

*Das
Bauen von
Flugmodellen
in
Theorie
und
Praxis*

Zusammengestellt von
OSR Dir. Edwin Krill

Einleitung

AUSZUG aus dem Lehrplan :

"Teilziele der praktischen und theoretischen Auseinandersetzung :

Gewinnen von Einsichten in die Probleme des Fliegens durch Planen,, Darstellen (Werkskizze, Werkzeichnung), Bauen und Erproben von einfachen Modellen und Erkennen des Zusammenhanges von Formgebung und Funktion.

Begriffe :

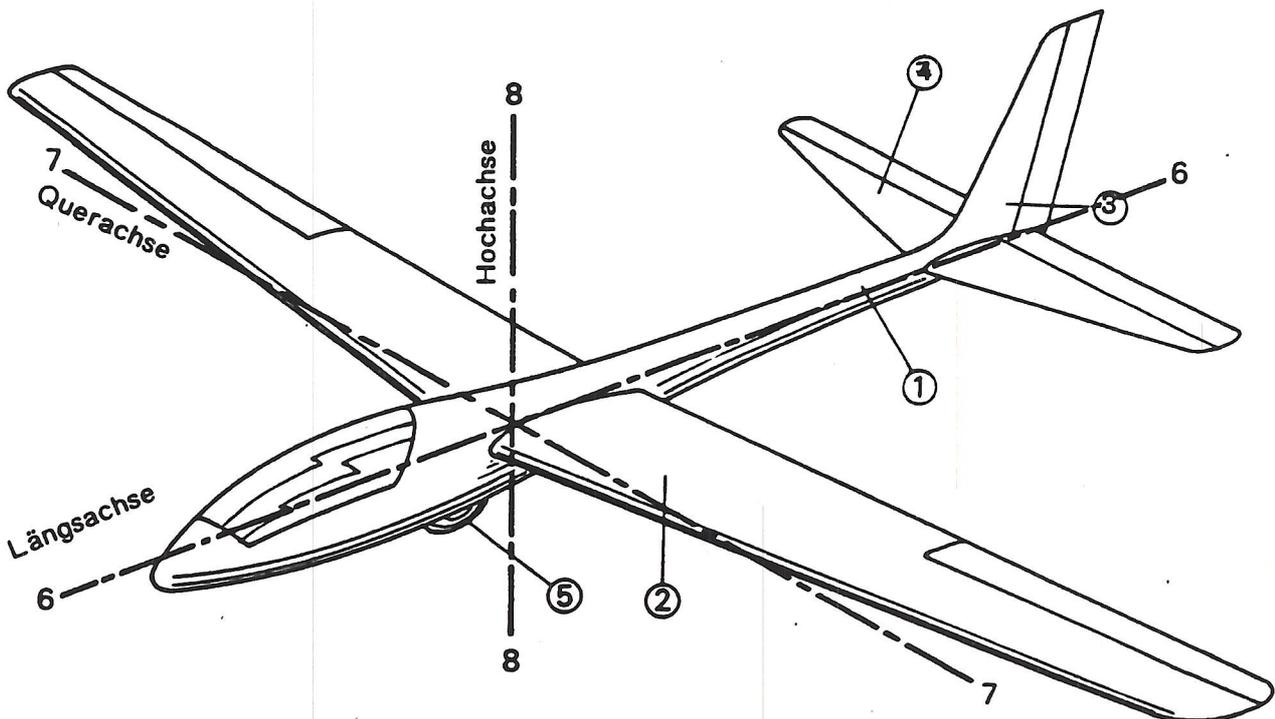
Gleiten, Fliegen (Stabilisierung, Schwerpunkt, Luftwiderstand und Trimmen), allenfalls Fachausdrücke aus dem Flugwesen."

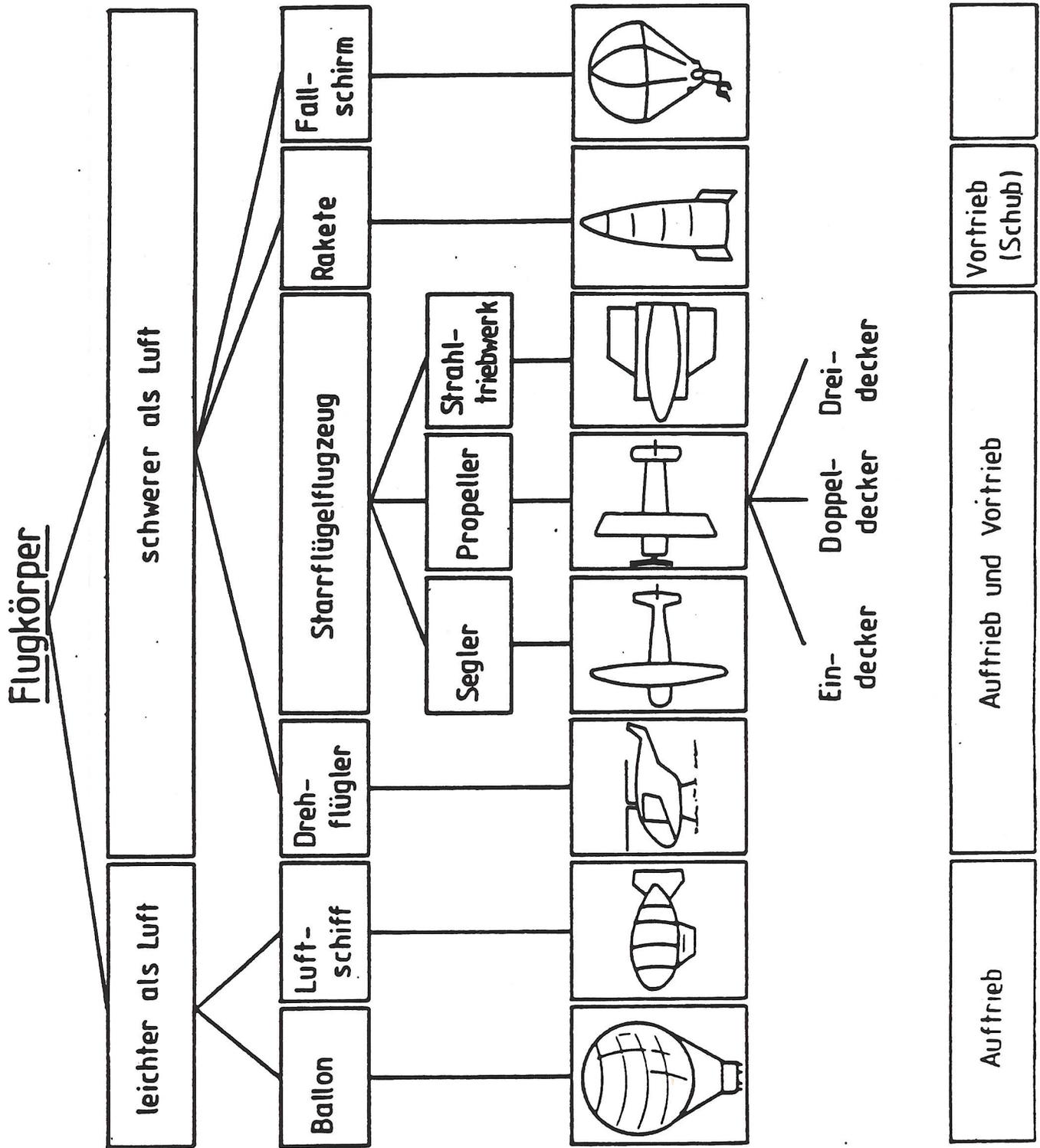
Das Segelflugzeug

Wenngleich ein Segelflugzeug in der Eleganz seiner Bewegungen niemals mit einem Vogel konkurrieren kann, so ist es dennoch faszinierend, es im Flug zu beobachten; wir werden uns niemals daran sattsehen können, wie es ruhig und gleichmäßig durch das ihm eigene Element, die Luft, gleitet.

Abgesehen vom „Nurflügler“, der weder Schwanz noch Höhenleitwerk besitzt, besteht ein Segelflugzeug aus den folgenden Teilen: 1. Rumpf, 2. Tragflächen, 3. Seitenleitwerk, 4. Höhenleitwerk, 5. Landekufe bzw. Fahrwerk. Der Schwerpunkt des Segelflugzeuges liegt im Schnittpunkt von drei Achsen; der Längsachse (Rollachse, 6), der Querachse (Neigungsachse, 7) und der zu den beiden vorgeannten Achsen senkrecht stehenden Hochachse (Drehachse, 8). Jede der zuvor genannten Baugruppen dient einem besonderen Zweck: Der Rumpf verbindet die Leitwerke mit dem Schwerpunkt; die Flügel erzeugen den Auftrieb; das Seitenleitwerk stabilisiert das Flugzeug um die Hochachse; das Höhenleitwerk soll eine Verdrehung um die Querachse verhindern und dient ebenfalls zur Stabilisierung des Fluges; das Landegestell, welches aus einem Rad oder einer Kufe bestehen kann, erleichtert, wie sein Name schon sagt, die Landung. Im vorderen Ende des Rumpfes, der Nase, wird der Ballast untergebracht, welcher notwendig ist, um das Flugzeug auszuwiegeln.

Die für ein Segelflugzeug charakteristische leicht geneigte Flugbahn ergibt sich aus der Tatsache, daß die von den Tragflächen beim Flug erzielte Auftriebskraft der Erdanziehungskraft entgegenwirkt. In der Folge werden wir noch feststellen, daß der Winkel zwischen dem Horizont und dieser Flugbahn verschieden groß sein kann und auf die Flugeigenschaften des Segelflugzeuges einen wichtigen Einfluß ausübt.





FLUGZEUGE (FLUGMODELLE) sind Luftfahrzeuge, die schwerer als die von ihnen verdrängte Luft sind und durch Bewegung einen dynamischen Auftrieb erzeugen.

Wir unterscheiden :

STARRFLÜGELFLUGZEUGE - die Flügel sind mit dem Rumpf fest verbunden.

DREHFLÜGELFLUGZEUGE - Hubschrauber und Tragschrauber

SCHWINGENFLUGZEUGE - Auftrieb und Vortrieb erfolgen durch schwingende Tragflügel (wie beim Vogelflug)

FLUGZEUGMODELLE - sind vorbildgetreue und maßstäbliche Verkleinerungen von manntragenden Flugzeugen welche flugfähig sind.

MODELLFLUGZEUGE - w.o. doch nicht flugfähig.

FLUGMODELLE - sie werden nur zum Zweck der Flugfähigkeit gefertigt und sind personentragenden Flugzeugen nicht nachgebildet, können mit diesen jedoch Ähnlichkeit haben. Sie sind Funktionsmodelle im eigentlichen Sinn, weil sie ausschließlich nach den Gesetzen der Flugmechanik und Aerodynamik gebaut sind und diesen unterliegen.

Eine wettbewerbsmäßige EINTEILUNG der Flugmodelle wird vorgenommen in :

F1 FREIFLUGMODELLE : Segelflugmodelle, Gummimotormodelle, Verbrennungsmotormodelle. Als Sonderklassen gehören dazu Saalflugmodelle und magnetgesteuerte Hangflugmodelle sowie CO₂-Modelle.

F2 FESSELFLUGMODELLE - diese werden mittels Stahllitzen im Kreise gesteuert. Es gibt Geschwindigkeitsmodelle, Kunstflugmodelle und Team racing-Modelle.

F3 RADIO CONTROL - MODELLE (FERNSTEUERMODELLE). Hier gibt es wieder Segel- und Verbrennungsmotormodelle sowie Elektro- und Hubschraubermodelle.

RAKETENMODELLE diese Kategorie wird z.Zt. in Österreich noch nicht betrieben.

HEISSLUFTBALLON - MODELLE werden in letzter Zeit immer mehr gebaut und bereits auch internationale Treffen durchgeführt.

WETTBEWERBSTÄRIGKEITEN :

Der Modellflug wird international betrieben, und wie in anderen Sportarten werden die verschiedenen Wettbewerbe und Meisterschaften durchgeführt.

Weltmeisterschaften - Europameisterschaften und Europa Cups, Staatsmeisterschaften und Österreichische Meisterschaften, sowie Landes- und diverse Verbandsmeisterschaften.

International stehen die österreichischen Modellsportler im Spitzenfeld und haben bereits viele WM- und EM-Titel und internationale Erfolge errungen. Seit 1981 ist der Modellsport in Österreich als offizieller Sport bei der BSO (Bundessportorganisation) anerkannt und allen anderen Sportarten gleichgesetzt.

DIE MODELLE, DIE WIR IM UNTERRICHT BAUEN KÖNNEN :

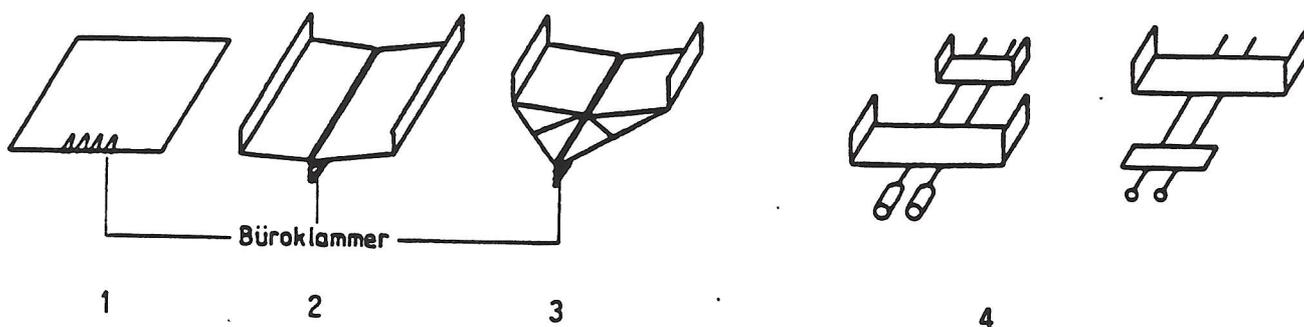
Die Einführung in die flugphysikalischen, flugmechanischen und technologischen Probleme der Luftfahrt soll am Beispiel von **F r e i f l u g m o d e l l e n** erfolgen, und zwar zunächst an solchen ohne Antrieb. Gemeinsames Merkmal dieser Flugmodelle ist, daß ihre Bewegungen nach Beendigung des Startvorganges vom Modellflieger nicht mehr zu beeinflussen sind. Deshalb müssen sie über eine große Eigenstabilität (Flugstabilität) verfügen.

Der Einstieg in die Problematik des Gleitvorganges geschieht mit Hilfe quadratischer oder rechteckiger Papiere (Kartons, Postkarten), die so modifiziert werden, daß in einer Versuchsreihe unter Einbeziehung des Prinzips des Fallschirms ein Weg vom unkontrollierten Fallen über ein bewußt herbeigeführtes Sinken zum Gleiten einer Fläche besprochen werden kann. Dabei entsteht ein Gleitkörper, an dem dynamischer Auftrieb erzeugt wird. Er wird allgemein als **P a p i e r g l e i t e r**, in seiner einfachsten Form aber auch als "fliegende Fläche" oder bei Verwendung anderer Werkstoffe (Balsaholz, Hartschaumplatten) als "fliegendes Brett" bezeichnet. Äußere Kennzeichen sind seine Rechteckform und der vorn angebrachte Ballast (Büroklammern, Plastilin, Blei), durch den eine Verschiebung des Schwerpunktes in Flugrichtung bewirkt und das Gleitverhalten (Längsstabilisierung) entscheidend beeinflußt wird (Abb. 1).

Weitere Bestrebungen, den Gleiter zu stabilisieren, führen zur Bildung von V-Form und senkrechten Flächen (Abb. 2).

Durch Falten festerer Schreibmaschinenpapiere können verschiedene Variationen von Papiergleitern (Delta-, Trapezflächen u.a.), sogenannte **P a p i e r s c h w a l b e n**, gefertigt werden. Eine Verlagerung des Schwerpunktes aus der Mitte ergibt sich dabei durch mehrfaches Knicken des Papiers bzw. durch Zuspitzen der Flächen (Abb. 3).

Werden kleinere Flächen vorgelagert oder hinten angefügt, so entstehen erstmals **T r a g f l ü g e l - L e i t w e r k s - K o m b i n a t i o n e n**. Bei Verwendung von Wellpappe (für die Flächen) und Rundhölzern (als Leitwerksträger) eignen sie sich zur Erprobung von Schwerpunktveränderungen, da die Flächen auf den Verbindungshölzern verschoben werden können. Ballast läßt sich an ihnen in Form von Flaschenkorken anbringen (Abb. 4).



Will man besser fliegende Gleiter bauen, dann müssen steifere Materialien verwendet werden.

Die Zimmerflugmodelle der zweiten Baustufe werden daher aus Balsaholz gefertigt und als **B a l s a g l e i t e r** bezeichnet. Der relativ leichte und feste Werkstoff garantiert bei den vorgegebenen Abmessungen eine ausreichende Verzugsfreiheit, die erforderlich ist, um in Vergleichsflügen die charakteristischen Gleiteigenschaften verschiedener Grundtypen von Flugmodellen erkennen zu können.

Ausgewählt wurden 5 Grundformen, die sich auf entsprechende historische Flugzeugmuster zurückführen lassen, nämlich die Normalausführung sowie die Sonderkonstruktionen Tandem- und Entenbauart, Nurflügelkonstruktion und Scheibe. Grundsätzliche Unterschiede zu vorausgegangenen Konstruktionen liegen in der Form und der Anordnung von Flächen und Leitwerken sowie in der Einstellwinkeldifferenz, die häufig durch die Gestalt der Rümpfe festgelegt wird.

Bei **N o r m a l a u s f ü h r u n g e n**, die den größten Teil heutiger Flugkörper ausmachen, sind die tragenden Flächen am Rumpfmittelstück angeordnet, während sich die Leitwerksflächen am Rumpffende befinden. Varianten sind Hoch-, Mittel- und Tiefdecker, Doppel- und Mehrdecker sowie Flugzeuge/Flugmodelle mit Doppelrumpf oder Doppelleitwerk.

T a n d e m k o n s t r u k t i o n e n weisen anstelle des Höhenleitwerks einen zweiten Tragflügel auf, der ähnliche Dimensionen wie die vordere Fläche hat und ebenfalls V-Form besitzt. An seinen Rändern sind die Seitenleitwerksflächen oft als Endscheiben ausgebildet. Bei Flugzeugen sind Tandemanordnungen nur selten anzutreffen, wenngleich sie sich durch ein sehr stabiles Flugverhalten auszeichnen.

Bei der E n t e n b a u w e i s e liegt das Höhenleitwerk vor dem Tragflügel und erzeugt ebenfalls Auftrieb. Ferner besteht durch stärkere Anstellung des Kopfflügels eine größere Einstellwinkel-differenz als bei den übrigen Konstruktionen. Entenkonstruktionen im Flugzeug- und Flugmodellbau spielen eine Außenseiterrolle, obwohl man ihre Vorteile (günstige Schwerpunktlage, gute Längsstabilität, ideales Gleitverhalten) bereits früh erkannt hat. Die charakteristische Leitwerksanordnung findet sich schon bei dem Motorflugzeug der Gebrüder Wright, wurde gegen Ende der 20er Jahre bei der "Ente" von Focke-Wulf und in neuester Zeit wiederum an verschiedenen Baumustern ausgeführt (Sport- und Reiseflugzeuge: VariViggen, VariEze; Überschallflugzeuge: XB 70 "Valkyrie", Forschungsobjekt Colani). In Verbindung mit einem Deltaflügel wurde sie bei der SAAB Viggen, einem sogenannten Doppel-Delta, verwirklicht.

Der N u r f l ü g e l besitzt in seiner reinsten Form weder vertikale noch horizontale Stabilisierungsflächen (Seiten-, Höhenleitwerk), so daß besondere konstruktive Maßnahmen wie Pfeilung und Anhebung der äußeren Flügelenden zur Herbeiführung eines stabilen Fluges notwendig sind. Infolge seines vergleichsweise geringen Gewichtes zeigt der Nurflügel einen besonders günstigen Gleitwinkel, doch kommt seine Konzeption wegen der z.T. kritischen Flugeigenschaften - vor allem der geringen Längs- und Seitenstabilität - kaum noch zum Tragen - sieht man von den modernen Düsenflugzeugen wie der "Concorde" ab.

Die S c h e i b e stellt eine Variante des Nurflüglers dar, ist im Gegensatz zu diesem jedoch mit einem Seitenleitwerk ausgerüstet. Anstelle des (fehlenden) Höhenleitwerks bewirkt die leicht hochgewinkelte Hinterkante der Fläche die richtige Anstellung im Flug. Trotz geringer Quer- und Richtungsstabilität (Ursachen: fehlende V-Form, Seitenleitwerk

zu nahe am Schwerpunkt) vermag die Scheibe ebenfalls einen optimalen Gleitwinkel zu erzielen. Im Modellflug hat sie Bedeutung als Experimental-Flugkörper. Ähnlich wie Tandem- und Nurflügelmodelle erregt sie die Aufmerksamkeit der Zuschauer bei Modellflugveranstaltungen.

Die hier beschriebenen Grundformen von Flugzeug- und Flugmodelltypen werden auf dieser Reduktionsstufe (entsprechend den Lernzielen) mit ebenen, nicht profilierten Tragflächen gebaut. Die Vorschläge für die Modelle "5 aus 1 1/2 Brettern" basieren auf dem Entwurf von K.H. Denzin: 5 Balsagleiter aus einem Brettchen. Die Konstruktion ist für ein Balsabrett der Größe 900 x 75 x 1 mm ausgelegt. Die dadurch vorgegebene Modellgröße in Verbindung mit der geringen Materialstärke von 1 mm führt gerade bei Anfängern zu erheblichen Bauschwierigkeiten. Bereits kleinste Abweichungen beeinträchtigen die Flugeigenschaften erheblich und lassen keine korrekten Rückschlüsse auf das unterschiedliche Flugverhalten der verschiedenen Konstruktionen mehr zu. Vergrößert man die Maße auf das 1,5-fache und paßt sie dem gängigen Balsabrettmaß 1000x100 mm an, so sind die ursprünglichen Schwierigkeiten ausgeräumt, und der jugendliche Modellbauer gelangt schnell und preiswert zu gut fliegenden Modellvarianten.

BEVOR WIR MIT DEM BAUEN (NICHT BASTELN !) BEGINNEN -
ETWAS THEORIE

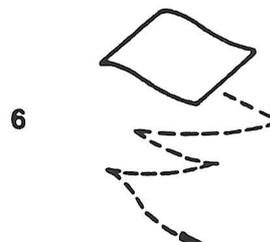
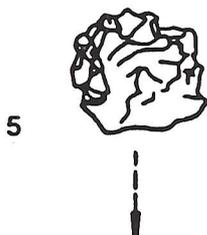
° Problemstellung

Es soll herausgefunden werden, wie ein Blatt Papier zum Gleiten gebracht werden kann.

° Erarbeitung in Teilschritten

Beobachtung

Es wird beobachtet, daß ein zusammengeknülltes Stück Papier schnell und vertikal zu Boden fällt.



Beobachtung

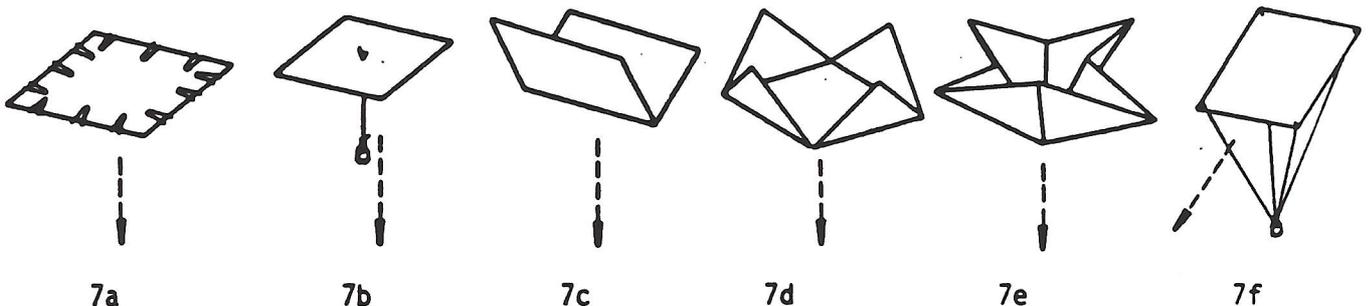
Eine steife quadratische Fläche liegt einen ganz anderen Weg zurück. Wir lassen ihn genau beschreiben (und evtl. zeichnerisch darstellen) und entdecken, daß sie ungleichmäßig und unbeeinflußbar zu Boden taumelt. (U. U. können die Schüler versuchen, den ungleichmäßigen Bewegungsablauf zu begründen.)

Versuch

Den Schülern wird die Aufgabe gestellt, zu erkunden, auf welche Weise das Blatt zunächst zu einer möglichst gleichförmigen, langsam absinkenden, vertikalen Bewegung gebracht werden kann.

Die zur Verfügung gestellten Materialien können Anstöße für Experimente vermitteln (Fäden, Büroklammern). Das Papier selbst sollte jedoch lediglich gebogen oder gefalzt werden dürfen.

Von Vermutungen ausgehend, planen und erproben die Schüler verschiedene Möglichkeiten (Anbringung von Gewichten am Rande der Fläche, im Mittelpunkt; Bau eines Fallschirmes; Falzen des Papiers zur V-Form, doppeltes Falzen u. a.)

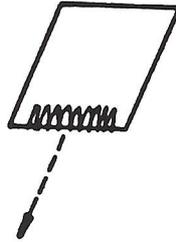


Im Vergleich wird deutlich, daß die Flächen mit unterschiedlicher Geschwindigkeit zu Boden fallen. Am "Fallschirm" wird ein langsames Sinken beobachtet. Bei schräger Aufhängung eines Gewichts oder einseitiger Beschwerung der Fläche ist ein Gleiten zur Seite erkennbar.

° Versuch

An die zuletzt genannte Konstruktion wird angeknüpft, ihre Eigenschaften (u. a. Verschiebung des Schwerpunktes aus der Mitte) werden entdeckt.

Allen Schülern stellen wir alsdann die Aufgabe, das Blatt in einen gleichmäßigen Gleitflug zu bringen. Sie experimentieren aufgrund der Erkenntnisse aus dem vorangegangenen Versuch so, daß sie den Schwerpunkt der Flugrichtung verschieben.



8

Durch weiteres Vergleichen der Konstruktionen und ihrer Flugbahnen wird entdeckt, daß zuviel Ballast die Flugbahn verkürzt und die Fläche ungleichmäßig und steil zu Boden gleiten läßt. Wir bezeichnen sie dann als kopflastig. Zu wenig Ballast führt dazu, daß die Fläche nach der Freigabe steil wegsteigt, dabei an Fahrt verliert und nach vorn abkippt oder daß sie in wellenförmiger Flugbahn gleitet. In diesem Falle ist sie schwanzlastig.

Die Schüler sollten durch eine Reihe von Versuchen zu einer optimalen Lösung gelangen, um anschließend den Schwerpunkt zu ermitteln. Das geschieht am einfachsten mit Hilfe eines Rundholzes, das unter der Fläche (quer zur Flugrichtung!) so lange hin- und hergeschoben wird, bis diese sich im Gleichgewicht befindet. Durch Ausmessen wird festgestellt, daß die günstigste Flugbahn zu erreichen ist, wenn sich der Schwerpunkt bei ca. 30 % der Flächentiefe befindet.¹⁾

Weitere Abhängigkeiten lassen sich verdeutlichen. So kann z. B. erkannt werden, daß bei kopflastigen Flugkörpern der Schwerpunkt in Flugrichtung, bei schwanzlastigen demgemäß nach hinten verschoben ist.

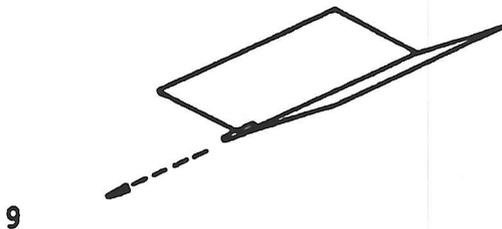
Der Begriff "Längsstabilität" sollte im Zusammenhang mit der erzielten Lösung eingeführt werden.

1) Allerdings ist ein gleichmäßiger Gleitflug aus der Hand nur dann möglich, wenn die Fläche in leicht nach vorn geneigter Fluglage und mit der ihr angemessenen Gleitfluggeschwindigkeit in die Luft "geschoben" wird.

° Versuch

Die Ergebnisse des vorherigen Versuchs werden trotz hinreichender Längsstabilität letztlich noch kein zufriedenstellendes Flugverhalten erbracht haben. So ist vor allem ein leichtes "Roller" der Flächen um ihre Längsachsen zu beobachten.

Entsprechend werden sich die Bemühungen der Schüler in einer weiteren Versuchsreihe auf die Stabilisierung des Flugverhaltens um die Längsachse beziehen und zur Entwicklung v-förmiger Flächen führen. Je nach Vorwissen der Schülergruppe kann mittels zeichnerischer Darstellung die Wirkungsweise der V-Form verständlich gemacht werden: ¹⁾ Das Stabilitätsmoment entsteht, weil die jeweils geneigte Flächenhälfte der Luftströmung eine größere Auftriebsfläche bietet. Dieser größere Auftrieb führt den Flugkörper in die waagerechte Lage zurück. Zudem trägt der tiefer liegende Schwerpunkt zur Verbesserung der Querstabilität bei.

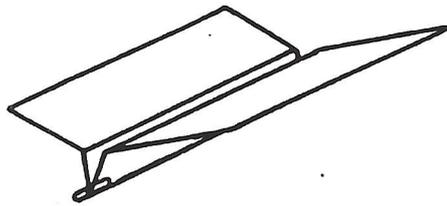


In dieser Phase der Erarbeitung kann deutlich werden, daß das Falzen zur V-Form entlang der Spiegelachse zu erfolgen hat, da unsymmetrisch gefalzte Flächen infolge der unterschiedlichen Auftriebsverhältnisse unmittelbar nach dem Start zu rollen beginnen und abstürzen.

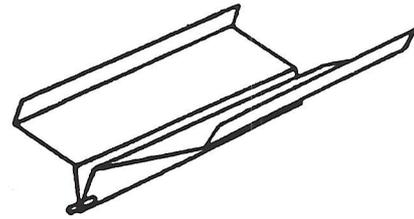
° Versuch

Eine weitere Zielsetzung führt zu der Erkenntnis, daß eine entscheidende Verbesserung des Flugverhaltens erreicht wird, wenn neben den tragenden Flächen auch senkrechte zur Richtungsstabilisierung angebracht werden.

1) Voraussetzung ist die Einsicht in den dynamischen Auftrieb an der ebenen Platte.



10a



10b

Um die aus den Beobachtungen und Versuchen gewonnenen Teilergebnisse zu festigen und für die weitere Arbeit wirksam werden zu lassen, werden sie in Text und Zeichnung an der Tafel (später auf einem vorbereiteten Schülerarbeitsbogen) fixiert.

Ein abschließendes Gespräch dient der Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse.

Beispiel:

Wenn unser Papiergleiter gut fliegen soll, muß er folgende Voraussetzungen erfüllen:

- der Schwerpunkt muß bei ca. 30 % der Flächentiefe liegen,
- die Flächen müssen v-förmig gefalzt sein,
- die Flächen müssen spiegelbildlich (symmetrisch) sein,
- der Gleiter benötigt senkrechte Flächen zur Richtungsstabilisierung.

Folgende Materialien werden zur Durchführung benötigt:

Briefkarten (oder Zeichenkarton)

Büroklammern

Zwirn

Rundhölzer

Lineal

Falzbein

Bleistift

Analyse des Bauplanes:

Den Schülern wird der Bauplan mittels Dia oder Tageslichtfolie vorgestellt. Zunächst sind die im oberen Teil des Planes befindlichen isometrischen Darstellungen in der Weise zu entschlüsseln, daß die mit Ziffern bezeichneten Einzelteile am vorhandenen Modell aufgesucht und der Stückliste zugeordnet werden. Dabei ist festzustellen, daß überwiegend gleiche oder geringfügig modifizierte Teilformen Verwendung finden.

Diese Teilformen werden in den weiteren Darstellungen des Bauplanes

- a) im Vorschlag zur ökonomischen Aufteilung der Balsabrettchen (Maßstab 1 : 5),
- b) in den in der wirklichen Größe dargestellten Detailabbildungen aufgesucht und hinsichtlich Form und Abmessungen beschrieben. Hierzu ist es notwendig, die Bedeutung der angewandten Linienarten (breite Vollinie, schmale Vollinie, Strichlinie, Schraffur, Doppelpfeil) und ggf. des Maßstabes zu erklären.

Möglichkeiten der Modifizierung der Modelle:

Ober eventuelle Möglichkeiten, die Modelle zu modifizieren, sollte der Unterrichtende unter Berücksichtigung der Individuallage seiner Gruppe entscheiden.

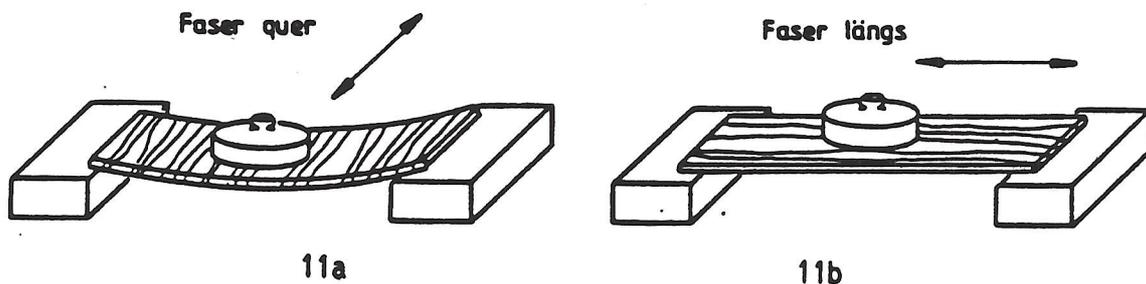
° Erarbeitung der technisch-konstruktiven Grundlagen

Werkstoffkunde: Das Balsaholz und seine Eigenschaften

Nach der Vorstellung des zu verwendenden Balsaholzes informieren sich die Schüler anhand von Lexika, Fachliteratur oder eines eigens vom Lehrer vorbereiteten Arbeitspapiers über Herkunft, Aufbau, Wachstum, Gewinnung und Verwendungsmöglichkeiten dieses Werkstoffes. Erst dann werden im Vergleich mit anderen Hölzern (Bohlen, Brettern, Furnieren) spezifische Eigenschaften wie Gewicht, Härte und Festigkeit untersucht. Auch ist zu verdeutlichen, daß Balsaholz durchaus sehr verschieden sein kann und für den jeweiligen Zweck ausgewählt

werden muß. Da der Unterrichtende die Materialwahl auf dieser Kursstufe sinnvollerweise selbst trifft, benötigt der Schüler allerdings noch keine Kenntnisse über den für ihn ohnehin komplizierten Zusammenhang von Schnittart und Verwendung des Holzes.¹⁾

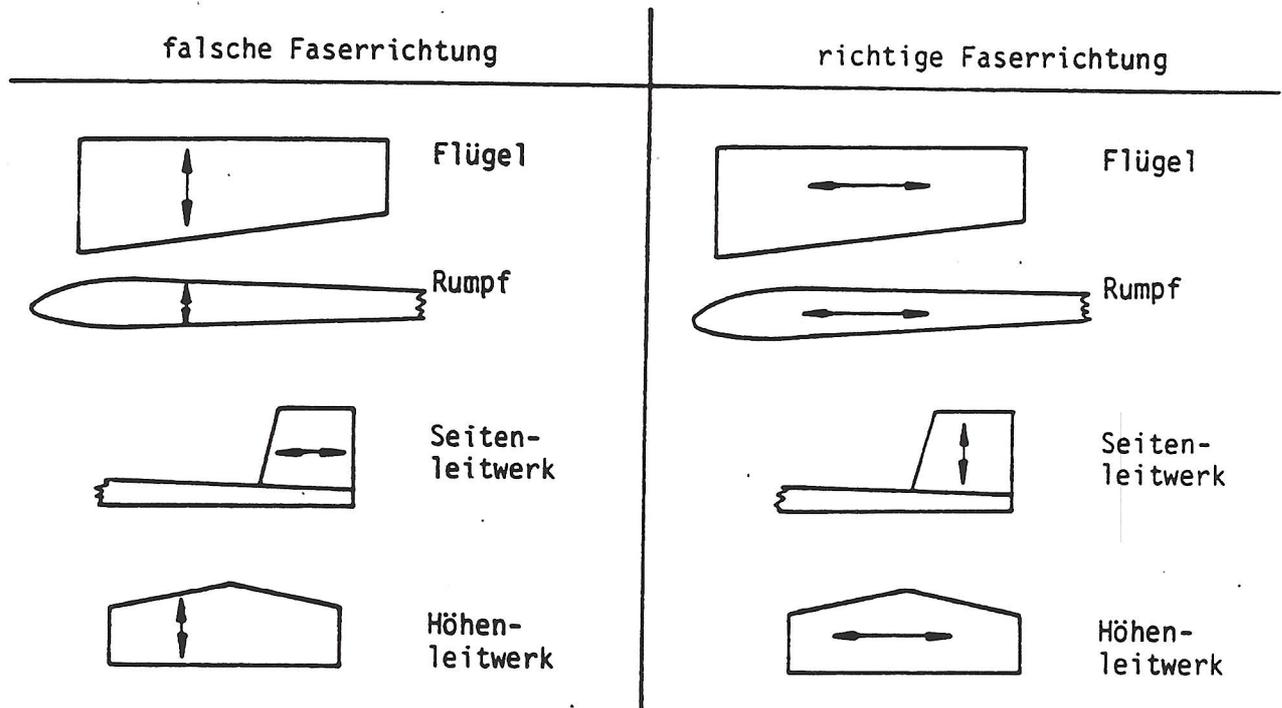
Die Bedeutung der Faserrichtung für die Festigkeit (Belastbarkeit) sollte grundsätzlich durch Belastungsversuche mit quer- und längsgemaserten Balsaholzstreifen gleicher Abmessungen verdeutlicht werden, weil sich gerade diesbezüglich durch ungenügende Beachtung der Konstruktionshinweise anfangs immer wieder Fehler einstellen, die zur Beschädigung des Gleiters führen können.



Ist erst einmal erkannt, daß man bei gleichem Gewicht wesentlich höhere Festigkeit erreicht, wenn die Faserrichtung stimmt, so wird durch Beobachtung am fliegenden bzw. landenden Modell zu ermitteln sein, in welcher Weise Belastungen auftreten. So ergeben sich z.B. Biegebeanspruchungen bei unsanften Landungen und Berührungen mit Hindernissen am Rumpf sowie an den Flächen und Leitwerksenden.

1) Für die anstehende Aufgabe eignet sich ein mittelhartes und nicht verwundenes Holz mit gerade verlaufenden Fasern.

Durch Auswertung des Erkannten und ggf. durch Versuche mit fehlerhaften Modellen wird der Faserverlauf des Holzes einsichtig:



12

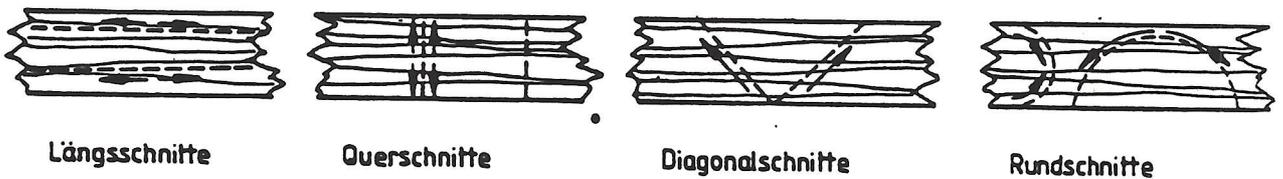
° Einsatz und Handhabung von Werkzeugen und Hilfsmitteln

Die für den Bau von Funktionsmodellen benötigten Werkzeuge und Hilfsmittel sollten zum Bestand der Werkraumausstattung gehören:

Daraus benötigen wir vorerst pro Schüler

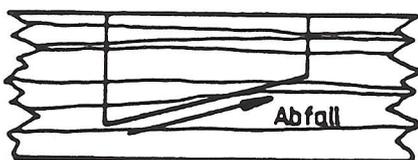
- ein Baubrett, das mit einem dickeren Karton belegt wird, damit die Messerklinge beim Schneiden des Balsaholzes nicht durch die Faserrichtung der Unterlage abgelenkt wird,
- ein Balsamesser mit auswechselbarer Klinge,
- eine Reiß- bzw. Messingschiene für längere Schnitte,
- ein Stahllineal,
- ein Geodreieck oder einen Winkel,
- einen Zirkel,
- einen Bleistift,
- Stecknadeln,
- Schleifpapier und Schleifkorken.

Der Lehrer wird gut daran tun, mit einer handwerklich wenig geschulten Gruppe einige Übungen im Umgang mit Werkzeugen, Hilfsmitteln und dem neuen Werkstoff durchzuführen, sofern nur genügend Balsaabfälle zur Verfügung stehen. Zumindest aber müssen entsprechende Handhabungshinweise erfolgen. Aus den Balsaresten sind Modellteile zu formen, die Längs-, Quer-, Diagonal- und Rundschnitte erfordern.

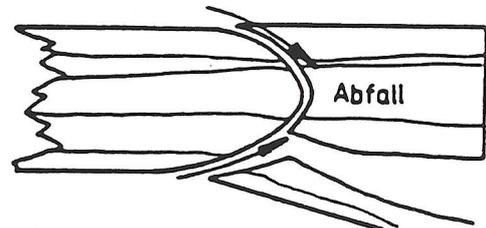


13

Die Formen werden vorgegeben, und der Schüler hat sie unter Beachtung des Faserverlaufes auf das Holz zu übertragen. Hierzu markiert er zunächst alle Ansatzpunkte genauestens mit spitzem Bleistift, um sie dann miteinander zu verbinden. Alle geraden Schnitte werden entlang einer Reißschiene ausgeführt, die so zu halten ist, daß sie nicht verrutscht und daß die Finger nicht verletzt werden. Das Messer wird dabei senkrecht und mehrmals unter leichtem Druck an der Schiene entlanggeführt, damit die Fasern die Klinge nicht abdrängen. Bei Diagonal- und Rundschnitten muß das Messer zudem so geführt werden, daß lediglich die Abfallteile weggespaltet werden können. Anderenfalls dringt die Klinge, dem Faserverlauf folgend, leicht in das benötigte Bauteil ein. Besondere Vorsicht ist geboten, wenn zusammenhängende Bauteile durch einen Diagonalschnitt voneinander zu trennen sind.



14a



14b

Dem Schnittverlauf des Holzes entspricht auch die Schleifrichtung. So wird vor allem bei Rundungen, die sich kaum ganz gleichmäßig zuschneiden lassen, darauf zu achten sein, daß nicht gegen die Faser geschliffen wird.

° Verwendung von Klebstoffen

Für das Zusammenkleben der Balsa-Teile verwenden wir einen der schnelltrocknenden Hartkleber oder Weißleime und Kontaktkleber (für Rumpfhälften). Nach dem Auftragen des Klebstoffes und dem Zusammenfügen der Teile sind diese bis zum Abbinden mittels Stecknadeln auf einer Helling oder auf Kartonstützen zu fixieren. Anschließend werden die Verbindungen mit dünnen "Leimraumpen" verstärkt.

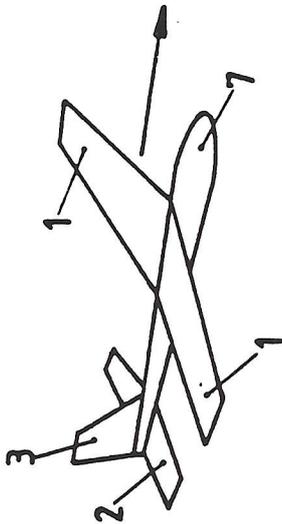
° Planung und Ausführung der Arbeitsgänge

Der einfache Aufbau der Modellkonstruktionen erlaubt den Verzicht auf vorgegebene Bauanleitungen. In Partnerarbeit vermögen die Schüler die Arbeitsschritte als Programm selbst zu entwerfen und vor der endgültigen Ausführung in der gesamten Gruppe zu diskutieren und ggf. zu korrigieren.

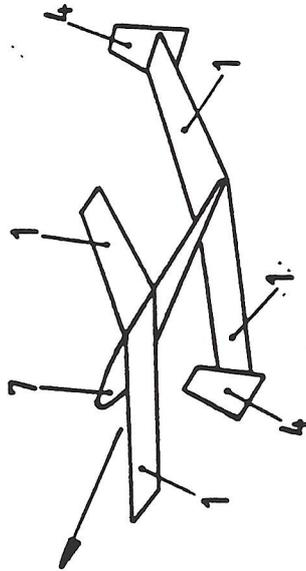
5 Flugmodelle aus 1 1/2 Balsabrettern

(Konstruktion in Anlehnung an K.-H. Denzin : "5 aus 1 Brett")

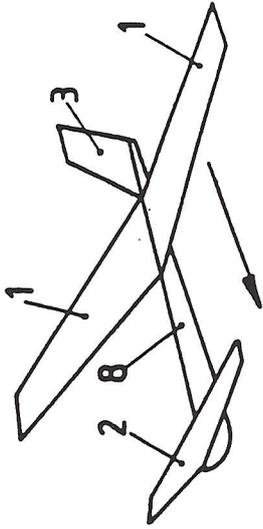
Normal-Flugmodell



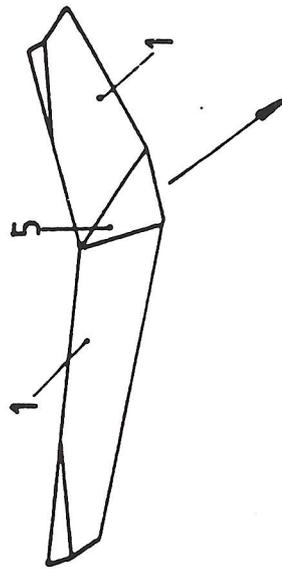
Tandem



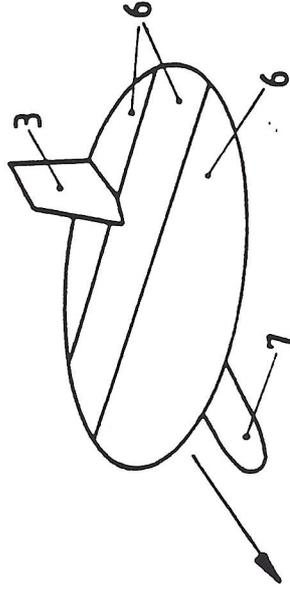
Ente



Nur flügel



Scheibe



Position	Anzahl	Bauteil	Position	Anzahl	Bauteil
1	10	Tragflügel	5	1	Mittelstück
2	2	Höhenleitwerk / Vorflügel	6	2	Tragflügel
3	3	Seitenleitwerk	7	6	Fliegende Scheibe
4	2	Seitenleitwerk	8 (a,b)	2	Rumpf für Normalmodell, Tandem, Scheibe
					Rumpf für Entenmodell

Baupläne und Bauhinweise zu 5 FLUGMODELLE AUS 1 1/2 BRETTERN

Die Aufteilung des Balsabrettes kann erfolgen durch Übertragen der Maße des Bauplanes oder durch Auflegen und Abzeichnen von Schablonen der Bauteile. Für die Herstellung der Schablonen ist Aluminium-/Duralblech oder Pertinax gut geeignet, da es sich bei normaler Beanspruchung nicht abnutzt. Ein Ausschneiden der Bauteile mit Hilfe der Schablonen sollte vermieden werden.

Vor Baubeginn sind die Rumpfteile 7 und 8 jeweils doppelt herzustellen, um die Rumpfdicke von 3 mm zu erreichen. Falls die Rundungen der Rümpfe den Schülern zu große Schwierigkeiten bei der Herstellung bereiten, kann auf die vereinfachten Rumpfformen zurückgegriffen werden. Bei dem Entenmodell ist dann allerdings die Verwendung der Helling nicht möglich, da sich der Vorflügel an der Rumpfunterseite befindet.

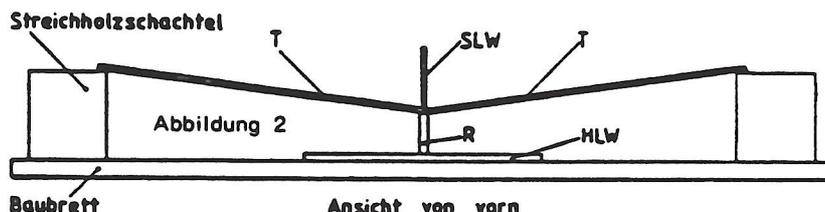
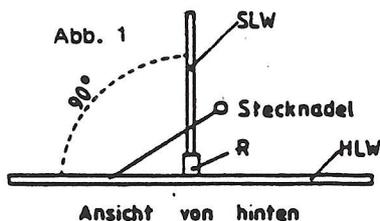
Der für die Rümpfe vorgesehene Teil des Balsabrettes wird zunächst in Querrichtung halbiert und die so erhaltenen beiden Teile mit den Maßen 200 x 100 mm werden zusammengeklebt. Zum Verkleben empfiehlt sich Kontaktkleber, Weißleim bringt Verzugsgefahr. Beim Einsatz von Kontaktkleber beide Teile dünn (keine Schlieren bilden lassen) einstreichen und so lange ablüften lassen, bis der Kleber bei einer Fingerprobe keine Fäden mehr zieht. Holzteile zusammenfügen und mit einer breiten Holzaufgabe andrücken. Anschließend Rümpfe aus dem nunmehr 3 mm starken Brett gemäß Bauplan herausschneiden.

Für alle weiteren Verklebungen Hartkleber verwenden. Hirnholz vorkleben, d. h. mit Kleber einstreichen, kurz ablüften lassen und dann erneute Kleberzugabe mit anschließender Verklebung.

Normal-Flugmodell

Höhenleitwerk (Teil 2) mit zwei Stecknadeln auf das Baubrett heften und Rumpf (Teil 7) aufkleben. Rumpf in Höhe der Tragflügel mit Abfallholz 1,5 mm unterlegen und mit Stecknadeln fixieren. Seitenleitwerk (Teil 3) auf den Rumpf kleben und mit einer schräg durchge-

steckten Stecknadel rechtwinklig zum Höhenleitwerk und Rumpf ausrichten (siehe Abbildung 1). Tragflügel (Teil 1) auf den Rumpf kleben und Tragflügelenden durch Stützen (Karton, Streichholzschachtel, Klotz, Holzstreifen) auf die im Plan angegebene V-Form anheben. (Abbildung 2).



Tandem

Baubrett mit einem Streifen Kunststoffolie abdecken, darauf die hinteren Tragflügel (Teil 1) verkleben und Tragflügelenden durch Stützen auf die entsprechende V-Form bringen. Rumpf (Teil 7) auf den hinteren Flügel aufkleben, im Bereich des vorderen Tragflügels 1,5 mm unterlegen und rechtwinklig zum Baubrett befestigen. Vorderen Tragflügel (Teil 1) auf den Rumpf kleben und die Enden wiederum anheben und abstützen. Abschließend die beiden Seitenleitwerke (Teil 4) seitlich an die hinteren Tragflügel kleben und dabei auf senkrechte Ausrichtung zum Baubrett achten. Die Hinterkanten der Seitenleitwerke, welche mit der Unterseite auf dem Baubrett stehen, fluchten mit den Hinterkanten der Tragflügel.

Ente

Der Rumpf des Entenmodells weist für den Vorflügel einen Keil auf. Dieser Keil (Teil 8 b) ist aus Resten herzustellen und mit Teil 8 a zu verkleben. Der Rumpf (Teile 8 a und 8 b) kann auch in einem Stück hergestellt werden, wenn die Schablonen auf dem für die Rumpfherstellung vorgesehenen Teil des Balsabrettes entsprechend ausgerichtet werden. Den Rumpf (Teile 8 a und b) mit Stecknadeln senkrecht auf dem Baubrett fixieren und anschließend Seitenleitwerk (Teil 3) wie beim Normalmodell aufkleben, ebenso Tragflügel (Teil 1). Vorflügel (Teil 2) auf den Rumpf kleben und an den Enden abstützen. Auf rechten Winkel zum Rumpf achten.

Scheibe

Baubrett mit Folie abdecken und die beiden Tragflügelhälften (Teile 6) verkleben. Hinteren Teil des Kreises laut Plan abtrennen, 3 mm anheben, mit Abfallstück unterlegen, verkleben und fixieren. Seitenleitwerk laut Plan anpassen und senkrecht auf Tragflügel kleben. Nach dem Aushärten des Klebers die Tragfläche umgedreht auf das Baubrett heften, so daß das Seitenleitwerk nach unten zeigt und über das Baubrett hinausragt. Anschließend Rumpf (Teil 7) senkrecht auf die Unterseite des Tragflügels kleben.

Nurflügel

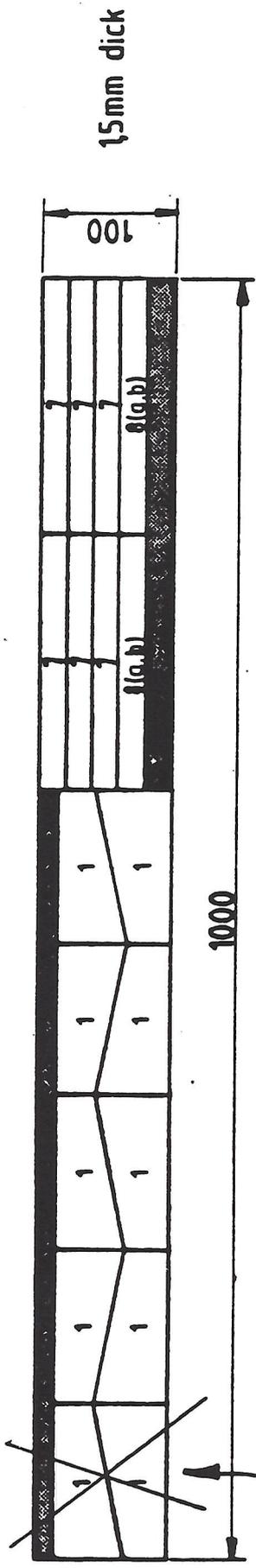
Die Keile der Tragflügelhälften (Teil 1) laut Plan abtrennen und die Tragflügelhälften mit dem Mittelstück (Teil 5) auf dem mit Folie abgedeckten Baubrett verkleben. Die von den Teilen 1 abgetrennten Keile wie bei der Scheibe anheben und ankleben.

Bauhelling

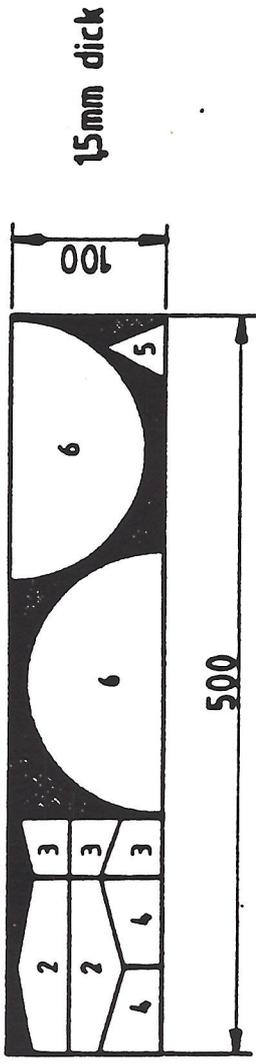
Durch die Verwendung einer Vorrichtung (Helling) läßt sich das Zusammenfügen der Einzelteile erheblich vereinfachen. Zu diesem Zweck sind auf einer Grundplatte Klötze in den auf dem Plan der Helling eingezeichneten Positionen aufzukleben. In die sich ergebenden Zwischenräume werden die Bauteile stets richtig eingelegt und mit den korrekten Winkeln zueinander verklebt.

Draufsicht M 1:5 (Maße in mm)

Aufteilung der Balsabretter 1000 x 100 x 1,5 und 500 x 100 x 1,5



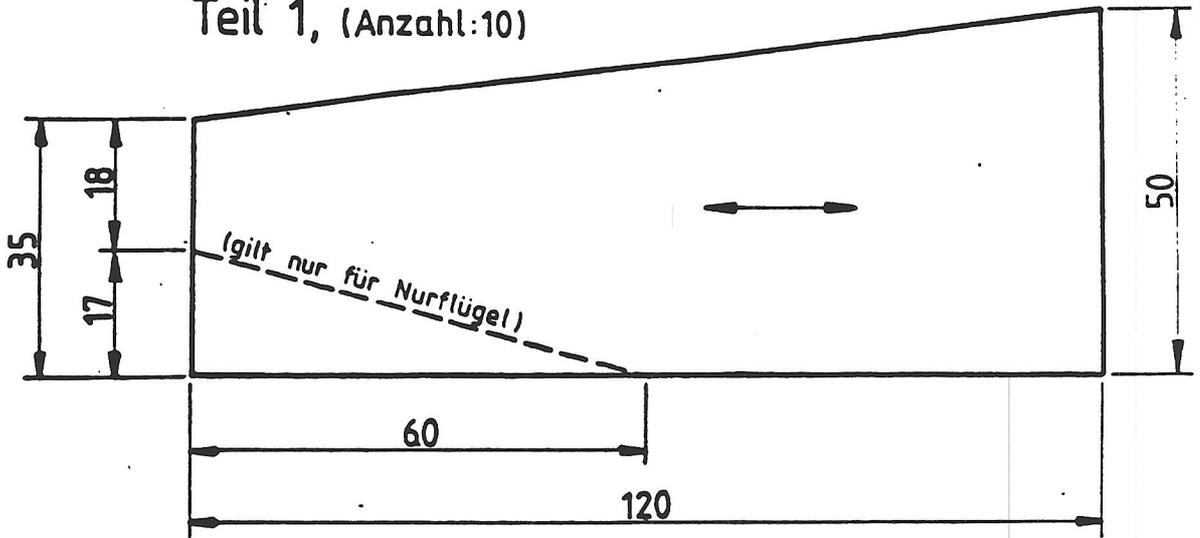
ACHTUNG ! In den meisten Fachgeschäften gibt es die Balsabretter nur in einer Länge von 920 mm. Flügelpaar 1 einmal weniger nehmen !



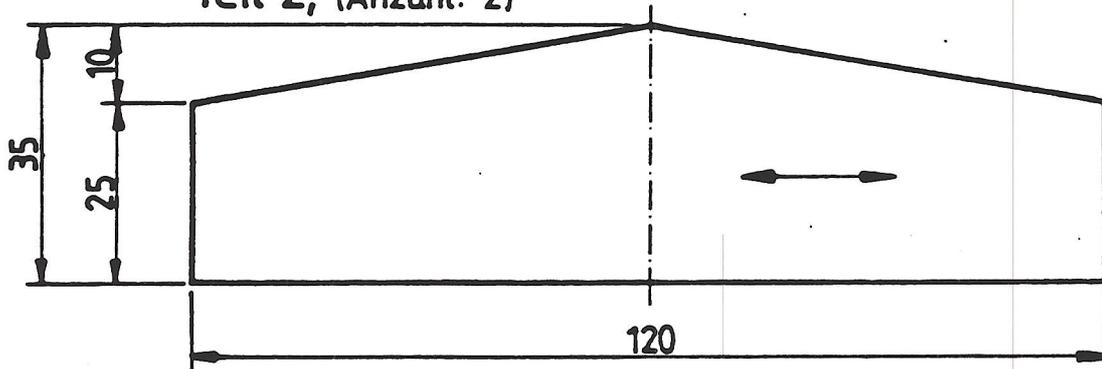
Einzelmaße der Teile 1-8(a,b) siehe

 = Abfall

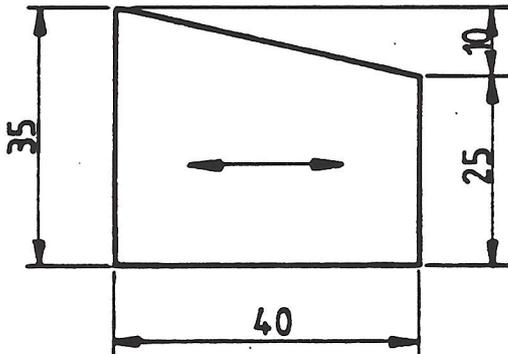
Teil 1, (Anzahl:10)



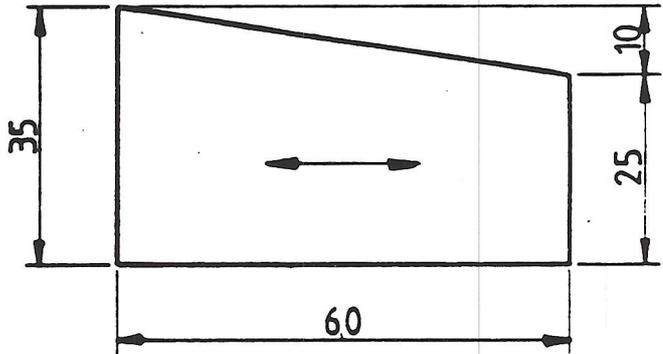
Teil 2, (Anzahl: 2)



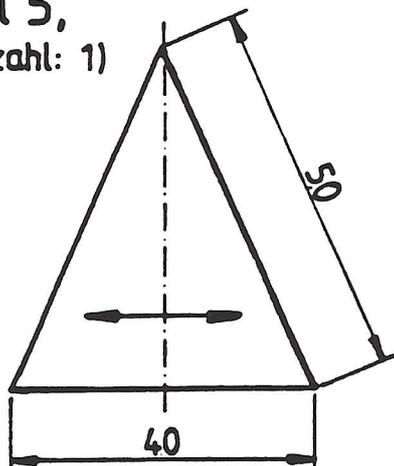
Teil 3, (Anzahl: 3)



Teil 4, (Anzahl: 2)



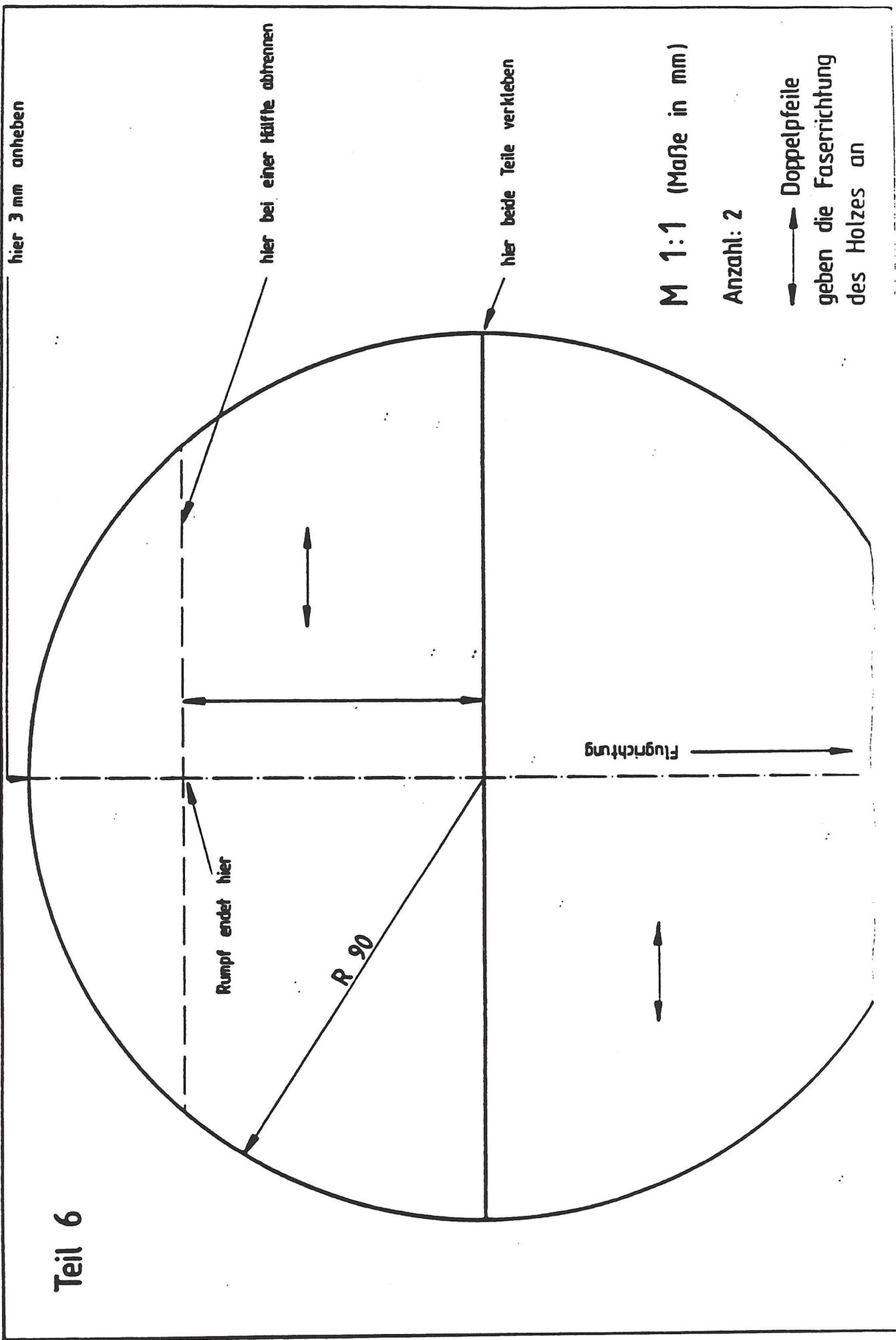
Teil 5,
(Anzahl: 1)



Teile 1-5

M 1:1 (Maße in mm)

↔ Doppelpfeile geben die Faserrichtung des Holzes an



hier 3 mm anheben

Teil 6

Rumpf endet hier

hier bei einer Hälfte abtrennen

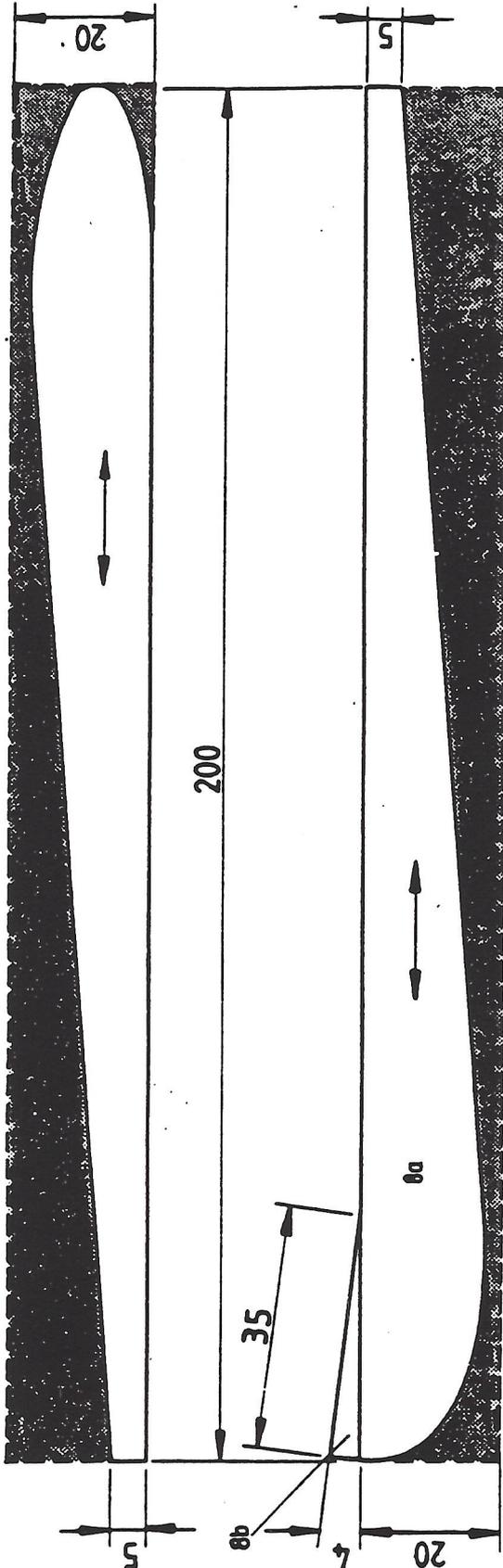
hier beide Teile verkleben

M 1:1 (Maße in mm)

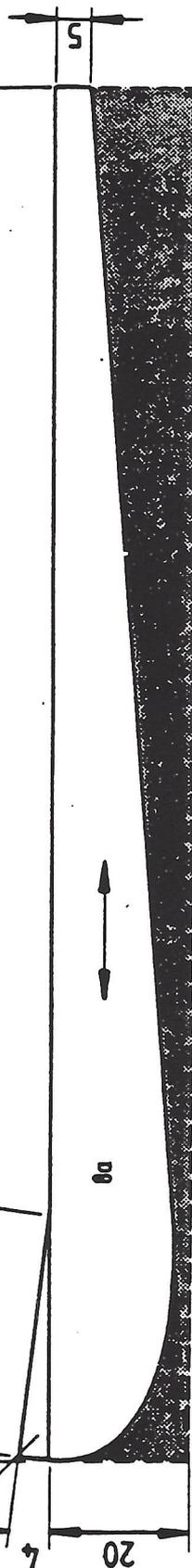
Anzahl: 2

Doppelpfeile
geben die Faserrichtung
des Holzes an

Teil 7
(Anzahl: 6)



Teil 8
(a,b)
(Anzahl: 2)

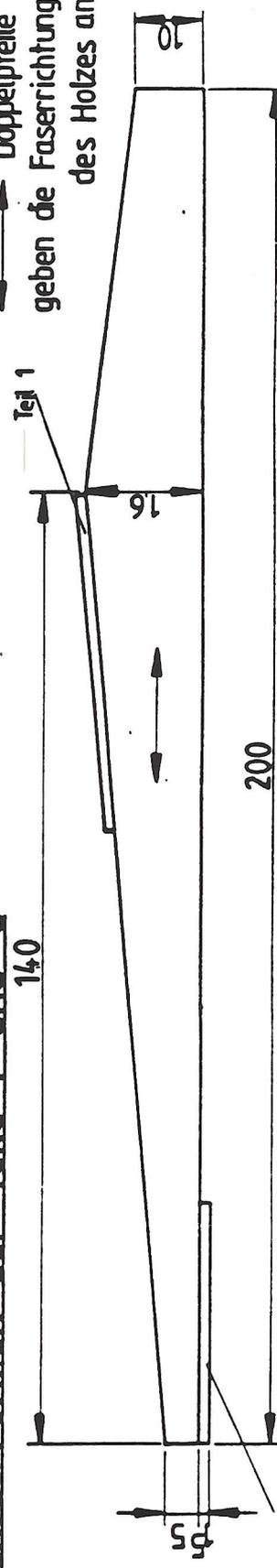


M 1:1 (Maße in mm)

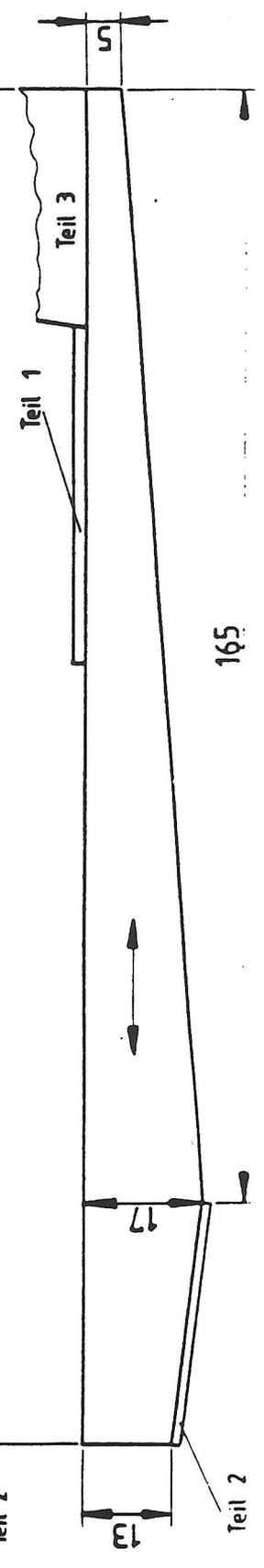
Vereinfachte Formen der Teile 7 und 8

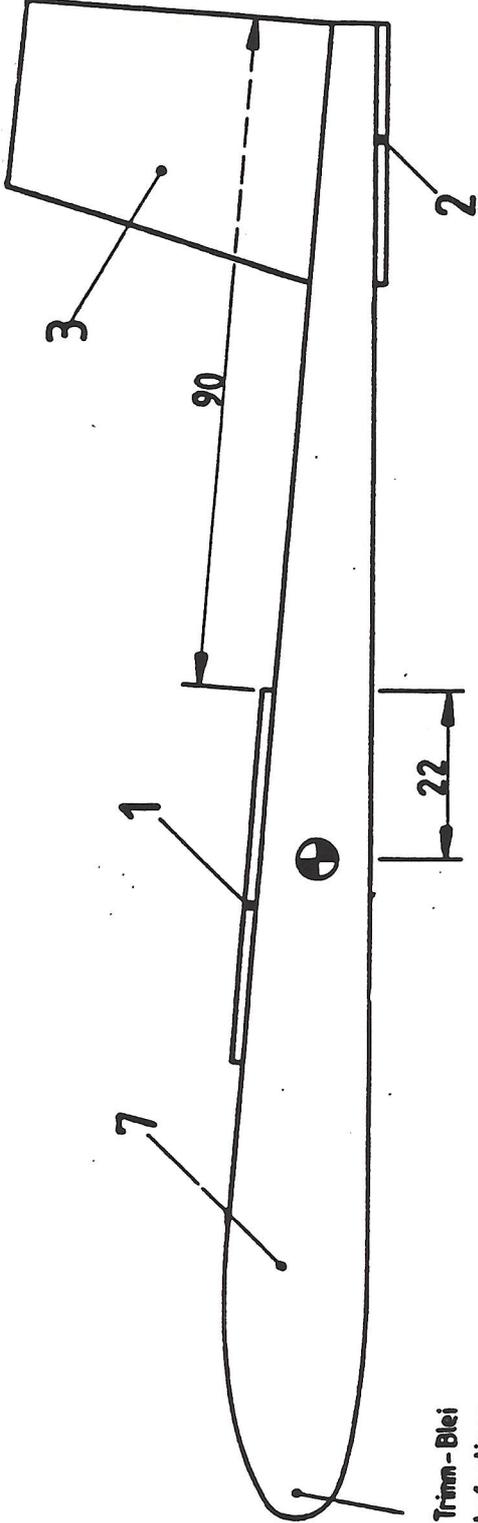
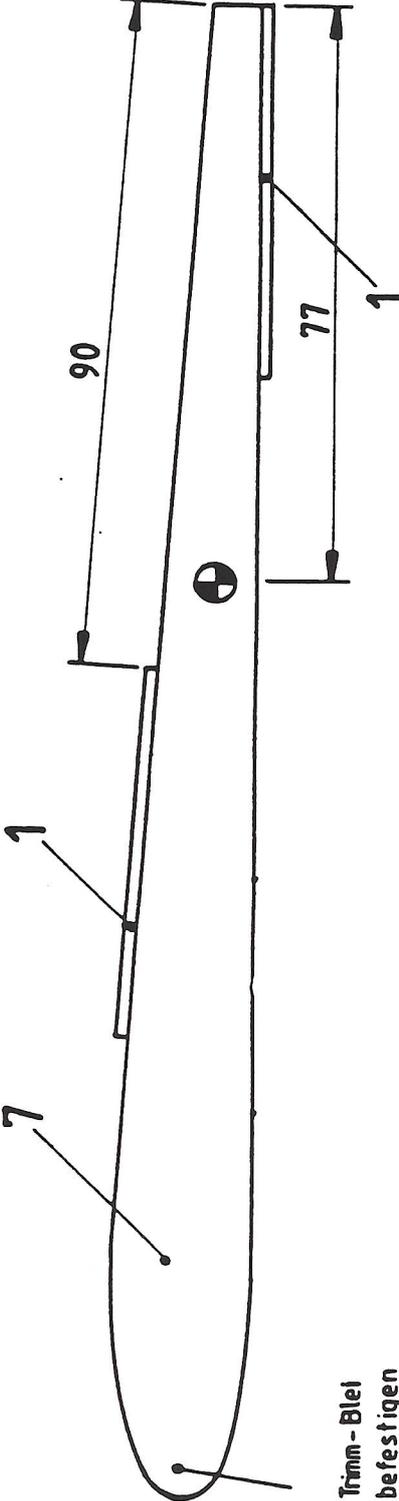
↔ Doppelpfeile
geben die Faserrichtung
des Holzes an

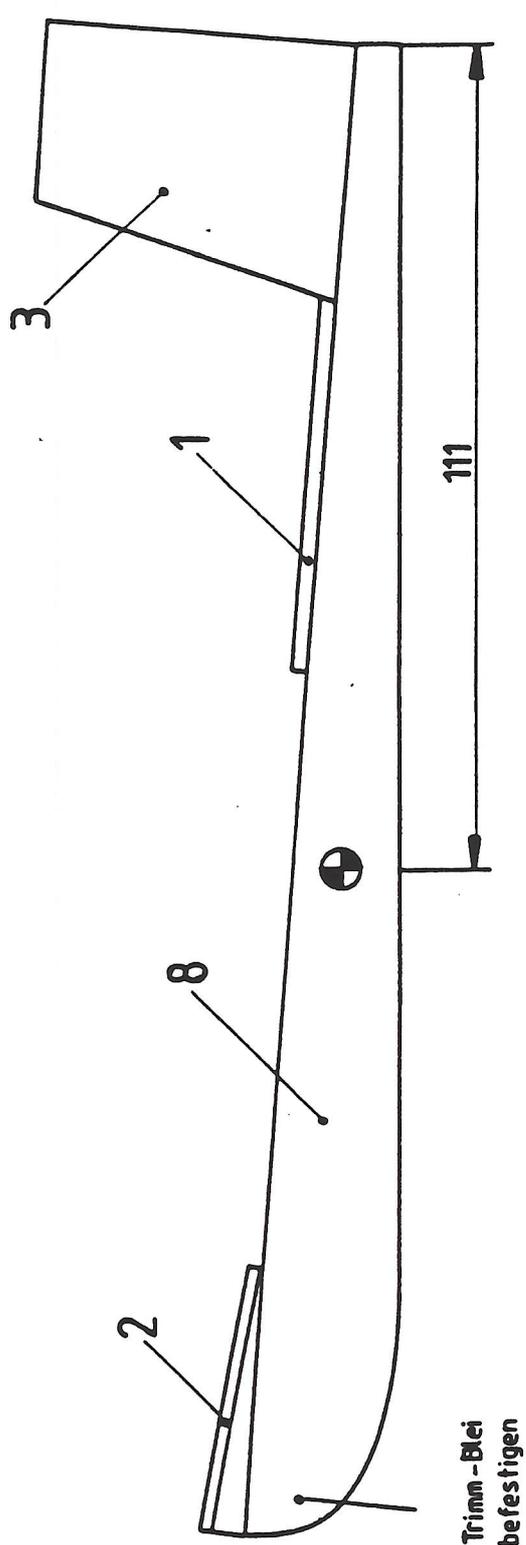
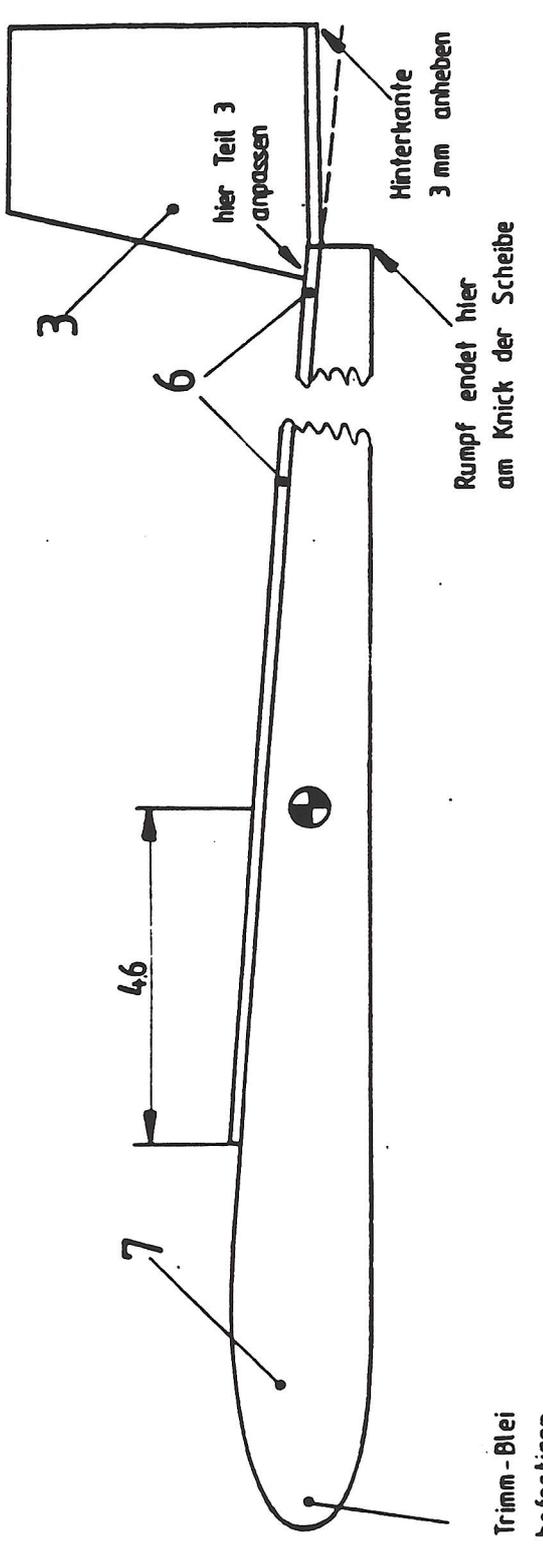
Teil 7



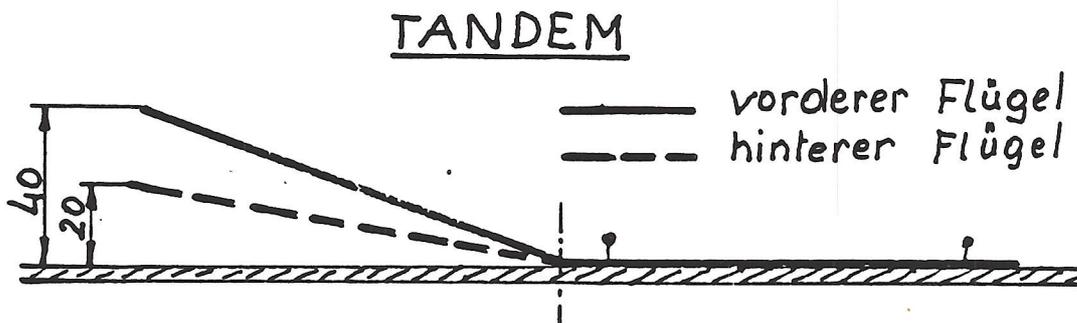
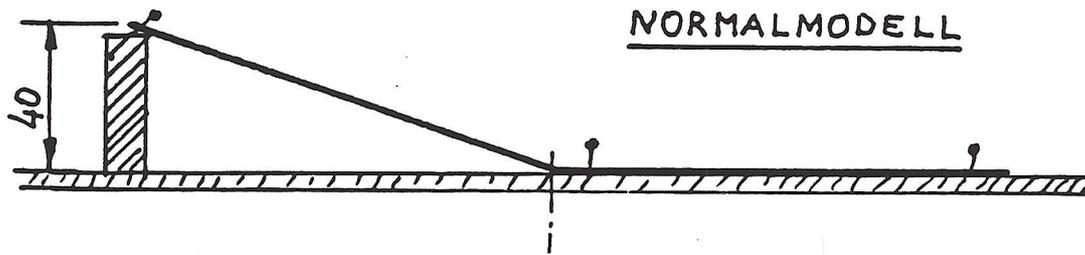
Teil 8



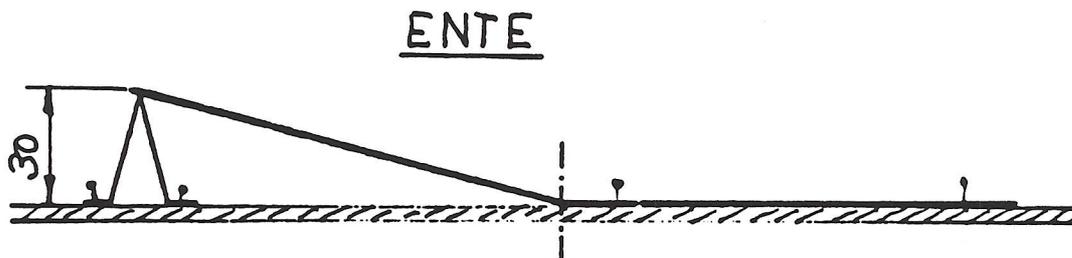
Typ	Seitenansicht der Flugmodelle mit Rumpf, M 1:1 (Maße in mm)	Bemerkungen
Normal - Flugmodell	 <p>Trim-Blei befestigen</p>	<ol style="list-style-type: none">1 Die Trimbleizugabe variiert mit dem spezifischem Gewicht des Holzes.2 Schwerpunktlogo.3 Zum Erzielen der V-Form Tragflügelenden 40mm anheben.
Tandem	 <p>Trim-Blei befestigen</p>	<ol style="list-style-type: none">1 siehe oben2 -N- -H-3 Die Seitenleitwerke sind aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen.4 Zum Erzielen der V-Form Enden des vorderen Flügels 40mm, Enden des hinteren Flügels 20mm anheben.

Typ	Seitenansicht der Flugmodelle mit Rumpf, M 1:1 (Maße in mm)	Bemerkungen
<p style="text-align: center;">Ente</p>	 <p style="text-align: right;">Trim - Blei befestigen</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. s. Ziff. 1. Normalflugmod 2. I I 2. I 3. Zum Erzielen der V-Form Tragflügel 30 mm anheben, Vorflügel 22 bis 23mm.
<p style="text-align: center;">Scheibe</p>	 <p style="text-align: right;">Trim - Blei befestigen</p> <p style="text-align: right;">Rumpf endet hier am Knick der Scheibe</p> <p style="text-align: right;">Hinterkante 3 mm anheben</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. siehe oben 2. -II- -II- 3. Tragflügel ohne V-Form bauen.

V-FORMEN



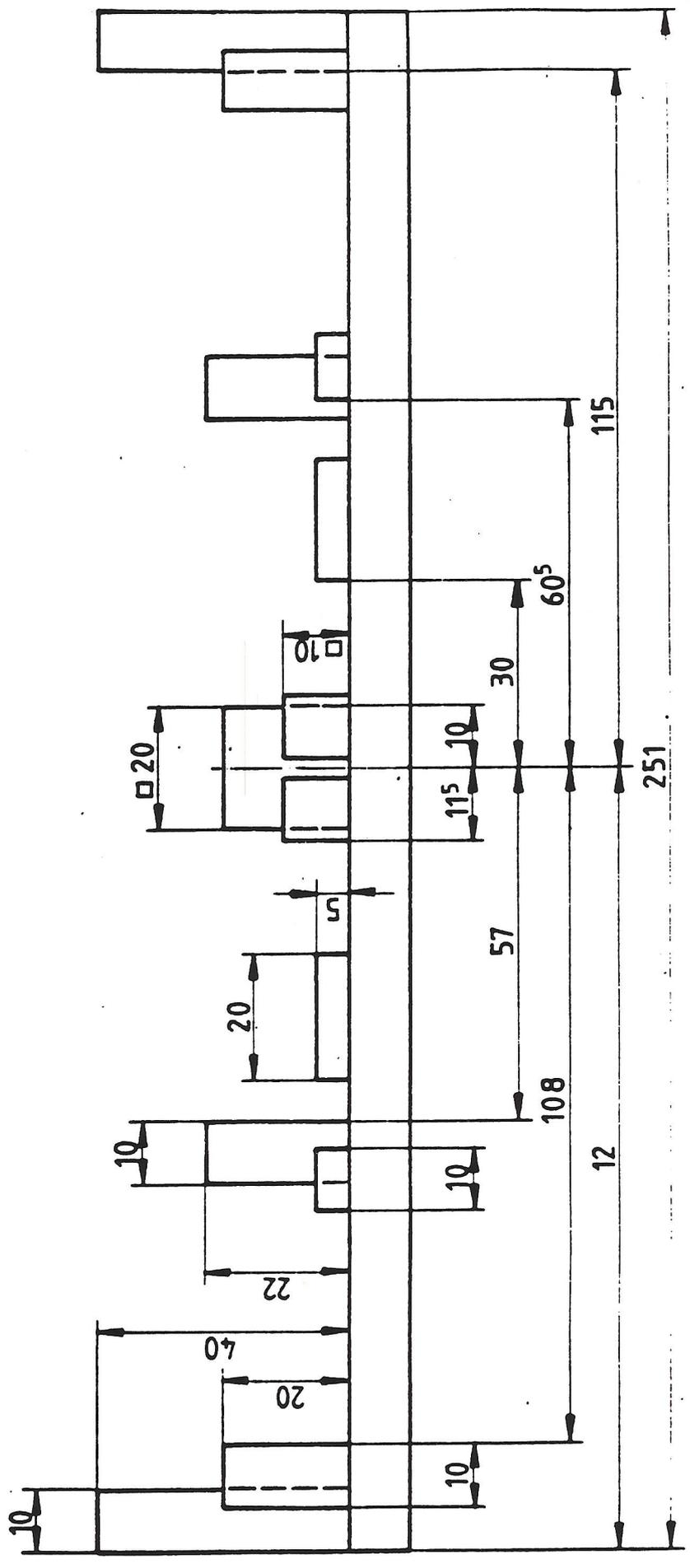
Bei den Stoßkanten - Hirnholz - vorkleben , d.h. mit Kleber einstreichen, kurz ablüften lassen und dann erneute Kleberzugabe mit anschließender Verklebung !



ZUM ANHEBEN DER FLÜGELENDEN KLÖTZCHEN UNTERLEGEN UND MIT STECKNADELN FESTSTECKEN oder KARTONREITER VERWENDEN !

<p>Typ</p>	<p>Draufsicht des Flugmodells, M 1:1 (Maße in mm)</p>	<p>Bemerkungen</p>
<p>Nurflügel</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. s. Ziff 1. Normalflugmod. 2. ■ ■ 2. ■ 3. Das Modell wird ohne V-Form gebaut. 4. Zum Starten Modell auf Daumen und Mittelfinger legen und mit dem Zeigefinger von oben festhalten.

Helling
für fünf Flugmodelle aus 1½ Balsabrettern
Zusammenbau des Normal-Flugmodelles, des Tandems und der Ente
Ansicht in Flugrichtung, M 1:1 (Maße in mm)

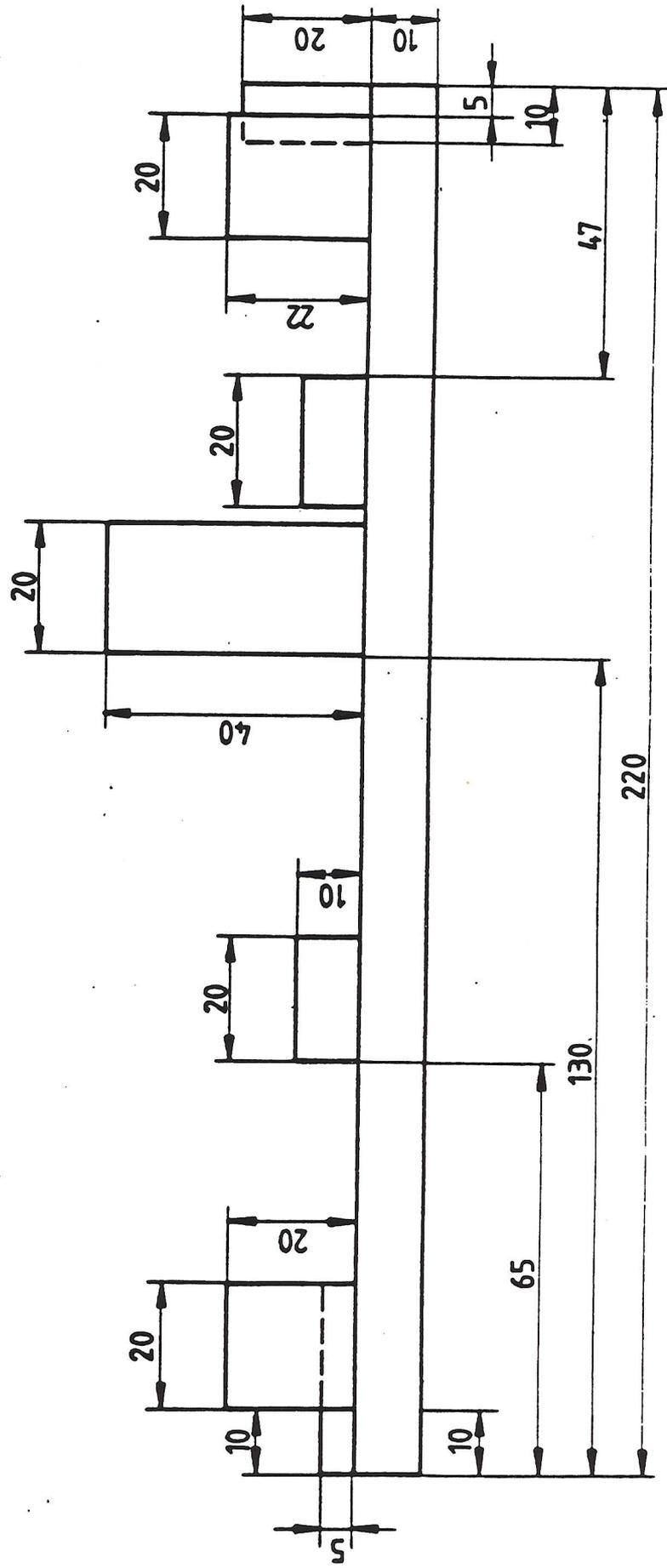


Helling

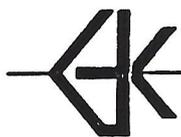
für fünf Flugmodelle aus 1½ Balsabrettern

Zusammenbau des Normal-Flugmodelles, des Tandems und der Ente

Seitenansicht, M 1:1 (Maße in mm)



WEITERE EMPFEHLENSWERTE BALSAGLEITER UND FLUGMODELLE
IN STANDARD - BAUWEISE DIE VON ERICH JEDELSKY,
WIEN, ENTWICKELT WURDE



STANDARD-Bauelemente



Nasenleiste



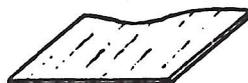
Profilbrett



Rippe



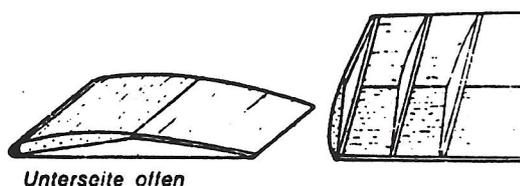
Bepankung



Endleiste



A. 'Offene' Standardbauweise für Konkavprofile



Skelettbau



Ober- und Unterseite bespannt

B. 'Geschlossene' Standardbauweise für Profile mit gerader Unterseite



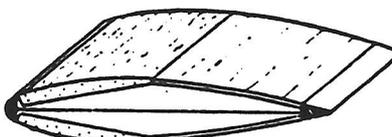
Unterseite geschlossen

Schalbau



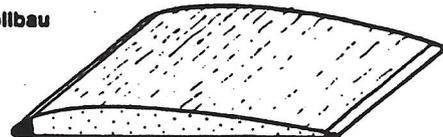
Ober- und Unterseite beplankt

C. 'Doppelte' Standardbauweise für Tropfenprofile



Unterseite wie Oberseite

Vollbau



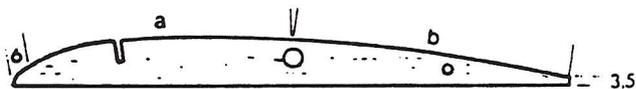
Ihr Fachhändler:

Rippensatz konisch/Kiefer

Nummer	a	b
500	75	50
	bis	75
		100 (22 Stück)
501	75	100
	bis	75
		150 (22 Stück)
502	75	75
	bis	75
		150 (32 Stück)

Flügel-Anschlußrippe/Kiefer

Nummer	a	b
504	100	75
505	100	100



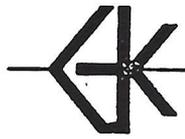
für 'offene' STANDARD-Flügel

Flügel-Wurzelrippe/Kiefer

Nummer	a	b
507	100	75
508	100	100



für 'offene' STANDARD-Flügel

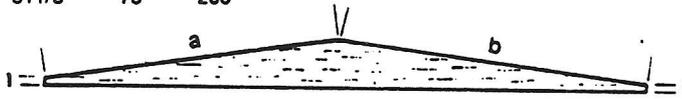


STANDARD-Bauelemente



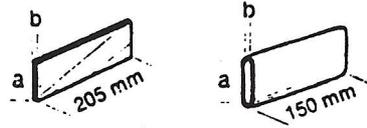
Flügelrippe/Kiefer

Nummer	a	b
510/1	50	50
510/2	50	75
510/3	50	100
510/4	50	150
510/5	50	200
511/1	75	50
511/2	75	75
511/3	75	100
511/4	75	150
511/5	75	200



Flächenverbindung

Nummer			a	b
515	Stahlfeder	205 mm	0,8	10
516	Messingrohr	150 mm	2,2	11,6



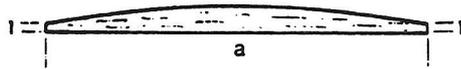
Höhenleitwerks-Mittelrippe/Balsa (10 mm)

Nummer	a
520	75
521	100



Höhenleitwerks-Nebenrippe/Kiefer (1,5 mm)

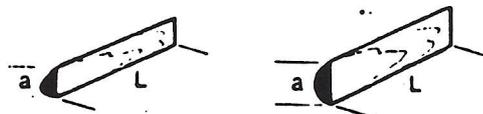
Nummer	a
522	75
523	90
524	100
525	125
526	150



Nasenleiste/Kiefer

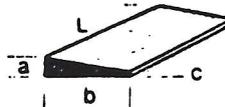
Nummer	a	L
530	2	920
531	3	920
532	5	920
533	7	920
534	7	920
535	7	1200
536	7	1350

symmetrisch



Endleiste/Kiefer

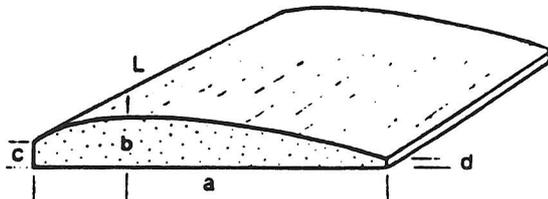
Nummer	a	b	c	L
540	1,5	5	0,3	920
541	2	7	0,3	920
542	3	12	0,5	920
543	4	17	0,5	920
544	2,5	10	0,5	920



Profilbrettchen/Balsa

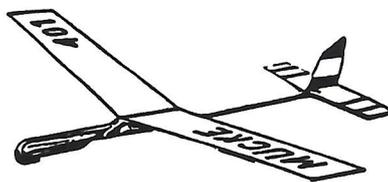
Nummer	a	b	c	d	L
550	100	10	5	1,5	920
551	75	10	3	1,5	920
552	75	8	3	1,5	920
553	50	6	2	1,5	920
554*	95	13	7	2,5	920*
555*	95	13	7	2,5	1200*
556*	95	13	7	2,5	1350*

* geschlitzt für Hülse, Nr. 516, nur paarweise





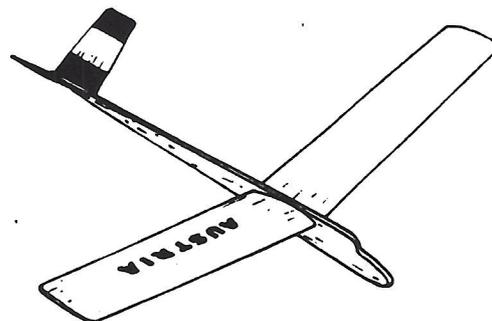
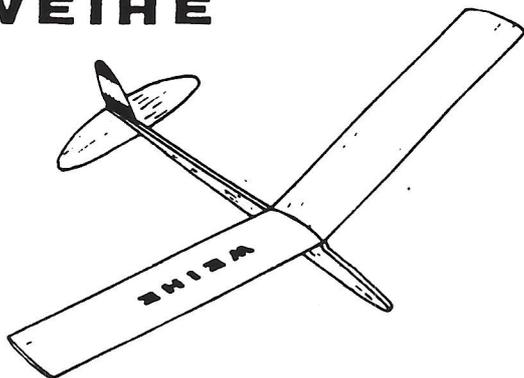
MINI GLEITER
Spannweite 220 mm
Rumpflänge 200 mm
GK 400 Werkstoffpackung
mit Plan



MÜCKE
Spannweite 420 mm
Rumpflänge 320 mm
GK 401 Werkstoffpackung
mit Plan

„STANDARD“ *Gleiter*
SPANNWEITE 600 mm

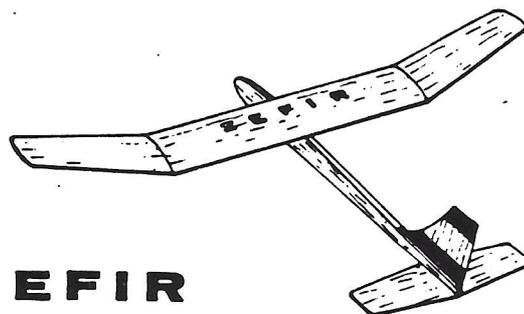
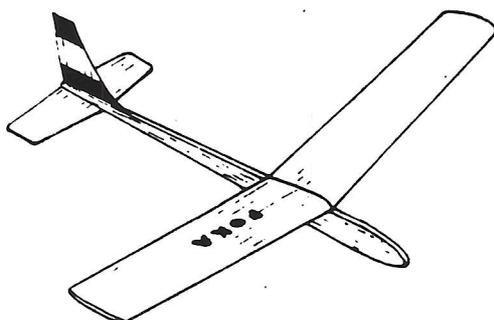
WEIHE



AUSTRIA

- Einfach und schnell zu bauen
- Sehr leicht einzufliegen
- Betriebssicher und robust
- Ausgereift und bewährt

FOKA



ZEFIR

- Nr. 600 Plan WEIHE
- Nr. 601 Plan AUSTRIA
- Nr. 602 Plan FOKA
- Nr. 603 Plan ZEFIR
- Nr. 700 Werkstoffpackung ohne Plan im Nylonsackerl
- Nr. 800 Schnellbaukasten mit Plan WEIHE, Kleber und Zubehör
- Nr. 801 Schnellbaukasten mit Plan AUSTRIA, Kleber und Zubehör
- Nr. 802 Schnellbaukasten mit Plan FOKA, Kleber und Zubehör
- Nr. 803 Schnellbaukasten mit Plan ZEFIR, Kleber und Zubehör
- Nr. 800/D Doppelbaukasten mit 4 Pläne, Kleber und Zubehör

STANDARD A1

Spannweite 1230 mm
Rumpflänge 770 mm

Standard A1, das ideale Modell für den Gruppen- und Schulbetrieb. Einfach und schnell zu bauen, sehr leicht einzufliegen. Betriebssicher und robust. Ausgereift und bewährt. Mit Hochstart-Kurvensteuerung und Thermikbremse. Das ideale Modell zur Einführung in die Kategorie der Freiflug-Wettbewerbsmodelle.

GK 610 Bauplan
GK 710 Werkstoffpackung

Standard-Segler

STANDARD KING

Spannweite 1200 mm
Rumpflänge 750 mm

Standard-Segler mit Kurvensteuerung und Thermikbremse.

GK 813 Baukasten mit vorgeschrittenen und vorgedruckten Holzteilen, komplett, mit Klebstoff.

GK Standard-Modelle sind ideal für den Einstieg in den Flug- und Schiffsmodellbau.
GK Standard-Bauweise und Flugmodelle sind Entwicklungen des Österreichischen Modellsportverbandes OMV und im Exklusiv-Vertrieb von GK Modellbau Wien.

A-1140 Wien, Linzerstraße 65
Tel. 0222/92 44 63
(Ecke Beckmangasse)

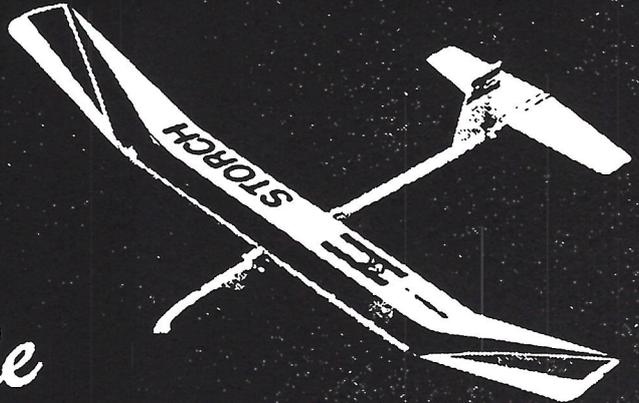
G. Kirchert



modellbau
wien

Segelflugmodelle

KLEINER KURIER
 Spannweite 900 mm
 Rumpflänge 570 mm
 in original offener Standard-Bauweise, mit Kurvensteuerung und Thermikbremse.
 GK 60405 Bauplan
 GK 705 Werkstoffpackung
 GK 805 Baukasten



GK Baukästen mit 8 als erster Bestellnummer sind im Karton, komplett mit Bauplan und Klebstoff. GK Werkstoffpackungen mit 7 als erster Nummer sind in Nytonsackerl ohne Bauplan verpackt.

STORCH
 Spannweite 900 mm
 Rumpflänge 580 mm
 Segelflugmodell, papierbespannt, mit Kurvensteuerung und Thermikbremse.
 GK 606 Bauplan
 GK 706 Werkstoffpackung ohne Bespannpapier
 GK 806 Baukasten, komplett, mit vorgedrucktem Balsaholz und Sperrholzteilen, Bespannpapier, Klebstoff.



LEHRLING
 Spannweite 900 mm
 Rumpflänge 570 mm
 in original Standard-Vollbauweise, mit Kurvensteuerung und Thermikbremse.
 GK 60405 Bauplan
 GK 704 Werkstoffpackung
 GK 804 Baukasten



L I T E R A T U R H I N W E I S E :

- FLUGMODELLE** Einfache Anleitungen für den Modellbau, Werner Jany
Otto Maier Verlag Ravensburg ISBN 3-473-43100-1
- MODELLBAU-PRAXIS** Egon Lamprecht - Balsa-Flieger für drinnen und draußen
Franckh'sche Verlagsbuchhandlung - ISBN 3-440-05141-2
- MODELLFLUG-LEXIKON** Werner Thies - Modellflugtechnik und Flugmodellsport
Verlag f. Technik und Handwerk GmbH, Baden-Baden
ISBN 3-88180-001-8
- FLUGMODELLBAU** Große Brunnen-Reihe 12, Carpentier - Bachlet
Christophorus Verlag . Freiburg i.Br. ISBN 3-419-52712-8
- FREIFLUG-MODELLSPORT** - Dr.Ing.Heinz Eder - Grundlagen, Bautechnik, Klassen
VTH Fachschriftenreihe - ISBN 3-88180-116-2
- VOM BALSAGLEITER ZUM HOCHLEISTUNGSSEGLER** - Hans Gremmer,
VTH - Verlag für Technik und Handwerk
- PAPIERFLIEGER** Das große internat. Papierfliegerbuch. Heinrich Hugen-
dubel Verlag, München 1981 - ISBN 3-88034-086-2
- DIE REVOLUTION DES NEUEN KLEBENS** - Tips & Tricks für Beruf und Hobby
Verlag, Druck und Vertrieb: Wiener Verlag - 2325 Him-
berg, Haidäckerstraße 1

Dieser Unterrichtsbehelf enthält Auszüge aus der Broschüre "FLUGTECHNIK IM UNTERRICHT" des Niedersächsischen Landesinstituts für Lehrerfortbildung und Unterrichtsforschung.



