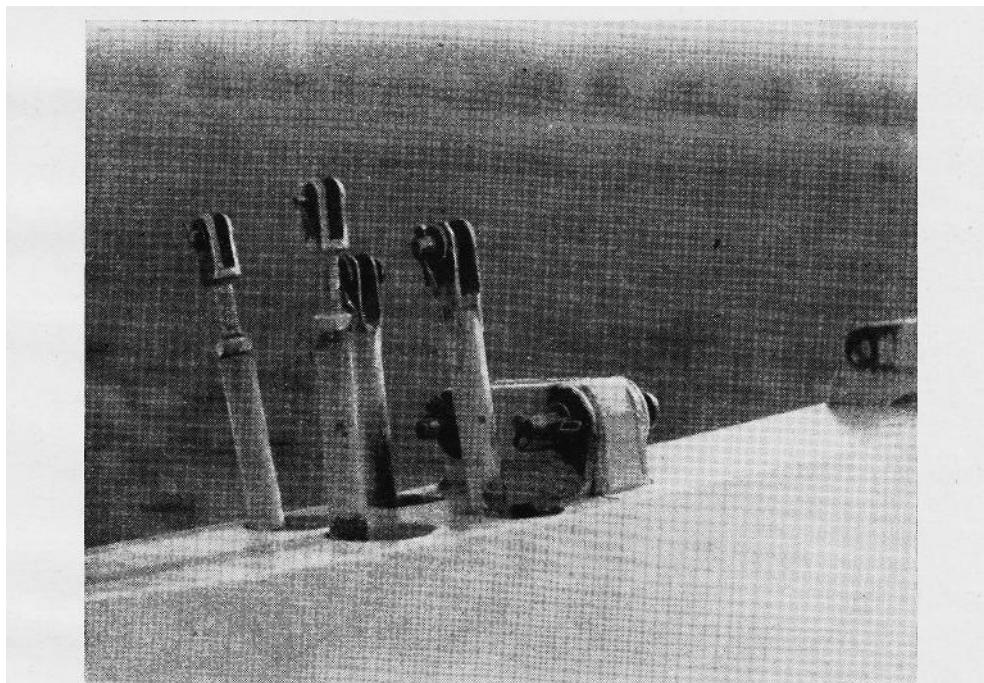
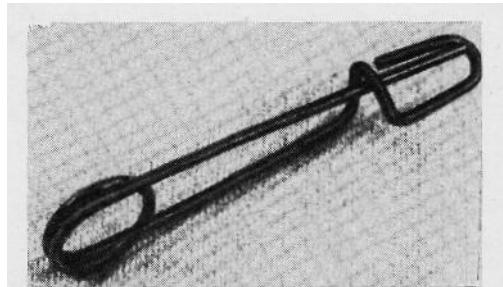


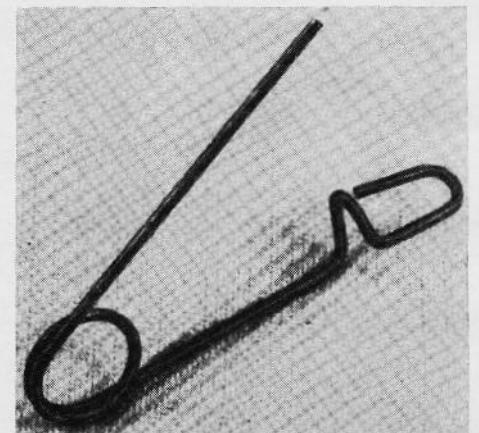
Bild 67a
 Die beweglichen Stoßstangenbolzen sind durch Splinte gesichert, während die unbeweglichen Bolzen für den Flügelanschluß durch Sicherungsnadeln gesichert werden

Sichern durch Sicherungsnadel

Anstelle von Splinten können auch Sicherungsnadeln verwendet werden, jedoch nicht bei drehbaren Teilen und auch nicht dort, wo durch ein Gegeneinanderreiben die Gefahr des selbständigen Lösen eintreten kann. Als eine solche Gefahr sind auch äußere Sicherungen durch Sicherungsnadeln anzusehen, die 50 cm über der Erdoberfläche liegen.



*Bild 68
Sicherungsneedle geschlossen*



*Bild 68 a
Sicherungsneedle offen*

Sicherungsnadeln gibt es z. Z. nur in einer Stärke und man kann sie öfter verwenden.

Sicherungsdraht bei Spannschlössern

Spannschlösser werden mit 0,8 mm starkem verzinktem Eisendraht oder weichem Messingdraht gegen selbständiges Aufdrehen gesichert. Für eine Sicherung sind zwei Stücke Bindedraht erforderlich. Beide Stücke werden in das Loch der Spannschloßmutter gezogen und die Enden straff durch die Bohrungen der Gewindestücke geführt. Von jedem Draht wird ein Ende gerade angebogen und mit dem Ende des anderen Drahtes vier- bis fünfmal umwickelt. Dann werden beide Enden ineinandergehakt. Ein Zusammendrillen der Drahtenden ist unzulässig, da ein evtl. Abbrechen des Drahtes die Flugsicherheit gefährdet. Zur Sicherung des Spannschlosses gehört auch, daß die Gewindestücke so tief in die Spannschloßmutter eingeschraubt sind, daß kein Gewindegang mehr herausragt.

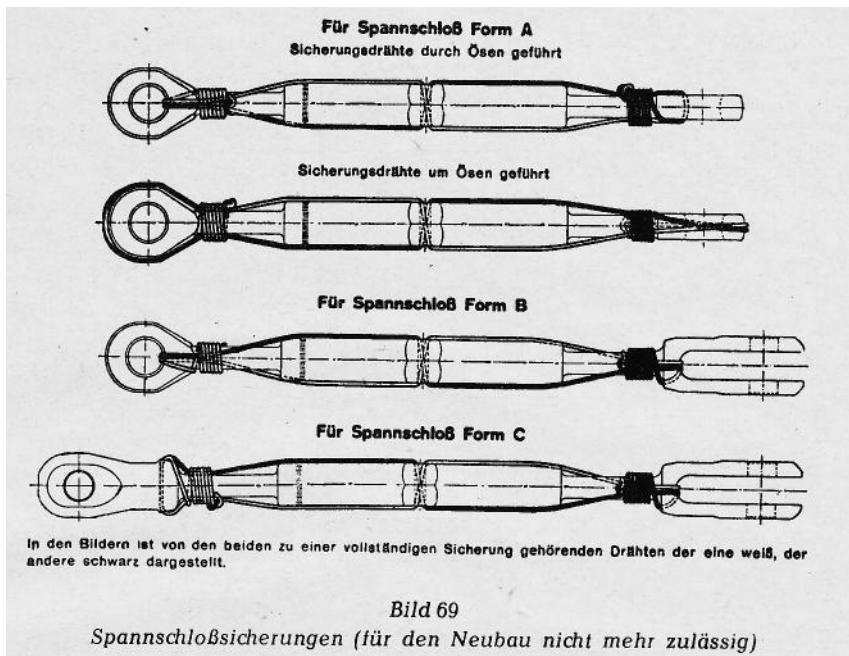


Bild 69
Spannschloßsicherungen (für den Neubau nicht mehr zulässig)

Spezialsicherungen bei Spannschlössern

Beim Neubau von Flugzeugen werden Spannschlösser durch Spezialsicherungen gesichert. Sie bestehen aus zwei dünnen und entsprechend geformten Duralblechen, die an den Enden entweder in die Kausche oder mit dem Splintbolzeneingehten werden und in der Mitte durch einen Splint mit der Spannschloßmutter verbunden sind. Der Splintkopf muß vorher flach geklopft werden.

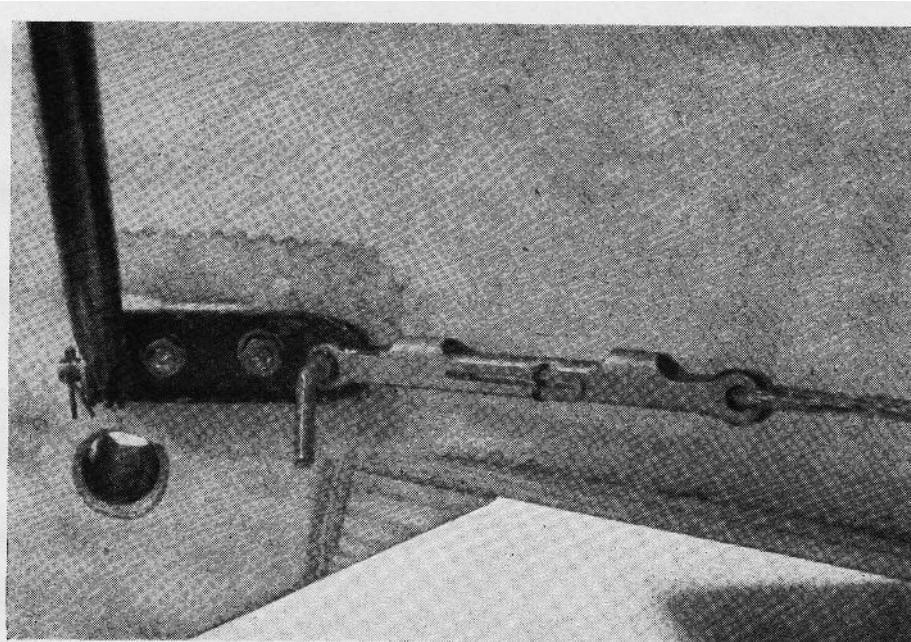


Bild 70
Spezialsicherung bei Spannschlössern

Drehschutzsicherungen bei Rudergelenken

Alle Rudergelenke müssen gegen selbständiges Drehen in axialer Richtung gesichert sein. Zu diesem Zweck ist das Gabelstück mit einem unrunden Zapfenansatz versehen, in den die U-Scheibe genau hineinpaßt. Die U-Scheibe wiederum ist mit, zwei Spitzen durchgebildet, die sich beim Festschrauben des Gabelstückes in das Holz eindrücken. Somit wird ein selbständiges Drehen des Rudergelenkes verhindert.

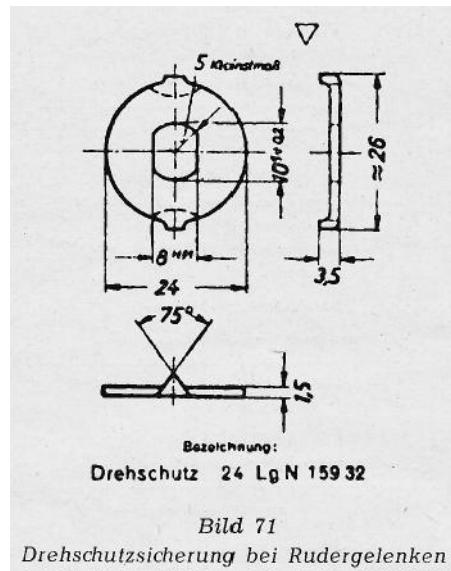


Bild 71
Drehschutzsicherung bei Rudergelenken

Sicherung durch Gegenmuttern

Stoßstangen oder Streben, deren Anschlüsse verstellbar sind, müssen durch Kontermuttern (Gegenmuttern) gesichert werden. Sie verhindern ein selbständiges Verstellen der eingestellten Längen, was für Montagen besonders wichtig ist.

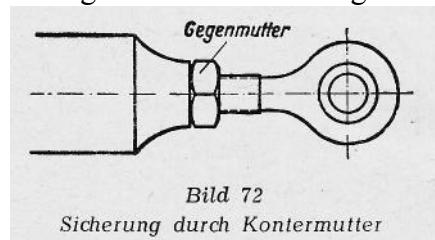


Bild 72
Sicherung durch Kontermutter

Hierbei ist zu beachten, daß das Gewinde nach der in der Zeichnung angegebenen Länge in der Streben- oder Gestängemutter eingeschraubt ist.

Sicherungsbügel bei Seilrollenbeschlägen

Alle Seilrollen müssen, um ein Ausgleiten von Steuerseilen zu verhindern, mit einem Sicherungsbügel versehen sein. Dieser wird fest am Seilrollenkäfig angeschweißt. Außerdem ist ein Sicherungsstift im Käfig eingenietet.

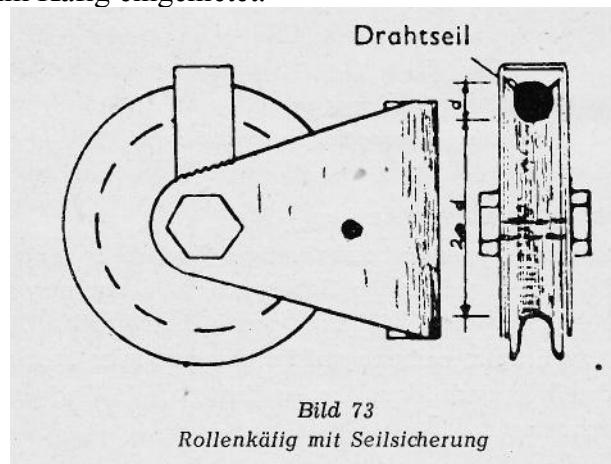


Bild 73
Rollenkäfig mit Seilsicherung

Sicherung durch Federringe und Zahnscheiben

Sicherungen durch Federringe und Zahnscheiben sind bei Segelflugzeugen nur bei untergeordneten Bauteilen zulässig. Sie werden im allgemeinen nicht angewandt.

Sicherungsbleche mit Lappen oder Nase

Um ein selbständiges Lösen von Muttern zu verhindern, werden bei untergeordneten Bauteilen auch Sicherungsbleche mit Lappen oder Nase verwendet. Der Flugzeugkonstrukteur sieht sie jedoch kaum noch vor.

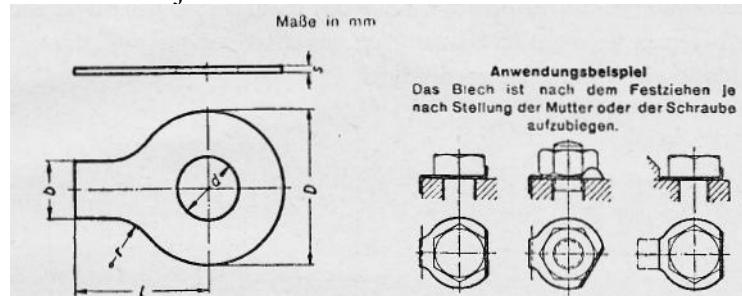


Bild 74
Sicherungsblech mit Lappen

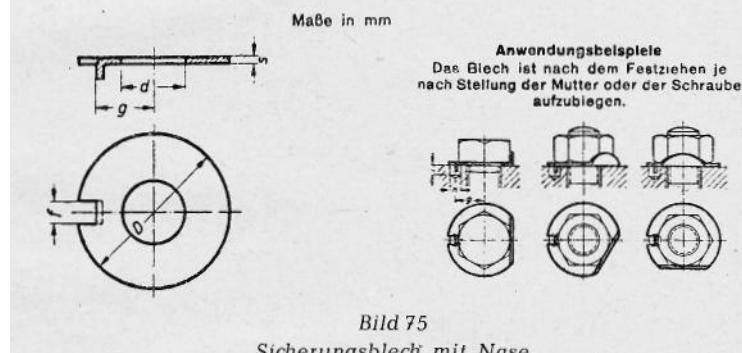


Bild 75
Sicherungsblech mit Nase

Um die Sicherheit noch zu erhöhen, werden alle Schrauben, Bolzen und Splinte in Flug- und Fallrichtung eingeführt. Alle diese Vorschriften sind im Gleit und Segelflugzeugbau unbedingt einzuhalten.

Weitere Sicherungsmaßnahmen am Segelflugzeug sind:

- Anschnallgurte,
- Dämpfungselemente (SG 38),
- Begrenzungen für die Ruderausschläge,
- Rettungsgerät (Fallschirm).

Es ist Pflicht, eines jeden Kameraden, darauf zu achten, daß beschädigte Anschnallgurte unbedingt ausgewechselt werden. Ebenso wichtig ist es, daß beim SG zwischen dem Befestigungsbeschlag und Baugurt stets Dämpfungselemente eingebaut sein müssen; denn sie tragen dazu bei, bei harten Landestößen Rückgratsstauchungen zu vermeiden. Gleichzeitig müssen wir auch darauf achten, daß die Begrenzungen für die Ruderausschläge angebracht sind. Sie helfen dem unerfahrenen Flugzeugführer kritische Flugzustände zu vermeiden.

Am SG 38 befinden sich die Ruderbegrenzungen an folgenden Stellen:

- Höhenruder: Anschlag auf Kufenkasten und Sitz,
- Querruder: Anschlag auf Segmenthebel am Kufenkasten,
- Seitensteuer: Stopfseil von der Fußsteuerung zum Kufenkasten.

Über die Behandlung des Rettungsgerätes (Fallschirm) wird später ausführlich eingegangen. (Flugtheoretische Ausbildung.)

Liebe Kameraden, es ist unbedingt notwendig, daß wir all diese Sicherungsmaßnahmen genau kennen und peinlichst beachten; denn von ihnen hängt es Im hohen Maße ab, Unfälle zu verhindern.

UNTERRICHTSTHEMA NR. 6

Metalle im Segelflugzeugbau

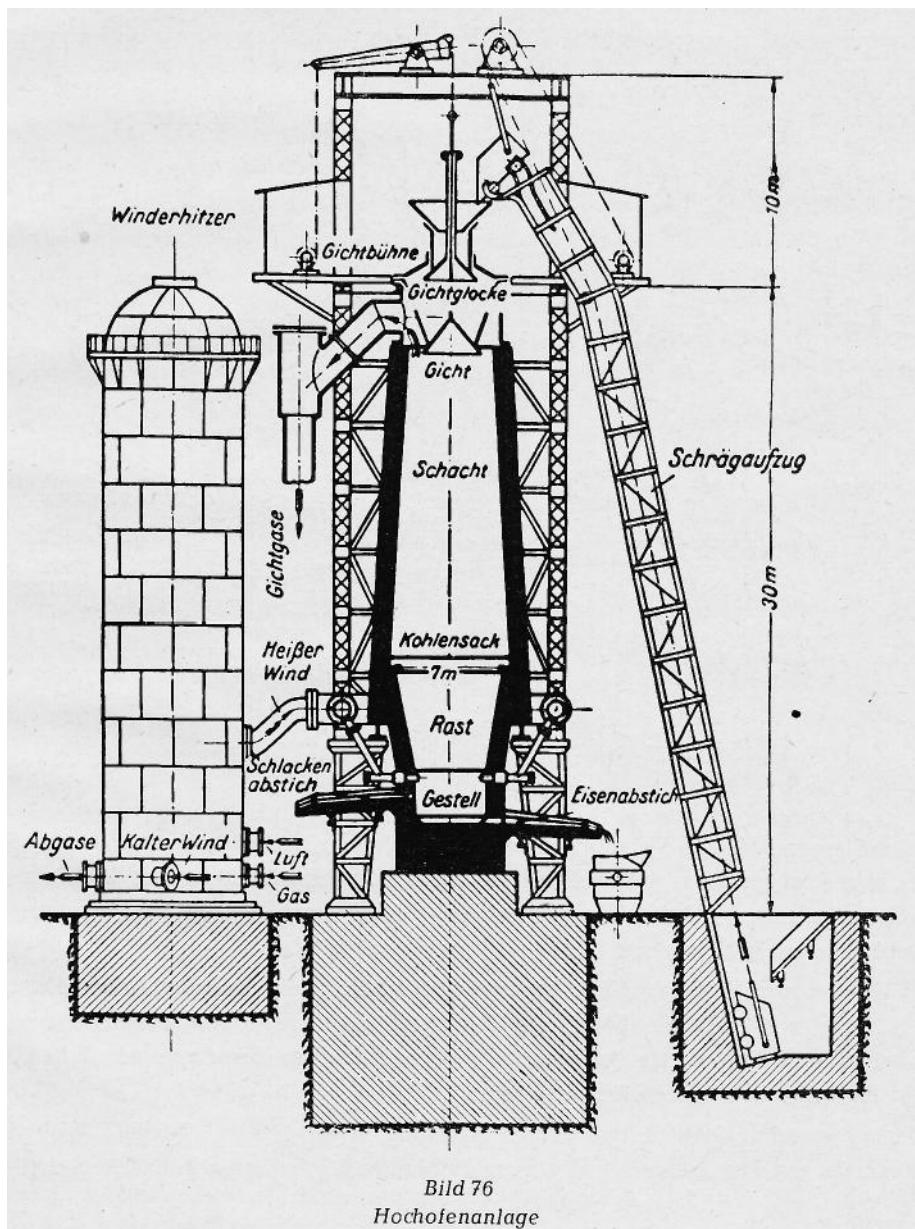
1. Einleitung
2. Werkstoff Stahl
 - a) Gewinnung von Stahl
 - b) Stahlsorten für den Segelflugzeugbau
3. Aluminium und seine Legierungen
4. Verschiedene Buntmetalle im Segelflugzeugbau

1. EINLEITUNG

Unsere Segelflugzeuge weisen als meistverarbeiteten Werkstoff Holz bzw. Sperrholz auf. Deshalb spricht man auch von einer Holzbauweise. Dies schließt jedoch nicht aus, daß andere Werkstoffe für bestimmte Bauteile verwendet werden. Wenn wir unsere Gleit- und Segelflugzeuge näher betrachten, sehen wir, daß hochbeanspruchte Bauteile, wie Anschlüsse, Steuerwerk, Schleppkupplung, Fahrwerksteile, Bolzen, Schrauben usw. aus Metall gefertigt sind. Hauptsächlich bestehen diese Bauteile aus Stahlblech, Stahlrohr und Stahlnormteilen.

Gleichzeitig sehen wir auch Teile, die aus Messing, Kupfer oder Leichtmetallen hergestellt sind, wie z. B. Spannschloßmuttern aus Messing oder Dural, Seilanschlußbeschläge, die mit Kupferrohrnieten verkleidet sind, oder Seilrollen. Schutz- und Formverkleidungen aus Leichtmetall.

Der wichtigste Werkstoff bei der Metallverarbeitung im Segelflugzeugbau ist der Stahl, und es ist deshalb notwendig, daß wir uns näher mit ihm befassen.



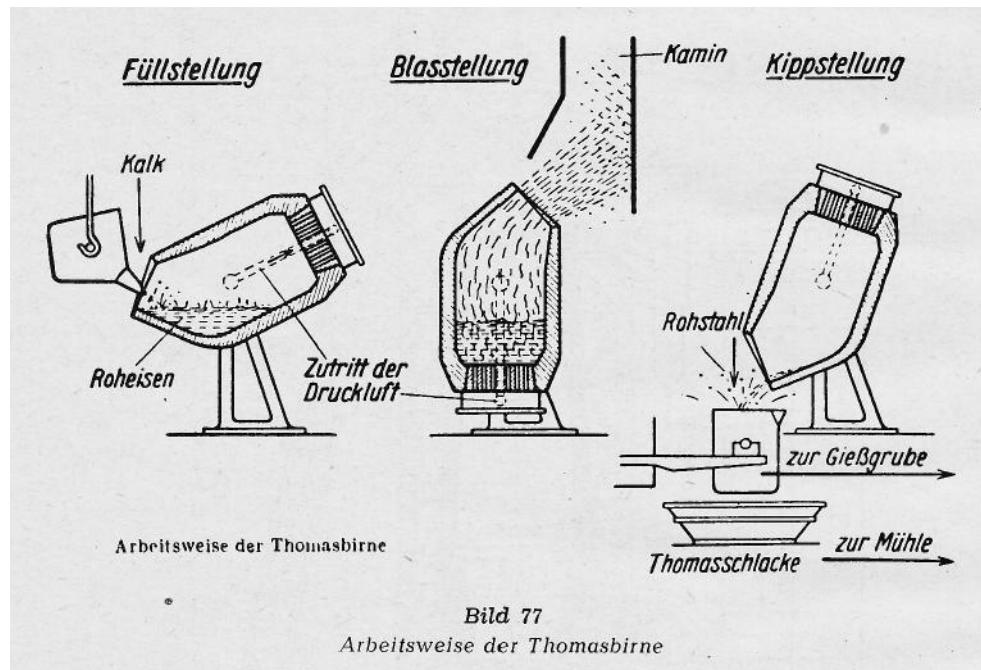
2. WERKSTOFF STAHL

a) Gewinnung von Stahl

Die Kumpel in den Erzbergwerken schürfen in unermüdlicher Arbeit das Eisenerz. Dieser Grundstoff muß aber noch von seinen Verbindungen, wie Sauerstoff und anderen Verunreinigungen, gelöst werden. Er wird zu diesem Zweck in unseren Hochöfen geschmolzen, und wir erhalten dadurch das Roheisen. Diesen Vorgang nennt man Verhüttung.

Das Roheisen muß aber noch weiterverarbeitet werden, da es durch den hohen Gehalt an Kohlenstoff spröde und brüchig ist. Auch andere Verunreinigungen, wie Sizilium, Phosphor und Schwefel, müssen beseitigt werden, da sie ebenfalls einen schädlichen Einfluß haben. Bei dieser Verarbeitung werden verschiedene Verfahren angewandt, z. B. das Thomasverfahren oder das Siemens-Martin-Verfahren.

Beim Thomasverfahren wird das flüssige Roheisen in einer Thomasbirne mit Luft durchblasen. Dabei verbindet sich der Sauerstoff der Luft vor allem mit dem im Roheisen enthaltenen Kohlenstoff und anderen Beimengungen. Diesen Vorgang nennt man „Frischen“. Die Beimengungen verbrennen und aus dem Roheisen entsteht Stahl.



Beim Siemens-Martin-Verfahren wird dem Roheisen noch Alteisen (Schrott) oder Erz zugesetzt, das den notwendigen Sauerstoff für die Verbrennung des Kohlenstoffüberschusses liefert. Dieses Verfahren dauert zwar länger, der gewonnene Stahl ist aber von besserer Güte.

Stähle von noch höherer Güte werden dann noch durch besondere Veredlungsverfahren, wie z. B. das Elektro-Schmelzverfahren, gewonnen. Der Stahl wird dabei länger flüssig gehalten, wobei sich weitere Verunreinigungen, wie Gasbläschen und Schlackenteile, absetzen. Hierbei werden bestimmte Veredlungsstoffe, wie Chrom, Nickel, Wolfram, Molybdän usw., beigemengt, die je nach Menge die erwünschten Eigenschaften der jeweiligen Stahlsorten ergeben.

Stahl mit steigendem Kohlenstoffgehalt verringert die Schmiedbarkeit, Dehnbarkeit, Zähigkeit und Zerspanbarkeit steigern aber die Härtbarkeit und Festigkeit. Chrom, Nickel und Molybdän steigern die Festigkeit und die Korrosionsbeständigkeit. Außerdem werden durch verschiedene Wärmebehandlungen, wie Glühen und Härteten, die Festigkeit und Dehnbarkeit der Stähle verändert.

Die Stähle werden zu Blechen, Rohren, Blöcken, Stangen, Profilen unseren Walzwerken verarbeitet und kommen somit in den Handel. Dabei werden die Stähle je nach ihrer Eigenschaft und Festigkeit durch Normen gekennzeichnet.

Nicht alle Stahlsorten können wir aber zum Bau von Segelflugzeugen verwenden. Im allgemeinen verlangen wir Stähle mit hoher Festigkeit, hoher Dehnbarkeit, geringem Gewicht, großer Beständigkeit gegen Korrosionseinflüsse, guter Schweißbarkeit, billiger und leichter Bearbeitung und niedrigem Preis.

b) Stahlsorten für den Segelflugzeugbau

Die erste Bedingung bei der Auswahl von Stählen, sei es Blech, Rohr, Rundmaterial für

Bolzen, Schrauben und U-Scheiben oder Seile, ist die, daß wir uns genauestens an die vom Konstrukteur in der Stückliste angegebenen Stahlsorten halten. Der Konstrukteur gibt hierbei meistens die Normbezeichnung des jeweiligen Stahles an. Halten wir uns nicht an diese Angaben, so bringen wir uns in höchste Gefahr, da die Stahlteile den hohen Belastungen nicht standhalten und ein Absturz des Flugzeuges unausbleiblich sein wird. Zwar hat der Konstrukteur einen bestimmten Sicherheitsfaktor bei seiner Berechnung einbezogen, doch würde das minderwertige Material den Dauerbelastungen nicht standhalten. Selbst die geringste Unterschätzung bei der Auswahl des Stahles bringt uns in höchste Lebensgefahr. Dies gilt nicht nur für die Stähle, sondern für alle Werkstoffe im Segelflugzeugbau.

Stahlbleche für den Segelflugzeugbau

Für den Segelflugzeugbau kommen für Stahlbleche folgende Sorten zur Anwendung:

Marken- bezeichnung	Zugfestigkeit in mm	Bruch- dehnung %	Eigenschaften
St 37.21	37-45	20	gut schweißbar
St 42.21	42-50	20	gut schweißbar
St C 25.61	50	16	gut schweißbar
VCMo 125	65-80	16-12	gut schweißbar
VCN 15 w	65-75	16-13	gut schweißbar

Zu diesen Forderungen kommt noch hinzu, daß die Bleche eine glatte und rostfreie Oberfläche haben müssen.

Bei der Herstellung von Beschlägen ist besonders darauf zu achten, daß die Hauptzugrichtung der Beschläge in Walzrichtung liegt. Die Walzrichtung der Bleche ist an einer ganz feinen Maserung der Blechoberfläche zu erkennen. Um Mißverständnissen vorzubeugen, sei noch besonders darauf hingewiesen, daß die Stahlbleche in ausgeglühtem Zustand die oben erwähnten Werte erreichen müssen. Würden die Stahlbleche in ungeglühtem Zustand diese Werte aufweisen, so werden die Schweißstellen eine viel geringere Festigkeit haben, denn durch das Schweißen wird das Stahlblech ausgeglüht und die Festigkeit läßt nach. Haben wir aber von vornherein ausgeglühtes Stahlblech, dann kann das Ausglühen durch die Schweißung keine Herabminderung der Festigkeit hervorbringen.

Dies gilt sowohl für Stahlblech als auch für Stahlrohr und Drehteile, wo Schweißungen oder andere Erwärmungen vorgenommen werden müssen.

Für Stahlrohre finden folgende Sorten im Segelflugzeugbau Verwendung:

Marken- bezeichnung	Zug- festigkeit mm ²	Streck- grenze, kg/mm ²	Bruch- dehnung in %
St 34.13 geglüht	34	24	25
kalt nachgezogen	42	38	20
St C 35.61 geglüht	50-60	28	19
kalt nachgezogen	55-65	40	18
VCN 35 geglüht	90	72	7
vergütet	110-130	90	5

Werden kalt nachgezogene Rohre geschweißt, so sind in den Festigkeitsberechnungen die Werte für geglühtes Rohr einzusetzen, sofern sich nicht durch Versuche höhere Werte ergeben. Das gleiche trifft bei vergüteten Rohren zu, wenn eine Vergütung nach der Schweißung nicht wieder vorgenommen wird.

Für Drehteile finden folgende Stahlsorten Verwendung:

Für hochbeanspruchte Teile, besonders bei wechselnden Beanspruchungen, ist geglähter und vergüteter Stahl zu verwenden.

Ausgeglüht:	St	St	St	St
	34.11	42.11	50.11	60.11
Zugfestigkeit mm ²	34-42	42-50	50-60	60-70
Streckgrenze mindest	19	23	27	30
Bruchdehnung				
in % mindest	25	20	18	14
Schweißbarkeit =	gut	ausreichend	schlecht	
Ausgeglüht:	St C	St C	St C	VCMo
	25.61	35.61	45.61	125
Zugfestigkeit mm ²	42-50	50-60	60-70	60-75
Streckgrenze mindest	24	28	34	55
Bruchdehnung				
in % mindest	22	19	16	14
vergütet	47-55	55-65	65-75	90-105
Streckgrenze	28	33	39	85
Bruchdehnung	20	18	15	8
Schweißbarkeit =	ausreichend	schlecht	gut	

Drahtlitzen und Drahtseile

Für Drahtlitze, Drahtseile mit Stahlseele und Drahtseile mit Hanfseele werden Stahldrähte mit einer Zugfestigkeit von 180-200 kg/mm², die noch durch ein besonderes Verfahren vergütet sind, verwendet.

Für unsere Segelflugzeuge sind folgende Drahtlitzen und Drahtseile zulässig:

Drahtlitze (für Trag- und Fangkabel):

Litzendurchmesser mm	1,8	2,1	3	3,5
Anzahl der Litzen	7	7	19	19
Drahtdurchmesser mm	0,6	0,7	0,6	0,7
Bruchfestigkeit kg	400	540	1080	1460
Gewicht für 100 m in kg	1,7	2,3	4,6	6,2

Drahtseile mit Stahlseele (wo keine Umlenkungen vorkommen):

Seildurchmesser mm	2,5	3,6	
Anzahl der Litzen	6	6	
Anzahl der Drähte je Litze	4	7	
Drahtdurchmesser mm	0,35	0,4	
Bruchfestigkeit in kg	460	1110	
Gewicht für 100 m in kg	2,3	5,4	

Drahtseile mit Hanfseele (für alle Verspannungen und Steuerseile zulässig) :

Seildurchmesser	2,5	3	3,5	4,2
Anzahl der Litzen	6	6	6	6
Anzahl der Drähte je Litze	4	4	7	7
Drahtdurchmesser mm	0,35	0,35	0,4	0,4
Bruchfestigkeit kg	400	520	740	860
Gewicht für 100 m in kg	2,1	3,2	4,9	6,0

Bei der Verwendung der Drahtseile und Litzen ist unbedingt auf die in der Stückliste vorgeschriebenen Stärken zu achten. Die Seile und Litzen müssen vor dem Einbau mit einer Vorrichtung vorgereckt werden, damit sie beim Flugbetrieb nicht fortwährend nachgespannt werden müssen. Das Vorrecken wird mit zwei Fünftel der Bruchlast vorgenommen; d. h., wenn eine Bruchlast (Bruchfestigkeit) z. B. von 600 kg gegeben ist, so ist das Seil oder die Litze mit einem Gewicht von etwa 240 kg vorzurecken.

Im allgemeinen ist bei der Verwendung von Stahlseilen und Litzen auf die Bauvorschriften für Segelflugzeuge zu achten.

Welcher Stahl wird für Schrauben verwendet?

Auch die Schrauben für unsere Segelflugzeuge müssen von besonderer Güte sein; d. h., man kann nicht jede handelsübliche Schraube dazu verwenden. Für Normalschrauben für Gleit- und Segelflugzeuge kommt als Normstahl ST C 35.61 geglüht in Frage. Er besitzt eine Mindestzugfestigkeit von 50 kg/mm². Die Bruchdehnung soll mindestens 15 % betragen. Für hochwertige Stahl schrauben wird die Stahlsorte VCMO 125 verwendet. Durch Kaltstauchen werden sie hochvergütet und erreichen eine Festigkeit von 90-110 kg/mm² (gegen 30-40 kg/mm²) bei normalen Schrauben. Form, Gewinde, Gewindelänge und Bezeichnung der Schrauben und Muttern sind durch DIN festgelegt.

Hier sei gleich darauf hingewiesen, daß die Muttern von gleicher Qualität sein müssen wie die Schrauben.

Welcher Stahl wird für Unterlegscheiben verwendet?

Hier ist der Normstahl St 37.12 vorgeschrieben. Die Unterlegscheiben sind auch nach DIN hergestellt. Wir verwenden im Segelflugzeugbau drei Arten:

- Für Metallaufage,
- für Holzaufage und
- für Seilrollenbeilage (bei Kugellagerseilrollen).

Erstere sind blank, gedreht mit Fase oder halbblank, gestanzt, entgratet und geblendet. Für Holzunterlage sind gestanzte, entgratete und geblendet Scheiben zulässig.

Es sei hier noch besonders darauf hingewiesen, daß unsere Stähle für den Segelflugzeugbau hoch rostempfindlich sind und deshalb ein guter Oberflächenschutz erforderlich ist. Als bewährtester Oberflächenschutz gilt das Atramentieren. Man kann auch die Beschläge mit einem feinen Sandstrahlgebläse reinigen und dann mit einem guten durchsichtigen Rostschutzlack spritzen. Durchsichtige Rostschutzlacke werden deshalb verwendet, da hierdurch, genauso wie beim Atramentverfahren eine ständige Kontrolle auf eventuelle Risse oder Rostansätze möglich ist.

Wir haben nun die wichtigsten zugelassenen Stahlsorten für den Segelflugzeugbau kennengelernt und wollen uns jetzt noch etwas mit den Leichtmetallen beschäftigen.

3. ALUMINIUM UND SEINE LEGIERUNGEN

Aluminium ist in großen Mengen, aber nur in Verbindung mit anderen Stoffen in der Erdkruste enthalten.

Als Rohstoff für die Verhüttung dient vor allem der Bauxit. Bauxit enthält 55 bis 65 Prozent Tonerde (Al₂O₃, Aluminiumoxyd) der Rest besteht aus Eisenoxyd, Wasser und anderen Verunreinigungen.

Die Aluminiumgewinnung aus Bauxit geschieht auf elektrochemischem Wege, Elektrolyse genannt. Hierbei wird der Tonerde durch den Elektrolyseofen der Sauerstoff entzogen, so daß Reinaluminium übrig bleibt.

Das Reinaluminium hat nur geringe Zugfestigkeit, aber hohe Dehnbarkeit. Es läßt sich sowohl spanlos als auch durch Zerspanen gut bearbeiten. Die Gießbarkeit ist gering. Sein Schmelzpunkt ist 600 ° C, die Wichte 2,7 kg/dm³. Die Korrosionsbeständigkeit des Aluminiums ist hoch. Die Oberfläche kann gegen Korrosionsbeständigkeit durch das Eloxalverfahren künstlich verstärkt werden.

Aluminium läßt sich gut schweißen, aber sehr schlecht löten. Die Handelsformen des Aluminiums sind denen des Stahls ähnlich.

Werden dem Aluminium andere Metalle beigeschmolzen (legiert), so ändern sich seine Eigenschaften. Es soll erreicht werden - entweder Verbesserung der Festigkeitseigenschaften, wobei sich meistens die Korrosionsbeständigkeit und Dehnbarkeit verringert, oder eine bessere Gießbarkeit.

Hierbei geht die Dehnbarkeit ebenfalls stark zurück. Die Wichte der Legierungen liegt zwischen 2,6 und 2,8 kg/dm³. Eine wichtige Eigenschaft der Al-Legierungen ist ihre Aushärtbarkeit. Das ist die Fähigkeit, durch eine besondere Wärmebehandlung (Aushärten, Veredeln) noch höhere Festigkeitswerte anzunehmen.

Solche Al-Legierungen werden bei uns im Segelflugzeugbau z. B. für Steuersegmenthebel, Seilrollen, Spannschloßsicherungen, Stoßstangen, Handgriffe usw. verwendet. Für Formteile, wie Rumpfnasen, Übergänge und sonstige Verkleidungen, wird Reinaluminium nach DIN Al 99.5 verwendet. Die Zugfestigkeit liegt hier bei 10 bis 15 kg/mm² und die Bruchdehnung bei 10 bis 6 Prozent.

Für hochbeanspruchte Teile aus Leichtmetall sind folgende Normen gebräuchlich:

Bezeichnung:	DIN-Norm	Zugfestigkeit kg/mm ²	Bruchdehnung %
Duralumin Bondur	Al-Cu-Mg	40-42	16-12 (die meisten Konstruktionsteile)
Duralplat, Bondurplat (Bleche)	Al-Cu-Mg	38-40	15-13
Duralumin	Al-Cu-Mg	44-46	12-10 (Rohre, Profile)
Aluminium-Guß Legierungen			
Kupfersilumin	GAI-Si-Cu	14-18	4-2 (Gehäuseteile)

Auch hier ist wie bei Stahl immer auf die in der Stückliste angegebenen Anforderungen zu achten. Der im Handel vertriebene Aluwerkstoff unterliegt in seinen Werten oft großen Schwankungen, und es ist deshalb erforderlich, entsprechende Belastungsproben vorzunehmen.

Um Verwechslungen von verschiedenen Stählen und Al-Legierungen zu vermeiden, macht es sich notwendig, die einzelnen Sorten im Materiallager durch entsprechende Farben zu kennzeichnen.

4. VERSCHIEDENE BUNTMETALLE IM SEGELFLUGZEUGBAU

Außer den verschiedenen Stahl- und Alu-Sorten, verwenden wir bei unseren Segelflugzeugen in geringen Mengen Buntmetalle. So werden z. B. Spannschloßmuttern oft aus Messing hergestellt. Weiterhin ist dünner Messingdraht wegen seiner Geschmeidigkeit für Spannschloßsicherungen und Spleißumwicklungen sehr beliebt. Man kann auch weichen, verzinkten Eisendraht hierzu verwenden.

Für Seilanschlüsse werden auch oft Kupferrohrnetzen verwendet. Kupfer ist bekanntlich sehr weich und schützt die Seile bzw. die Kauschen vor Beschädigungen.

Aber auch Alu-Rohrnetzen werden neuerdings hierfür verwendet.

Für Steuerwellenlagerungen und andere Gleitlager wird meist Bronze verwandt. Bei größeren Querschnitten kann man aber auch Kunststoffe an dessen Stelle verwenden.

Wir haben Euch nun mit einer ganzen Reihe von Fragen über die im Segelflugzeugbau zu verwendenden Metallwerkstoffe bekannt gemacht, und man sieht, daß dies ein sehr umfangreiches Gebiet ist. Dabei sei erwähnt, daß es sich hier nur um Grundfragen handelt.

Es ist notwendig, daß man sich im Laufe der Zeit, angeregt durch die Praxis, tiefer mit diesem Stoff vertraut macht. Nur dadurch können wir beitragen, die Flugsicherheit zu erhöhen und damit uns vor schweren Unfällen schützen.

Liebe Kameraden!

Wir hoffen, daß Euch dieses Lehrmaterial für die technische Ausbildung Baustufe B eine große Hilfe sein wird. Macht uns bitte Vorschläge, wie wir den Lehrstoff verbessern können.

Zentralvorstand der GST, Abteilung Flugsport

Prüfungsbedingungen für die Baustufe B

1. Abnahmeberechtigung:

Ebenso wie zur Ausbildung, sind zur Abnahme der Baustufe B Werkstattleiter für Gleitflugzeuge und Werkstattleiter für Segelflugzeuge sowie Kameraden der Baustufe C berechtigt, deren Anerkennung als solche auf der Zentralen Segelflugzeugbauschule durch eine Bescheinigung oder Ausweis ausgesprochen wurde, die nach dem 25. Juli 1953 ausgestellt ist.

Die Prüfung erfolgt auf der Grundlage des Ausbildungsplanes und der Prüfungsrichtlinien, die jedem Abnahmeberechtigten vom ZV zur Verfügung gestellt wurden. Das geforderte fachliche Wissen und handwerkliche Können ist durch produktive Arbeit unter Beweis zu stellen. Die vom Abnahmeberechtigten gemachten Aufzeichnungen über die Leistungen jedes Kameraden geben ihm einen Überblick und sind bei der Prüfung entsprechend zu bewerten.

Nicht entscheidend sind die geleisteten 70 Baustunden und das Abhören der sechs Fachthemen schlechthin, sondern das Wissen, der Umfang und die Qualität der geleisteten Arbeit.

Der Abnahmeberechtigte trägt die bestandene Prüfung mit der entsprechenden Note in das Baubuch des Kameraden ein.

Der Lehrgruppenagitator nimmt an der Abnahme teil und hilft den Kameraden, ihre Schwächen zu überwinden.

2. Zur Prüfung der Baustufe B sind nur solche Kameraden zugelassen, welche die Baustufe A bestanden und sich systematisch bei der Ausbildung in der Baustufe B weitergebildet haben.

3. Prüfungsschema (mündlich und praktisch):

a) mündlich: Dem Kameraden werden aus jedem Fachthema zwei Fragen gestellt, die er sachlich und richtig zu beantworten hat.

Kann der Kamerad nicht alle Fragen beantworten, so ist ihm zu helfen. Zeigt sich, daß sich der Kamerad nicht ernsthaft mit dem Stoff beschäftigt hat, so scheidet er von der Prüfung aus. Ihm muß Hilfe und Gelegenheit gegeben werden, zu entsprechender Zeit seine Prüfung nachzuholen.

b) praktisch: Die praktische Prüfung erstreckt sich auf die in der technischen Ausbildung gezeigten Leistungen und Fähigkeiten, gemessen an den angefertigten Werkstücken, wie sie im Ausbildungsplan vorgesehen sind. Deshalb hat sich der Werkstattleiter über jeden Kameraden genaue Aufzeichnungen zu machen, damit er bei der Prüfung in der Lage ist, eine reale Einschätzung zu geben. Kameraden, die trotz ständiger Ermahnungen und Hinweise ihre anzufertigenden Werkstücke oberflächlich und nachlässig hergestellt haben, können zur Prüfung nicht zugelassen werden. Ihnen ist Gelegenheit zu geben, ihre Arbeit zu verbessern, wobei ihnen der Lehrgruppenagitator besonders helfen soll.

Zum Abschluß der Baustufe B muß der Kamerad folgende handwerkliche Fertigkeiten besitzen:

1. Anfertigung von Arbeitslehrnen.
2. Anfertigung von Bauvorrichtungen.
3. Anfertigung von Bauteilen, wie sie im Ausbildungsplan enthalten sind.

4. Gesamtbeurteilung:

Das Ergebnis aus der mündlichen und praktischen Prüfung wird zu einer Gesamtbeurteilung zusammengefaßt, die in fünf Noten ausgedrückt wird, und zwar:

- sehr gut
- gut
- genügend
- mangelhaft
- ungenügend

Kameraden, die die Noten „mangelhaft“ und „ungenügend“ erhalten, haben die Prüfung nicht bestanden.