



# JUNGER MODELL FLIEGER

Dieses Buch erzählt aus der Entwicklungsgeschichte der Luftfahrt, wie der Traum der Menschen, fliegen zu können, Wirklichkeit wurde und wie der Mechaniker Golubiew als erster Mensch mit einem Flugzeug in die Luft gestiegen ist. Es wird gezeigt, wie eine Werkstatt eingerichtet wird und wie die Werkzeuge behandelt und gehandhabt werden. Der Leser lernt die wichtigsten Werkstoffe für den Flugmodellbau kennen und erhält einen Überblick über die vielen Teilgebiete, die bis zur Fertigstellung eines Flugmodells beherrscht werden müssen.

Will ein Flugmodellbauer gute Flugzeiten mit seinem Modell erreichen, so muß er über das Wetter Bescheid wissen. Auch auf die Fragen: Warum fliegt unser Modell, welche Arten von Flugmodellen werden gebaut, und wie fliegt man ein Flugmodell ein? findet der Leser eine Antwort.

Das Buch „Junger Modellflieger“ soll ein wertvoller Helfer für unsere Jungen Pioniere und für die Kameraden der Gesellschaft für Sport und Technik sein, die in den Arbeitsgemeinschaften und Lehrgruppen für Flugmodellbau arbeiten und den Lehrgruppenleitern soll es Anlei-

tung geben für die Ausbildung ihrer Kameraden.

Bewundernd schauen viele Menschen den Flugmodellbauern nach, wenn sie mit ihren selbstgebauten Flugmodellen hinausziehen auf Wiesen und Höhen, um sie fliegen zu lassen und im Wettkampf ihre Besten zu ermitteln.

Immer wieder finden sie anerkennende und begeisterte Worte für die im Blau des Himmels höher und höher steigenden Modelle und stellen sich oftmals die Frage: Warum kann wohl solch ein Modell fliegen, und wie ist es zu bauen? —

Viele betrachten diesen Sport als Spielerei und sie wissen nicht, wie unrecht sie haben. Wer kennt die mühevollen und sorgfältigen Arbeit, die der Flugmodellbau erfordert? — Wie er beiträgt zur Aneignung von handwerklichen Fertigkeiten und zum Erlernen des konstruktiven Denkens, wie er hilft bei der Erziehung zu selbständig denkenden und handelnden Menschen. —

Mit berechtigtem Stolz schaut jeder Junge und jedes Mädchen auf die liebevolle und schöne Arbeit, wenn ein Flugmodell fertiggestellt ist und die Erwartungen seines Erbauers erfüllt.

JUNGER  
*Modell*  
FLIEGER



JUNGER *MODELLFLIEGER*



# JUNGER MODELLFLIEGER

Lehrbuch für die Grundstufe im Flugmodellbau

Bearbeitet von Heinz Schubert und Gustl Franke  
unter Mitwirkung des Fachlehrerkollektivs  
der Zentralen Flugmodellbauschule Harsberg

HERAUSGEGEBEN VOM ZENTRALVORSTAND DER GESELLSCHAFT FÜR SPORT UND TECHNIK

Alle Rechte, besonders die des Nachdruckes, auch auszugsweise, vorbehalten. — Herausgeber:  
vom Zentralvorstand der Gesellschaft für Sport und Technik, Halle (Saale), Stalinallee 155-157  
Genehmigt vom Amt für Literatur und Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik  
unter A 1156/53 DDR. Satz und Druck: „Freiheit“ Verlag and Druckerei, Halle (Saale), Große  
Ulrichstraße 16. Umschlagentwurf: Günther. Borna, Bezirk Leipzig

## **Liebe Freunde!**

Die Gesellschaft für Sport und Technik hat die bedeutungsvolle Aufgabe, junge Menschen für den Flugsport, der bei uns große Entwicklungsmöglichkeiten hat, zu interessieren und für den Segelflug und Flugzeugbau zu begeistern. Dabei gilt es, die Liebe zu unserer schönen Heimat zu erwecken und die Jungen und Mädchen zu wahren deutschen Patrioten zu erziehen.

Dieses große Ziel werden die Lehrer und Ausbilder der Gesellschaft für Sport und Technik um so besser erreichen, wenn sie systematisch an ihrer eigenen Weiterbildung und Qualifizierung arbeiten und aus den Erfahrungen des fortschrittlichsten Landes, der großen Sowjetunion, lernen.

Möge es der Gesellschaft für Sport und Technik in ernster und verantwortungsvoller Arbeit gelingen, die Jugendlichen zu kühnen und schöpferischen Flugzeugbauern und Flugzeugspezialisten heranzubilden.

Aus dem Telegramm des Stellvertreters des Ministerpräsidenten Walter Ulbricht an die Teilnehmer der I. Republikmeisterschaften im Modellflug 1952 in Chemnitz.

## Zum Geleit

*„Der Flugmodellbau ist das Tor zur Luftfahrt“, schrieb Shukowskij der Begründer der Flugwissenschaft und „Vater der russischen Luftfahrt“, wie ihn Lenin nannte.*

*Die jungen Modellflieger von heute werden morgen die stolzen Piloten unserer Segel- und Motorflugzeuge sein.*

*Davon ließ sich die Abteilung Flugsport im Zentralvorstand der Gesellschaft für Sport und Technik leiten, als sie dieses Buch ausarbeitete. Es soll eine Grundlage für die Ausbildung im Modellflug sein, dem durch die großzügige Unterstützung unserer Regierung innerhalb der Gesellschaft für Sport und Technik große Entwicklungsmöglichkeiten gegeben sind. Dabei gilt es besonders, unsere Thälmann-Pioniere zu unterstützen und sie auf die Mitarbeit in der Gesellschaft für Sport und Technik vorzubereiten.*

*Das Buch behandelt die Theorie und Praxis des Flugmodellbaus für Anfänger und stellt sich die Aufgabe, noch viele junge Menschen für den Flugsport zu begeistern. Zum anderen soll es als Anleitung dienen für alle Arbeitsgemeinschaftsleiter der Jungen Pioniere und für die Mitglieder der Lehrgruppen in der Gesellschaft für Sport und Technik, die mit dem Flugmodellbau beginnen.*

*Der Inhalt des Buches soll dazu beitragen, die Freundschaft zur Sowjetunion, der Heimat des Flugwesens, zu vertiefen und mutige Kämpfer für Frieden, Einheit, Demokratie und Sozialismus zu erziehen.*

*Die Herausgabe des Buches, das in dieser Form nicht das Anrecht auf Vollständigkeit erheben kann, war möglich durch die kollektive Arbeit vieler Kameraden, besonders durch die Mithilfe von Herrn Dr. Ortmeier, Herrn Diplomphysiker Keck und Herrn Ingenieur Scholle, denen wir an dieser Stelle danken.*

*Zentralvorstand der Gesellschaft für Sport und Technik  
Abteilung Flugsport*

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
<i>Aufgaben des Arbeitsgemeinschaftsleiters der Jungen Pioniere .</i>	XI
<i>Vorschlag eines Ausbildungsprogramms im Flugmodellbau für die Grundstufe der Jungen Pioniere . . . . .</i>	XII
<i>Vorschlag zur Durchführung eines Wettbewerbes der Arbeitsgemeinschaften</i>	XIV
<i>Aus der Geschichte der Luftfahrt . . . . .</i>	1
Einführung. Der Flugdrachen als ältestes Fluggerät der Menschheit. Der Ballon und das Luftschiff. Der Fallschirm. Sagen und Märchen vom Fliegen der Menschen. Das erste Flugzeug von Moschajskij. Die Begründer der russischen Luftfahrt. Shukowskij, Ziolkowskij, Tschaplygin. Der Schneider von Ulm Otto Lilienthal, der deutsche Flugpionier. Der Flugmodellbau in der Sowjetunion. Der kühne Flieger Valery Tschkalow Der Held der Sowjetunion Schmeljew.	
<i>Die Werkstatt und ihre Einrichtung sowie die Pflege und Handhabung des Werkzeuges . . . . .</i>	35
Der Arbeitsraum, der Arbeitstisch, der Hocker, die Beleuchtung, die Hobelbank, das Regal für Hellingbretter, das Regal für Leisten. Der Platz des Ausbildungsleiters. Der Verbandskasten und der Feuerlöscher. Der Werkzeugschrank und sein Inhalt. Die Laubsäge, die Feile, die Raspel, der Schraubstock, die Feinsäge, das Messer, das Stechisen, der Hobel. Die Sandpapierfeile, das Arbeitsbrett. Das Schärfen des Werkzeuges. Die Handhabung verschiedener Werkzeuge.	
<i>Werkstoffe und ihre Verwendung . . . . .</i>	58
Aufbau des Holzes, das Wachstum des Holzes, die Holzfeuchtigkeit, Holzfehler und Holzkrankheiten. Das Holz für den Flugmodellbau: Kiefer, Fichte, Erle, Linde, Buche, Birke. Sperrholz. Sonstige Werkstoffe: Papier und Pappe, Leime und Klebstoffe, Spannlack. Gummi und Stahldraht.	

*Der praktische Flugmodellbau* . . . . . 67

Das Lesen des Bauplanes. Strichstärken und Maßangaben in der Zeichnung. Der Zeichenmaßstab, das Schriftfeld der Zeichnung. Anleitung zum Anfertigen einer Zeichnung. Papierformate. Das Aufreißen von Tragflügel- und Leitwerksprofilen nach einer Profiltabelle. Das Straken von Profilen nach einem Strakplan.

Die Arbeitseinteilung. Der Rumpfkopf. Vorarbeiten der Holme. Die Herstellung der Randbogen. Die Herstellung der Spanten und Rippen, das richtige Aufzeichnen der Spanten und Rippen. Das Herrichten der Laubsäge und die Handhabung der Laubsäge. Die Bearbeitung des Rippenblockes. Der Rumpfaufbau. Die Helling. Der Aufbau eines Dreikant-rumpfes. Der Aufbau des Tragflügels. Der Aufbau des Höhenleitwerkes. Der Aufbau des Seitenleitwerkes. Das Anschäften der Randbogen. Der Hochstarrhaken. Das Aufziehen der Zeichenkartonnase. Das Bespannen und Cellonieren. Einiges über das Gummimotormodell: Das Wickeln des Gummis, die Form des Luftschaubenhakens, die Luftschaube, das Vordehnen des Gummimotors vor dem Start.

*Die Festigkeit des Flugmodells* . . . . . 97

Die Beanspruchung des Flugmodells: Der Zug, der Druck. Die Biegefestigkeit, die Zugfestigkeitsberechnung. Vorteil-hafte Querschnitte der Leisten. Die Zug-, Druck- und Biegekräfte am Flugmodell. Die Verdrehungsfestigkeit.

*Das Wetter und unser Flugmodell* . . . . . 105

Geschichtliches über den Wetterdienst. Die Luft und ihre Zusammensetzung. Die Ursachen der Wetterbildung. Beobach-tung der Wirkung der Sonnenstrahlen. Luftgewicht und Luftdruck. Der Wind oder der Luftaustausch. Die Entstehung des Windes. Die Luftfeuchtigkeit. Der Niederschlag. Die Wolken. Die Kraftquellen für den Modellflug. Der Hangaufwind, der Wärmehaufwind (Thermik) und die Windthermik.

*Warum fliegt unser Flugmodell?* . . . . . 126

Einführung  
Die Luft und ihr Gewicht  
Der Widerstand

Geschwindigkeit, der Formwiderstand, der Reibungswiderstand

Der Auftrieb

Statischer Auftrieb. Dynamischer Auftrieb. Der Auftrieb an einem Drachen. Der Auftrieb an einem Tragflügel. Die Strömung um den Tragflügel. Der Auftriebsmittelpunkt. Die Grenzschicht. Die Grenzschichtbeeinflussung. Tragflügelumriß.

Der Gleit- und Segelflug

Sinkgeschwindigkeit und Gleitzahl. Die Flächenbelastung.

### **Flugmodellarten . . . . . 155**

Unterteilung der Flugmodelle. Bestandteile des Flugmodells. Das Segelflugmodell. Das Tandemflugmodell. Das Entenflugmodell. Das schwanzlose- und Nurflügelmodell. Das Kraftflugmodell mit Gummiantrieb und Verbrennungsmotor. Das Flugmodell an der Steuerleine. Das Zimmer- und Saalflugmodell.

### **Die Flugstabilität . . . . . 160**

Der Schwerpunkt eines Körpers. Die Regel für die Stabilität. Die Stabilität am Flugmodell. Die drei Achsen des Flugmodells.

Die Längsstabilität: Das Höhenleitwerk als Stabilisierungsfäche, die Leitwerksgröße, der Abstand von Tragflügel und Höhenleitwerk, die Flügelstreckung, der Schränkungswinkel. Die Querstabilität. Die V-Form des Tragflügels, der doppelte Knickflügel.

Die Richtungsstabilität: Das Seitenleitwerk, die Verteilung der Rumpfsseitenflächen, das V-Leitwerk.

### **Das Einfliegen des Modells . . . . . 171**

Das Auswiegen des Modells, die Wahl des Startplatzes, das Starten. Der Laufstart oder Handstart, der Hochstart. Die Beseitigung von Fehlerquellen. Die Umlenkrolle als Hilfsmittel für den Hochstart.

## *Aufgaben des Arbeitsgemeinschaftsleiters*

1. Der Arbeitsgemeinschaftsleiter leitet die Arbeitsgemeinschaft auf allen Gebieten an. Er ist verantwortlich für den geregelten Ablauf der Stunden, wie Beginn, Einhaltung der Pausen und Schluß des Unterrichtes. Er vermittelt den Teilnehmern seine Kenntnisse, beaufsichtigt ständig ihre Arbeit und erzieht sie zur Disziplin und Verantwortung, zum Kollektiv und zur gegenseitigen Achtung.

Der Arbeitsgemeinschaftsleiter arbeitet nach dem Rahmenplan einen eigenen konkreten Arbeitsplan jeweils für einen Monat aus. Am zweckmäßigsten ist die Ausbildung einmal zwei Stunden in der Woche. Er führt die Kontrolle über durchgeführte Themen, den Besuch des Unterrichtes, die Fortschritte bei der Arbeit durch sein methodisches Tagebuch und ist der Leitung des Hauses oder der Schule gegenüber für die Arbeit der Arbeitsgemeinschaft voll verantwortlich.

Er muß ständig bemüht sein, Kameraden aus den Ausbildungseinheiten Flugsport (Flugmodellbau) der Gesellschaft für Sport und Technik, verdiente Wissenschaftler und Aktivisten als ehrenamtliche Arbeitsgemeinschaftsleiter zu gewinnen und in ständigen Erfahrungsaustausch mit ihnen zu treten.

2. Die Ausbildungsmethoden sind:

- a) die Lektion,
- b) das Lehrgespräch,
- c) die praktische Arbeit.

Die Vorbereitung des Unterrichtes ist Aufgabe des Arbeitsgemeinschaftsleiters. Für die Durchführung des Unterrichtes stellt er ein Konspekt auf, in dem die Themen, das Unterrichtsziel, die Grundfragen der Themen und deren Inhalt sowie die Unterrichtsmethode und die Aufteilung der Unterrichtszeit vorgesehen werden. Der Arbeitsgemeinschaftsleiter soll alle praktischen Arbeiten selbst vormachen. Theoretische Fragen sind an einfachen Beispielen zu erklären. Falsche Arbeitsmethoden der Schüler müssen von Anfang an vermieden werden.

3. Die theoretischen Themen werden vom Arbeitsgemeinschaftsleiter oder einem Gastlektor in Form einer Lektion oder eines Lehrgespräches vortragen. Der Stoff muß für die Teilnehmer lebendig und verständlich sein, er muß die Schüler zum Nachdenken anregen. Zur Veranschaulichung soll selbstangefertigtes Anschauungsmaterial in reichem Maße verwendet werden.
4. Der Versuch, die Beobachtung und die praktische Arbeit eines jeden einzelnen sind die Hauptmethoden für die gesamte Tätigkeit. Die Stärke

der Arbeitsgemeinschaft soll nicht mehr als 12 bis 15 Teilnehmer betragen, da sonst die Anleitung und Kontrolle durch den Arbeitsgemeinschaftsleiter nicht gewährleistet ist. Der in Form einer Lektion oder des Lehrgespräches behandelte Stoff ist durch öftere Wiederholungen im Gedächtnis der Schüler zu vertiefen.

5. Jeder Teilnehmer der Arbeitsgemeinschaft baut von Anfang an selbst seine Modelle. Dadurch wird die Selbständigkeit des Schülers gefördert und er wird auftretende Schwierigkeiten überwinden lernen.
6. Wichtig ist, daß alle Schüler nach Zeichnung oder Bauplan arbeiten. Dadurch erlernen sie planmäßig Konstruktionszeichnungen zu lesen, um später selbst normgerechte Zeichnungen anzufertigen. Auf die kritische Verarbeitung der Baupläne ist besonders Wert zu legen, um jetzt schon nach den Vorbildern unserer Aktivisten den Gedanken zur ständigen Verbesserung der Arbeitsorganisation, der Einsparung von Material und der Einführung neuer Arbeitsmethoden zu wecken.
7. Ein wesentliches Hilfsmittel zur Anschaulichkeit des Unterrichtes ist der Lehrfilm oder die Buchbesprechung. Betriebsbesichtigungen, Vorträge von bekannten Wissenschaftlern werden helfen, die erworbenen Kenntnisse zu vertiefen.

Beispiel:

Besuch einer Wetterstation, einer Segelflugschule, eines Wochenendschulplatzes. Das Beobachten und Bestimmen der Wolken und ihrer Formen. Das Ausfindigmachen von geeignetem Fluggelände.

8. Jede Arbeitsgemeinschaft sollte eine Wandzeitung haben, an der bestimmte Probleme über den Flugmodellbau von seiten der Teilnehmer diskutiert werden.
9. Des öfteren soll die Arbeitsgemeinschaft Wettbewerbe unter sich und im Rahmen der Schule und des Kreises durchführen sowie durch Ausstellung Rechenhaft über ihre Arbeit ablegen. Dabei sollten immer die besten Flugmodellbauer prämiert werden.

## *Vorschlag eines Ausbildungsprogramms*

### **Im Flugmodellbau für die Grundstufe der Jungen Pioniere**

Das Ausbildungsprogramm für die Grundstufe wird auf der Grundlage der Pionierbauplanreihe durchgeführt und in zwei Lehrjahre unterteilt.

### Erstes Lehrjahr.

Die Aufgabe des ersten Lehrjahres ist es, die Teilnehmer durch einfache praktische Arbeiten an die Probleme des Flugmodellbaues heranzuführen und zu begeistern.

Nach Abschluß des ersten Halbjahres sollen die Teilnehmer folgende Modelle gebaut und erprobt haben:

1. Papierflugmodelle,
2. den Flugrotor,
3. den Fallschirm mit Katapult,
4. den Heißluftballon,
5. Pappflugmodelle,
6. den Drachen mit Laufkatze.

Der Heißluftballon sowie der Drachen können im Kollektiv hergestellt werden.

Bei diesen Arbeiten erlernen die Teilnehmer die Handhabung der verschiedenen Werkzeuge, sie lernen die einfachsten Baupläne lesen und eignen sich Handfertigkeiten an, die zum Bau eines Flugmodells notwendig sind.

In Form des Lehrgespräches sind folgende Themen zu behandeln:

1. Aus der Geschichte der Fliegerei.
2. Die Werkstatt, ihre Einrichtung und das Werkzeug.
3. Verschiedene Werkzeuge, ihre Behandlung und ihre Verwendung.

Nach Abschluß des zweiten Halbjahres sollen die Teilnehmer folgende Flugmodelle gebaut haben:

1. Das Flugmodell „Freundschaft“ (20 Baustunden).
2. Das Flugmodell „Pionier“ (20 Baustunden).

Beim Bau dieser Flugmodelle lernen die Teilnehmer allmählich die verschiedenen Fertigungsvorgänge in der praktischen Arbeit des Flugmodellbaus. Beide Flugmodelle verlangen alle bisher gesammelten Erfahrungen. Sie zeigen gute Flugleistungen und bilden den Abschluß des ersten Lehrjahres.

In Form des Lehrgespräches sind im zweiten Halbjahr folgende Themen zu behandeln:

1. Praktischer Flugmodellbau.
2. Flugmodellarten und ihre Bestandteile.
3. Die Festigkeit des Flugmodells.

### Zweites Lehrjahr.

Aufgabe des 2. Lehrjahres ist es, den Teilnehmern die theoretische Grundlage des Flugmodellbaues zu vermitteln und sie in der praktischen Arbeit

an den Bau von verschiedenartigen und leistungsfähigen Flugmodellen heranzuführen.

Nach Abschluß des 2. Lehrjahres sollen die Teilnehmer folgende Flugmodelle gebaut haben:

1. Das Gummimotormodell Stabrumpf (20 Baustunden).
2. Das Flugmodell „Immer bereit“ (32 Baustunden)
3. Das Flugmodell „Iskra“ (35 Baustunden).

In Form von Lektionen oder Lehrgesprächen sind folgende Themen zu behandeln:

1. Das Wetter und unser Flugmodell.
2. Warum fliegt unser Flugmodell?
3. Die Flugstabilität.
4. Das Einfliegen des Flugmodells.

Das 4. Thema ist in Verbindung mit der praktischen Übung auf dem Flugfeld zu behandeln.

Für die Durchführung der praktischen Arbeit ist in diesem Vorschlag die Pionierbauplanreihe vorgeschlagen. Selbstverständlich können auch andere leistungsfähigere Flugmodelle gebaut werden, die dem jeweiligen Schwierigkeitsgrad entsprechen.

Es wird empfohlen, fortgeschrittene Pioniere mit dem Bau von Leistungsflugmodellen verschiedener Klassen zu beschäftigen und diese Modelle bei Vergleichsfliegen und Wettbewerben zu starten.

### *Vorschlag zur Durchführung eines Wettbewerbes der Arbeitsgemeinschaften*

Zur Durchführung des Wettbewerbes wird eine Wettbewerbskommission gebildet.

Die Kommission setzt sich zusammen aus:

- Einem Arbeitsgemeinschaftsleiter,
- einem Lehrer,
- einem Mitglied des Pionierfreundschaftsrates,
- zwei jungen Flugmodellbauern.

Zu ihrer Unterstützung werden bei den Wettkämpfen Startstellenleiter, Zeitnehmer und Helfer eingesetzt.

An den Wettkämpfen können alle Mitglieder der Arbeitsgemeinschaften teilnehmen. Wettbewerbsberechtigt sind alle Flugmodelle, die in der Arbeitsgemeinschaft gebaut werden.

Die Modelle werden in 8 Klassen eingeteilt. Jede Klasse ermittelt für sich den besten Einzelsieger.

- Klasse I Rotor.
- Klasse II Fallschirm.
- Klasse III Heißluftballon.
- Klasse IV Drachen mit Laufkatze.
- Klasse V Papier und Pappflugmodelle.
- Klasse VI Flugmodelle mit weniger als 1,20 m Spannweite.
- Klasse VII Flugmodelle mit über 1,20 m Spannweite.
- Klasse VIII Gummimotorflugmodelle.

Bewertung der einzelnen Klassen:

**Klasse I**

Bewertet wird die erreichte Höhe.

**Klasse II**

Bewertet wird die Zeit, die der Fallschirm vom Augenblick des Aufgehens bis zur Erdberührung benötigt.

Der Schirm wird mittels Gummizug in die Höhe geschleudert.

Der Durchmesser des Schirmes darf nicht mehr als 600 mm betragen.

**Klasse III**

Bewertet wird 1. die erreichte Flugzeit,  
2. die zurückgelegte Entfernung.

Es ist erlaubt, unter der Ballonöffnung Vorwärmer zu hängen. Der Durchmesser des Ballons darf nicht mehr als 1500 mm betragen.

**Klasse IV**

Bewertet wird 1. die Aufstiegshöhe,  
2. die Tragfähigkeit des Drachens.

Die Prüfung der Tragfähigkeit erfolgt durch die Laufkatze.

**Klasse V**

Bewertet wird die Flugstrecke. Der Start kann aus der Hand oder mit einem Seil von 20 m Länge erfolgen.

**Klasse VI**

Bewertet wird die Flugdauer. Der Start kann aus der Hand, von einem Hügel oder mit einem Seil von 50 m Länge erfolgen.

**Klasse VII**

Bewertet wird die Flugdauer. Startbedingungen wie bei Klasse VI.

**Klasse VIII**

Bewertet wird die Flugdauer. Der Start kann aus der Hand oder von einer Startfläche aus als Bodenstart erfolgen.

Alle Modelle führen fünf Starts durch. Zur Ermittlung der Sieger werden die drei besten Starts gewertet.

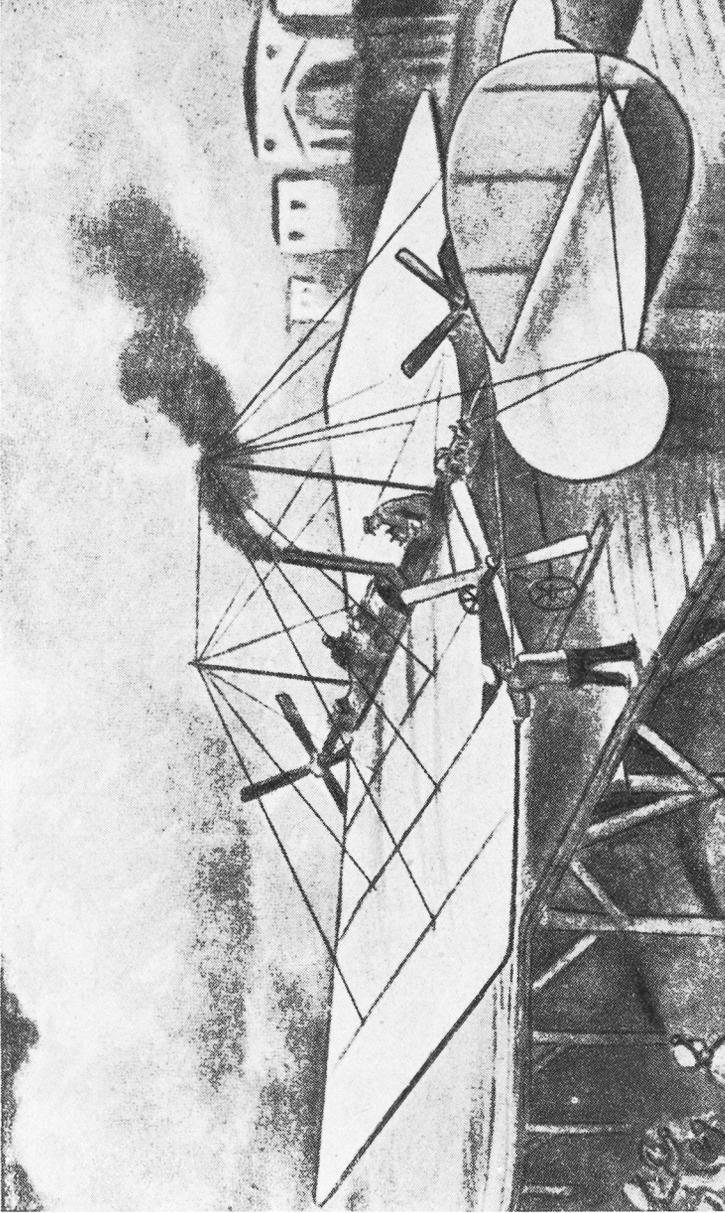
**E**inst

wird der große Vogel seinen Flug nehmen  
vom Rücken des Hügels,  
die Welt mit Erstaunen,  
das Universum mit seinem Ruhme füllen,  
und ewige Glorie wird sein dem Ort,  
da er geboren ward.

Leonardo da Vinci



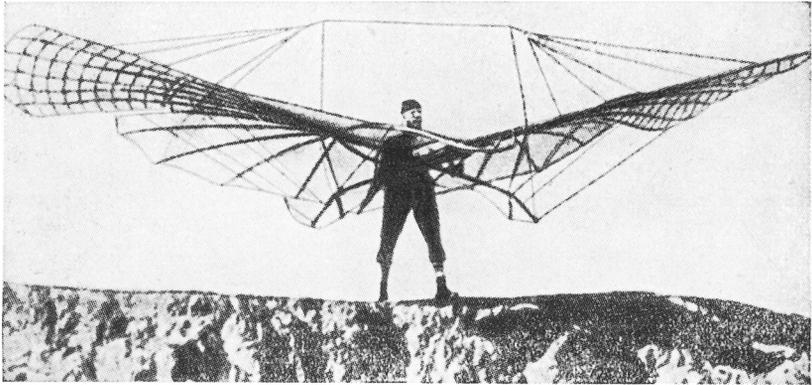
Shukowski, der Vater der russischen Fliegerei (1847 - 1921)



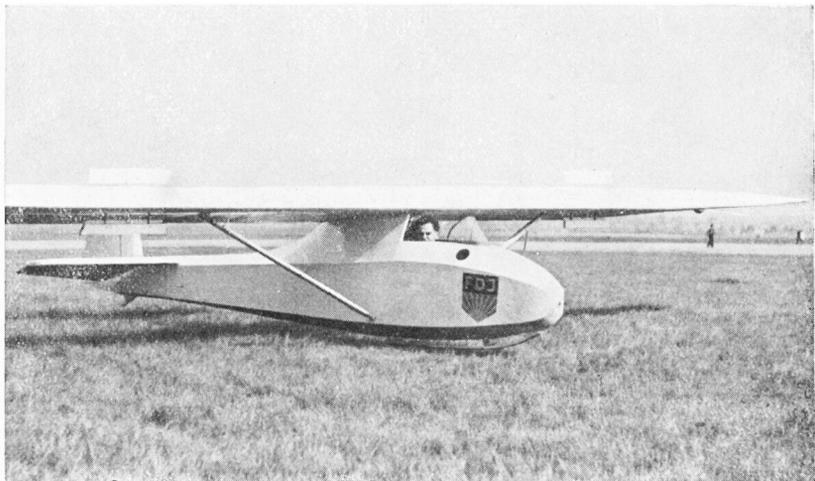
Das erste Flugzeug von Moshajkij mit Dampfantrieb (20. Juli 1882)



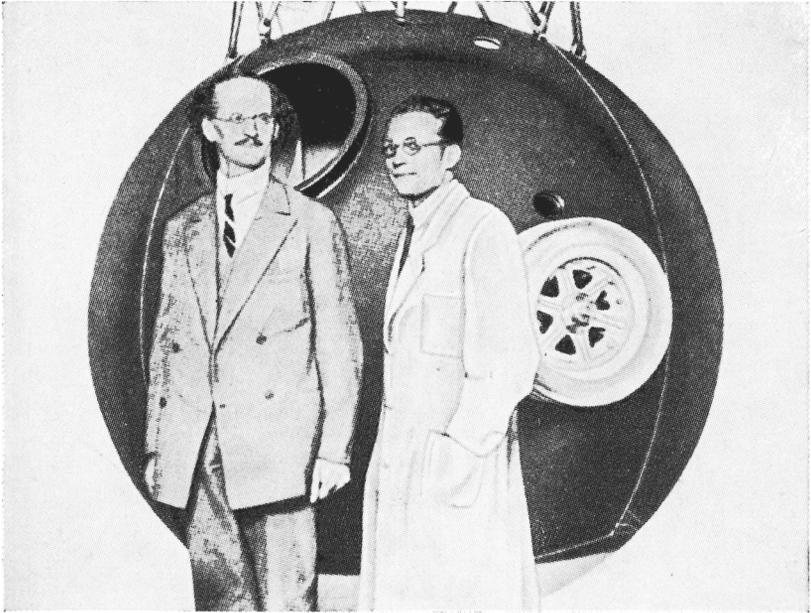
Otto Lilienthal, der deutsche Flugpionier (1848 - 1896)



Otto Lilienthal mit einem seiner Flugapparate (1896)



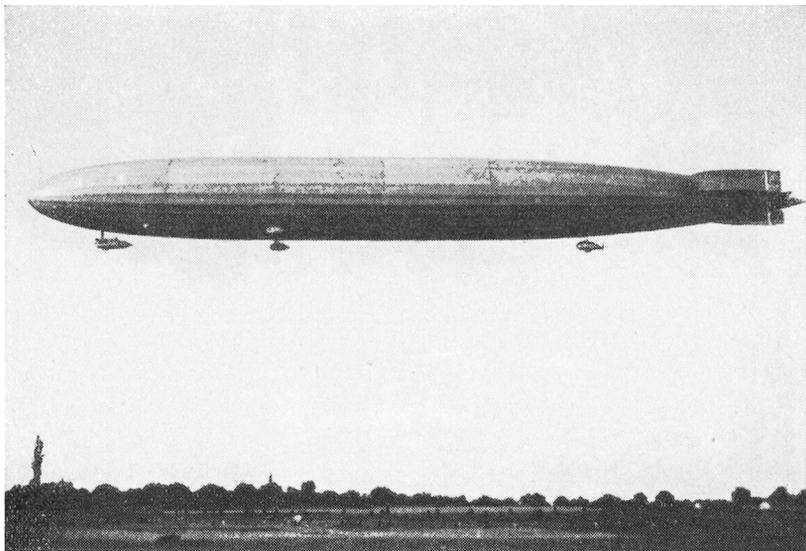
Uebungssegelflugzeug „Baby II b“ kurz nach der Landung  
beim IV. Parlament der FDJ in Leipzig



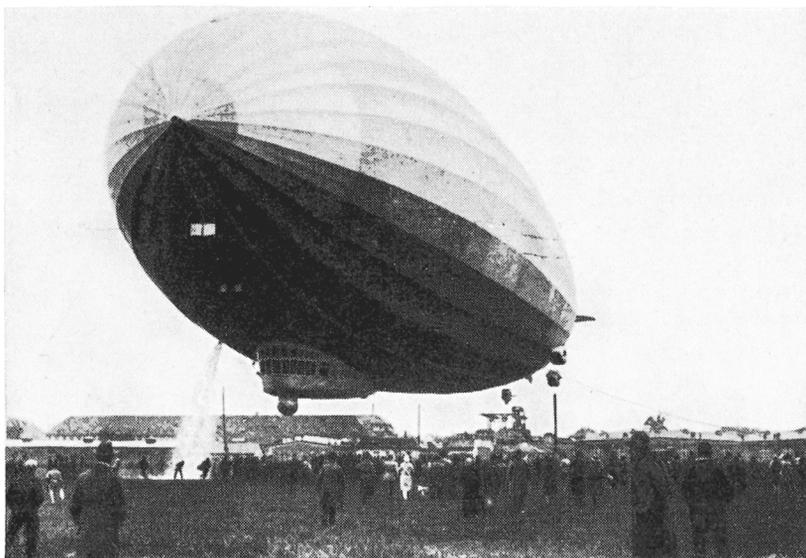
Prof. Piccard mit seinem Gehilfen vor der Gondel seines Stratosphärenballons, mit dem er 1931 eine Höhe von 16000 m erreichte



Otto Lilienthal bei seinen ersten Flugversuchen



Ein Luftschiff zur Zeit des ersten Weltkrieges

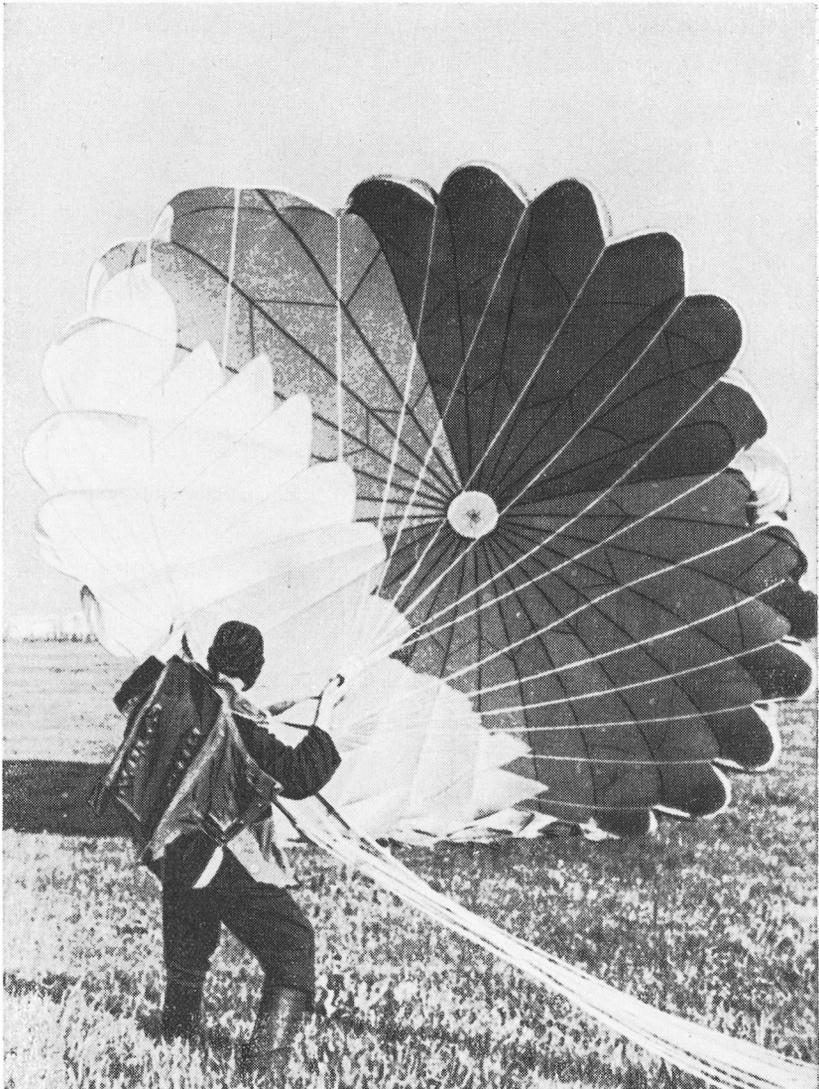


Luftschiff beim Start



### Flugsport in der UdSSR

Der Pilot gab das Zeichen und der Fallschirmspringer Alex Notschewnij, Student des Moskauer Industrietechnikums, macht sich zu seinem 152. Absprung fertig



### Flugsport in der UdSSR

Nach der Landung wird der Schirm eingelaufen, so daß die Kappe des Schirmes den Luftwiderstand verliert und zusammenfällt

## *Aus der Geschichte der Luftfahrt*

Die Geschichte der Menschheit ist reich an Erfindungen und Verbesserungen, die der Mensch in rastlosem Bemühen schuf, sein Leben zu erleichtern. Unermüdlich arbeiteten die Menschen an der Vervollkommnung der Geräte und Maschinen, strebten sie nach höheren wissenschaftlichen Erkenntnissen und schufen Wunderwerke der Technik, die aber letzten Endes immer wieder nicht ihnen selbst ein besseres Leben ermöglichten, sondern die sich skrupellos die herrschenden Klassen aneigneten, um ihr Ausbeuterdasein angenehmer zu gestalten. Erst die sozialistische Gesellschaftsordnung beseitigte die Ausbeuterklassen und schuf damit die Voraussetzung, daß auch der technische Fortschritt dem Wohle der werktätigen Menschen dient. Wenn heute silbergraue Düsenflugzeuge am Himmel dahinjagen oder Segelflugzeuge majestätisch ihre Kreise ziehen, wenn unser Flugmodell nach erfolgreichem Schaffen in der Werkstatt zum ersten Fluge startet, dann wollen wir daran denken, daß die Erforschung der Gesetze des Fliegens und die Entwicklung des Flugzeugs eine Großtat menschlichen Geistes ist, die im harten Kampfe gegen religiösen Dogmatismus und dem von der Kirche und den Feudalherren geschürten Aberglauben geboren wurde.

So lange es Menschen gibt, so lange besteht der Wunsch, sich dem Vogel gleich in die Lüfte zu erheben. Viele alten Sagen und Märchen legen davon Zeugnis ab. Sehr oft hat diesen Überlieferungen der Wunsch zugrunde gelegen, sich an einen Ort zu flüchten, wo der Mensch frei war, nur auf sich allein gestellt, ohne die Last des Daseins unter Fürsten, Priestern, harter Fronarbeit und unmenschlichen Strafen. Da es diesen Ort auf der Erde nicht gab — was lag näher, als sich den weiten unerforschten Luftraum auszuwählen? Ist es nicht bezeichnend, daß die uns allen bekannte Sage von Ikarus und Daedalus vor allen Dingen dieses Streben der Menschen nach Freiheit von ihren Unterdrückern, hier in Gestalt des Kaisers Minos, zum Ausdruck bringt? Wir wissen heute — und die Geschichte bestätigt es tausendfach — daß es vor gesellschaftlichen Zuständen keine Flucht irgendwohin gibt, sondern daß nur der ständige revolutionäre Kampf die Änderung einer Gesellschaftsordnung ermöglicht.

Die Fürsten und die Kirche wußten die in der Sehnsucht nach dem Fliegen zum Ausdruck kommenden „rebellischen Gedanken“ wohl einzuschätzen. Sie wollten es nicht dulden, daß sich der Mensch ihrer Macht — und wenn auch nur für kurze Zeit — entzog. Sie wollten nicht dulden, daß die Menschen die Gesetze in Natur und Gesellschaft erforschten, denn das bedeutete unweigerlich das Ende ihrer eigenen Macht und die revolutionäre Veränderung der Gesellschaftsordnung.

Barbarische Strafen, Scheiterhaufen und kirchlicher Bann, trafen viele Wissenschaftler, darunter auch die Pioniere zu Beginn der fliegerischen Entwicklung. Viele Opfer an Gut und Blut wurden gebracht. Aber der Fortschritt in der Welt ließ und läßt sich weder durch Terror noch durch Lüge und Verleumdung aufhalten. Die weltlichen und kirchlichen Feudalherren wurden hinweggefegt und die damals vom aufstrebenden jungen Bürgertum erkämpften bürgerlichen Freiheiten, der Wegfall der feudalen Grenzen innerhalb der Länder und die Schaffung von einheitlichen Nationalstaaten brachten einen stürmischen Aufschwung in Wirtschaft, Wissenschaft und Technik. Die Bahn war frei für die Erfindung komplizierter Maschinen und Geräte, mit deren Hilfe allein das Streben der Bourgeoisie nach Profit erfolversprechend war, mit deren Hilfe man nicht nur begehrte oder lebensnotwendige Waren herstellen, sondern auch größere Entfernungen schneller überwinden konnte. Von diesem Aufschwung zu Beginn der kapitalistischen Gesellschaftsordnung wurden alle Gebiete des menschlichen Lebens betroffen, und so finden wir in dieser Zeit auch die ersten überlieferten erfolgreichen Versuche auf dem Gebiet der Flugwissenschaft.

Jahrzehnte aber zogen noch ins Land, ehe jener denkwürdige 20. Juli 1882 herankam, an dem das Flugzeug des russischen Marineoffiziers Alexander Moshajkis sich zum ersten Flug in die Lüfte erhob.

Sehr schnell bemächtigten sich die einflußreichen Monopolherren und Rüstungsbarone dieser Erfindung, nicht um sie zum Segen der Menschheit weiterzuentwickeln, sondern um für ihre imperialistischen Kriege eine neue Waffe zu schaffen. Jetzt waren sie es, die auf Grund ihrer Klassenlage — wie vorher Feudalherren und Kirche — kein Interesse daran hatten, den technischen Fortschritt zum Allgemeingut zu machen.

Der Ballon, das Flugzeug und das Luftschiff teilten das Schicksal der meisten Erfindungen im Kapitalismus — von den Menschen geschaffen für die friedliche Entwicklung und die Erleichterung des Daseins, von den Imperialisten verwendet für den Krieg und die Vernichtung des menschlichen Lebens. Den unterdrückten Klassen aber blieb die Möglichkeit des Fliegens fast völlig verschlossen.

Erst in der Sowjetunion, wo die Arbeiter und Bauern ihr Schicksal selbst in die Hand nahmen und damit auch über die Verwendung ihrer Erfindungen bestimmen, konnte die Luftfahrt eine ungeahnte und im Kapitalismus nicht mögliche Entwicklung nehmen. Flugsport ist Volkssport in der Sowjetunion, Millionen sitzen am Steuer der besten Flugzeuge der Welt, konstruieren und bauen Flugmodelle oder vervollkommen sich im „Sport der Kühnen“, im Fallschirmspringen. Dank der unermüdlichen Fürsorge des Sowjetstaates steigern die sowjetischen Flugsportler systematisch und beharrlich ihr Wissen und Können und eroberten sich die meisten Welt-

rekorde. Sie verwirklichen damit die Forderung, die der große Stalin an sie stellte: „Fliegt schneller, höher und weiter als andere!“

In der DOSAAF eignen sich die sowjetischen Flugsportler die Fähigkeiten und Kenntnisse an, um ihr Vaterland gegen alle Anschläge der Imperialisten verteidigen zu können und in den Reihen der „Stalinschen Falken“ auf Wacht für den Frieden und den Schutz der Sowjetheimat zu ziehen. Aus den Erfahrungen der sowjetischen Flieger lernen die Flugsportler der Volksdemokratien und unserer Deutschen Demokratischen Republik, wie Schwierigkeiten zu überwinden und große Leistungen zu vollbringen sind, wie man die Luftfahrt zu einer scharfen Waffe im Kampf um den Frieden macht.

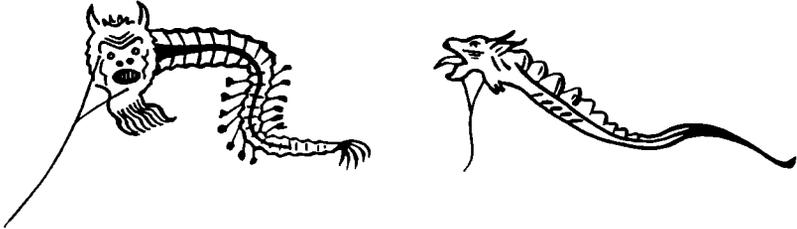
Die Entwicklung der Luftfahrt ist noch lange nicht abgeschlossen, ihre bisherige Geschichte in unserer Republik noch nicht erforscht. Die Verfälschungen der bürgerlichen Geschichtsschreibung machten auch vor dem Gebiet der Luftfahrt nicht Halt. Es ist daher eine notwendige, aber dankbare Aufgabe, die Geschichte der Luftfahrt schnellstens wissenschaftlich zu erforschen und unseren Flugsportlern zu vermitteln. Diese Aufgabe kann und soll das vorliegende Buch nicht lösen, wohl aber soll es, bevor es unseren Modellfliegern die ersten praktischen Kenntnisse vermittelt, einen kleinen Einblick in die uns bisher ~~bekannt~~ Entwicklung der Luftfahrt geben, damit wenigstens die größten Geschichtsverfälschungen beseitigt werden.

### **Der Drachen**

Als ältestes Fluggerät der Menschheit ist uns der Drachen bekannt. Darüber berichten uns die alten chinesischen und japanischen Handschriften, die den Drachenflug vor über 4000 Jahren schildern. Aus diesen Erzählungen erfahren wir, daß das Drachensteigen von jeher ein beliebter Sport war. Verschiedenartige Formen wurden den Drachen gegeben, wie die der Schmetterlinge, Vögel, Käfer und menschenähnlichen Gestalten, aber hauptsächlich die des Drachens. In den alten Volkssagen wird oft von fliegenden Ungeheuern berichtet, die halb Krokodil, halb drachenähnliche Formen hatten. Es ist wahrscheinlich, daß daher auch die Bezeichnung Drachen stammt.

Ihre Konstruktionen und Formen waren früher sehr kompliziert. Im Flug war der Drachen ein sich windender Schlangenkörper mit Tatzen, Flügeln und einem phantastischen Kopf. Er wurde mit den grellsten Farben angemalt.

In Europa wurde der Drachen verhältnismäßig spät bekannt. In der bürgerlichen Geschichtsschreibung wurde seine Erfindung unabhängig von den ostasiatischen Völkern, dem griechischen Physiker Architas Tarentzki, der vier Jahrhunderte vor unserer Zeitrechnung lebte, zugeschrieben.



In den Chroniken nach Beginn der Zeitrechnung finden wir Aufzeichnungen der ersten Anwendung des Drachens für kriegerische Zwecke. Es wird berichtet, daß die Byzantiner im 9. Jahrhundert mit Hilfe von Flugdrachen einen Krieg gewinnen konnten, die aus der Luft auf das feindliche Lager Zündstoffe abwarfen.

In der Gründungszeit des russischen Reiches im Jahre 906 gebrauchte der Fürst Oleg von Kiew den Drachen bei der Einnahme von Zargrad.

In den Chroniken heißt es, daß über dem Feind ... „Pferde und Menschen aus Papier, ausgerüstet und vergoldet“ in der Luft erschienen.

In England benutzte „Wilhelm der Eroberer“ im Jahre 1066 Drachen zur Nachrichtenübermittlung während des Krieges. Leider sind uns keine Angaben über die verschiedenartigen Konstruktionen dieser Drachen erhalten geblieben.

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts begannen die bekanntesten Gelehrten, Physiker und Mathematiker, dem Drachen Beachtung zu schenken.

Der geniale russische Gelehrte Lomonossow benutzte den Drachen zu Studien der Elektrizität der Atmosphäre.

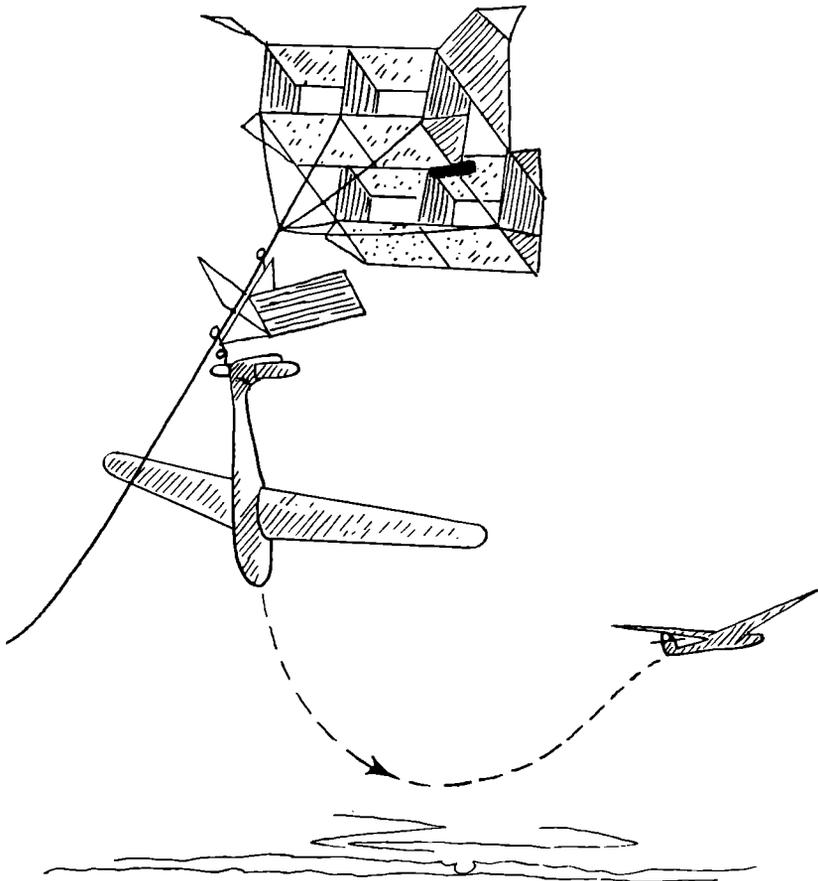
1749 benutzte Wilson in England den Drachen, um ein Thermometer emporzuheben und die Temperatur in verschiedenen Höhen festzustellen.

1752 bewies Benjamin Franklin, der Erfinder der Blitzableiter, mit Hilfe des Drachens die Elektrizität des Blitzes. Auch Newton, Euler und andere Gelehrte benutzten den Drachen für ihre Arbeit.

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts entstanden die kastenförmigen Drachen. Sie wurden am meisten zu meteorologischen Studien benutzt. Von 1894 an wurden sie systematisch zur Erforschung der unteren Luftschicht (Troposphäre) verwandt, was zur Bestimmung des Wetters äußerst wichtig ist. Mit Hilfe des Drachens wurden selbstschreibende Geräte 3—4000 Meter emporgehoben, die Windgeschwindigkeit, Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit aufzeichneten.

Auch von dem russischen Erfinder des Radios, Popow, wurde der Drachen zur Übermittlung von Radiosignalen benutzt.

Für militärische Zwecke fand dieses Fluggerät zahlreiche Verwendung. Die kastenförmigen Drachen wurden zu Drachenzügen zusammengestellt,



um Menschen als Beobachter emporzuheben. Die Armeen vieler Länder bildeten Drachenskolonnen. Im russisch-japanischen Krieg von 1904 bis 1905 stiegen des öfteren Beobachter mit Hilfe des Drachens auf, um das Artillerief Feuer zu lenken.

Während des imperialistischen Weltkrieges 1914—1918 wurden die Drachen zum Schutz militärisch wichtiger Objekte gegen Angriffe feindlicher Flugzeuge eingesetzt. Man ließ eine große Anzahl von Flugdrachen und Fesselballons aufsteigen. Ihre herabhängenden Befestigungsseile, die durch Netze untereinander verbunden waren, bildeten einen Sperrgürtel und stellten somit eine große Gefahr für feindliche Flugzeuge dar.

Bei uns ist heute das Drachensteigen ein beliebter und interessanter Sport von alt und jung. Niemand mehr macht sich Gedanken über seine Herkunft und seine vielseitige Verwendung. Viel mehr als bisher sollte der Drachen bei Massenspielen und Sportveranstaltungen in Erscheinung treten.

Heute gibt es Drachen der verschiedenartigsten Konstruktionen. Am bewährtesten ist der Kastendrachen, der durch seine Formgebung ein großes Tragvermögen besitzt. Mit Hilfe des Drachens können wir Flugblätter, Fallschirmmodelle und Flugmodelle aufsteigen lassen und abwerfen.

Im Kampf um die Einheit Deutschlands haben die Mitglieder der Freien Deutschen Jugend es verstanden, den Drachen als ein bemerkenswertes und aktives Mittel der Agitation zu benutzen.

### **Der Ballon und das Luftschiff**

Mehr als anderthalb Jahrhunderte früher, bevor es gelang mit dem Flugzeug zu fliegen, sind Menschen mit dem Ballon in die Luft gestiegen.

Als einer der ersten unternahm dies im zaristischen Rußland der Amtsschreiber Krjakutny, im Jahre 1731 in Rjassan.

Davon berichtet die Chronik folgendes:

„Im Jahre 1731 in Rjassan machte der Amtsschreiber Krjakutny einen großen Sack, der wie ein Ball aussah, füllte ihn mit unreinem und stinkendem Rauch, machte ein Seil daran mit einer großen Schlinge, setzte sich hinein und der Teufel hob ihn über die Birken empor.

Er schlug gegen den Glockenturm und klammerte sich an das Glockenseil fest, wodurch es läutete. So blieb er am Leben.

Man jagte ihn aus der Stadt. Er ging nach Moskau, wo man ihn lebend vergraben oder verbrennen wollte.“

Von den kühnen und schöpferischen Ideen des Amtsschreibers Krjakutny verblieben, außer den Aufzeichnungen der Chronisten, keinerlei Spuren.



Josef Montgolfier

50 Jahre später erfolgte in Frankreich der Aufstieg eines Luftballons. Er wurde von den Franzosen Josef und Ethin Montgolfier erbaut.

Von frühester Jugend an beobachtete und studierte Josef Montgolfier die Naturgesetze. Am meisten beschäftigte ihn der Gedanke, eine Methode zu finden, die es ermöglicht, in die Luft zu steigen. Zu diesem Zweck entschloß er sich, festzustellen, ob der aufsteigende Wasserdampf irgend etwas mit sich emporheben kann.

Um diesen Versuch durchzuführen, nahm er eine Papiertüte und versuchte, sie mit „Dampf“ aus einem Kessel mit

kochendem Wasser zu füllen, aber der „Dampf“ hob weder die Papiertüte empor, noch stieg er selbst auf. Er verwandelte sich lediglich zu Wassertropfen, die sich im Innern der Tüte niederschlugen und das Papier aufweichten.

Einige Monate nach dem mißlungenen Versuch las Montgolfier ein Buch, in dem über die Gewinnung von Wasserstoffgas, das bedeutend leichter als Luft ist, berichtet wurde.

„Jetzt, — dachte Josef Montgolfier —, habe ich gefunden, was ich brauche.“ Sein Bruder Ethin hatte Verständnis für sein Vorhaben. Unter großen Schwierigkeiten gewannen sie Wasserstoff und füllten damit einen Sack. Wieder ein Mißerfolg — der Sack stieg nicht auf. Das Wasserstoffgas sickerte unmerklich durch die dünnen Wände des Sackes und verflüchtete sich.

Im Herbst 1782 fuhr Josef Montgolfier dienstlich nach der Stadt Avignon. Durch ein Fenster seines Zimmers konnte er auf den Hof blicken. Als Montgolfier einmal an das Fenster trat, erblickte er eine Feuerstelle, über die ein gewaschener Rock zum Trocknen aufgehängt war.

Es war schönes Wetter und kein Lüftchen regte sich. Der Rock war wie ein Ballon aufgebläht und es schien so, als ob er hochfliegen wollte.

„Warme Luft“ — dachte Montgolfier und entschloß sich, sofort die Sache zu prüfen.

Im Kamin entfachte er ein Feuer, nahm einen Kopfkissenbezug und hielt ihn darüber, mit der Öffnung nach unten. Der Kopfkissenbezug füllte sich mit warmer Luft und wollte sich aus seinen Händen löstreifen. Montgolfier ließ ihn los und er stieg zur Decke empor.

Am nächsten Tag berichtete Montgolfier seinem Bruder genau von dem Rock und seinem Versuch mit dem Kopfkissenbezug. Sie entschlossen sich, gemeinsam das Experiment durchzuführen und zündeten im Garten einen Holzhaufen an.

Der Versuch gelang zur größten Freude der Brüder. Der mit warmer Luft gefüllte Kopfkissenbezug stieg über 20 Meter hoch.

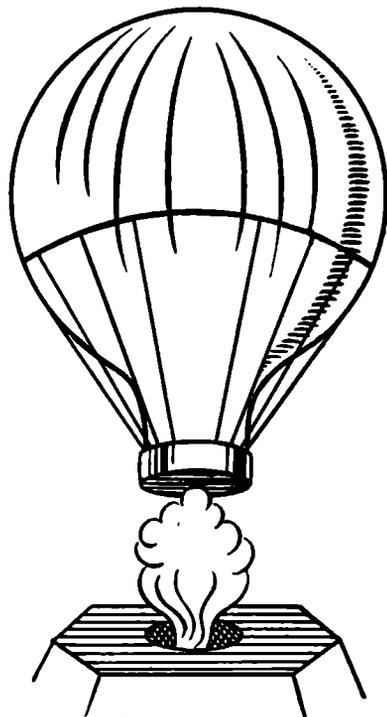
Durch diesen Erfolg ermutigt, fertigten die Brüder Montgolfier einen Ballon von 20 Kubikmeter Inhalt an. Nachdem dieser mit heißer Luft gefüllt worden war, entwickelte er einen derart starken Auftrieb, daß die Fäden, mit denen er festgehalten war, zerrissen.

Danach bauten die Brüder einen noch größeren Ballon und führten im Juni 1783 ihren Versuch öffentlich den Bewohnern ihrer Stadt vor. Der Ballon stieg innerhalb weniger Minuten etwa 200 Meter hoch.

Die Zuschauer erstarrten vor Verwunderung und ließen keinen Blick von dem fliegenden Apparat. Der Ballon hielt sich über zehn Minuten in der Luft.

Die ersten Fluggäste, die man aufsteigen ließ, waren keine Menschen, sondern ein Hahn, eine Katze und ein Hammel.

Aber schon im November 1783 wagten zwei Männer in Paris die Fahrt in einem Ballon.



Heißluftballon

Der russische Gelehrte Mendelejew entwickelte bereits 1875 die Idee eines Stratosphärenballons mit einer luftdicht abgeschlossenen Kabine. Diese Idee wurde erst 50 Jahre später verwirklicht. Im Jahre 1931 gelang es dem belgischen Gelehrten Piccard, mit einem Stratosphärenballon, der mit Gas gefüllt war, eine Höhe von über 16 000 Meter zu erreichen.

Ein Stratosphärenballon hat mit einem gewöhnlichen Ballon nicht viel Ähnlichkeit. Seine gewaltige Hülle ~~ist~~ in Erdnähe gleich einem unförmigen Sack aus. Die für die Piloten bestimmte Gondel befindet sich in einer geschlossenen Kugel, in die in Höhen ab 5000 bis 6000 Meter künstlicher Sauerstoff eingeblasen wird. Der normale Luftdruck und die künstliche Atmung in dieser Gondel ermöglichen das Leben des Menschen.

Erst wenn der Stratosphärenballon in die Höhe steigt, verwandelt sich seine Form in eine glänzende Kugel, da sich auf Grund des ständig geringer werdenden Luftdruckes das Gas im Innern der Hülle ausdehnt.

1933 stiegen die sowjetischen Aeronautiker Prokofjef, Godunow und Birnbaum im Stratosphärenballon über 19 000 Meter hoch; während des Fluges führten sie wertvolle wissenschaftliche Beobachtungen durch.

Am 30. Januar 1934 begaben sich nochmals drei sowjetische Gelehrte mit dem Ballon „Ossoaviachim I“ in die Stratosphäre: Wassenkow, Fedossejko und Usysskin.

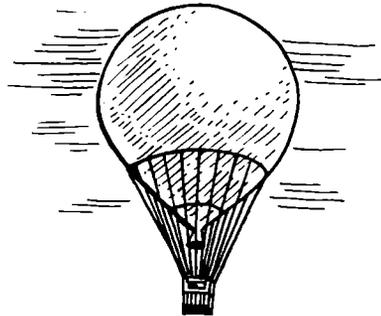
Bei ihrer Rückkehr konnten sie nicht mehr erzählen, wo sie gewesen waren und was sie gesehen hatten. Sie lagen leblos in der Gondel des niedergegangenen Ballons.

Was die Menschen nicht erzählen konnten, erzählten die Instrumente. Der Ballon erreichte um 12.35 Uhr eine Höhe von 22 000 Metern. Das war eine Höhe, die bisher von keinem Menschen erreicht worden war.

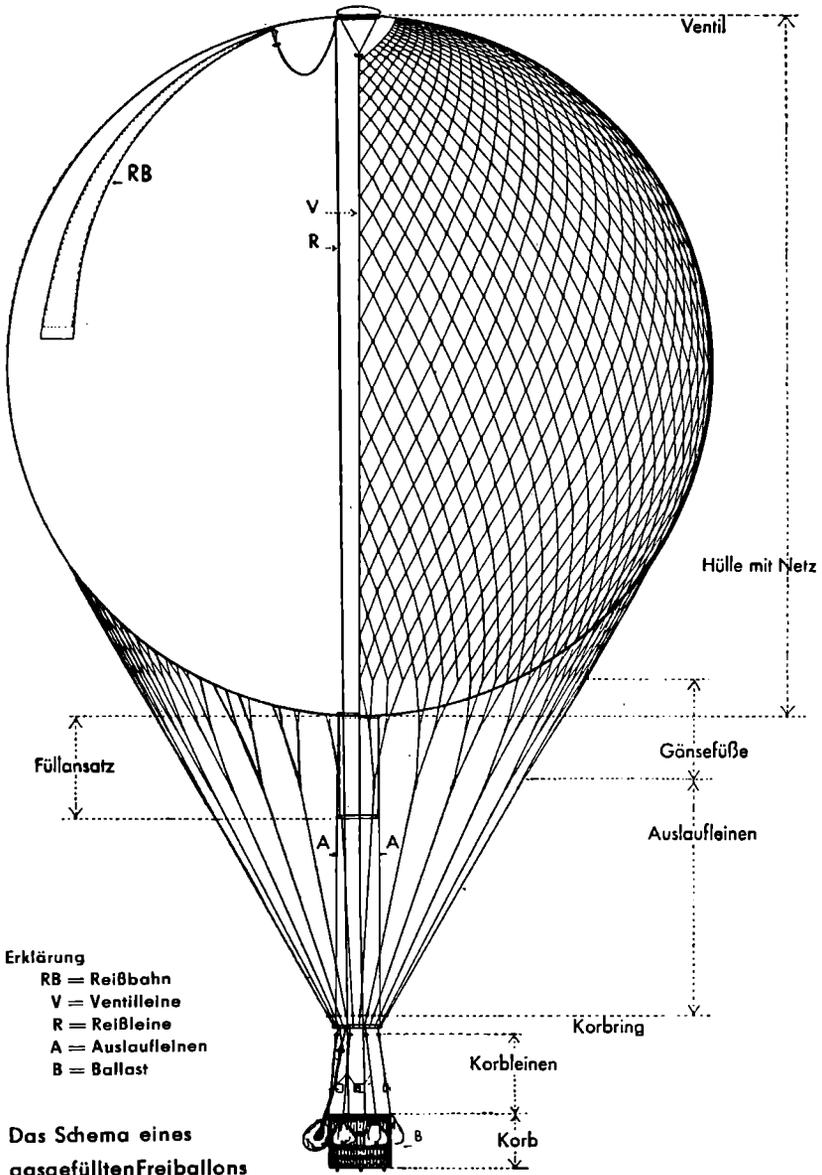
Diese sowjetischen Gelehrten füllten ein neues leuchtendes Blatt in der Geschichte des Kampfes mit der Natur. Ein großer Nachteil des Ballonfliegens ist die Ungewißheit über das Flugziel, denn der Ballon kann während des Fluges nicht gelenkt werden und ist abhängig von Wetter und Wind.

Die Bestrebungen, den Ballon lenkbar zu machen, begannen mit dem Versuch, Vortrieb durch Segel zu erreichen.

1784 entwarf der Franzose Meusniers einen länglichen Ballon mit darunter



Ein Freiballon während des Fluges



Das Schema eines gasgefüllten Freiballons

befindlichem Brückengang und drei Luftschrauben, die von Menschenhand bedient werden sollten.

Um aber einigermaßen wirksamen Vortrieb zu erzeugen, wären 80 Menschen notwendig gewesen, während der Ballon nur drei Mann tragen konnte.

1852 löste der Ingenieur Henry Giffard praktisch das Problem der Lenkung des Ballons. Er baute einen zigarrenförmigen Ballon. An das Netz, mit dem dieser Ballon überzogen war, hängte er einen Balken, an dessen einem Ende ein dreieckiges Segel als Steuer befestigt war. Unter dem Balken brachte er eine hölzerne Plattform an, auf der eine Dampfmaschine von 3 PS stand, die einen Propeller bewegte.

Nach Henry Giffard arbeiteten viele Erfinder verschiedener Länder an der Vervollkommnung des lenkbaren Ballons, jedoch erst als der Verbrennungsmotor erfunden wurde, gelang es, diese Aufgabe vollkommen zu lösen. Der zigarrenförmige Ballon mit Steuerung und Motor wurde zum Luftschiff entwickelt.

Ein Seemann, der russische Kapitän ersten Ranges, N. M. Sokownin, legte im Jahre 1866 das originelle Projekt eines starren Metallluftschiffes mit innenliegenden Gaszellen vor, das von Ziolkowski erweitert wurde.

Der schwedische Oberst Unge erwarb die Arbeiten Ziolkowskis, gab sie für seine eigenen heraus und verkaufte sie an Zeppelin.

Es verstrichen fast 30 Jahre und 1895 erhielt der deutsche Graf Zeppelin, der sich die Idee des russischen Erfinders zu eigen gemacht hatte, das Patent.

Durch die Entwicklung des Langstreckenfluges und seiner hohen Geschwindigkeit ist man von der Verwendung des Luftschiffes abgekommen.

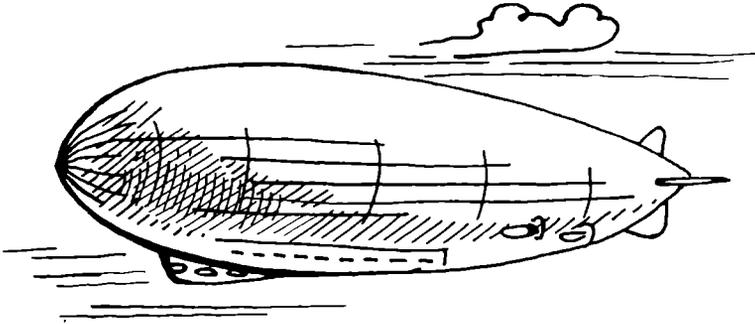
Der russische Gelehrte Ziolkowski betrieb eine eingehende Forschung auf dem Gebiet der Luftschiffahrt und veröffentlichte 1886 das Werk: „Die Theorie und Praxis des lenkbaren Luftschiffes.“

Das Fundament zu einem planmäßigen Bau von Luftschiffen in der UdSSR legte das Luftschiff „Komsomolskaja Prawda“.

Es wurde von Komsomolzen — Studenten der Moskauer Hochschule, den zukünftigen Ingenieuren und Konstrukteuren der Luftschiffe, gebaut.

Die Anregung zum sowjetischen Luftschiffbau gab das Organ des Komsomol, die Zeitung „Komsomolskaja Prawda“, die von 1928 an zäh und konsequent eine Aktion für das sowjetische Luftschiff durchführte und eine Geldsammlung für seinen Bau organisierte.

Das Luftschiff „Komsomolskaja Prawda“ wurde 1930 innerhalb von vier Monaten gebaut und war zum Training und zur Ausbildung von Piloten bestimmt. Sein erster Flug fand am 29. August 1930 statt. Das Erscheinen



des sowjetischen Luftschiffes „Komsomolskaja Prawda“ über Moskau bewegte die ganze sowjetische Öffentlichkeit.

Die Zeitungen „Prawda“ (Wahrheit), „Krassnaja-Swesda“ (Roter Stern) und andere Presseorgane kündigten Geldsammlungen zum Bau weiterer größerer sowjetischer Luftschiffe an.

Es vergingen kaum sieben Jahre, als die sowjetischen Luftschiffe den Weltrekord im Dauerflug errangen. Das Luftschiff UdSSR - W VI, das einen Rauminhalt von nur 18 500 Kubikmeter und 16 Mann Besatzung hatte, flog fünfeinhalb Tage (vom 29. September bis 4. Oktober 1937). Der Kommandeur des Luftschiffes schrieb daraufhin den Lesern der Zeitung „Komsomolskaja-Prawda“:

„Wir sind unendlich stolz, im Namen unserer jungen, im Geiste Lenins erzogenen Besatzung, einen Gruß an die gesamte sowjetische Jugend schicken zu können. Wir waren 16 Personen im Luftschiff, das sich ungeachtet der schlechten Witterung länger als alle Flugzeuge und Luftschiffe der Welt in der Luft hielt. Wir verkünden heute kühn und sind davon überzeugt — unser Rekord ist keine Grenze für jene Jungen und Mädchen, die im Sowjetland erzogen werden, die arbeiten und bewußt Heldentaten vollbringen, zum Ruhm der Heimat, zu Ehren Stalins und des Kommunismus.“

Im Auftrage der Besatzung des Luftschiffes „UdSSR“ - W VI  
Der Kommandeur des Luftschiffes I. Pankow.

### **Der Fallschirm**

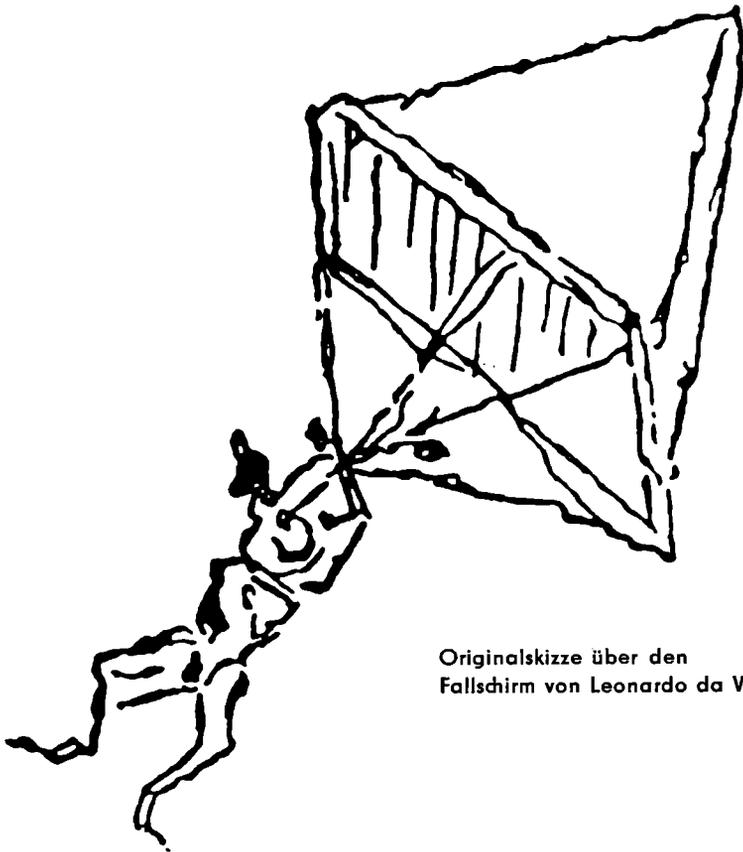
Die Idee, eine Vorrichtung zu schaffen, die es dem Menschen ermöglicht, wohlbehalten aus einer großen Höhe zur Erde herunterzugleiten, hatte bereits der große Wissenschaftler und Künstler Leonardo da Vinci.

Er schreibt: „Wenn man eine Glocke aus Leinen nimmt, deren Seiten je 12 Ellen beträgt und die Höhe genausoviel, kann damit ein Mensch gefahrlos aus einer beliebigen Höhe herunterspringen.“ Es gelang Leonardo da Vinci nicht, eine solche Vorrichtung zu schaffen.

Die von ihm hinterlassenen Skizzen dieser Vorrichtung weisen aber bereits eine Ähnlichkeit mit dem Fallschirm auf.

Hundert Jahre später schrieb der venezianische Ingenieur-Mechaniker Faust Verancio, unabhängig von Leonardo da Vinci, dessen Werke damals noch nicht veröffentlicht waren, das „Buch über die Maschinen“.

Darin erwähnt er eine Maschine, mit der die Menschen aus einer Höhe



Originalskizze über den Fallschirm von Leonardo da Vinci

herabgleiten können und führt die dafür notwendigen Berechnungen an. Es ist nicht bekannt, ob Verancio solch eine Maschine gebaut hat.

Eine ähnliche Vorrichtung erfand Josef Montgolfier. Zuerst machte er einige Versuche mit einem einfachen Schirm. Er band an den Schirm einen Korb, setzte kleine Haustiere wie Katzen und Hunde hinein und warf sie vom Dach des Hauses.

1777 baute er eine große schirmartige Glocke, deren Durchmesser 3 m betrug und sprang damit von einem hohen Turm.

In der Zeit der Entstehung der Luftfahrt fand auch der Fallschirm praktische Anwendung. Die ersten Flugapparate waren sehr unvollständig. Der Aufstieg damit war ein großes Wagnis für die mutigen Flieger. Auf Grund dessen entstand die immer größere Notwendigkeit, eine Vorrichtung zur Rettung der Flieger im Falle eines Unglückes zu schaffen. Von dieser Idee war der Physiker Lennormann vollends durchdrungen. Er fertigte zwei große Schirme an und sprang damit von einem großen Baum. Damit sich die Schirme während des Herabfallens nicht umkrepeln konnten, band er an die Speichenenden Schnüre und befestigte sie gemeinsam am Schirmgriff. Diese Schnüre waren die ersten Hängeseile. Nach diesem Versuch machte er sich an die Berechnungen der Größe und Form des Schirmes, damit man auch ungefährlich aus einer größeren Höhe herabgleiten kann. Als er alle Berechnungen abgeschlossen hatte, baute er ein Modell und warf es viele Male vom Dach eines Hauses. Das Modell glitt immer gut herunter. Danach baute Lennormann seinen Apparat in natürlicher Größe und nannte ihn Fallschirm.

Der Apparat hatte eine spitz auslaufende Schirmkuppel. Der untere Rand war ein festes Gerippe in Form eines Reifens. An diesem Reifen waren viele Schnüre angebracht, an denen ein Ring mit Sitz befestigt war. Mit diesem Fallschirm sprang Lennormann vom hohen Turm des Observatoriums, in dem er arbeitete. Der Sprung verlief sehr gleichmäßig. Die versammelte Zuschauermenge, die erstaunt den Sprung beobachtete, gratulierte ihm zu seinem großen Erfolg.

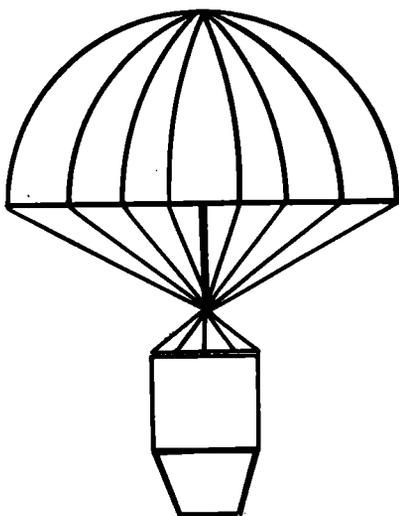
1784 baute Jaques Pierre Blanchard in Frankreich einen Fallschirm zum Abspringen aus dem Ballon. Sein Fallschirm hatte ein stabileres Gerippe aus Speichen, das mit Stoff und Papier bezogen war. Die geöffnete Form erinnerte sehr an einen großen Sonnenschirm. Sein oberster Teil war mit dem Unterteil der Ballonhülle verbunden. Die vom Schirm abgehenden Hängeseile hielten den Korb, in dem die Piloten saßen. Im Falle eines Unglückes löste sich der Korb mit dem Fallschirm von der Ballonhülle und glitt zur Erde.

1785 führte Blanchard einen **Schauflug** vor. Als er mit seinem Ballon etwa 1000 m Höhe erreicht hatte, platzte die Hülle des Ballons. Geistes-

gegenwärtig hakte er den Fallschirm mit dem Korb vom Ballon ab und kam wohlbehalten auf der Erde an.

12 Jahre später nahm der Luftschiffer Garnerin einige Verbesserungen der Fallschirmkonstruktion vor. Er baute einen weichen Fallschirm ohne Gerippe und Speichen. Der Fallschirm wurde an die Seite des Ballons gehängt. Mit einem solchen Apparat sprang er mehrere Male herab. Der Sprung ging immer glücklich vonstatten, jedoch der Korb, in dem er sich befand, schaukelte meist zu stark. Nach langen Überlegungen und Versuchen brachte er in der Mitte der Fallschirmkuppel eine Öffnung an. Von nun an sank der Fallschirm gleichmäßig zur Erde.

Mit der Weiterentwicklung des Flugwesens und dem Erscheinen des Flugzeuges gewann der Fallschirm immer mehr an Bedeutung bei der Rettung von Fliegern. Die Fallschirme, die bisher angewandt wurden, waren schwer und unhandlich. Sie wurden hauptsächlich aus Gummigewebe hergestellt. Es war vollkommen unmöglich, einen solchen Fallschirm im Flugzeug zu benutzen, wo jedes Kilogramm Gewicht gespart werden mußte. Daher wurde ein leichter und bequemer Fallschirm erforderlich, den man zu jener Zeit unter beliebigen Bedingungen benutzen konnte. Einen derartigen Fallschirm schuf 1912 der russische Konstrukteur Kotelnikow.



Fallschirmmodell von Garnerin

Als Zuschauer eines Schaufluges war Kotelnikow Zeuge einer Katastrophe und des tragischen Endes eines Fliegers. Der vorzeitige Tod des mutigen Piloten beeindruckte Kotelnikow so stark, daß er sich entschloß, einen Fallschirm zu bauen, der ein zuverlässiges Rettungsmittel der Flieger im Katastrophenfall ist. Nach einjähriger Arbeit baute er einen Fallschirm, der sich nur wenig von dem heutigen Schirm unterscheidet. Der Fallschirm bestand aus einer Seidenkuppel, den Seilen mit Hängesystem, mit Hilfe dessen der Pilot den Schirm am Körper befestigt. Sein Fallschirm befand sich zusammengefaltet in einem leichten Metalltornister mit aufklappbarem Deckel. Dieser Tornister wurde auf den Rücken des Piloten geschnallt. Er öffnete sich durch Reißen an einer Schnur, die mit

dem Schloß des Tornisterdeckels verbunden war. Die Kuppel sprang durch Spezialfedern gedrückt aus dem Tornister und konnte sich entfalten.

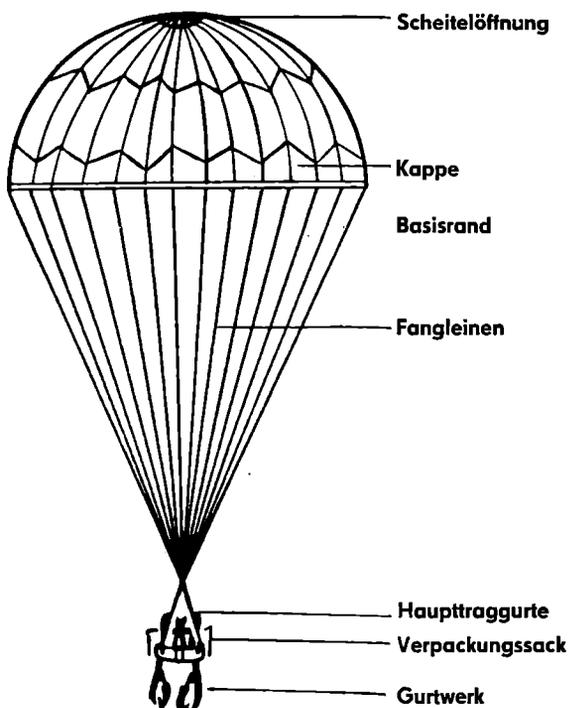
1912 erprobte ein Spezialist diesen Fallschirm, indem er aus 200 m Höhe aus einer Ballongondel sprang. Ein zweites Mal sprang er aus 50 m Höhe ab. Die Prüfungen ergaben gute Resultate. Der Fallschirm war zuverlässig. Die Militärverwaltung jedoch lehnte die Erfindung Kotelnikows ab.

Das zaristische System gab dem damaligen Chef der zaristischen Luftstreitkräfte, Fürst Alexander Michailowitsch, Veranlassung zu behaupten: „Der Fallschirm ist in der Luftfahrt überhaupt ein schädlicher Gegenstand, weil sich die Flieger bei der geringsten Gefahr, die ihnen durch den Feind droht, mit Fallschirmen retten und die Flugzeuge zerschellen lassen werden.“

Die Erfindung Kotelnikows machte sich ein Kaufmann zunutze und verkaufte sie an das Ausland. 1913 tauchten im Ausland die ersten Tornisterfallschirme auf, die in fast allen Einzelheiten eine Nachahmung des Fallschirmes von Kotelnikow waren.

Während des ersten Weltkrieges setzten die Imperialisten die Luftfahrt zum ersten Male im großen Umfang als Kampfmittel ein. An den Fronten zeigten sich Hunderte von Fesselballons, die zur Aufklärung der feindlichen Linien und zur Leitung des Artilleriefeuers benutzt wurden. Flugzeuge und Luftschiffe flogen in die Etappen des Feindes, um aufzuklären oder Bomben zu werfen. Dabei entspannen sich oft Luftkämpfe. Die Fesselballons waren ein gutes Ziel und wurden meist in Brand geschossen, wobei viele Luftschiffer ihr Leben lassen mußten. Daher war es unbedingt erforderlich, daß alle Luftschiffer und Piloten mit Fallschirmen ausgerüstet wurden. Die Entwicklung der Luftfahrt infolge des Krieges hatte natürlich auch Einwirkung auf die Verbesserung des Fallschirmes. Es erschien ein Fallschirm, der sich nicht automatisch, sondern nach dem Willen des Menschen öffnen ließ. Dieser Fallschirm ist der modernste. Seine Benutzung kann der jeweiligen Situation völlig frei angepaßt werden. Der Flieger kann selbst den Zeitpunkt der Entfaltung des Schirmes wählen. Bei seiner Anwendung sind Mut und Orientierungssinn in der Luft erforderlich.

In der Sozialistischen Sowjetunion wuchs und verbreitete sich von Jahr zu Jahr der Fallschirmsport. In Moskau wurde eine Zentrale Fallschirmschule gebildet. In den Luftfahrtklubs wurden Fallschirmzirkel eingerichtet. Der Fallschirmsprung ist eine Bedingung zur Erlangung des GTO-Abzeichens II. Klasse. Der Fallschirmsport ist heute der sowjetischen Körperkultur einverleibt. Der Fallschirmsport entwickelt Tapferkeit, Mut und Kaltblütigkeit und leistet den Segelflieger- und anderen Schulen der zivilen und militärischen Luftfahrt in ihrer Erziehungs-



**Schema eines modernen Fallschirms**

und Ausbildungsarbeit große Hilfe. Es vergingen nur wenige Jahre, bis das sowjetische Fallschirmwesen zu einer Massenbewegung der Jugend geworden war. Es wurden Übungstürme gebaut, von denen jährlich hunderttausende Fallschirmabsprünge erfolgten. Fallschirmabsprünge aus Flugzeugen wurden zu Zehntausenden veranstaltet. Die kühnen sowjetischen Fallschirmspringer eroberten allmählich alle Weltrekorde in Höhen- und Nachtsprüngen.

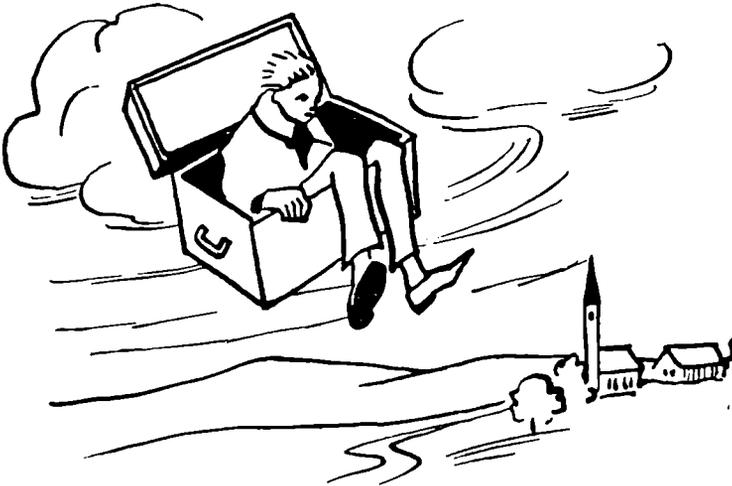
Besondere Beachtung wurde den Gruppenabsprüngen bei Nacht geschenkt. So sprang eine Gruppe sowjetischer Fallschirmspringer in der Nacht des 22. Juni 1949 aus 10 370 m Höhe und stellte damit drei neue Allunions- und Weltrekorde auf.

## Das Flugzeug

Die Flugsehnsucht, der Drang die Luft zu erobern ist uns in vielen Märchen, Sagen und Chroniken erhalten geblieben.

Wer kennt nicht das Märchen vom Zauberkoffer und Zauberteppich oder das Märchen von dem Riesen mit den Siebenmeilenstiefeln oder die Sage von Wieland dem Schmied?

Am bekanntesten ist wohl aus Griechenland die Sage vom Ikarus. Sie erzählt, daß auf der Insel Kreta der berühmte Bildhauer Daedalus mit seinem Sohne Ikarus bei Kaiser Minos in Gefangenschaft gehalten wurde. Daedalus versuchte auf dem Seewege zu entkommen, was ihm aber nicht gelang. Da dachte er an den Himmel. „Nur der Himmel bleibt uns offen“, sagte Daedalus zu seinem Sohn Ikarus. „Wir machen uns auf dem Luftwege davon.“ Sofort gingen beide an die Arbeit. Sie sammelten Federn, befestigten sie mit Leim und mit Wachs und stellten so vier große Flügel her. „Höre Ikarus“, warnte der Vater den Sohn, „sei vorsichtig beim Fliegen, steige nicht zu hoch zur Sonne empor, die Hitze kann das Wachs schmelzen und die Federn fliegen auseinander“. Sie befestigten die Flügel an den Armen und stiegen wie Vögel auf. Schnell ließen sie die Inseln Dälos und Paros hinter sich und flogen immer weiter und weiter. Der schnelle Flug begeisterte Ikarus, der dadurch die Ermahnungen seines Vaters vergaß und seine Flügel immer schneller bewegte. So kam er in seinem jugendlichen Übermut der Sonne zu nahe. Die brennenden Sonnenstrahlen



schmolzen das Wachs, die Flügel zerfielen und Ikarus stürzte ins Meer und ertrank. Daedalus erreichte seine Heimat.

In einer Chronik Rußlands aus dem 16. Jahrhundert zur Zeit der Zarenherrschaft Iwan des Schrecklichen, heißt es: Nikitam, des Bojarensohnes Knecht, machte in Anwesenheit des Zaren und einer großen Menschenmenge einige gelungene Flügel mit Hilfe einer flügelartigen Ausrüstung. Dieser Erfolg wurde für den Erfinder zum Verhängnis. Der Zar gab folgenden Befehl: „Der Mensch ist kein Vogel und hat keine Flügel zu haben. Wenn er sich aber Flügel selbst aus Holz macht, handelt er gegen die Natur. Das ist nicht Gottes Sache, sondern Teufels Werk. Für dieses Bündnis mit dem bösen Geist wird der Erfinder geköpft. Die Erfindung, die mit Hilfe des Teufels entworfen wurde, wird nach Gottes Willen verbrannt.“ So versuchten die Feudalherren, indem sie sich auf „Gottes Willen“ beriefen, den Fortschritt im Interesse ihrer Klasse aufzuhalten.

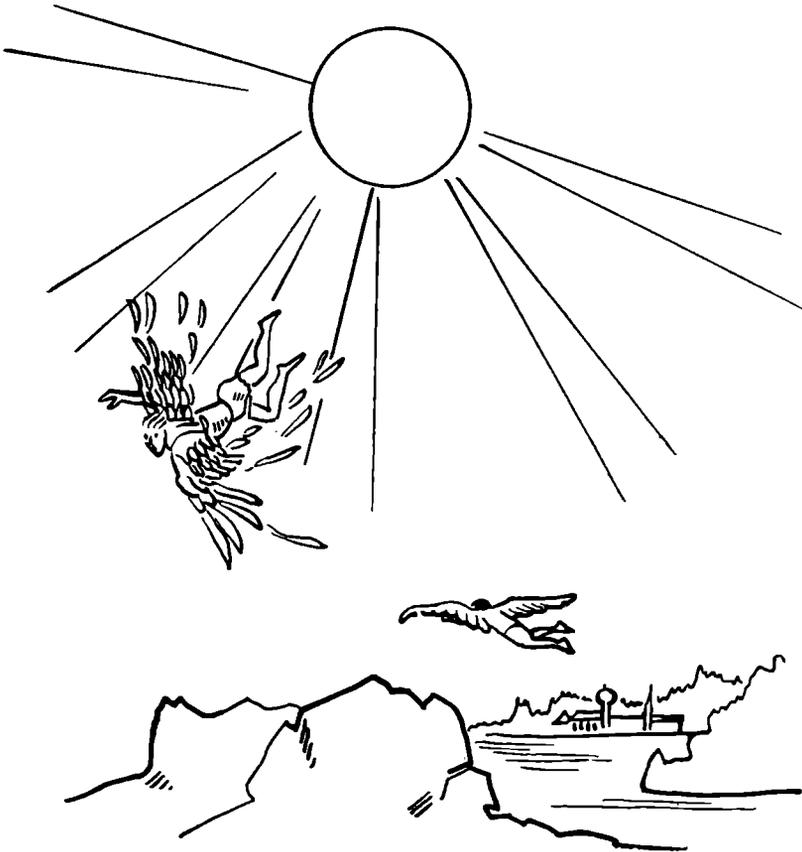
In einer anderen Chronik des Jahres 1669 heißt es: Der Schütze Serow in Rjashsk baute große Flügel aus Taubenfedern und wollte fliegen, stieg aber nur 7 Archim (1 Archim = 0,71 m) hoch, drehte sich und fiel auf den Rücken ohne Schaden zu erleiden.

In späteren Aufzeichnungen finden wir dann im Jahre 1729 im Dorfe Kljutsch den Schmied Gerpak Grosa, der Flügel aus Draht baute und sie auf die Ärmel streifte. An der Spitze hatte er Federn befestigt, die allerweichsten, wie Daunen der Fischnöwen und der Habichte.

So flog er nun in mittelmäßiger Höhe davon, wurde müde und ließ sich auf das Kirchturmdach herab. Der Priester verbrannte die Flügel und hätte ihn beinahe verflucht. Zur damaligen Zeit galt der Fluch der Kirche als eine der schwersten Strafen für die Menschen.

Die Beschuldigung, mit dem Teufel im Bunde zu stehen, verfolgte nicht nur die Erfinder und Wissenschaftler im damaligen zaristischen Rußland, sondern in ganz Europa. Die Kirche hatte allen Grund, jede Weiterentwicklung der Menschheit zu fürchten, denn jeder technische Fortschritt in der feudalen Gesellschaftsordnung hätte Aufklärung der Menschen bedeutet. Das lag aber nicht im Sinne der Feudalherren, die sich gleichzeitig auch als die Vertreter Gottes auf Erden dünkten. Die arbeitenden Menschen erstickten unter den Qualen und der Ausbeutung ihrer „Herren“. Diese sahen in ihnen nichts anderes als Sklaven, die geschlagen, verkauft oder auch nach Willkür getötet werden konnten. Der Leib des Menschen gehörte dem „Herrn“, denn er war ja der „Gesandte Gottes“.

Es ist verständlich, daß sie alles versuchten, um all das, was ihrer Klasse nicht dienlich war, rücksichtslos zu vernichten.



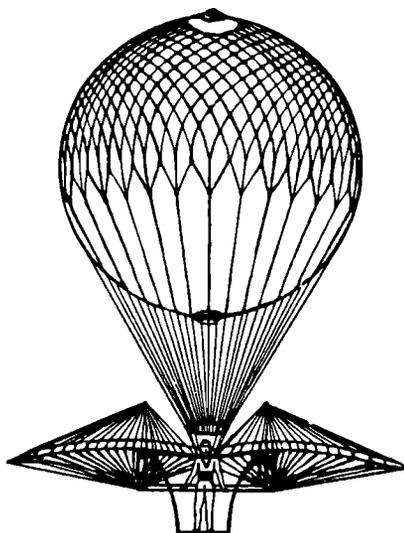
Daedalus und Ikarus

Ungeachtet der vielen Mißerfolge kämpften Menschen darum, das Fliegen zu erlernen und bauten hartnäckig an ihren künstlichen Flügeln.

Zur Zeit, als Napoleon das in viele Kleinstaaten gespaltene Deutschland besetzte und sich anschickte Rußland zu überfallen, machte im Jahre 1811 der deutsche Schneider Ludwig Berblinger (genannt Schneider von Ulm) den Versuch, mit einem selbstgebauten Flugapparat die Donau zu überfliegen.

Nach dem Absprung von der Ulmer Adlerbastei brach einer seiner Flügel und der Schneider stürzte schreiend ins Wasser. Fischer konnten ihn nur mühsam vom Tode des Ertrinkens retten.

Die Entwicklung der Wissenschaft und Technik im 19. Jahrhundert als Folge der mehr und mehr beseitigten feudalistischen Fesseln waren die Voraussetzung dafür, daß im Jahre 1882 das erste Flugzeug der Welt von Alexander Mo-shajskij (1825—1890) in die Luft steigen konnte. In der Geschichte der Fliegerei gehört den russischen schöpferischen Ideen und der russischen Wissenschaft der führende Platz.

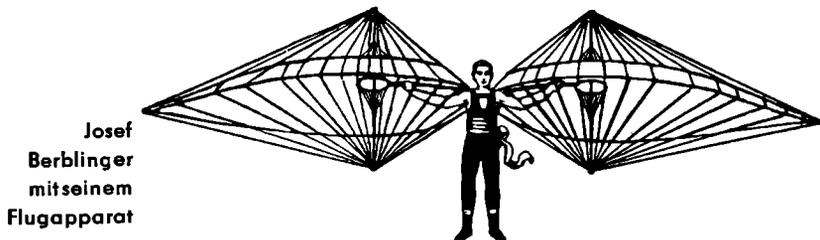


**Jacob Degen**  
der Vorgänger von Josef Berblinger

Durch die Politik des Zarismus blieben dem Volke die Leistungen der eigenen Wissenschaft vorenthalten. Dagegen wurden alle westeuropäischen Erfinder und Wissenschaftler ins Licht gerückt.

Viele Jahre lang hat die bürgerliche Geschichtsschreibung der Welt einzureden versucht, daß die ersten Menschen, die sich je in einem Flugzeug in die Lüfte erhoben hätten, die Gebrüder Wright, also Amerikaner gewesen seien.

Erst nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution, als die Arbeiter und Bauern unter der Führung der Partei Lenins und Stalins die Macht in



**Josef**  
**Berblinger**  
mit seinem  
Flugapparat

ihre eigenen Hände nahmen und die Sozialistische Sowjetunion errichteten, konnten die genialen Leistungen aller russischen Gelehrten den würdigen Platz in der Geschichte des sowjetischen Volkes einnehmen. Dank der in der Sowjetunion nunmehr im Großen betriebenen wissenschaftlichen Forschungsarbeit war es den sowjetischen Menschen möglich, an Hand eines eigenen Studiums von Archivdokumenten sowie dem Zeugnis von Zeitgenossen den Beweis zu erbringen, daß nicht die Gebrüder Wright in Amerika, sondern ein russischer Gelehrter das erste Flugzeug geschaffen hat, das vom Boden aufstieg.

Ein bedeutsamer Tag in der Geschichte der Luftfahrt ist der 20. Juli 1882. Hören wir, was ein Zeitgenosse darüber schrieb: „Es ist früh am Morgen, noch blitzt der Tau auf dem Grase. Auf dem Felde in der Nähe des Dorfes Krassnoje bei Petersburg ist eine große Menschenmenge versammelt. Bauern aus den benachbarten Dörfern, Zeitungsreporter aus der Hauptstadt und Mitglieder einer Regierungskommission. Aufgeregt drängen sich die Menschen um ein seltsames Ding, das wie ein Boot mit zwei ausbreiteten Flügeln aussieht. Jetzt kommt der entscheidende Augenblick der Erprobung. Hastig läuft alles beiseite, und das auf den ersten Blick unförmige Ding steigt mit aufheulenden Propellern in die Luft. Die Zuschauer brechen in Rufe der Begeisterung aus, indessen der Flugapparat, nachdem er elegant über die Köpfe der Menge hinweggeschwebt ist, weit entfernt auf dem Felde niedergeht.“

Der Traum war Wirklichkeit geworden. Der Mensch konnte fliegen.

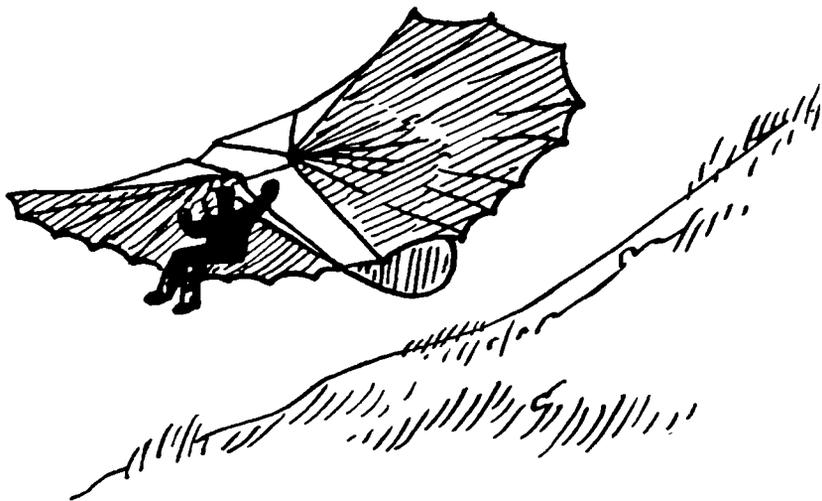
Der Schöpfer dieses ersten Flugzeuges war Alexander Moshajskij. Fast 30 Jahre studierte dieser russische Marineoffizier die Probleme der Luftfahrt. Mit ungewöhnlicher Beharrlichkeit und Kühnheit löste er der Reihe nach alle Fragen, die ihm auf dem Wege zu dem ersehnten Ziel begegneten. Bevor Moshajskij das Flugzeug schuf, betrieb er die dazu erforderlichen wissenschaftlichen Forschungen. Nach eingehendem Studium der Natur, des Schiffbaues und besonders des Taubenfluges schritt er zur Kontrolle durch die Praxis und stieg als erster in Europa mit einem gigantischen Drachen auf, der von drei Pferden angeschleppt wurde. Dieser Versuch gelang ihm im Jahre 1876. Daraufhin ging er an den Bau seines ersten Flugzeugmodells, wobei er sich von dem Grundgesetz der Hebekraft des Flügels leiten ließ. Im Jahre 1877 gelang es ihm, das erste Originalflugmodell zu konstruieren. Es bestätigte alle vorher durchgeführten Berechnungen über die Tragfähigkeit von Flächen und besaß hervorragende Flugeigenschaften. Bei seinen Flugversuchen belastete er das Modell außer dem Eigengewicht noch bis zu einem Kilogramm. So hatte er den praktischen Beweis für die Flug- und Tragfähigkeit von Apparaten erbracht, die schwerer als Luft sind.

Noch im Jahre 1877 begann er mit dem Bau eines Großflugzeuges. Sein Eindecker besaß bereits die fünf wichtigsten Teile des modernen Flugzeuges: Triebwerk, Rumpf, Flügel, Höhensteuer, Seitensteuer und Fahrgestell.

Im Flugzeug selbst waren zwei Dampfmaschinen eingebaut, die drei Propeller in Bewegung setzten. Die Flugmaschine war bereits mit Instrumenten ausgerüstet, die heute noch in der Fliegerei unentbehrlich sind: Kompaß, Neigungsmesser, Höhenmesser, Thermometer und Geschwindigkeitsmesser.

Bei der ersten Erprobung konnte das Flugzeug nicht aufsteigen, da die Kraft der Dampfmaschinen nicht ausreichte. Moshajskij baute neue Maschinen, die bedeutend leichter waren, aber mehr leisteten. Mit diesen glückte ihm der erste Flug am 20. Juli 1882.

Pilot dieses Flugzeuges war sein Mechaniker Golubiew. Bereits am 3. November 1881 erhielt Moshajskij das erste Patent der Welt auf sein Flugzeug.



Die Flugfähigkeit seines Apparates war ein Triumph des schöpferischen russischen Geistes. Trotz dieses Erfolges verhielt sich die zaristische Regierungskommission diesem historischen Ereignis gegenüber völlig gleichgültig und man verweigerte ihm jede Unterstützung.. Moshajskij dachte aber nicht daran, sich mit diesem ersten Erfolg zu begnügen. Er entwarf für sein Flugzeug ein neues und stärkeres Triebwerk, eine im Verhältnis zu ihrer Leistungsfähigkeit außerordentlich leichte Dampf-

maschine von 50 PS. Er war nicht mehr weit davon entfernt, seinen neuen Plan in die Praxis umzusetzen, aber zu diesem Zweck reichten seine Mittel nicht mehr aus.

Unabhängig von der erfolgreichen Arbeit russischer Gelehrter machte in Deutschland der vielseitig begabte Ingenieur Otto Lilienthal (geb. am 23. Mai 1848 in Anklam) bahnbrechende Forschungen auf dem Gebiet des Gleit- und Segelfluges. Er führte bei seiner Arbeit mehr als 2000 Flugversuche durch. 1891 gelangen ihm die ersten Sprünge bis zu 20 Meter Weite. Er steigerte diese Leistung im Laufe der Zeit bis auf 350 Meter. 1889 schrieb er sein großes Werk „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“.

Versuche auf dem Gebiet des Schwingenfluges brachten ihm keine wesentlichen Erfolge. Bei der Erprobung eines Schwingenflugzeuges stürzte er am 9. August 1896 auf den Rhinower Bergen tödlich ab.

Durch seine wissenschaftliche Forschungsarbeit besonders auf dem Gebiet der Tragflügelmessungen und seine in der Praxis erzielten Erfolge, zählt Otto Lilienthal zum ersten Flugpionier der deutschen Luftfahrt.

Hervorragende Wissenschaftler wie: Lomonossow, Mendelejew, Moshajsikij, Shukowlkij, Tschaplygin und Ziolkowskij haben die Grundlagen für die Luftfahrtwissenschaft erarbeitet.

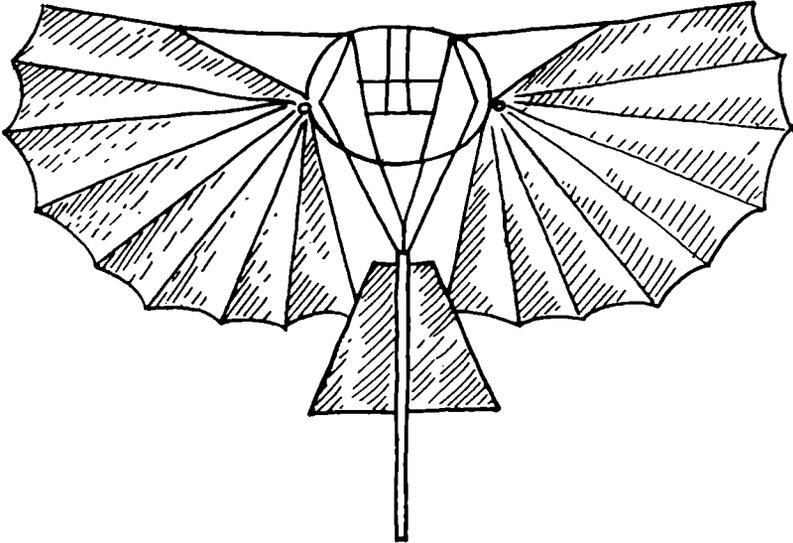
Ende des 19. Jahrhunderts bestand die Aerodynamik noch nicht als Wissenschaft und vor den Gelehrten der ganzen Welt erhob sich die entscheidende Frage: Wird der Mensch fliegen können? — Die russischen Gelehrten beantworteten sie mit ja.

Mendelejew bemerkte, daß Flüge mit Apparaten schwerer als Luft durch die Natur selbst vorgeführt werden, denn ein Vogel ist schwerer als Luft und demnach ein Flugzeug.

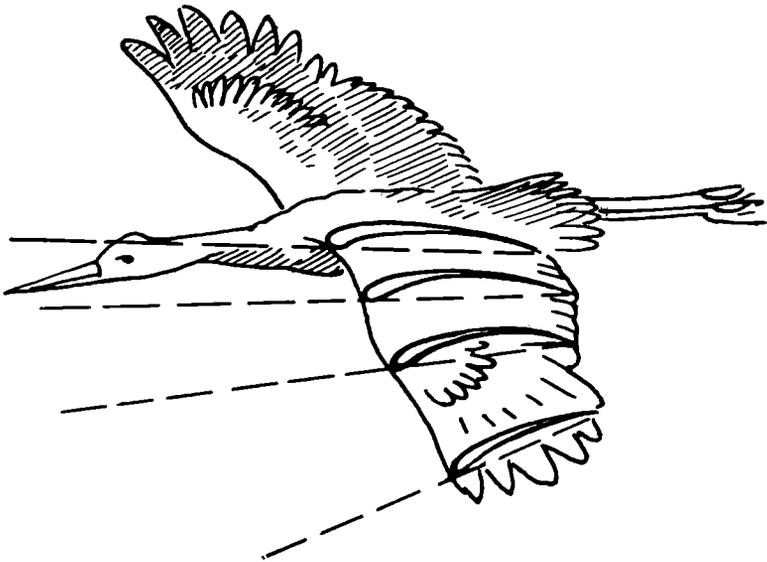
Die neunziger Jahre des vorigen Jahrhunderts sind die historische Zeit des Erscheinens der ersten großen Arbeiten Shukowskij's: „Zur Theorie des Fliegens“ (1890), „Über den Vogelflug“ (1891) und „Über den günstigen Neigungswinkel des Flugzeuges“ (1896).

Auf der 10. Tagung der russischen Naturforscher und Ärzte in Kiew 1898 rief Shukowskij mit prophetischen Worten: „Freilich, der Mensch hat keine Flügel und das Verhältnis des Muskelgewichtes zu seinem Gesamtkörpergewicht ist 72mal geringer als bei den Vögeln; außerdem ist der Mensch fast 1000mal schwerer als die Luft, während ein Vogel nur 200mal schwerer als die Luft ist.“

Aber ich glaube, daß der Mensch fliegen wird, jedoch nicht durch die Kraft seiner Muskeln, sondern mit Hilfe seines Verstandes.“



Der Umriß eines Hängegleiters von Otto Lilienthal



Beobachtungen Otto Lilienthals über die Stellung des Profils  
am Flügel des Vogels

Shukowskij hat in genialer Weise die beiden Hauptelemente eines Flugzeuges, die Theorie des Tragflügels und der Luftschraube, geschaffen. In seinem klassischen Forschungswerk: „Über die superponierten Wirbel“ (1906) behandelt er die Entstehung der Auftriebskräfte am Tragflügel und entwickelt die Formel für deren Berechnung.

Mit Recht wird Shukowskij als Schöpfer der Aerodynamik bezeichnet. Der große Lenin nannte ihn den Vater der russischen Luftfahrt.

Vor der Veröffentlichung der Werke Schukowskijs gab es keine Flugwissenschaft. Es gab sogar Flugzeugkonstruktoren, die waren der Meinung: Das Flugzeug ist keine Maschine, man kann es nicht berechnen. Shukowskij hat das Flugzeug durch seine Forschungsarbeiten zu einer genau zu berechnenden Maschine gemacht.

180 abgeschlossene wissenschaftliche Arbeiten sind sein unsterblicher Nachlaß geblieben.

Tschaplygin, der würdige Nachfolger und Schüler Shukowskijs in der modernen theoretischen Aerodynamik äußerte: „In seiner lichten und mächtigen Persönlichkeit waren sowohl die höchsten Kenntnisse auf dem Gebiet der Mathematik, als auch auf dem Gebiet der Ingenieurkunst vereinigt. Er war die beste Vereinigung von Wissenschaft und Technik, er war fast eine Universität.“

Bereits im Jahre 1911 baute der russische Konstrukteur Steglaus Flugzeuge, die mit einer Höchstgeschwindigkeit von 180 km/h flogen. Diese hohe Geschwindigkeit war damals vom Ausland unerreichbar.

Auf dem Gebiet des Großflugzeugbaues leisteten russische Konstrukteure Hervorragendes. Die ersten Konstruktionen: „Russischer Recke“ und „Ilja Muromez“ waren die ersten Großflugzeuge der Welt, mit denen viele Weltrekorde aufgestellt wurden.

300 Flugzeugwracks waren die kläglichen Überreste des Zarismus nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution.

Jetzt war das Flugwesen nicht mehr eine Angelegenheit der Imperialisten, sondern unter der Führung der Partei Lenins und Stalins wurde die ge-



K. E. Ziolkowski (1857—1935)

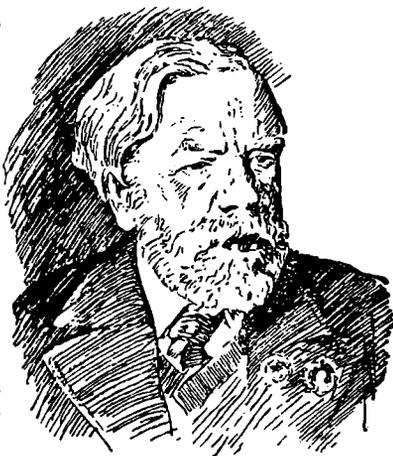
samte Luftfahrt des Sowjetlandes zu einer mächtigen Kraft unter der Fürsorge des Staates.

Durch die besondere Aufmerksamkeit des großen Stalin wurden zahlreiche wissenschaftliche Konstruktionsbüros gebildet, die in kürzester Zeit auf der Grundlage reicher Erfahrungen die besten und schnellsten Flugzeuge der Welt schufen.

Der geniale russische Gelehrte Ziolkowskij entdeckte als erster die Gesetze der Raketenbewegung. In seiner Arbeit: „Erforschung des Welt- raumes durch Rückstoßgeräte“, zeichnet er die Konturen des zukünftigen Weltraumschiffes auf.

„Der Epoche des Propellerflugzeuges muß die Aera des Rückstoßflugzeuges oder des Stratosphärenflugzeuges folgen.“ — Mit diesen Worten schloß Ziolkowskij seine wissenschaftliche Arbeit: „Das Raketenflugzeug“ (1930).

Die sowjetischen Gelehrten und Wissenschaftler nehmen die führende Stellung jener technischen Revolution ein, die jetzt die Luftfahrt im Kampf um die Schall- und Überschall- geschwindigkeit durchlebt. Sie haben alle grundlegenden Fragen, die mit dem Problem hoher Geschwindigkeiten verbunden sind, gelöst.



S. A. Tschaplygin

Das sowjetische Volk ist stolz auf diese Gelehrten, deren Werk das Fundament bildet, auf dem sich die siegreiche sowjetische Luftmacht entwickelt. Die sowjetische Luftmacht, die vom heroischen sowjetischen Volk geschaffen wurde, hat sich als ein Kampfmittel ersten Ranges erwiesen und hat den Sieg der sowjetischen Streitkräfte über einen so starken und heimtückischen Feind wie die faschistische Armee eringen helfen.

Auch die sowjetischen Flugmodellbauer erzielten in ihrer Arbeit großartige Erfolge.

„Der Flugmodellbau“, so sagte Shukowskij, „ist das Tor zur Luftfahrt“, und er hatte recht. Hervorragende Menschen der Stalinschen Luftmacht, Stalin- preisträger und Helden der sozialistischen Arbeit begannen ihre erfolgreiche Laufbahn im Flugmodellbau.

Bereits im Jahre 1939 konnten die sowjetischen Flugmodellsportler, die in der Gesellschaft Ossoaviachim vereinigt sind, 11 von 16 offiziellen Weltrekorden für sich in Anspruch nehmen. Im Sommer 1949 nahmen die sowjetischen Flugmodellbauer zum erstenmal an internationalen Wettbewerben teil und errangen den ersten Mannschaftspreis.

Die sowjetischen Flugmodelle fliegen jetzt nicht mehr dorthin, wohin sie der Wind trägt, sondern zu einem im voraus festgesetzten Punkt, nach einem bestimmten Kurs und einer bestimmten Höhe.

1951 wurden die 20. Unionswettkämpfe durchgeführt. Dreizehnmal wurden im Verlaufe der Wettkämpfe die bisherigen Weltrekorde überboten und 36 Unionsrekorde aufgestellt. Dabei flog das Modell des Moskauer Flugmodellbauers Ljubuschkin eine Strecke von 350 km. Den 18 besten Flugmodellsportlern wurde der Ehrentitel „Champion der Sowjetunion im Flugmodellsport 1951“ verliehen.

In der Zeit vom 27. Juli bis 3. August wurden die 21. Allunionswettbewerbe im Jahre 1952 durchgeführt. Darüber schreibt die Zeitung „Komsomolskaja Prawda“: „Im Verlauf der Wettbewerbe stellten die Flugmodellbauer drei Weltbestleistungen auf, und zwar in der Geschwindigkeit, der Höhe und Dauer des Fluges für ferngesteuerte Modelle. Sie übertrafen zweimal den Landesrekord für die Fluggeschwindigkeit von Modellen an der Steuerleine und ein weiteres Mal für die Fluggeschwindigkeit der Modelle mit Düsenantrieb.“

Damit haben die Vertreter des Flugmodellsportes in der Sowjetunion wiederum ihr hohes sportliches Können unter Beweis gestellt, das auf der Welt unerreicht ist. So setzt das große Sowjetvolk, insbesondere die sowjetische Jugend, die strahlenden Traditionen des russischen flugtechnischen Gedankens der älteren Generationen fort, die vielfach vermehrt und im höchsten Maße entwickelt durch die stolzen sowjetischen Flieger, die „Stalinschen Falken“, zum Ausdruck kommen, in einer Zeit des Kampfes um die Erhaltung des Friedens und der Stärkung der Schlagkraft der Armee des ersten sozialistischen Staates der Welt.

*Mut und Draufgängertum sind Charakterzüge, die von Helden der Sowjetunion nicht zu trennen sind. Der Flieger ist nichts anderes als die Gesamtheit konzentrierten Willens, Charakters und Kühnheit. Trotzdem sind Mut und Kühnheit nur die eine Seite des Heldenmuts. Die andere, nicht minder wichtige Seite ist das Wissen. Mut, so sagt man, vermag Städte stürzen. Aber das gilt nur, wenn Mut, Kühnheit und die Bereitschaft, Risiken einzugehen, mit ausgezeichnetem Können gepaart sind.*

J. W. STALIN

## *Der kühne Flieger Valery Tschkalow*

Der große Flieger unserer Epoche, Valery Pawlowitsch Tschkalow, wurde in dem Dorf Wassiljewo an der Wolga geboren. Hier arbeitete sein Vater als Kesselschmied. Schon in seiner Jugend zeichnete sich Tschkalow durch Mut und Tapferkeit aus. Er träumte davon, irgend etwas Besonderes, Kühnes zu unternehmen. Nach Beendigung der Dorfschule besuchte er die Handwerksschule in Tscherepow. Jedoch konnte er nur ein Jahr lernen, da der Bürgerkrieg im Land ausgebrochen war. Valery Tschkalow kehrte nach Hause zurück und arbeitete mit seinem Vater zusammen als Hammerschlägergehilfe bei der Reparatur von Dampfmaschinen. Die Arbeit war sehr schwer. In seinen Erinnerungen sagt Valery Pawlowitsch: „... Jeden Tag mußte ich 10 bis 12 Stunden lang den schweren Hammer hochheben und zuschlagen.“

Zwei Jahre später übernahm Valery Tschkalow die Arbeit eines Heizers auf einem Baggerschiff und ein Jahr später war er schon mit dem Dampfer „Bajan“ unterwegs. 1919 sah er in Nishny-Nowgorod (jetzt Gorki) zum ersten Mal ein Flugzeug. Alle Träume, irgend etwas Kühnes zu vollbringen, liefen jetzt in einem Punkt zusammen — Fliegen! Dieser Gedanke beschäftigte Tschkalow voll und ganz und ließ ihm keine Ruhe. Im Herbst 1919 meldete sich der 16jährige freiwillig zum 4. Luftwaffenpark der Roten Armee. Hier arbeitete er erst als Schlosser, dann als Flugzeugmonteur. In seiner Freizeit las er viel, diskutierte mit Piloten und Kraftfahrern und bereitete sich allmählich für die Fliegerschule vor. Endlich erreichte er sein Vorhaben. 1921 wurde er nach Jegorewck zur Fliegerschule abkommandiert. Tschkalow stürzte sich gierig auf das Lernen. 1923 war er schon Flugschüler in der Borissoglewskoi-Schule. Dann vervollständigte er sein Können in der Luftkampfschule in Serpuchowsk. Von hier aus wurde er wegen seiner ausgezeichneten Fortschritte zur Luftwaffenhochschule abkommandiert. Hier erlernte Tschkalow die höhere Flugkunst und bildete sich zum Kampfflieger aus. Das einfache Fliegen befriedigte ihn schon nicht mehr. Er sattelte um und wurde Einflieger. Neue Flugzeuge, die noch nie aufgestiegen waren, hatte er zu prüfen. Diese Arbeit ist sehr verantwortungsvoll, kompliziert und gefährlich. Eine unrichtige Bewegung, und die Maschine geht zu Bruch.

Während der Zeit als Pilot und Einflieger las Tschkalow viel und lernte angestrengt. Er beherrschte alle Flugzeuge der verschiedensten Konstruktionen. Die Prüfung neuer Flugzeuge befriedigte ihn bald nicht mehr. Er begann sich für Langstreckenflüge zu interessieren. Besonders anziehend wirkte auf ihn ein Flug zum Nordpol. Diesen Gedanken teilte er seinen Freunden Baidukow und Beljakow mit. Zu dritt begannen sie einen Plan für diesen Flug zum Nordpol zu entwerfen. Als der Entwurf

fertig war, wandten sie sich an die Regierung mit der Bitte um Genehmigung. Sie wollten der Heimat Ruhm verschaffen und den Feinden zeigen, wie stark und mächtig die Sowjetunion ist.

Genosse Stalin führte eine persönliche Aussprache mit den Fliegern und gab die Anweisung, alles gut und genzu zu studieren, damit der Flug gesichert sei. Er machte den Vorschlag, nicht zum Nordpol, sondern erst einmal über das Gebiet von Moskau—Petropawlowsk nach Kamtschatka zu fliegen. Diese Flugstrecke wurde von den Piloten freudig angenommen, denn sie versprach viel Neues. Es sollte ein Raum überflogen werden, der noch von keinem Piloten je befliegen wurde und eine große Verbindungslinie zwischen dem Zentrum des Landes — Moskau — und den Grenzen im Fernen Osten geschaffen werden.

Die Piloten arbeiteten Tag und Nacht auf dem Flugplatz. Sie prüften die Maschine, führten Probeflüge durch, studierten die Marschroute und schafften die notwendigen Ausrüstungen und Lebensmittel heran.

Am 20. Juli 1936 startete der Stahlvogel mit roten Tragflächen „ZAH — 25“ und ging auf Kurs „Nord“. Nachdem der 80. nördliche Breitengrad erreicht war, kehrte das Flugzeug über Franz-Joseph-Land-Nordland zum Festland um. Er mußte durch dicke Wolkenwände fliegen und hatte oft mit Wirbelstürmen zu kämpfen. Endlich erreichte es die Chatangski-Bucht und flog weiter in Richtung des unzugänglichen Gebirges von Jakutin. 4000 bis 4700 m hoch überquerte das Flugzeug eine unendliche Felsenkette, erreichte den Nordteil des Ochotskischen Meeres und nahm Kurs in Richtung Petropawlowsk auf Kamtschatka. Über Petropawlowsk warf die Besatzung einen Wimpel mit Zettel ab und schlug den Rückflug in Richtung Nikolajewsk am Amur ein. — Es regnete, alles war in dichten Nebel gehüllt, unten das tobende Meer, vor ihnen Berge und ringsum dunkle Nacht. Auf Anordnung der Regierung wurde der Flug beendet. Das Flugzeug landete wohlbehalten auf der Insel Udd, nachdem es von Moskau aus 9374 km durchflogen hatte.

Die Flugteilnehmer wurden zu Helden der Sowjetunion ernannt und erhielten hohe Auszeichnungen. Das begeisterte die kühnen Flieger noch mehr und sie ließen vom Gedanken, zum Nordpol zu fliegen, nicht ab. Sie entschlossen sich, eine noch schwierigere Flugstrecke vorzuschlagen: Moskau—Nordpol—Nordamerika. Sie schrieben davon der Regierung und warteten ungeduldig auf Antwort.

In der Zwischenzeit begannen sie schon mit den Vorbereitungsarbeiten. Am 21. Mai 1937 transportierten Flugzeuge alle Einrichtungsgegenstände für eine Polarstation zum Nordpol. Einige Stunden nach der Landung des Stationspersonals funkte die Polarstation die ersten Meldungen über Wetter, Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Windrichtung und -stärke nach Moskau. Die Polarstation nahm ihre Tätigkeit auf.

Jetzt konnte man schon unter besseren Bedingungen in die Nordpolgebiete fliegen. Der unermüdliche Tschkalow und seine Freunde machten sich mit noch größerer Energie an die Ausarbeitung ihres Planes, von Moskau über den Nordpol nach Nordamerika zu fliegen. Binnen kurzer Zeit erhielten sie die Fluggenehmigung der Regierung. Am 18. Juni wurde gestartet. Die kühnen Stalinfalken wollten die kürzeste Luftlinie zwischen der Sowjetunion und den Vereinigten Staaten von Nordamerika herstellen.

Es lag ein mühsamer unbekannter Weg vor ihnen. Einige Male vereisten unterwegs Propeller und Tragflächen. Das waren aufregende Minuten, denn Eis ist der gefährlichste Feind des Fliegers. Durch die Vereisung verändert sich die Profilform von Luftschraube, Fläche, Leitwerk, wodurch die Flugtauglichkeit herabgesetzt wird und das Flugzeug abstürzt. Die kühnen Flieger benutzten Enteisungsmittel, arbeiteten sich nach oben oder unten durch und kamen jedesmal als Sieger davon. Einige Male versperrten tiefe Wolkenschichten, Nebel und Zyklone, ihren Weg. Wieder stiegen sie höher, um den Zyklonen zu entgehen und steuerten eisern dem gesteckten Ziel entgegen. Über 45 Stunden mußten sie in 4000 bis 4500 m verschiedentlich sogar in 6100 m Höhe fliegen. Wasser und Lebensmittel froren ein. Der gesamte Sauerstoffvorrat war erschöpft und das Atmen wurde immer schwerer.

Das Flugzeug überquerte die Rocky Mountains und erreichte den Stillen Ozean. Es flog an seiner Küste entlang bis nach Portland (USA) und landete wohlbehalten auf dem Flugplatz der Stadt.

Unbeugsamer Wille und Tapferkeit besiegten die rauhe Natur. Die Namen der Stalinfalken Tschkalow, Baidukow und Beljakow gingen in die Geschichte der Luftfahrt ein.

Am 15. Dezember 1938 verunglückte Valery Tschkalow mit seinem Flugzeug. Sein Vorbild wird noch lange unter der flugbegeisterten Jugend weiterleben.

### *Der Held der Sowjetunion — I. W. Schmeljew*

Der Held der Sowjetunion Ilja Wassiljewitsch Schmeljew wurde als Sohn eines Moskauer Arbeiters geboren und wuchs in Moskau auf.

Wie auch so viele andere Flieger begann Ilja Wassiljewitsch seine ruhmreiche Laufbahn mit dem Modellbau. Iljuscha Schmeljew verbrachte seine ganze Freizeit im Moskauer Laboratorium Ossoaviachim. Hier baute er zusammen mit seinen Altersgenossen verschiedene Segel- und Flugzeugmodelle. Er arbeitete mit großer Begeisterung und Beharrlichkeit, beherrschte die Modellbauarbeit so gut, daß er zum Instrukteur ernannt wurde; d. h. er baute nicht nur Modelle, sondern leitete auch

## Verdiente sowjetische Flieger und Flugzeugkonstrukteure



Andrej Tupoljev



Valery Tschkalow

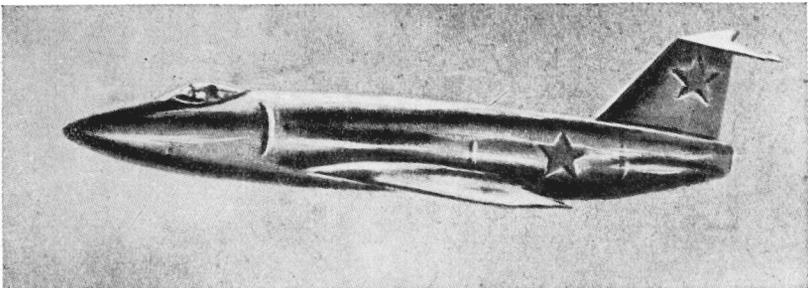
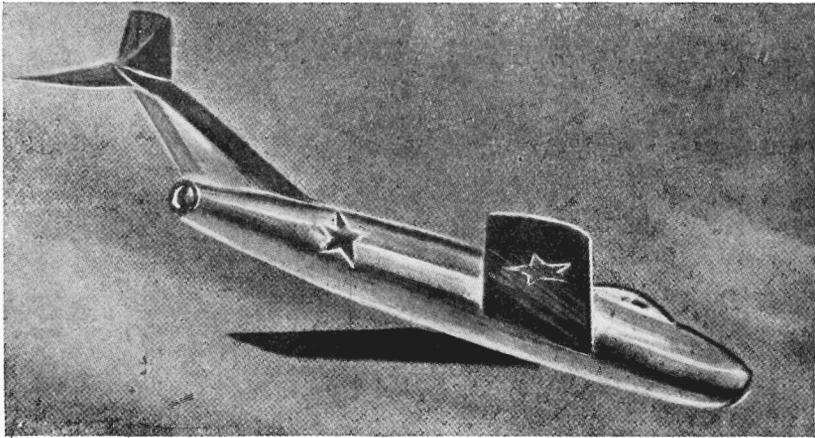
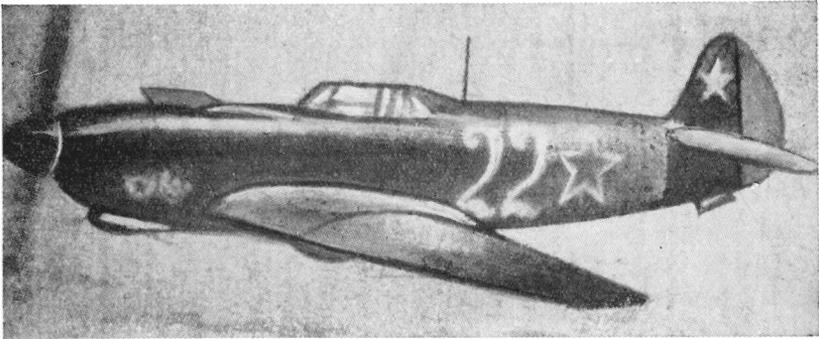


Szergej Vladimirovics Iljusin



Alexander Szergejevics Jakovlev

## Bewährte sowjetische Flugzeugkonstruktionen





Die Fallschirmspringerin Leontina Wolkowa ist Technikerin bei der Moskauer Ringbahn. Sie ist bereits 81 mal mit dem Fallschirm abgesprungen und hat bei den Unionswettkämpfen den Titel einer absoluten Meisterin im Fallschirmsport für das Jahr 1950 errungen



**Flugsport in der UdSSR**

Der bekannte sowjetische Sportflieger Wasilij Pawlow, ein ständiger Teilnehmer der Flugtage, die alljährlich am Tageder Luftfahrt in Moskau durchgeführt werden

Flugmodellbaukurse in Schulen und Pionierlagern. Mit anderen Enthusiasten zusammen nahm er an allen Flugmodellbauwettbewerben in Moskau und der gesamten Union teil.

Der Komsomolze Iljuscha Schmeljew begnügte sich nicht allein mit der Flugmodellbauarbeit; er lernte in der Segelflugschule Ossoaviachim, die er, ohne seine Hauptarbeit abzubrechen, im Jahre 1935 erfolgreich beendete. Danach nahm er am Flugunterricht im Luftfahrtklub des Dsershinsker Bezirks von Moskau teil. Er arbeitete auch auf diesem Gebiet mit wachsendem Interesse, großer Beharrlichkeit und Ausdauer.

Ilja Schmeljew vervollständigte seine Kenntnisse durch die Ausbildung als Instrukteur-Pilot.

Begeistert erzählte er seinen Komsomolzen von dem Beruf eines Fliegers, der verlockend und romantisch ist. Sein steter Wunsch war es, Pilot eines Zerstörers zu werden. Er absolvierte die Flugschule, wo er nach zäher, unermüdlicher Arbeit die Erfüllung seiner Wünsche erreichte. Als der Große Vaterländische Krieg ausbrach, befand sich Ilja Wassiljewitsch Schmeljew als Pilot eines Zerstörerflugzeuges in einer Luftwaffeneinheit der Roten Armee in der Ukraine im Gebiet von Kremenstschuk. Hier stand der Oberleutnant Schmeljew zum erstenmal dem Feind direkt gegenüber. Die Faschisten waren in der Luft zahlenmäßig überlegen. Nach der Vernichtung einer „Heinkel“-Maschine war Schmeljew fest davon überzeugt, daß man den Feind und seine gepriesene Technik mächtig schlagen kann, wenn man seine Maschine und Kampfausrüstung vollkommen beherrscht.

Tagaus, tagein vervollständigte sich Schmeljew im Fliegen, sammelte Erfahrung aus dem Kampf, lernte die Schliche und Kunstgriffe des Feindes kennen, sammelte Meldungen über Startplätze feindlicher Flugzeuge und fügte dem Feind immer vernichtende Schläge zu.

Schmeljew führte mit dem Feind Luftkämpfe über der Ukraine, bei Stalingrad, über den Kubansteppen, am Fuße des Kaukasus, über dem Schwarzen Meer, über den Brjanski-Wäldern, bei Leningrad und ging überall als Sieger hervor. Es gab Luftkämpfe, bei denen die Feindflugzeuge oft zahlenmäßig um das vierfache überlegen waren. In keinem Kampf ging er ein unüberlegtes Risiko ein, jagte nicht nach Effekten, sondern nutzte kaltblütig seine Kenntnisse und Meisterschaft aus.

Es kam vor, daß bei seinem Flugzeug der Motor oder die Tragflächen durchgeschossen wurden, oder das Flugzeug in Brand geriet, doch jedesmal schleppte der kühne Pilot sein Flugzeug bis zu seinem Startplatz zurück. Das alles spricht von tatsächlich großer Flugkunst Schmeljews.

Während seiner Kampfzeit flog Schmeljew 520 Einsätze und schoß 29 Feindflugzeuge ab.

Ilja Wassiljewitsch Schmeljew begann den Krieg als Unterleutnant und beendete ihn als Major und Kommandeur eines Zerstörergeschwaders. Für seine Verdienste im Kampf wurde er zum Helden der Sowjetunion ernannt und erhielt vier Orden, „Rotes Banner“, den Orden „Alexander Njewski“, den „Orden des Vaterländischen Krieges“ I. Klasse und die Medaillen „Für Verteidigung Stalingrads“, „Für Verteidigung des Kaukasus“, „Für den Sieg über Deutschland“.

Das Vorbild des Helden der Sowjetunion Ilja Wassiljewitsch Schmeljew und sein Lebensweg, der durchdrungen ist vom Streben nach dem gesteckten Ziel, Ergebenheit zum Volk und zur Partei, Beharrlichkeit und unermüdlicher Arbeit, — sollen ein Beispiel für die Jugend sein, das wert ist, nachgeeffert zu werden.

## *Die Werkstatt und ihre Einrichtung sowie die Pflege und Handhabung des Werkzeuges*

### **Die Werkstatt für den Flugmodellbau und ihre Einrichtung**

Um eine organisierte Arbeit auf dem Gebiet des Flugmodellbaus zu gewährleisten, ist es notwendig, daß Werkräume für die Durchführung der Baustunden eingerichtet werden. Genau wie die Betriebsleitung eines Volkseigenen Betriebes stets bestrebt sein muß, gute Arbeitsbedingungen (Arbeitsplätze) für unsere werktätigen Menschen zu schaffen, so muß jeder Freund, der die Verantwortung für den Ausbau und die Einrichtung einer Werkstatt trägt, sich alle Mühe geben, Werkstätten zu schaffen, in denen sich unsere jungen Menschen wohlfühlen können. Das ist der Hebel für eine systematische und planvolle Arbeit.

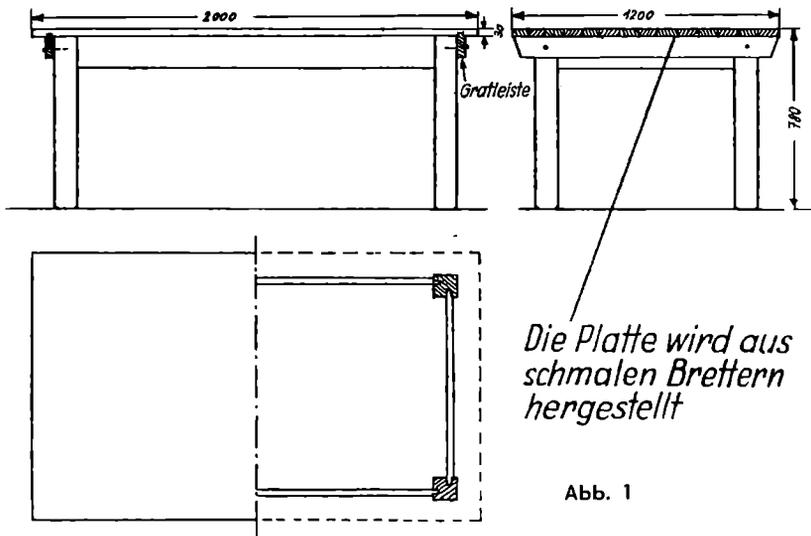
Eine gute Werkstatt hat einen hellen, trockenen und im Winter heizbaren Raum von 60 qm Größe zur Grundlage, in dem 15 bis 20 Flugmodellbauer bequem arbeiten können.

Sehen wir uns eine solche Werkstatt einmal an. Beim Betreten muß ein heller einfarbiger Anstrich in Verbindung mit Bildern und Losungen besonders auffallen. Ein solcher Raum wird die Schaffenskraft und Freude an der Arbeit heben.

### **Der Arbeitstisch**

Alle Teilnehmer arbeiten an Arbeitstischen. Diese sind so aufgestellt, daß jeder an seinem Arbeitsplatz gutes Tageslicht hat. Zwischen jedem Tisch ist genügend Raum für einen freien Gang gelassen, so daß kein Freund den anderen wesentlich bei der Arbeit behindern kann. Nach diesen Gesichtspunkten sind in den Werkstätten der Produktion die Arbeitsplätze ebenfalls angeordnet. Die Größe der Arbeitstische ist verschieden. Sie sind der Flächenaufteilung des Raumes angepaßt. Hat der Raum z. B. eine Breite von etwa 5 m, so stellt man Arbeitstische mit einer Abmessung von 2,00 × 1,20 m in zwei Reihen auf. Ist der Raum über 6,00 m breit, dann werden zweckmäßig für die Fensterreihe Arbeitstische von 3,00 × 1,20 m und für die andere Seite 2,00 × 1,20 m Größe verwendet. Eine Skizze zeigt die richtige Aufteilung der Räume und die Konstruktion der Arbeits-

tische. Auf einen soliden, aber stabilen Aufbau, besonders bei der Platte, die aus schmalen Streifen verleimt und mit Gratleisten gearbeitet wird, muß besonderer Wert gelegt werden. (Abb. 1.)



*Die Platte wird aus schmalen Brettern hergestellt*

Abb. 1

### Hocker und Beleuchtung

Als Sitzgelegenheit dient ein dreibeiniger runder Hocker. Über jedem Arbeitstisch befindet sich eine elektrische Lampe mit Strahlschirm, die in den Abendstunden für gutes Licht sorgt.



Abb. 2

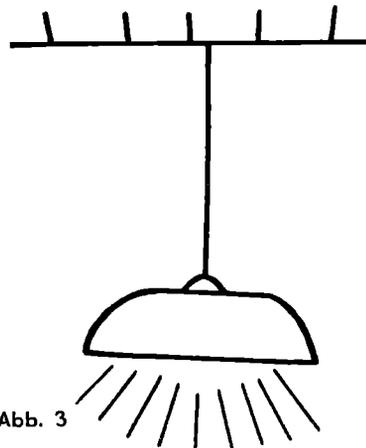


Abb. 3

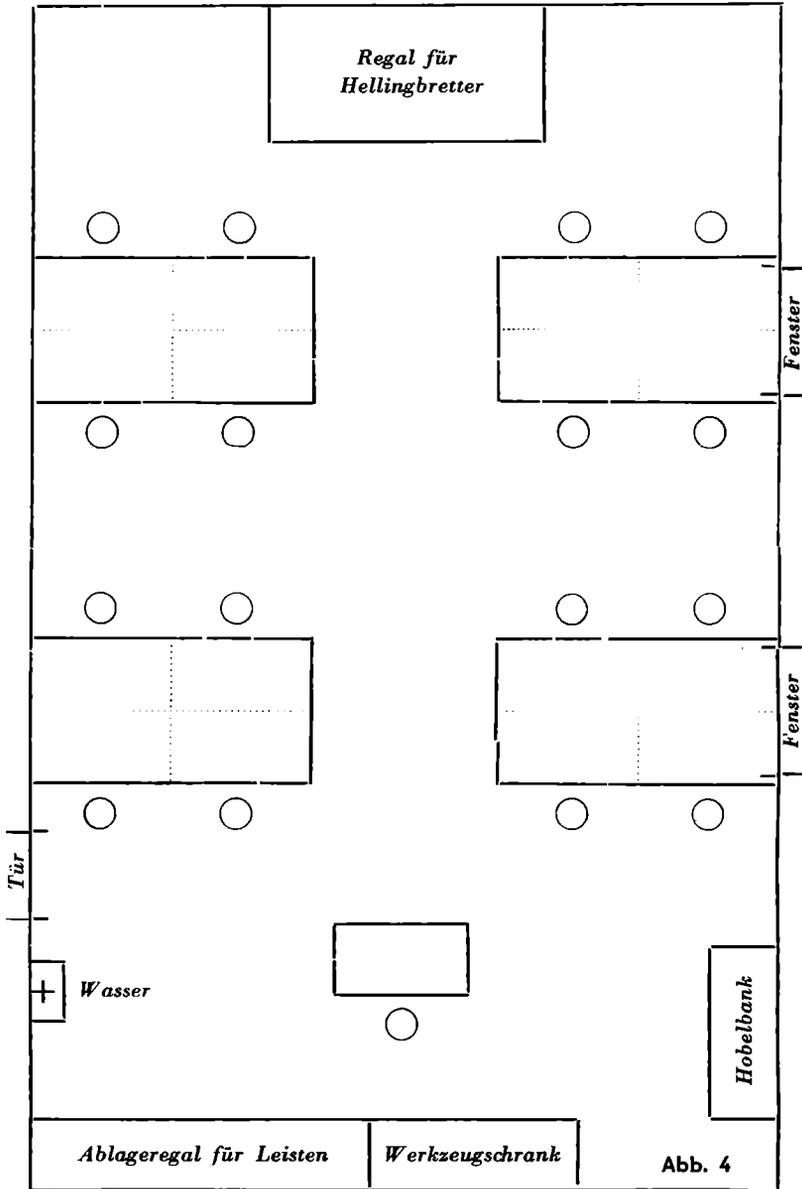


Abb. 4

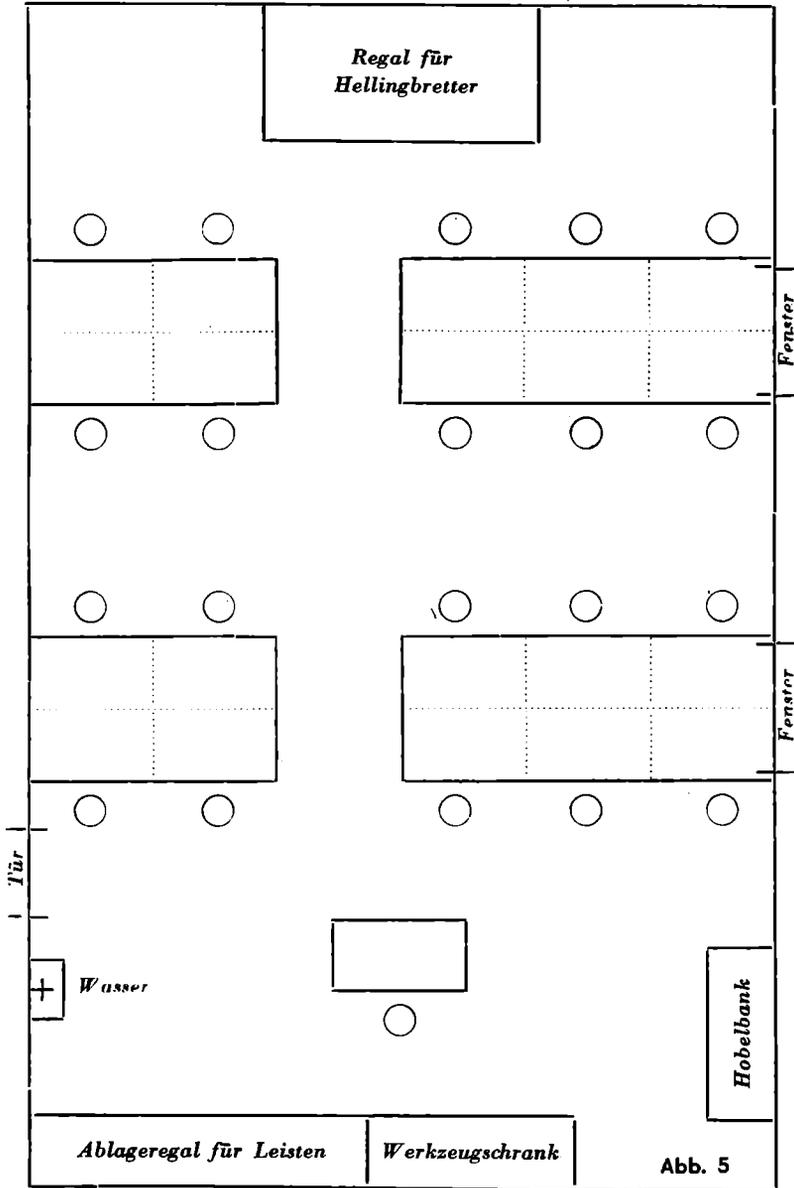


Abb. 5

## Die Hobelbank

Für das Herstellen von Luftschrauben, Rumpfköpfen und besonders bei Hobelarbeiten ist eine kleine Hobelbank von Vorteil. Diese werden in unseren volkseigenen Spezialfabriken hergestellt und kommen mit einer Plattlänge von 1,60 — 2,20 m in den Handel. Für unsere Zwecke reicht die kleinere Abmessung vollkommen aus.

Die Hobelbank besteht aus folgenden Teilen: Dem Gestell, der Platte mit Vorder- und Hinterzange, Beilade, Bankhaken und Bankkasten. Besonders

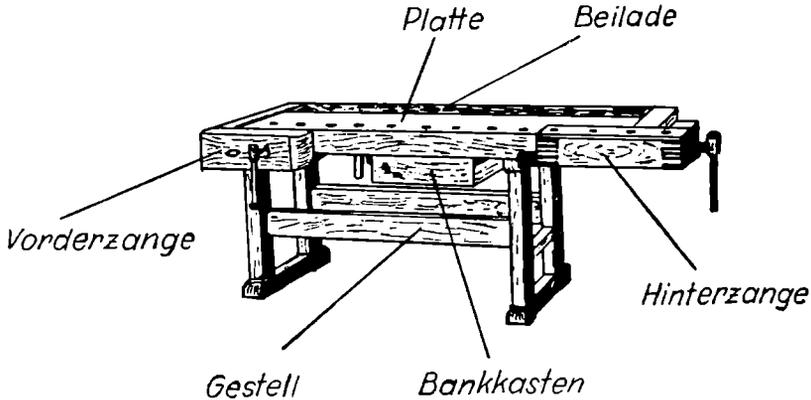


Abb. 6

die Platte wird sorgfältig aus schmalen gedämpften Rotbuchenstreifen zusammengefügt, genutet und mit Querholzfedern verleimt, um ein Verziehen und Reißen auszuschließen. Wir müssen stets die Platte sauberhalten und nicht mit Leim beschmieren, da sonst die gute Auflagefläche beim Hobeln nicht erhalten bleibt. Sie wird zum Schutz gegen Witterungseinfluß und Schmutz alle 14 Tage einmal mit der Zieh Klinge abgezogen und leicht eingeölt. (Abb. 6.)

## Das Regal

An der hinteren freien Wand befindet sich das Regal, in dem die Hellingbretter untergebracht sind. Es besteht zweckmäßig aus zwei Leitergestellen, die durch durchgehende Bretter miteinander verbunden werden. Die Sprossenabstände betragen etwa 25 — 30 cm. Dieser Abstand ist erforderlich, damit das Hellingbrett mit dem im Rohbau befindlichen Tragflügel oder Rumpf dazwischen geschoben werden kann. Die Länge des Regales beträgt 1,50 — 2,00 m, so daß kürzere und längere Arbeitsbretter untergebracht werden können. Die Höhe des Regales beträgt zweckmäßig 1,50 — 1,60 m und die Breite 1,30 m. Bei dieser Abmessung ist eine gute

Übersicht über jedes Fach möglich. Für die Lagerung der Leisten richten wir uns ein ähnliches Regal ein, daß sich nur in der Breite von etwa 90 cm dem ersteren unterscheidet und in der Nähe des Ausbildungsleiters neben dem Werkzeugschrank aufgestellt wird. (Abb. 7.)

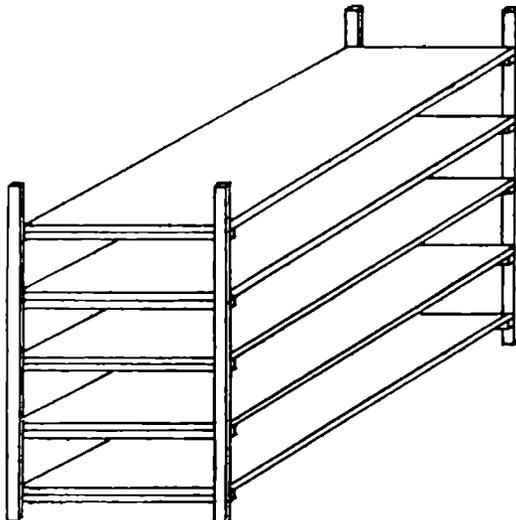


Abb. 7

#### **Der Platz des Ausbildungsleiters**

Der Ausbildungsleiter wählt seinen Platz, so wie auf der Skizze angegeben. Dadurch ist ein guter Überblick über seine Flugmodellbauer möglich. Sein Tisch hat eine Abmessung von  $1,40 \times 0,70$  m mit mehreren Schubfächern.

#### **Wasserleitung und Drähte**

Eine Wasserleitung, die für das zum Bauen notwendige Frischwasser sorgt, befindet sich ebenfalls im Raum.

An der Decke sind verschiedene Drähte oder Schnüre gespannt, woran wir die fertigen Flugmodelle aufhängen können.

#### **Der Verbandkasten**

Um bei Verletzungen Erste Hilfe leisten zu können, wird an einer gut sichtbaren Stelle ein Verbandkasten angebracht. Er enthält alles zur Ersten Hilfe notwendige Verbandsmaterial sowie Medikamente. Der Verbandkasten muß in sauberem Zustand und verschließbar sein, damit kein Staub eindringen kann.

### Der Feuerlöscher

Durch die Lagerung von leicht brennbarem Material wie Spannlack, Papier und Holz, das wir laufend für unsere Arbeit benötigen, ist Feuergefahr vorhanden. Es ist daher notwendig, daß ein guter Schaum- oder Naßfeuerlöscher möglichst am Türeingang angebracht wird.

### Der Werkzeugschrank

Der Werkzeugschrank hat von außen zwei verschließbare Türen und eine reichhaltige Zusammenstellung aller Werkzeuge, die für den Flugmodellbau normalerweise gebraucht werden. Sein Inhalt reicht für 20 Flugmodellbauer bei guter Werkzeugverteilung während der Baustunden aus. (Abb. 8.)

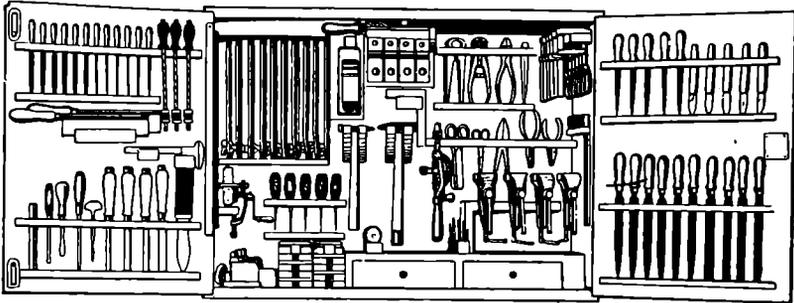


Abb. 8

### Der Inhalt des Werkzeugschranks

Der Schrank enthält folgende Werkzeuge mit Zubehör:

- 15 Schraubstöcke
- 20 Laubsägebügel
- 20 Laubsägetische mit Zwinge
- 15 Holzfeilen halbrund mit Heft
- 15 Holzraspeln halbrund mit Heft
- 5 Holzfeilen rund mit Heft
- 10 Satz Schlüsselfeilen
- 2 Feilenbürsten
- 5 Satz Stechbeitel 3 bis 14 mm
- 1 Schropphobel
- 1 Schlichthobel
- 2 Doppelhobel
- 5 Putzhobel
- 2 Schinder (Stuhlhobel)
- 20 Stahlmaße (300 mm)
- 10 Bandmaße (2 m)

- 20 Lineale mit Metallkante (55 mm)
  - 20 Holzwinkel mit Anschlag 90°
  - 20 Schnitzmesser mit stehender Klinge (70 mm)
  - 2 Abziehsteine grob für Öl
  - 2 Abziehsteine fein für Öl oder Wasser
  - 1 Ziehklänge
  - 1 Schleifapparat zum Schleifen von Hobeisen und Stechbeitel
  - 10 Scheren für Pappe und Sperrholz
  - 10 Scheren für Papier
  - 10 Pinsel zum Cellonieren
  - 20 Gefäße Steingut oder Glas (kein Metall)
  - 300 Leimklammern (Federwäscheklammern)
  - 10 Bunzenbrenner für Gas- oder Spiritusbrenner
  - 20 Hämmer (100 g)
  - 2 Hämmer (250 g)
  - 1 Schränkzange
  - 10 Flachzangen
  - 1 Schränkeisen
  - 10 Kneifzangen
  - 2 Flachzangen (rund)
  - 2 Seitenschneider
  - 2 kleine LötKolben elektrisch mit Zubehör
  - 2 kleine Handbohrmaschinen mit je ein Satz Spiralbohrer  
0,5 bis 10 mm
  - 5 Feinsägen mit geradem Griff
  - 5 Feinsägen mit gekröpftem Griff
  - 1 Handsäge für Tischler (Spannsäge)
  - 1 Stichsäge für Tischler
  - 20 Hellingbretter (abgesperrte Stäbchenplatten 1,20 × 0,30 m)
  - 20 Hellingbretter 1,80 × 0,30 m
  - 20 Bogen Fließpapier 60er Körnung
  - 20 Bogen 80er Körnung
- Fließpapier wird häufig mit Glas- oder Sandpapier bezeichnet.

### **Die Pflege und Handhabung des Werkzeuges**

Ein sauberes und genaues Bauen, wovon später die guten Flugleistungen der Modelle im wesentlichen abhängen, setzt scharfes und gut in Ordnung gehaltenes Werkzeug voraus. Desgleichen müßt ihr darauf achten, daß für die Bearbeitung eines Werkstückes auch das jeweils richtige Werkzeug benutzt wird. Wichtig ist ferner, daß ihr euch angewöhnt, das Werkzeug handwerksgerecht und fest anzufassen; dabei ist aber jedes Verkrampfen zu vermeiden.

### Die Laubsäge

Im Flugmodellbau arbeiten wir am häufigsten mit der Laubsäge. Es ist deshalb angebracht, grundsätzliches darüber zu sagen.

Schon beim Einspannen des feinen Sägeblattes müßt ihr aufpassen, daß dieses unter Spannung und die Zahnspitzen immer nach unten zeigend eingesetzt wird. Ist das Laubsägebrettchen mit der dazugehörigen Zwinde fest am Arbeitstisch angeschraubt, können wir mit der Arbeit beginnen. Die Säge muß senkrecht zum Werkstück mit ziehender Bewegung von oben nach unten bei gleichmäßigem geringen Druck gegen das Werkstück in Schneidrichtung geführt werden. Ein zu großer Druck gegen das Werkstück ist unbedingt zu vermeiden, da die an sich schon feinen Laubsägeblätter leicht brechen und unser Arm außerdem ermüdet. (Abb. 9.)

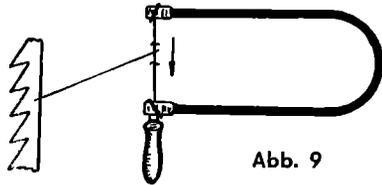


Abb. 9

### Die Feile und Raspel (Abb. 10 u. 11)

Für die Holzbearbeitung kommen in der Regel einhiebige und doppelhiebige Feilen in Frage. Die Form kann verschieden sein. Wir kennen flache runde und halbrunde Feilen. Letztere werden wegen ihrer guten Handhabung, wo wir gerade und hohle Flächen abwechselnd bearbeiten, besonders bevorzugt. Es ist wichtig, daß wir Holzfeilen niemals für Metallverarbeitung gebrauchen, weil dadurch die Schärfe besonders leidet und eine saubere Holzbearbeitung nicht



Abb. 10

mehr möglich ist. Stumpfe Feilen greifen das Holz schlecht an, drücken außerdem die Poren ein, die später beim Feuchtwerden wieder hochquellen und die befeilte Fläche rau wie ein Reibeisen werden lassen.

Beim Bearbeiten von Werkstücken ist darauf zu achten, daß die Feile nicht über die



Abb. 11

gehärteten Backen des Schraubstokes bewegt wird, da sie sonst stumpf wird, was ihr an glänzenden Spitzen der Hiebe feststellen könnt. Bevor mit einer Feile gearbeitet wird, muß unbedingt das Feilenheft aufgesetzt werden. Schon mancher junge Mensch hat sich durch Nichtbeachtung dieser Maßnahmen Stichverletzungen am Puls und Handballen zugezogen. Die richtige Handhabung der Feile ist außerdem ohne Heft einfach nicht denkbar (Abb. 12). Beim Arbeiten sollt ihr die Feile am Heft mit der rechten Hand umfassen, die linke berührt die Feilenspitze mit Daumen und Zeigefinger. Um eine Genauigkeit beim Feilen zu erzielen, ist es erforderlich, die Feile in einer Ebene und nicht einen Bogen beschreibend über das Werkstück zu führen.



Abb. 12

Beim Einspannen des Werkstückes in die Hobelbankzange oder in den Schraubstock ist so zu verfahren, daß dieses nicht zu hoch her-

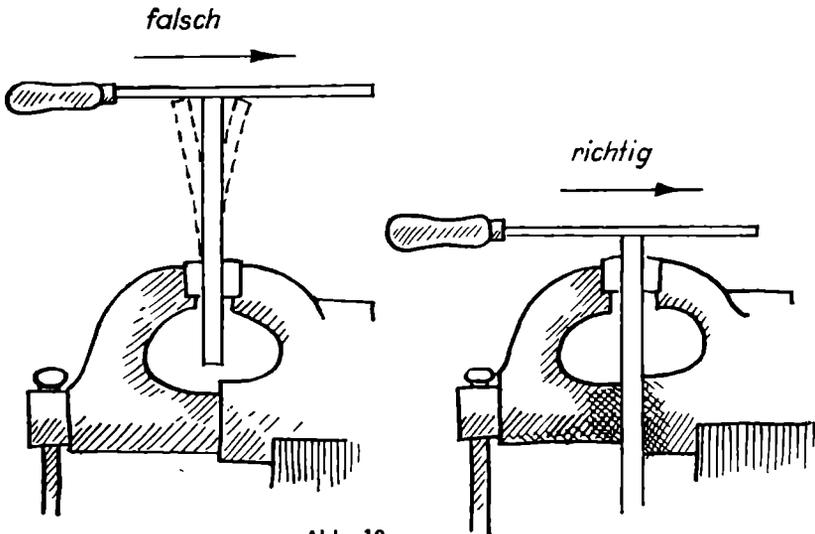


Abb. 18

ausragt, weil sonst durch auftretende Schwingungen ein genaues Bearbeiten unmöglich ist (Abb.13). Bei der Bearbeitung besonders von Kiefernholz verstopfen sich die Hiebe. Diese Späne entfernen wir mit der Feilenbürste, indem wir in Längsrichtung der Hiebe bürsten. Geschweifte, runde und hohle Flächen werden nach dem Aussägen meistens mit der Raspel weiterbearbeitet. Sie unterscheidet sich im wesentlichen nur durch die großen pockenartigen Hiebe von der Feile und wird von uns zur Vorbereitung des Holzes vor der Feile angewandt. Die Handhabung und Pflege bleibt dieselbe.

### Die Feinsäge (Abb. 14)

Im Gegensatz zur Laubsäge schneiden wir mit der Feinsäge keine Kurven, sondern führen nur gerade Schnitte an Leisten und Sperrholz aus. Die

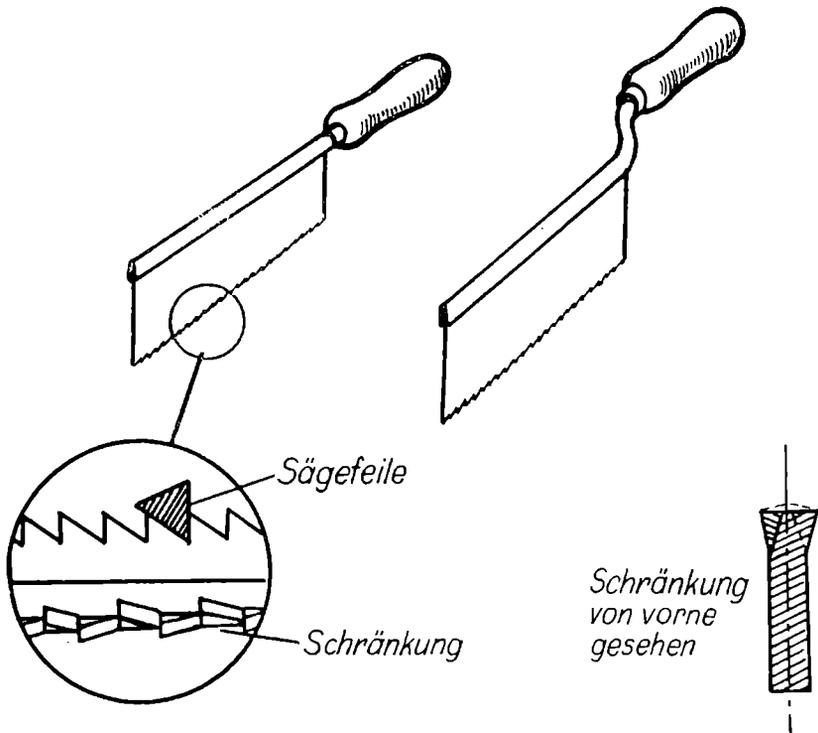


Abb. 41

Säge wird mit leichtem Druck von vorn bis hinten durchstoßend gegen das Werkstück geführt. Ein Verkanten ist dabei zu vermeiden, weil sonst

das Verbiegen des Sägeblattes die Folge sein kann, wodurch ein weiteres genaues Arbeiten unmöglich wird. Die Zahnstellung zeigt leicht auf Stoß. Zum Schärfen müßt ihr eine scharfe Dreikantfeile, die genau in die Zahnform paßt, benutzen. Dem Schärfen geht stets ein leichtes Schränken voraus. Unter Schränkung verstehen wir, daß die Zahnspitzen abwechselnd nach links und rechts mit der Schränkzange oder dem Eisen gebogen werden. Dadurch wird die Schnittbreite etwas vergrößert, so daß das nachfolgende Sägeblatt nicht einklemmen kann. Es ist dabei wichtig, daß die Schränkung gleichmäßig ausgeführt wird, weil sonst durch vorstehende Zähne ein sauberer Schnitt nicht möglich ist. Nach der Benutzung, besonders vor Arbeitsschluß, soll die Säge gesäubert und öfters leicht eingölt werden. Dadurch werden Roststellen, die das Werkzeug zerstören, vermieden.

#### Das Messer (Abb. 15)

Sehr häufig benutzen wir für unsere Arbeiten am Flugmodell das Schnitzmesser. Ein gut brauchbares Messer sieht so aus, daß die Klinge nicht über 70 mm lang ist, bei einer Stärke von 1,2 bis 1,5 mm. Die Schneide soll gerade verlaufen und eine scharfe Spitze haben. Beim Schärfen ist



Abb. 15

auf die richtige Schleiffase zu achten, die nicht zu lang sein darf, da sich sonst die Schneide leicht umlegt. Angeschliffen wird von beiden Seiten gleichmäßig, bis ein feiner Grat entsteht, der durch das anschließende Abziehen auf dem Abziehstein mit abgestreift wird.

#### Das Stecheisen (Stechbeitel)

Das Stecheisen benutzen wir hauptsächlich zum Abstechen von Leisten, Herstellen von Schäftungen sowie Ausarbeiten von Leistenpassungen im Rumpfkopf. Es besteht aus dem eigentlichen Eisen mit Schlagheft. Im Gegensatz zum Messer wird dieses nur von einer Seite (einfasig) im Winkel von 25 bis 30° angeschliffen. Über das Schärfen wird näheres am Hobeisen erklärt. (Abb. 16.)

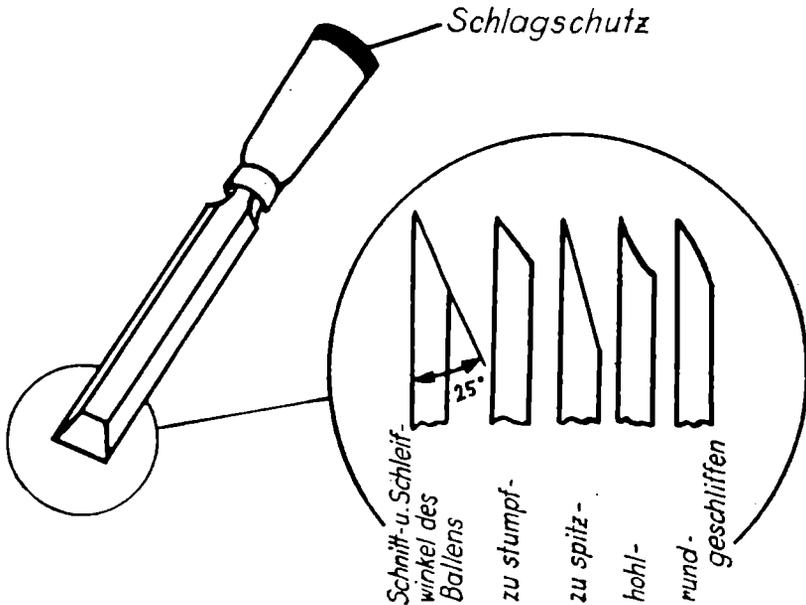


Abb. 16

### Der Hobel

Im Flugmodellbau wird mit folgenden Hobeln gearbeitet:

1. Schropphobel (für Grobbearbeitung),
2. Schlichthobel (zum Schlichten der Grobarb.),
3. Doppelhobel (zur feineren Arbeit nach dem Schlichthobel).
4. Putzhobel (für Putzarbeiten feinsten Hobel).

Alle vier Arten werden von uns unter dem Begriff Hobel angesprochen  
Sie bestehen alle aus dem

Hobelkasten,  
Keil mit Eisen,  
der Nase,  
Sohle mit Spanmaui,  
dem Schlagknopf.

In der Größe und Form haben sie je nach ihrem Verwendungszweck kleine Abweichungen. So ist z. B. der Schropphobel wesentlich schmaler

als der Schlichthobel. Seine Eisenbreite beträgt 33 mm gegenüber des Letzteren mit 48 mm Eisenbreite. (Abb. 17.)

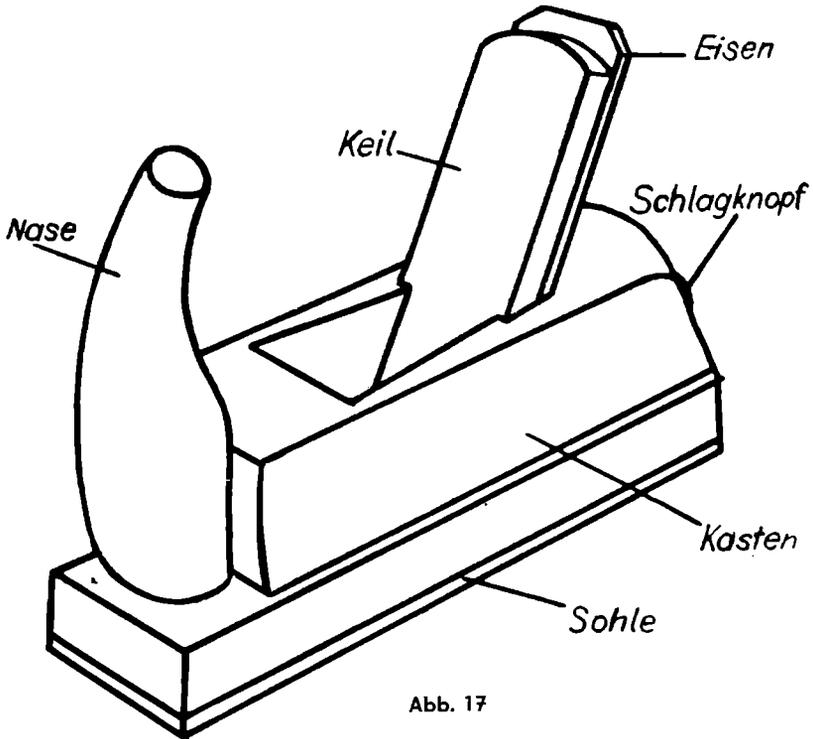
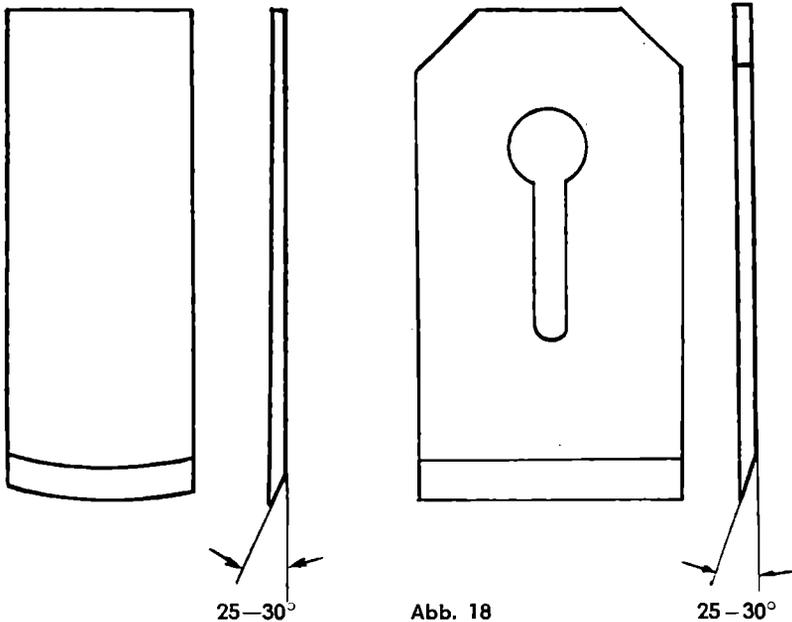


Abb. 17

### Das Schärfen

Das Schropphobeisen wird bogenförmig angeschliffen, dagegen das Eisen eines Schlicht-, Doppel- und Putzhobels gerade unter einem Fasenwinkel von 20 bis 30°. Der richtige Winkel ist erreicht, wenn die Fase  $2\frac{1}{2}$  bis 3mal so lang ist wie die Eisenstärke beträgt. (Abb. 18.)

Die Stech- und Hobeisen werden grundsätzlich nur auf einem Naßschleifapparat geschliffen. Dazu wird das Eisen in der Spannvorrichtung befestigt und während des Schleifens nach beiden Seiten hin und her bewegt. Dabei wird es leicht gegen den Stein gedrückt, die Schleifrichtung ist gegen das Eisen gerichtet, wie schon gesagt, im Naßschliff. Wir müssen also darauf achten, daß immer genügend Wasser auf den Stein tropft.



Wird so verfahren, dann bekommen wir eine gleichmäßige Fase, die für den richtigen Gang des Hobels ausschlaggebend ist. Auf keinen Fall darf trocken geschliffen werden, da das Eisen sofort heiß wird und ausglüht, was wir an einer blauen Färbung feststellen können. Das Eisen verliert dann seine Härte und hält keine Schärfe mehr.

Mit dem geschliffenen Eisen können wir aber noch nicht arbeiten, sondern es muß erst abgezogen werden, d. h. wir müssen den beim Schleifen gebildeten Grat entfernen. Auf den Abziehstein geben wir einige Tropfen Wasser oder Öl, je nach der Art des Steines, legen die Fasenseite auf, die wir auch Ballen nennen, und beginnen leicht bogenbeschreibend das Eisen hin und her zu bewegen. Es ist darauf zu achten, daß das Eisen abwechselnd gewendet wird, so daß einmal die Fasen- und einmal die glatte Seite auf dem Stein aufliegt. Ist der Grat entfernt und die richtige Schärfe erreicht, was wir durch leichtes Darüberstreichen mit dem Daumen feststellen können, kann es in den Hobelkasten, die glatte Seite nach vorn zeigend, eingesetzt werden. Der Doppel- und Putzhobel hat im Gegensatz zum Schropp- und Schlichthobel auf dem Eisen eine Klappe. Diese verhindert bei der richtigen Einstellung in Verbindung mit dem engen Spanmaul ein Ausreißen des Holzes, wodurch eine feinere Be-

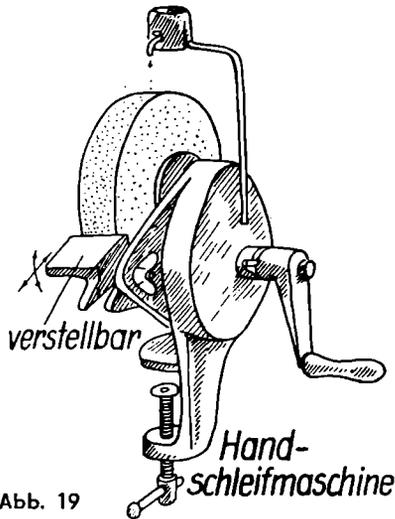


Abb. 19

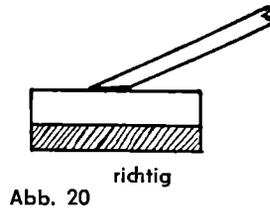
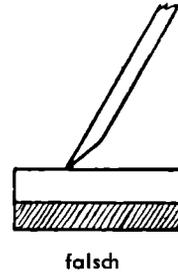


Abb. 20



arbeitung des Holzes möglich ist. Leisten werden nur mit dem Doppel- oder Putzhobel schwächer gehobelt. Beim Einsetzen des Eisens achten wir darauf, daß der Keil nicht zu stark angezogen (festgekeilt) wird, weil sich

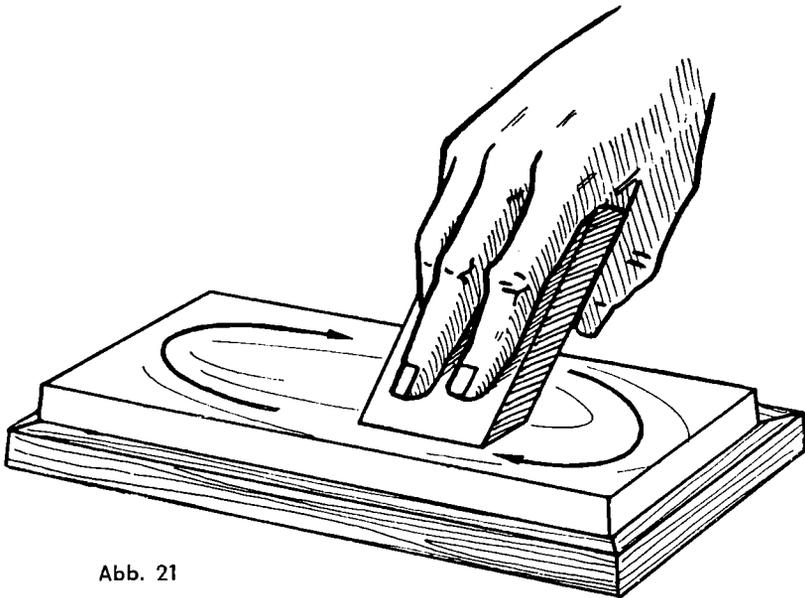
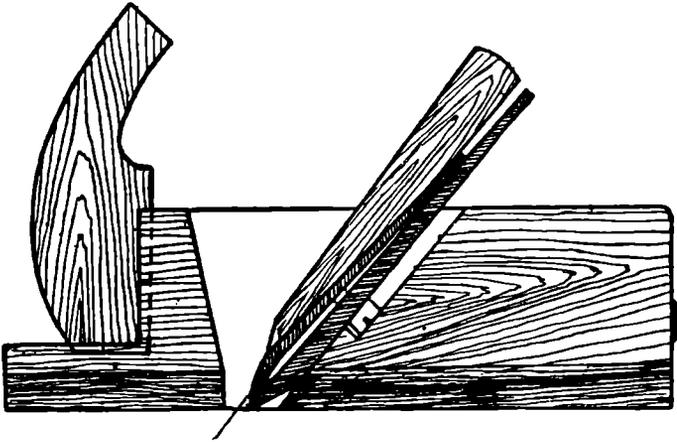
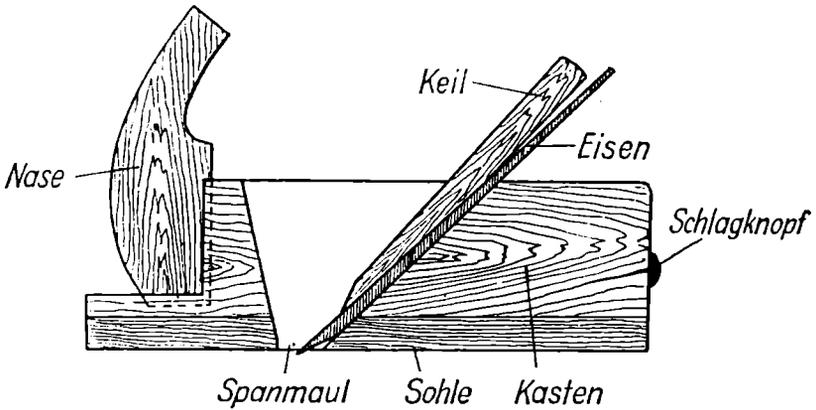


Abb. 21



Klappe  
Putz- und Doppelhobel

Abb. 22



Spanmaul Sohle Kasten  
Schlicht- und Schrophobel

Abb. 23

Schief eingesetztes Hobeisen



Richtig eingesetztes Hobeisen



Abb. 24

sonst der Hobelkasten durchdrücken kann. Das Eisen muß gleichmäßig vorstehen, also nicht verkantet sein. Die richtige Stellung können wir durch Abfluchten der Hobelsohle ermitteln. Steht das Eisen zu fein (der Hobel greift zu wenig an), dann schlagen wir das Eisen etwas vor, umgekehrt wird auf den Schlagknopf geschlagen. Zur Pflege der Hobelsohle muß diese des öfteren eingölt werden. Besonders müßt ihr auf Nägel achten; denn diese beschädigen das Eisen und die Hobelsohle.

### Die Sandpapierfeile

Zum Verputzen des Rippenblocks sowie des im Rohbau fertigen Modells benutzen wir die Sandpapierfeile, die wir uns selbst aus einem Stück Linden- oder Erlenholz herstellen. Dabei verfahren wir so wie Abbildung 25 zeigt.

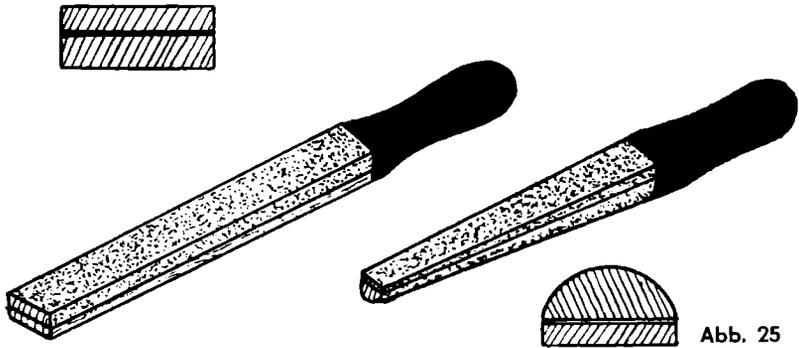
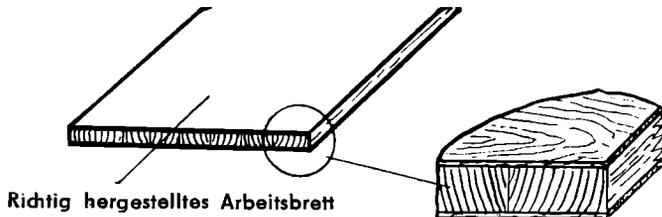


Abb. 25

### Die Arbeitsbretter

Jeder braucht zum Aufreißen und zum Aufbau von Flächen, Rumpf und Leitwerk ein Arbeitsbrett, das mit hellem Papier bezogen wird. Wir verwenden nach Möglichkeit stäbchenverleimte Sperrplatten, die ein Verziehen weitestgehend ausschließen. Die Größe beträgt erfahrungsgemäß 1,20 m  $\times$  0,30 m und 1,80 m  $\times$  0,30 m.



Richtig hergestelltes Arbeitsbrett

Abb. 26

## *Werkstoffe und ihre Verwendung*

Zu der Zeit, als man mit dem Flugmodellbau begonnen hatte, verwendete man als Werkstoff für Leisten, Gurte, Holme und Rippen hauptsächlich Pedding, Bambus und Tonkinrohr. Leisten aus Holz wurden weniger verwendet. Durch die Weiterentwicklung des Flugmodells vom Stab-rumpf zum gespannten Vollrumpfmodell sowie einer besseren Formgebung des gesamten Flugmodells zum Zweck der Leistungssteigerung, wurden diese Werkstoffe vom Holz verdrängt. Holz läßt sich bedeutend besser zu Leisten verarbeiten und ist besser leimbar als Bambus und Tonkinrohr. Besonders das feinjährige Splintholz der Kiefer und der Fichte wird für die Herstellung von Leisten im Flugmodellbau bevorzugt. Versuche im Flugzeugbau haben ergeben, daß fehlerfreies, feinjähriges Kiefernholz das günstigste Verhältnis des spezifischen Gewichtes zu den geforderten Festigkeiten besitzt.

Um aber entscheiden zu können, welches Material für den Leisteneinschnitt am besten geeignet ist, macht es sich notwendig, daß wir uns mit dem Aufbau des Holzes näher befassen.

### **Aufbau des Holzes**

Unter Holz verstehen wir eine organische, aus kleinen Zellen zusammengesetzte Masse, die im Stamm, in Ästen und Wurzeln der Bäume von Bast und Rinde umschlossen ist.

Das Einheitsgebilde, aus welchem das Holz und alle anderen Organe der Pflanzenwelt bestehen, ist die Zelle. Die Verbindungen von Zellen nennt man Gewebe. Die Größe, Menge und Verteilung sowie die Formen der Zellen sind bei den verschiedenen Hölzern außerordentlich unterschiedlich. Die Zelle besteht aus dem Zellkern, dem Protoplasma (Urbildungsstoff), der Zellhaut und dem Farbstoffkörper. Bei Laubhölzern finden wir folgende Zellenarten:

- a) Die Holzfasern sind langgestreckte Zellen mit dichten, dicken Wandungen und engen Lumen. Ihre Länge beträgt 2-4 mm. Die Breite ist nur mit dem Mikroskop erkennbar. Zu Strängen vereinigt, bilden sie die Hauptmasse vieler Laubhölzer. Ihre Aufgabe besteht in der Führung von Luft und Wasser und gibt dem Holz die mechanische Festigkeit zum tragen der eigenen Last.

- b) Speicherzellen sind kürzere dünnwandige Zellen, die in das Gewebe der Holzfasern eingebettet sind. Sie verlaufen längs der Holzfaser und von innen nach außen und dienen der Speicherung von Vorratsstoffen.
- c) Außer diesen beiden Zellarten findet man noch eine weitere Zellart, die Gefäße. Es sind längere oder kürzere Röhren, die in Längsrichtung des Baumes liegen. Nur Laubhölzer besitzen Gefäße. Im Querschnitt des Holzes werden sie als sogenannte Poren sichtbar. Bei der Kiefer sowie bei allen anderen Nadelhölzern finden wir keine ausgesprochenen

**Schematische Darstellung des Holzaufbaues**

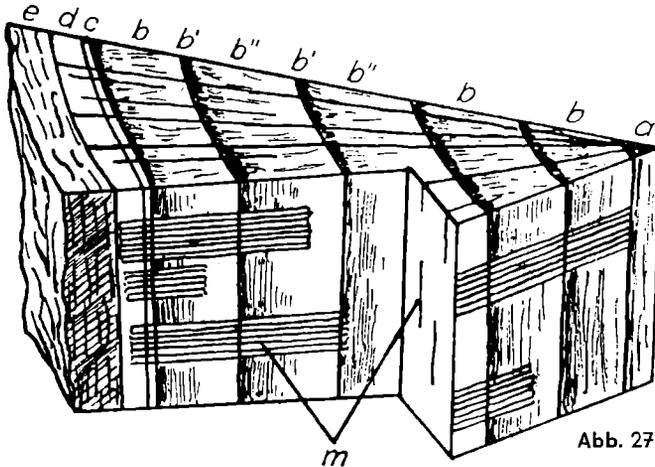


Abb. 27

a = Mark, b = Jahrring, b' = Spätholz, b'' = Frühholz, c = Kambium, d = Bast, e = Borke, m = Markstrahl

Gefäß- und Faserzellen, sondern nur einen Typ, der eine Mittelform darstellt und beide Aufgaben erfüllen muß. Diese Zellform heißt Tracheide (Tupfelzelle). Die Holzmasse der Nadelhölzer besteht überwiegend aus dieser Zellengattung. Es sind kleine, längliche, an beiden Enden geschlossene Zellen von etwa 0,03 mm Durchmesser und einer Länge bis 3,5 mm. Sie werden in zwei verschiedenen lebenden Geweben durch Teilen der eigenen Zellen gebildet.

**Das Wachstum des Holzes**

Das Längenwachstum vollzieht sich im Baumwipfel, in dem äußersten Ende des Stammes und der Zweige, der Endknospe (Terminalknospe), durch Zellteilung.

Das zweite zellenbildende lebende Gewebe liegt unter der Rinde und dem Bast, um den ganzen Holzstamm herum (Kambium), wo es durch die

Teilung seiner Zellen, die besonders im Frühjahr sehr lebhaft sind, das Dickenwachstum des Baumes bewirkt.

Durch die Zellteilung in der Terminalknospe bilden sich dreierlei Zellengruppen, die je für einen bestimmten Zweck vorgesehen sind:

- a) in der Mitte des Baumes das Mark, die Mittelsäule, die sich nicht weiter verstärkt,
- b) die um das Mark (Mittelsäule) umliegenden Leitungsorgane,
- c) die äußere Behütung, Bast, die Rinde und Borke.

Die Leitungsorgane werden durch das zweite lebende Gewebe, durch das Kambium, in den Bast und das vom Kambium nach innen liegende Holz geteilt (Abb. 27).

Die Zellen der Kambiumschicht teilen sich jedes Jahr während der Wachstumsperiode, wodurch sie sich fortsetzend vermehren. Die jungen Zellen, die innen liegen, verholzen, wogegen die äußeren nicht verholzte Bastzellen bilden; so erklärt sich das Dickenwachstum.

Die Erzeugung der inneren Holzzellen beträgt etwa das Dreißigfache im Vergleich zu der Zahl der Bastzellen. Außerdem sind die Bastzellen nicht durch eine Verholzung versteift, so daß sie durch die entstehende

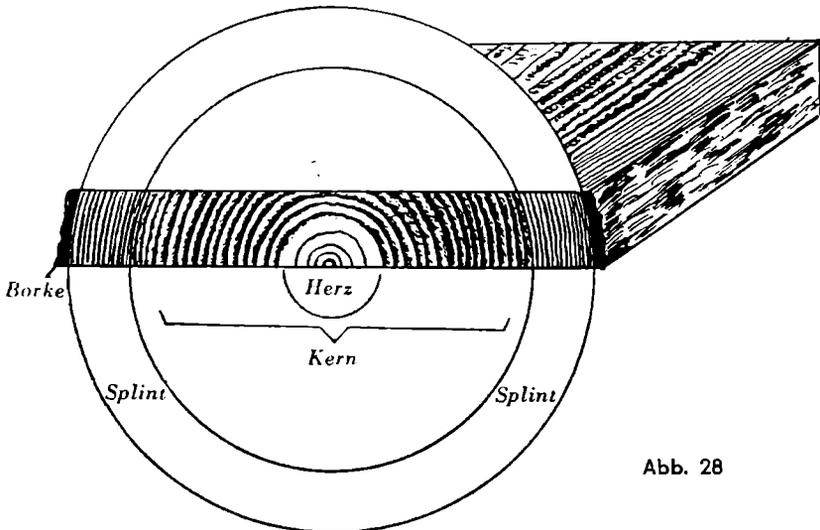


Abb. 28

Spannung während des Wachstums zusammengedrückt werden, wodurch eine noch schwächere Schicht im Verhältnis zum Holz sichtbar wird.

Dies zeigt Abb. 27 d = Bast.

Durch die erhöhte Nadelbildung sowie der lebhaften Zellteilung im Frühjahr jedes Jahres muß der Baum mehr Wasser der Krone zuführen, weshalb das Kambium Zellen von größerer Ausdehnung und Anzahl bei verhältnismäßiger schwächerer Wand bildet (Frühholz).

Im Sommer und Herbst erzeugt das Kambium dickwandigere Zellen, die mehr zur Festigung des Baumschaftes dienen (Spätholz).

Das Frühholz hat deshalb eine hellere Tönung und ist weniger fest als das dunkler gefärbte Spätholz.

Beide Teile zusammen, also den ganzen Zuwachs während einer Jahresperiode, nennt man Jahresring.

Im Querschnitt eines Baumstammes werden die Jahresringe als konzentrische Kreise sichtbar. Da in jedem Jahr ein neuer Jahresring entsteht, kann man am unteren Stammende das Alter des Baumes abzählen (Abb. 28).

Die Breite der Jahresringe kann bei gleichen Holzarten sehr unterschiedlich sein, sie werden außerdem mit dem Alter des Baumes wesentlich enger (feinjähriger).

In der Hauptsache ist aber ihr Unterschied von Klima und Standort abhängig (Licht, Wärme und Niederschlagsmenge). Gleiche Holzarten können deshalb grundverschiedene Eigenschaften entwickeln.

Während der Baum in der Stärke und Länge jedes Jahr zunimmt, sterben von der Stammmitte aus Zellen der jeweils inneren Jahresringe ab, wodurch ein Verfärben ins Dunklere (rötlich, bräunlich) durch abgelagernde Gerb- und Farbstoffe eintritt.

Dieser abgestorbene innere Teil des Holzstammes wird Kern genannt und gibt seine Funktion als Leitungsorgan an den äußeren hellen Teil des Holzes, den Splint, ab.

Das Mark mit einigen umliegenden Jahresringen wird als Herz bezeichnet. Infolge der konservierenden Wirkung der abgelagerten Stoffe ist das Kernholz widerstandsfähiger gegen Pilzbefall (Blaufäule) und Wurmfraß. Mit dem Dickenwachstum nimmt auch die Kernbildung zu. Das Verhältnis von Kern zu Splint ist abhängig von der Art und dem Alter des Baumes, ferner vom Standort und Klima. Festigkeitsmäßig kann man oft einen kleinen Unterschied zwischen Kern und Splintholz feststellen. In der Regel hat Kernholz eine höhere Druckfestigkeit, wogegen der Splint wesentlich zäher und zugfester zu sein pflegt. Kernholz hat den Nachteil einer größeren Astigkeit, die von Jahr zu Jahr durch das Dickenwachstum geringer wird (Überwachsen der Äste), wodurch der äußere Splint wesentlich astreiner und schlichter gewachsen ist.

### **Die Holzfeuchtigkeit**

Die Holzfeuchtigkeit hat einen bedeutenden Einfluß auf die Festigkeiten des Holzes, ganz abgesehen von den Schwindungserscheinungen, die

infolge des Wasserverlustes während des Trocknens aus den Zellwänden austreten. Das enthaltende Wasser im Holz kann einmal frei in den Zellräumen oder unmittelbar in der Zellwand enthalten sein, wo es hygroskopisch gebunden ist.

Das freie Wasser in den Zellen hat zwar einen Einfluß auf das Gewicht und begünstigt den Pilzbefall, hat aber keinen großen Einfluß auf die Festigkeiten und das „Arbeiten“, also: Quellen, Schwinden, Werfen des Holzes. Dagegen ist das hygroskopisch gebundene Wasser in den Zellwänden für die technischen Eigenschaften des Holzes von größter Bedeutung für die weitere Verarbeitung in der Industrie. Mit dem Verlust der gebundenen Feuchtigkeit schwindet das Holz und seine statischen Festigkeiten werden wesentlich höher. Das Schwinden des Holzes ist in drei Grundrichtungen verschieden groß. Beim Übergang vom Frischgewicht zum Lufttrockengewicht schwindet das Holz in der Länge etwa 0,3 Prozent, in der Radialrichtung (Markstrahlenrichtung) 4 Prozent und in Tangentialrichtung sogar 10—12 Prozent. Die Höchstfestigkeiten des Holzes werden bei 8—10 Prozent Holzfeuchtigkeit erreicht.

## Fehler des Holzes

### *Der Drehwuchs*

Oft sehen wir Bäume, bei denen die Fasern in den Jahresringen nicht gerade und senkrecht verlaufen. Die Fasern verlaufen oft schwach oder stark spiralförmig um das Mark, daher um die Achse des Baumes. Über die Ursachen dieser Erscheinung bestehen verschiedene Meinungen. Es

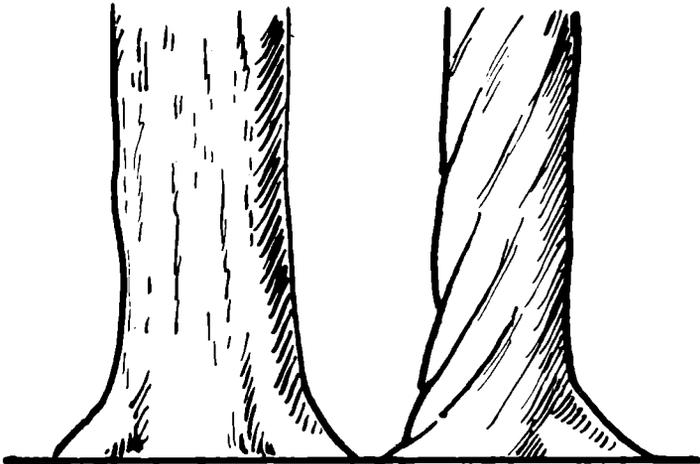


Abb. 29

steht fest, daß einzelne oder am Waldrand stehende Bäume mit einseitiger Baumkronenbildung durch die Wirkung des Windes gedreht werden. Auch die Bodenbeschaffenheit und Lichtmangel können neben der Windwirkung den Drehwuchs begünstigen. Am unteren Ende des Baumstammes ist die Drehung wesentlich stärker als am oberen Schaft. Dies hat seine Ursache darin, daß die Luftkraft durch den längeren Hebelarm eine größere drehende Wirkung besitzt. Stark drehwüchsiges Holz ist nicht zu verarbeiten, weil die Neigung zum Drehen (windschief werden) noch bei den fertigen Brettern vorhanden ist. Leisten aus diesem Material geschnitten, haben einen sehr kurzen Faserverlauf und somit eine geringe Festigkeit. (Abb. 29)

### *Harzgehalt und Harzgallen*

Nadelhölzer enthalten eine bestimmte Menge Harz, die im Kernholz etwa 5—10 Prozent und im Splintholz 3—4 Prozent beträgt. Der Harzgehalt kann sich im Stamm auch stellenweise steigern, so daß die Holzfasern mit Harz gesättigt sind und soviel Harz enthalten, daß das Holz dunkel gefärbt wird und ein fettes Aussehen bekommt. Diese harzhaltigen Streifen, die längs des Stammes verlaufen, erhöhen das spezifische Gewicht des Holzes und wirken sich ungünstig bei der Verleimung des Holzes aus. Ein anderer auch häufig vorkommender Holzfehler ist die Harzgalle. Harzgallen sind flache, mit Harz gefüllte Räume, die im Jahresring liegen. Die Tiefe beträgt höchstens 6 mm, dagegen kann die Länge und Breite einige Zentimeter betragen. Harzgallen beeinträchtigen die Festigkeit des Holzes hauptsächlich bei schwächeren Querschnitten.

### *Das Rotholz*

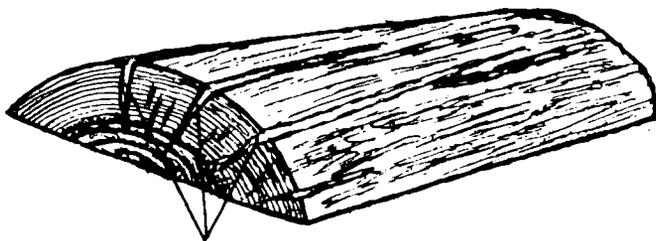
Als Rotholz (Druckholz, Exzenterwuchs, harte Jahresringe) bezeichnet man bei der Kiefer dunkelbraun gefärbte Jahresringe, die im Kern- und Splintholz vorkommen. Rotholz ist ein hartes, sprödes und kurzbrüchiges Holz, das besonders in der Längsrichtung sehr stark schwindet. Bretter aus Rotholz verziehen sich sehr stark. Diese Tatsache kann man beim Auftrennen solcher Bretter auf der Kreissäge beobachten, wo oftmals das Sägeblatt durch auftretende Spannungen einklemmt.

Die Entstehung von Rotholz wird hauptsächlich auf die Windrichtung oder die Schwerkraft zurückgeführt. Wenn z. B. ein Stamm dauernd einseitig belastet wird, bis er endlich eine verbleibende Schiefstellung einnimmt, bildet der Stamm an der Druckseite kürzere, dickwandige Zellen, die der Versteifung des Stammes dienen. Rotholz kommt demnach an der dem Winde entgegengesetzten Seite und bei Bäumen am südwestlichen Berghang vor, wo oft ein einseitiges Wachsen verursacht wird.

### *Windrisse (Schwindungsrisse)*

Durch Risse wird gut gewachsenes Nutzholz oft unbrauchbar. Kostbarer Rohstoff wird der Volkswirtschaft entzogen.

Die Ursache liegt vor allem in der langen Lagerzeit im Wald und auf den Lagerplätzen, wo das Rundholz im geschälten Zustand der Sonne und warmen Luft ausgesetzt ist. Die Entstehung erklärt sich folgendermaßen: Wenn bei der Austrocknung des Holzes im geschälten Zustand der Verlust von Wasser zu rasch erfolgt, entsteht im Holz eine Spannung, die



Windrisse

Abb. 30

schließlich die Festigkeit des Holzes übersteigen kann. Dann reißt das Holz, und zwar an den schwächsten Stellen. Dies sind aus dünnwandigen Zellen bestehende Markstrahlen, die stets in radialer Richtung führen (Abb. 30). Trocknungsrisse (Windrisse) bilden sich deshalb in radialer Richtung. Bei zu schneller Trocknung von Schnittholz (Bretter und Bohlen) bilden sich ebenfalls Trocknungsrisse (Schwindungsrisse) an den Kanten, an den Hirnholzflächen und bei Seitenbohlen in der Mitte des Holzes. Bei neuer Aufnahme von Feuchtigkeit können sich kleinere Risse wieder zusammenziehen, so daß sie bei flüchtiger Holz Auswahl zuerst gar nicht bemerkt werden. Besonders bei unsachgemäßer Trocknung in Trockenkammern kann das Holz durch Rißbildung für die Weiterbearbeitung unbrauchbar werden.

### *Astigheit und Wirbel*

Während des Wachstumes schiebt sich, bedingt durch das Längenwachstum, die ganze Baumspitze mit der Krone höher und die jeweils unteren Äste sterben ab. Besonders charakteristisch ist dies bei unserem Kiefernholz. Die durch das Dickenwachstum neu gebildeten Jahresringe überwachsen (überdecken) immer mehr und mehr die Aststummel, bis endlich am glatten Stamm die Aststellen nicht mehr zu erkennen sind. Erst beim Einschnitt zu Brettern und Bohlen werden diese überwachsenen Äste

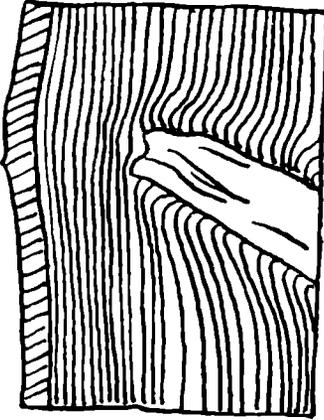


Abb. 31 Ast

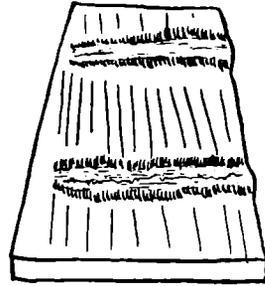


Abb. 32 Wirbel

wieder sichtbar. Durch diese eingewachsenen Äste erklärt sich, daß das weiter innen liegende Kernholz astiger ist als das äußere Splintholz. Oft kann man in den äußeren Schichten des Splintholzes eine Verwirblung (Wirbel), Abb. 32, erkennen, die auf darunterliegende Aststummel schließen lassen. Für Holz, was bei geringen Querschnitten große Festigkeiten haben soll, ist solches Material nicht zu verarbeiten.

### Holzkrankheiten

Stehende Nadelholzbäume, besonders die Kiefer, werden oft von Fäulnis-erregern (Stockfäulepilz) befallen, die das gesunde Holz während des Wachstums zersetzen. Besonders stark ist dieser Befall auf humusreichem Boden. Der Stockfäulepilz dringt meistens am Wurzelanlauf ein und zersetzt den Kern des Stammes. Das befallene Holz wird allmählich brüchig und morsch. Da der Stockfäulepilz die Zellwände zerstört, ist das Holz für unsere Zwecke nicht mehr verwendbar.

### Bläue

Im Gegensatz zu der Stockfäule, die das Kernholz zerstört, wird die Kiefer im Splintholz von der Bläue, meist im gefällten Zustand, befallen. Diese Erscheinung wird durch Pilze, die in das Innere der Holzzellen eindringen und deren Inhalt verzehren, verursacht. Das Zellgewebe selbst, die Zellwand — der eigentliche Träger der Festigkeit des Holzes — wird durch diesen Pilz nur bei sehr starker Bläue gering herabgesetzt. Es ist vor allen Dingen mehr ein Schönheitsfehler als eine Erkrankung, die auf Kosten der Festigkeiten geht. Die genannten Pilze bevorzugen vor allem

neben den äußeren Schichten des Splintholzes, die Zellen der Markstrahlen, was durch die strahlenförmige Verbreitung der Bläue begründet ist. Das Kernholz ist durch die in ihm enthaltenen konservierten Stoffe gegen diesen Pilzbefall geschützt.

Die Lebensbedingungen des Pilzes liegen etwa bei 25 Grad Celsius und 25—50 Prozent Holzfeuchtigkeit, die Mindestwerte bei 5 Grad C und 18 Prozent Holzfeuchtigkeit. Vollkommen nasses und frisch gefälltes sowie andererseits unter 18 Prozent Feuchtigkeit getrocknetes Holz wird vom Fäulepilz nicht befallen. Dasselbe gilt für die niedrigen Temperaturen der Wintermonate, die ein Verbreiten der Bläue ausschließen. Am stärksten ist demnach das Holz der Bläuepilze ausgesetzt, wenn das Holz im Frühjahr eingeschlagen wird und längere Zeit im Wald liegen bleibt, so daß die günstigen Lebensbedingungen für den Bläuepilz vorhanden sind. Die Gewähr für die absolute Gesundheit des zu verarbeitenden Holzes besteht nie, da die Pilze durch niedrige Holzfeuchtigkeit nicht getötet, sondern nur in ihrem Wachstum gehindert werden. Die Bläue kann sich z. B. bei wieder günstiger gewordener Holzfeuchtigkeit nicht nur bei leicht angeblautem Holz, sondern auch bei anscheinend vollkommen reinem Holz weiterverbreiten, welches noch Keime des Pilzes enthält. Diese Tatsache kann man oft bei frisch eingeschnittenem Holz, das bei feuchtem Wetter nicht sofort gestapelt wird, feststellen. Bei richtiger Behandlung des gesunden Kiefernholzes, bei rechtzeitiger Fällung, sofortigem Einschnitt und darauffolgender luftiger Stapelung sowie weiterer Pflege des Holzes, kann die Bläue vollständig vermieden werden.

### **Das Holz für den Flugmodellbau**

Für den Flugmodellbau verwenden wir hauptsächlich solche Hölzer, die frei von Holzkrankheiten und Fehlern sind. Besonders das Kiefern- und Fichtenholz, aus dem wir vorzugsweise Leisten schneiden, soll sehr feinjährig und ohne Holzfehler sein. Für uns genügt es meist, wenn diese Bedingungen auf einer Länge von 1500 mm erfüllt sind.

Am geeignetsten ist das unmittelbar am Kern liegende Splintholz, während das direkt unter der Kambiumschicht liegende Splintholz meist etwas zu weich ist. Feinjährige schlichtgewachsene Splintholzleistenabfälle, die in jeder Tischlerei zu haben sind, liefern oft ein sehr brauchbares Material für die Herstellung von Flugmodellbauleisten.

### **Kiefer**

Sie wächst in Deutschland hauptsächlich im Land Brandenburg und Land Sachsen. Sie ist anderen Weichhölzern gegenüber sehr fest und bei nicht zu hohem Harzgehalt gut leimbar. Die Jahresringe sind besonders kräftig ausgeprägt, wobei der Kern (nicht zu verwechseln mit dem Mark) gegen-

über dem Splint eine dunklere Tönung rotbräunlich zeigt. Durch seine hohen Festigkeiten im Verhältnis zum Gewicht verwenden wir das Kiefernholz vorzugsweise für Holme, Gurte und Stege.

### **Fichte**

Die Heimat der Fichte ist das deutsche Mittelgebirge. Sie ist leichter als die Kiefer, hat aber auch geringere Festigkeit. Die Jahresringe sind fahler, mittelbraun und treten nicht so stark wie bei der Kiefer hervor. Das Holz zeigt einen hellen, weißlichen Ton, wobei der Kern nicht in Erscheinung tritt. Fichtenholz wird für Holme, Gurte und Stege, besonders für leichte Gummimotor- und Thermikmodelle verwendet.

### **Erle**

Sie wächst bevorzugt auf feuchtem Boden, am häufigsten finden wie sie im Spreewald. Ihr Holz ist leicht gelblich-braun, weich und gut spaltbar. Das Gewicht ist mit geringen Abweichungen gleich der Fichte. Sie ist in ihrem Wachstum gleichmäßig feinporig. Die Jahresringe sind kaum erkennbar. Wir verwenden das Erlenholz für Luftschrauben und Rumpfköpfe. Die Festigkeit ist geringer als die der Fichte, durch ihre gleichmäßige Dichte aber gut zum Schnitzen geeignet. Aus Erlenfurnierstreifen, 1,5—2 mm, lassen sich Rippen sehr gut herstellen.

### **Linde**

Die Linde, ein häufiger Straßenbaum, ist fein gewachsen. Das Holz zeigt eine helle, weiße Färbung. Lindenholz ist weniger fest als Erle. Es zeigt keine starke Faserung, ist jedoch gutes Schnitzholz und daher für Luftschrauben, Rumpfköpfe und Rippenblocks verwendbar.

### **Buche**

Die Buche ist ein ausgesprochener Waldbaum, den wir oft in den Ausläufern des Mittelgebirges und im Hainich finden, der bis nach Hessen hineinreicht. Wir kennen die Weiß- und Rotbuche. Wie schon der Name sagt, ist die erstere von weißer und die letztere von roter Färbung. Die Jahresringe sind kaum wahrnehmbar. Die Weißbuche ist wesentlich härter und schwerer als die Rotbuche. Sie ist unser härtestes Holz in Deutschland und wird für die Hobel-fabrikation bevorzugt. Die Rotbuche ist etwas leichter, mittelfest, aber spröde und wird im Flugmodellbau zu Sperrholz und Luftschrauben für Krafftflugmodelle mit mechanischem Antrieb verarbeitet.

### **Birke**

Die Birke ist kein ausgesprochenes Hartholz. Vom Fachmann wird sie einmal als Hart-, zum andernmal als Weichholz angesprochen. Sie wächst

in allen Gegenden Deutschlands. Ihr Holz hat eine weißgelbliche Farbe, wobei die Jahresringe nur schwach sichtbar sind.

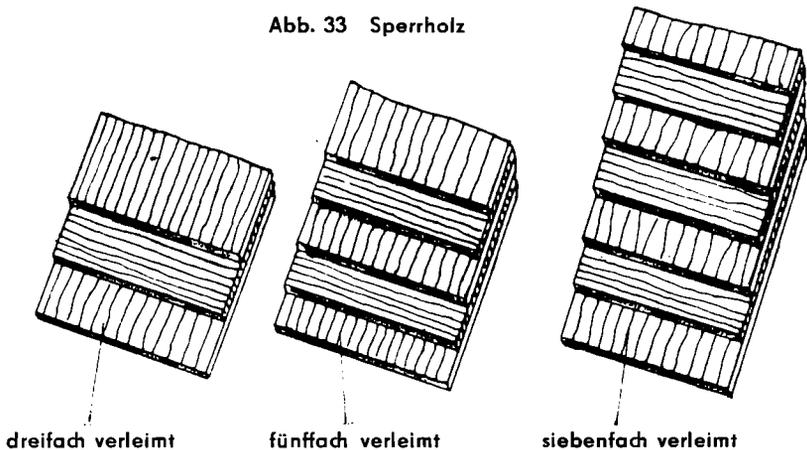
Birke wird besonders für die Herstellung von Sperrholz bevorzugt. Sie zeichnet sich durch hohe Zähigkeit und dichtes Wachstum aus.

### Sperrholz

Rippen und Spanten fertigen wir in der Regel aus Sperrholz. Dieses wird neben der Birke aus Buchen- und Erlenholz für unsere Zwecke hergestellt. Besonders das finnische Birken-sperrholz zeichnet sich gegenüber dem Buchensperrholz durch große Zähigkeit und Biegsamkeit in der Querrichtung aus.

Woher kommt nun der Begriff Sperrholz, wächst es auch wie Kiefer, Fichte usw. im Wald? Nein, es handelt sich um dünne Furnierschichten, die quer in der Faserrichtung zueinander in Spezialpressen unter hohem Druck verleimt werden. Dem Holz ist also dadurch die Eigenschaft ge-

Abb. 33 Sperrholz



nommen, in der Breite leicht zu zerreißen, zu schwinden und zu quellen. Die unangenehmen Eigenschaften sind durch den organischen Aufbau bedingt. Holz besitzt eine Hygrokopizität d. h., es nimmt bei feuchter Luft die Feuchtigkeit in sich auf, also es quillt und gibt sie bei trockener Luft wieder ab, wobei es wieder zusammenschrumpft und schmaler wird. Es paßt sich immer der umgebenden Luft an. Die Tatsache können wir an einem Fenster beobachten, das im Winter bei feuchtem Wetter schwer auf und zu geht, also verquollen ist. Dagegen schließt es im Sommer bei trockener Luft sehr leicht.

Durch das Querkueinanderleimen von dünnen Holzschichten, die wir Furnier nennen, wird das Holz kaum mehr schwinden und quellen können. Ebenfalls ist es längs zur äußeren Faserrichtung durch die querlaufende Mittelschicht nicht mehr so leicht spaltbar.

Die Anzahl der Furnierschichten richtet sich nach dem Verwendungszweck und der Stärke des Sperrholzes. Sie sind in der Zahl immer ungerade, d. h. 3-, 5-, 7-, 9-, 11- und 13fach usw. Die Faserung der äußeren Schichten läuft dadurch immer parallel, aber quer zur jeweils inneren Schicht. Die größte Steifigkeit besteht in Richtung der äußeren Fasern. Quer zur Faserrichtung läßt es sich leichter biegen (Abb. 33).

## *Sonstige Werkstoffe*

### **Papier und Pappe**

Für unseren Heißluftballon und das Pappflugmodell „Seid bereit“ aus der Pionierbauplanreihe finden hauptsächlich Papier und Pappe Verwendung. Das zum Heißluftballon benötigte Seidenpapier sowie der Werkstoff Pappe für das Modell „Seid bereit“ werden aus Zellstoff unter Zusatz von bestimmten Chemikalien hergestellt. Dasselbe gilt für Zeichenkarton, mit dem wir die Tragflügelnasen der Flugmodelle zur besseren Erhaltung des Profils und zur Erhöhung der Verdrehungsfestigkeit beplanken.

Zur Bespannung von Flugmodellen, die aus Leisten, Holmen und Rippen zusammengebaut sind, verwenden wir dünnes Papier, das eine gute Faserrichtung haben soll, damit es eine genügende Zerreißfestigkeit besitzt. Das Gewicht soll je Quadratmeter höchstens 40 g betragen. Für Flugmodelle bis 2 m Spannweite ist 25—30 g Papier zu bevorzugen.

### **Leime und Klebstoffe**

Zum Verleimen aller Bauteile hat sich im Flugmodellbau seit Jahren der Zelluloseleim sehr gut bewährt. Er kommt heute unter dem Namen „Duosan-Rapid“ und „Ago“ in den Handel. Diese Leime haben gegenüber den anderen Kaltleimen den Vorteil, daß man mit ihnen Leimrücken herstellen kann, die besonders beim Verleimen von Hirnholz auf Langholz von großer Bedeutung sind. Außerdem ist die Trockenzeit sehr kurz.

### **Papierkleber**

Besonders zum Bespannen der Modelle benötigen wir einen guten Klebstoff, der nicht eher abtrocknet, bevor wir das betreffende Teil mit Bespannpapier belegt haben. Ebenfalls darf er in der Bespannung keine Flecken verursachen, weil darunter das Aussehen des ganzen Modelles leidet.

Am besten hat sich bisher zum Bespannen Glutofix oder Glutolin bewährt (Tapetenleim). Diese Klebstoffe werden aus Holz hergestellt und zum Verarbeiten in kaltem Wasser aufgelöst.

### **Kasein-Kaltleim**

In den Jahren 1920 bis 1938 wurden alle Leimarbeiten mit Kasein-Kaltleim ausgeführt, der dann durch die Zellulose-Leime abgelöst wurde. Sein wesentlicher Nachteil lag darin, daß er nach dem Anrühren nur einige Stunden gebrauchsfertig blieb und eine Trockenzeit von 24 Stunden benötigte.

Muffen lassen sich mit ihm nicht herstellen. Wir gebrauchen diesen Leim heute noch häufig stark verdünnt zum Aufziehen von Zeichenkartonnasen. Es kann ebenfalls mit ihm gut bespannt werden.

In der Hauptsache wird er aus Quark und Kalk hergestellt und kommt in Pulverform zum Verkauf. Die Leimbüchse, in der das Leimpulver aufbewahrt wird, muß immer luftdicht verschlossen sein, da sonst die Bindekraft schon im Leimpulver durch die Luft zersetzt wird. Der Leim wird zur Verarbeitung in einem Gefäß, das nicht aus Metall sein darf, mit Wasser angerührt. Die Maßteile von Wasser und Leimpulver sind verschieden. Grundsätzlich wird erst das Gefäß mit Wasser gefüllt und unter ständigem Rühren Leimpulver zugegeben. Wird so verfahren, ist eine Klumpenbildung ausgeschlossen. Ist der Leim sämig und gut fadenziehend, hat er die richtige Leimstärke. Wie schon gesagt, wird er zum Nasenaufziehen und besonders zum Bespannen verdünnt.

### **Spannlack**

Die fertig bespannten Teile des Modells zeigen noch keine glatte, faltenfreie Oberfläche. Erst wenn wir das Papier nach dem Bespannen mit Wasser angefeuchtet haben, wird es nach dem Trocknen straffer und fast faltenfrei sein. In diesem Zustand der Bespannung können wir aber unser Modell noch nicht starten, denn die Bespannung würde bei feuchter Luft sofort wieder neue Falten schlagen. Wir müssen die Bespannung des Modells durch mehrmaliges Streichen mit Spannlack witterungsunempfindlich machen. Außerdem hat der Lack die Aufgabe, die Bespannung zu straffen. Der Spannlack wird oft unter dem Namen Cellon geführt. Er besteht im wesentlichen aus Zellstoff, der in Azeton oder ähnlichen Lösungsmitteln gelöst ist. Die große Feuergefährlichkeit des Spannlacks bedingt besondere Vorsicht bei der Verarbeitung.

### **Gummi**

Gummi kann Kautschuk (Naturgummi) oder synthetischer Gummi (Buna) sein. Beide Arten finden besonders als Kraftquelle des Gummi-

motormodells und als Flächenbefestigungsmittel an unseren Flugmodellen Verwendung. Für uns ist wichtig zu wissen, daß durch eine sachgemäße Pflege und Lagerung die Leistungsabgabe des daraus gewickelten Motors erhöht und die Lebensdauer erheblich verlängert werden kann. Für den Gummimotor verwenden wir Fäden von  $1 \times 4$  mm und für Saalflugmodelle  $1 \times 1$  mm. Flächenbefestigungsringe werden am zweckmäßigsten aus einem alten Fahrradschlauch in Ringe von 4–8 mm Breite geschnitten. Allerdings darf der Schlauch noch nicht zu porös sein, da sonst die Gummis im Flug leicht reißen können und das Modell abstürzt. Die Lagerung des Gummis erfolgt in licht- und luftdichten verschlossenen Gefäßen, die kühl aufbewahrt werden müssen. (Abb. 34.) Zum besonderen Schutz wird der Gummi noch mit Talkum eingerieben. Die Feinde des Gummis sind: Licht, Wärme, Kälte, Staub und Sand. Gegen diese muß er gut geschützt werden.

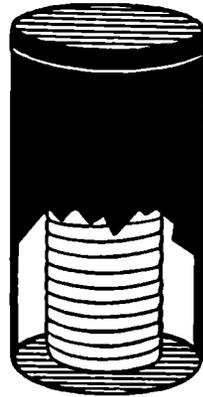


Abb. 34

### Der Stahldraht

Für die Herstellung von Fahrwerkbeinen und Luftschraubenachsen benötigen wir den Stahldraht. Für Fahrwerkbeine verwenden wir den sogenannten Klaviersaitendraht, der die höchste Elastizität besitzt. Dagegen für Luftschraubenlager, gerichteten, blanken Stahldraht, der wesentlich weicher ist. Wir verarbeiten im Flugmodellbau je nach Größe und Schwere des Modells sowie für die Herstellung bestimmter Bauteile Stärken von 0,2–3,0 mm.

## *Das Lesen des Bauplanes*

Ehe wir mit dem Bau von Flugmodellen beginnen, müssen wir uns mit dem Lesen des Bauplanes befassen. Das Lesen von Flugmodellbauplänen bereitet nicht nur den Anfängern, sondern auch oft den fortgeschrittenen Flugmodellbauern immer wieder große Schwierigkeiten. Um alle zu befähigen, sich auf einem Bauplan zurechtzufinden und selbst Zeichnungen anzufertigen, sollen euch die wichtigsten Punkte, die wir hier zusammengestellt haben, als Anleitung dienen.

So, wie wir in der Sprache nicht irgendwie selbstgeschaffene Worte gebrauchen können, um von allen Menschen verstanden zu werden, wie wir nicht Buchstaben eigener Erfindung verwenden können, wenn unsere Schrift allgemein lesbar sein soll, so sind wir auch im technischen Skizzieren und Zeichnen an Formen gebunden, die in den Din-Normblättern festgelegt sind (Din = Das ist Norm).

Für den Flugmodellbau sind besonders die Strichstärken, die Maßangaben und die Darstellungen der Werkstoffe wichtig.

Bevor wir euch eine Anleitung zum Anfertigen einer Zeichnung geben, wollen wir die wichtigsten Maßlinien und Darstellungen erklären.

### **Strichstärken und Maßangaben in der Zeichnung**

- a) Vollinie (dicke Linie).

Für sichtbare Körperkanten.

- b) Strichlinie (ungefähr halbe Volllinienstärke).

Für verdeckte (unsichtbare) Körperkanten.  
Gewindedarstellung.

- c) Freihandlinien (ungefähr halbe Volllinienstärke).

Ist ein Werkstück zu groß und weist es keine Besonderheiten auf, so wird es abgebrochen und der gleichmäßig verlaufende Teil nicht gezeichnet oder unterbrochen. Die Kennzeichnung der Bruchkanten geschieht durch die Freihandlinien.

- d) Strich-Punkt-Linien (ungefähr ein Viertel der Volllinienstärke).

Hauptsächlich für Mittellinien.

Bohrungen, Schrauben, Nieten und andere Rundkörper jeder Art erhalten Mittellinien.

Kreise werden mit einem Achsenkreuz versehen. Zu beachten ist, daß

eine strichpunktierte Linie immer über die Körperkante hinaus gezeichnet wird. (Zur Vermeidung von Irrtümern.)

- e) Dünne Volllinien (ungefähr  $\frac{1}{5}$  der ersten Volllinienstärke).

Für Maß- und Maßhilfslinien, zur Schraffierung von Schnittflächen, für Bezugslinien bei Teilnummern.

- f) Strichpunktlinien mit kürzeren Strichen (etwas stärker als die erste Volllinie).

Zur Angabe eines Schnittverlaufes.

- g) Bei Holzteilen wird die Holzfaserrichtung durch einen Doppelpfeil angegeben.

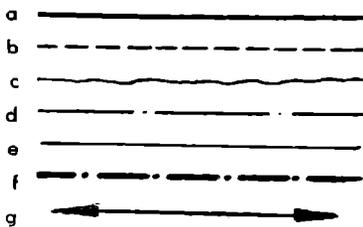


Abb. 35

### Angabe der Maße

In einer technischen Zeichnung werden alle Maße in mm angegeben.

Sämtliche Maße müssen deutlich und gut sichtbar eingetragen sein. Deshalb darf die Maßzahl nicht durch eine Linie geschnitten werden. Jedes Maß wird nur einmal eingetragen. (Abb. 36—38.)

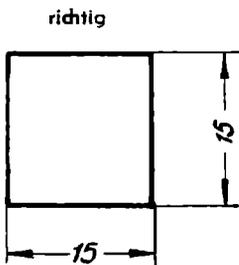


Abb. 36

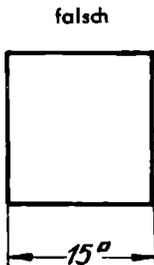


Abb. 37

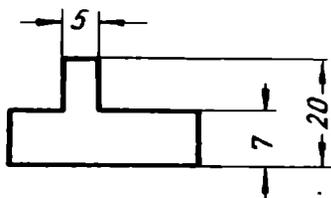


Abb. 38

Das Gesamtmaß darf nie vergessen werden. Alle zur Herstellung eines Gegenstandes nötigen Maße müssen ohne Umrechnung aus der Zeichnung ersichtlich sein. Mittellinien und Kanten dürfen wir nicht als Maßlinien benutzen. Maß- und Maßhilfslinien sollen sich und andere Linien so wenig

wie möglich schneiden. Ist die zu vermaßende Länge zu klein, so daß kein Platz für die Maßeintragung vorhanden ist, so wird das Maß entweder über die Maßlinie geschrieben, oder die Maßpfeile werden von außen gezeichnet. (Abb. 38.)

Maßzahlen sind so einzutragen, daß sie von vorn und von rechts zu lesen sind.

Bei unmaßstäblichen Abmessungen wird die Maßzahl unterstrichen.

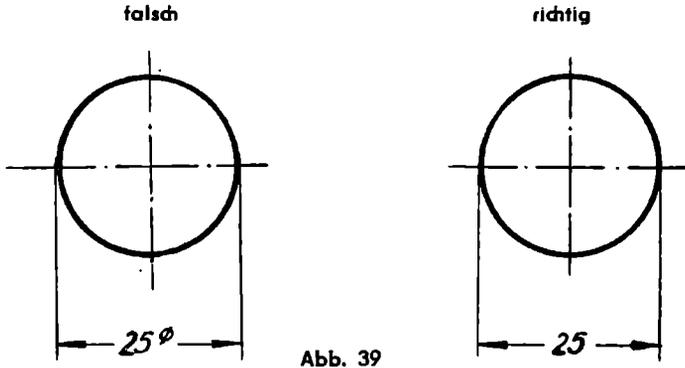


Abb. 39

Steht das Durchmessermaß in oder an einem Kreis, so wird kein Durchmesserzeichen gesetzt. Das Ende der Maßlinie darf nur durch einen genormten Maßpfeil dargestellt werden und nicht durch andere Endzeichen. (Abb. 39.) Wird der Halbmesser eingetragen, so ist das Halbmesserzeichen „r“ nur dann zu der Maßzahl zu setzen, wenn der Zirkelansatzpunkt nicht angegeben ist.

Liegt ein Kreisbogen-Mittelpunkt außerhalb des Blattes, so wird die Maßlinie geknickt oder zur Kennzeichnung des jeweiligen Halbmessers ein erhöhtes „r“ eingeschrieben.

(Abb. 40.)

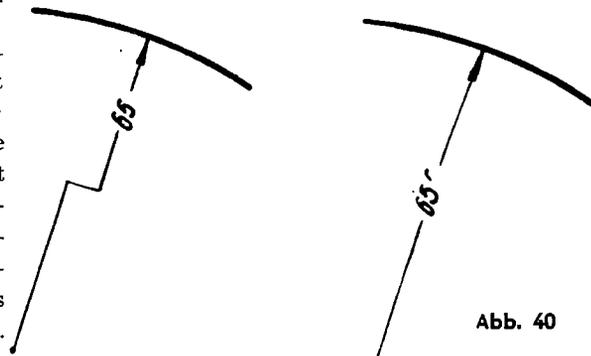


Abb. 40

### Der Zeichenmaßstab

Zeichnet man in natürlicher Größe, dann ist der Zeichenmaßstab 1 : 1. Für Verkleinerungen sind folgende Maßstäbe zulässig: 1 : 2,5, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50.

Der Maßstab 1 : 2,5 besagt, daß das Werkstück in der Länge, Breite und Höhe 2,5mal größer ist als es in der Zeichnung erscheint. Die eingetragenen Maßzahlen allerdings geben das Maß des fertigen Werkstückes an.

Für Vergrößerungen sind die Maßstäbe: 2 : 1, 5 : 1 und 10 : 1 üblich

### Das Schriftfeld der Zeichnung (Abb. 41 und 42)

Alles Überflüssige an Text ist auf einer Zeichnung zu vermeiden. Die Angaben sollen kurz und klar sein. Der Name des Flugmodells sowie der Maßstab werden in dicker Schrift unter der Stückliste auf der rechten unteren Seite des Bauplanes angegeben. Für die Stückliste gilt folgende Anordnung:

Teilnummer, Benennung, Stückzahl, Werkstoff und Abmessung. Bei der Aufstellung der Stückliste und Bezifferung der Einzelteile ist darauf zu achten, daß die einzelnen Baugruppen wie Rumpf, Tragflügel, Leitwerk in sich durchgehend nummeriert werden.

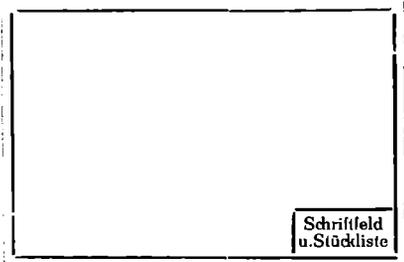


Abb. 41

3	Rumpfgurt	1	Kiefer	5×5×1200
2	Rumpfgurt	2	Kiefer	3×5×1150
1	Rumpfkopf	1	Linde	100×70×35
Teil Nr.	Benennung	Stück	Werkstoff	Abmessungen in mm
Maßstab	<b>Name des Modells</b>			Entwurf

Abb. 42

Für die Beschriftung der Zeichnung verwenden wir die sogenannte Normschrift, eine schräge Blockschrift mit 75 Grad Neigung.

### Anleitung zum Anfertigen einer Zeichnung

Bevor wir einen Bauplan in Reinzeichnung herstellen, fertigen wir uns einen Entwurf an. Dieser ist von Anfang an möglichst maßstabgerecht und genau zu zeichnen. Ist das Flugmodell so groß, daß es im Maßstab 1 : 1 nicht gezeichnet werden kann, so wird es im Bauplan verkleinert wiedergegeben.

Zur Anfertigung einer einwandfreien Zeichnung ist ein Reißbrett oder eine sonstige entsprechende Holzunterlage mit mindestens zwei glatten, geraden und rechtwinklig zueinander stehenden Kanten erforderlich.

Ferner benötigt man eine lange Reißschiene und zwei Zeichenwinkel zu 45 und 60 Grad. Außerdem ist ein Zirkel mit auswechselbarem Tusch- und Bleieinsatz erforderlich.

Zum Zeichnen verwenden wir einen mittelharten Bleistift Nr. 3, um ein Verschmieren der Zeichnung zu vermeiden. Der Radiergummi soll weich sein. Zum Ausziehen der Reinzeichnung benötigen wir eine Reiß- oder Ziehfeder sowie ein Kurvenlineal. Letzteres soll nicht so verschnörkelt sein, sondern eine anfangs stark gekrümmte und allmählich flacher werdende Kurve aufweisen.

Bei der Anfertigung von Flugmodellbauplänen, die gedruckt und veröffentlicht werden sollen, sind folgende Größen einzuhalten:

$$610 \times 860 \quad 700 \times 1000 \quad 860 \times 1220$$

Die Maße verstehen sich einschließlich 20 mm Rand.

### Das Aufreißen von Tragflügel und Leitwerksprofilen nach einer Profiltabelle

Während dem Anfänger im Flugmodellbau die Profile des Flugmodells durch den ausführlichen Bauplan gegeben sind, muß der fortgeschrittene

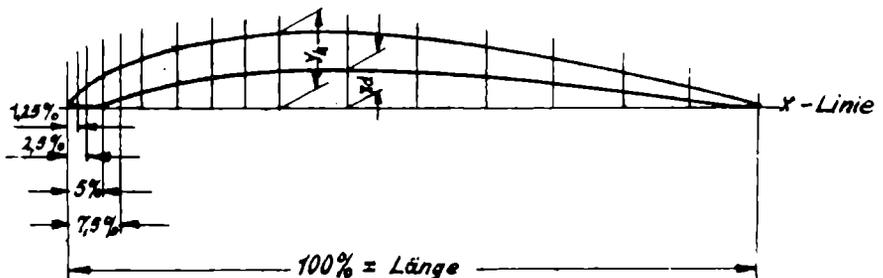


Abb. 43

Flugmodellbauer oft die Tragflügel und Leitwerkprofile nach einer Profiltabelle selbst aufreißen. (Abb. 43.)

Zu dieser Arbeit benötigen wir einen genauen Maßstab, einen mittelharten Bleistift, ein Kurvenlineal und einen Bogen weißes oder noch besser Millimeterpapier. Auf diesen Bogen zeichnen wir nun eine waagerechte Linie auf, auf der wir die gewünschte Länge des Profils abtragen. Diese waagerechte Linie wird als x-Linie bezeichnet. Die Linie müssen wir nun in bestimmte Abstände unterteilen, die auf jeder Profiltabelle unter der Bezeichnung x in Prozenten angegeben sind.

Wie ist das zu verstehen?

Zeichnen wir z. B. das Profil nur 100 mm lang, so ist der erste Abstand bei 1,25 % von 100, also 1,25 mm lang. Soll unser Profil aber z. B. 170 mm lang sein, so ist der erste Abstand 1,25 % von

$$170 \text{ mm} = \frac{1,25 \times 170}{100} = 1,25 \times 1,70 = 2,12 \text{ mm}$$

lang. Der zweite Abstand beträgt nach der Tabelle 2,5 % der Profillänge, also bei unserem Beispiel =

$$\frac{2,5 \times 170}{100} = 2,5 \times 1,70 = 4,25 \text{ mm.}$$

Diese 4,25 mm rechnen wir aber nicht von dem zuletzt festgelegten Punkt aus (2,12 mm), sondern alle Prozente werden von dem vorderen Nullpunkt aus abgetragen. Nach der angewandten Formel errechnen wir die weiteren Abstände für die Unterteilung der x-Linie. Ist die x-Linie genau nach unserem Beispiel unterteilt, so errichten wir in jedem der gefundenen Punkte eine senkrechte Linie. Auf diesen Linien werden die Yh- und Yd-Werte abgetragen, die den Profillumriß ergeben. Yh ist die obere und Yd die untere Abtragung. Von der ehemaligen deutschen Forschungsanstalt Göttingen wird Yh mit Yo bezeichnet und Yd mit Yu.

Diese Werte sind in der Tabelle wiederum in Prozenten angegeben, und wir müssen sie der Länge unseres Profils entsprechend, umrechnen. Nehmen wir also den 1. Yh-Wert. Er ist mit 0,20 angegeben, d. h. daß wir ihn unserer Länge 170 mm entsprechend genau wie die x-Werte ausrechnen müssen.

$$\frac{0,20 \times 170}{100} = 0,20 \times 1,70 = 0,34 \text{ mm.}$$

Diese 0,34 mm tragen wir auf der Senkrechten, welche im Nullpunkt errichtet ist, ab. Nach diesem Beispiel errechnen wir auch alle anderen Yh- und Yd-Werte und tragen diese auf den entsprechenden Senkrechten, von der x-Linie ausgehend, ab.

Zu beachten ist dabei noch eins: Steht vor den Werten ein Minuszeichen (—), so dürfen wir die Werte nicht von der x-Linie aus nach oben abtragen, sondern müssen sie von der x-Linie aus nach unten

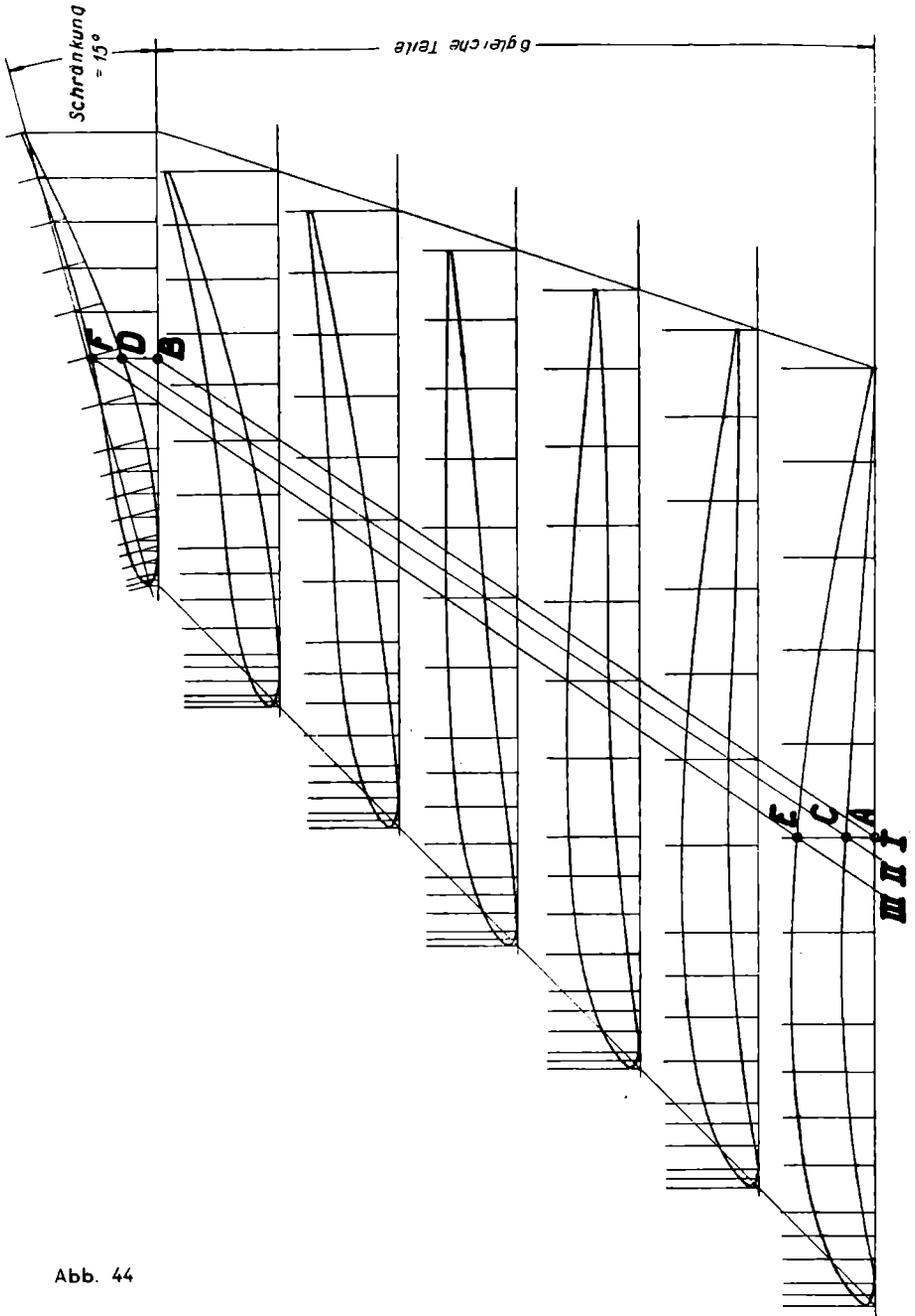


Abb. 44

abtragen. Haben wir nun alle Werte abgetragen, so nehmen wir unser Kurvenlineal und verbinden sämtliche Punkte miteinander. Dadurch erhalten wir die Profilform sowie eine saubere Ober- und Unterseite des Profiles.

#### **Das Straken von Profilen nach einem Strakplan (Abb. 44)**

Wie können wir das Flügelprofil am Ende der Tragflächen gleichmäßig verjüngen und gleichzeitig schränken (straken)?

Dazu gibt es mehrere Methoden. Eine der genauesten davon zeigt der nebenstehende Strakplan.

T 15 dieses Planes ist unsere Wurzelrippe. Wir reißen sie links unten auf unserem Bogen Zeichenpapier auf.

Parallel zur Profilsehne dieser Rippe zeichnen wir in gleichen Abständen soviel waagerechte Linien, wie wir ausgestrakte Profile haben wollen. Auf die letzte dieser Geraden zeichnen wir unser Endprofil auf.

Dabei müssen wir darauf achten, daß dieses Profil (siehe T 21) nicht genau über unserem Wurzelprofil liegt, sondern nach links oder rechts verschoben werden muß. Auf der Profilsehne der Wurzelrippe und auf der Geraden des Endprofiles tragen wir die x-Werte einer Profiltabelle ab.

Die so festgelegten Punkte der unteren Waagerechten verbinden wir mit den festgelegten Punkten der oberen Waagerechten und erhalten dadurch auf allen Parallelen die x-Werte (siehe Plan Linie I, Strecke A—B).

Auf den Schnittpunkten errichten wir die Senkrechte. Durch die Verbindung des Schnittpunktes der Senkrechten mit der Profilunterseite des Wurzelprofiles und des Endprofiles (siehe Plan Linie II, Strecke C—D) erhalten wir auf sämtlichen Senkrechten des Planes die Yd-Werte der einzelnen Profile. Dasselbe machen wir mit den Schnittpunkten der Senkrechten mit der oberen Profilseite bei Wurzel- und Endprofil (siehe Planverbindung III, Strecke E—F). Wir erhalten dadurch die Yh-Werte sämtlicher Profile.

Nun, nachdem ihr alle Punkte gefunden habt, kommt es auf eine saubere Verbindung sämtlicher Punkte mit Hilfe eines Kurvenlineals an. Habt ihr sorgfältig und genau gearbeitet, so werdet ihr eine saubere aerodynamische Schränkung mit Tragflügelabschluß erreichen.

#### **Arbeitseinteilung**

Nachdem wir den Bauplan gründlich studiert haben, werden zunächst die Abmessungen des in Frage kommenden Materials (Leisten und Sperrholz) aus der Stückliste entnommen. Danach wird das Material auf die entsprechenden Maße zugeschnitten. Es ist eine Selbstverständlichkeit, daß wir mit dem Material sparsam umgehen und möglichst wenig Ver-

schnitt machen. Denkt immer daran, wieviel kostbare Werkstoffe sonst unnötig vergeudet werden. Auch für uns muß die Losung gelten:

„Spare mit jeder Minute, mit jedem Gramm und mit jedem Pfennig.“  
Zuerst beginnen wir grundsätzlich mit der Herstellung des Rumpfkopfes. Die genaue Form (Querschnitt, Seitenansicht und Draufsicht) wird mittels Transparentpapier vom Bauplan mit einem spitzen, weichen Bleistift abgezeichnet. Zum Übertragen auf das Holz drehen wir das Papier einfach um und zeichnen von der anderen Seite die Form nach, wobei der am Papier haftende Bleistiftgraphit auf das Holz übertragen wird. Diese Methode hat den Vorteil, daß durch das Abzeichnen der Bauplan nicht beschädigt wird. Zum anderen kann man so jedes Stück Sperrholz sehr gut ausnutzen, was mit Pauspapier wegen der Undurchsichtigkeit nicht möglich ist.

### Der Rumpfkopf

Für den Rumpfkopf verarbeiten wir möglichst Erle, Linde oder Pappel. Diese Hölzer lassen sich wegen ihrer gleichmäßigen Dichte (keine harten Jahresringe) gut bearbeiten. Die Holzfaser des Rumpfkopfes verläuft immer in Flugrichtung. Bevor wir mit dem Aufzeichnen beginnen, sägen und hobeln wir das Stück Holz auf die Stärke der Rumpfkopfbreite (an der stärksten Stelle gemessen), dann erst wird die Seitenansicht aufgezeichnet, wie Abb. 45 zeigt. Nun wird das Holz im Schraubstock oder in der Hobelbankzange eingespannt und mit der Schweifsäge ausgesägt. Anschließend wird die Draufsicht aufgezeichnet und der Rumpfkopf danach weiter bearbeitet. Stimmt die Seitenansicht und Draufsicht mit

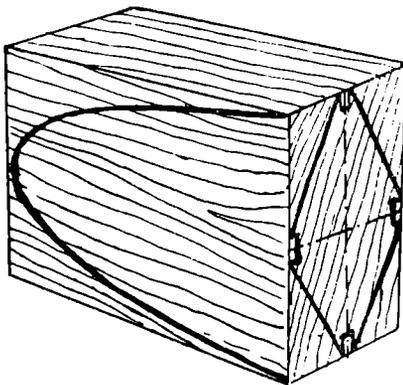


Abb. 45

der Bauzeichnung überein, können wir dem Rumpfkopf mit Raspel und Feile die richtige Querschnittsform geben. Anschließend werden die Holmeinlassungen mit einem schmalen Stecheisen eingearbeitet. (Kontrollen mit den vorgesehenen Gurten durchführen.)

Jetzt richten wir uns die Seitenrumpfgurte her und leimen diese in den Rumpfkopf ein. Dies tun wir, damit die Leimungen gut trocknen können, bevor wir mit dem Zusammenbau beginnen. Da die Seitengurte für den geraden Aufbau ausschlaggebend sind, werden nur diese vorläufig eingeleimt.

### Vorarbeiten der Holme

Zunächst bauen wir nicht am Rumpf weiter, sondern biegen und leimen alle Leisten und Holme des Rumpfes, der Tragfläche und des Leitwerkes sowie die Randbogen. Dazu bespannen wir unser Arbeitsbrett mit Papier. Hierauf wird die Vorderansicht der Tragflügelholme genau mit

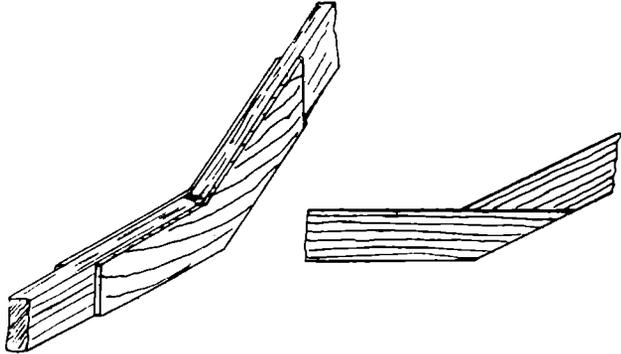


Abb. 46

einem spitzen Bleistift aufgezeichnet. Haben wir als Hauptholm, wie es bei unserem Flugmodell „Freundschaft“ der Fall ist, nur eine hochkantstehende Leiste, so wird diese am Knick zusammengeschaftet und mit 1 mm Sperrholz beplankt, wie Abb. 46 zeigt. Bauen wir dagegen den Doppelzurtholm des Flugmodells „Immer bereit“ oder „Iskra“, dann werden die

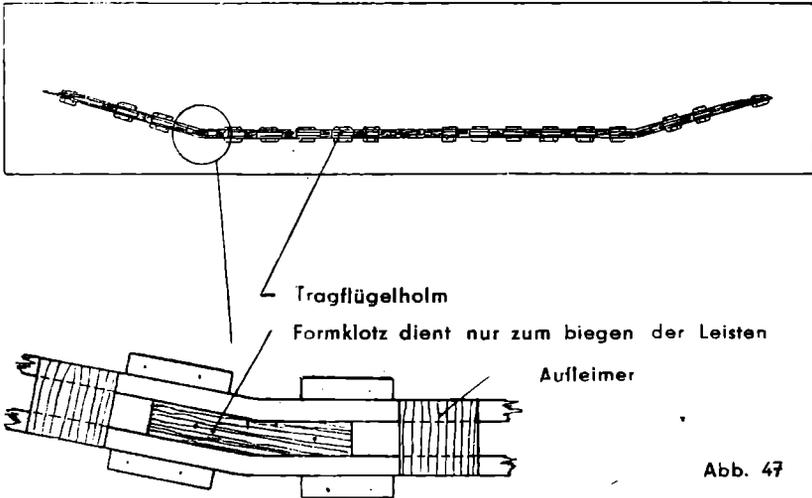


Abb. 47

Leisten an den jeweiligen Knickstellen gebogen. Dies dürfen wir natürlich nicht frei Hand tun, sondern wir heften auf das Arbeitsbrett, dort wo der Knick gewünscht wird, kleine Nagelklötzchen so auf, wie wir auf Abb. 47 sehen. Die Leisten werden nun etwa zehn Minuten über Dampf angefeuchtet. Abb. 48, und anschließend zwischen die Nagelklötzchen gedrückt. Auf dieselbe Weise biegen wir ebenfalls die Nasen- und Endleiste. Auf den eben frisch in die Schablone gebrachten Doppelgurtholm leimen wir von einer Seite Sperrholzbeplankungen (Sperrholzstege) so auf, wie wir auf Abb. 47 erkennen können. Diese Methode hat den Vorteil, daß der Holm unbedingt seine Form beibehalten muß. Im Bauplan „Immer bereit“ ist vom Konstrukteur eine andere Arbeitsweise angegeben. Das muß unbedingt berücksichtigt werden, wenn ihr euch Zeit und Mühe ersparen wollt. Sind die Holme des Tragflügels auf die eben beschriebene Weise in die Schablonen gebracht worden, werden V-förmige Höhenleitwerke, z. B. der „Iskra“, auf derselben Art vorgearbeitet. Aber auch stark durchgebogene Kielgurte, z. B. des Rumpfes des Flugmodells „Immer bereit“, werden entweder zwischen Nagelklotzschablonen naß gebogen oder, was noch besser ist, der Kielgurt wird aus zwei Leisten in einer genauen Seitenansichtsschablone zusammengeleimt (Abb. 49).

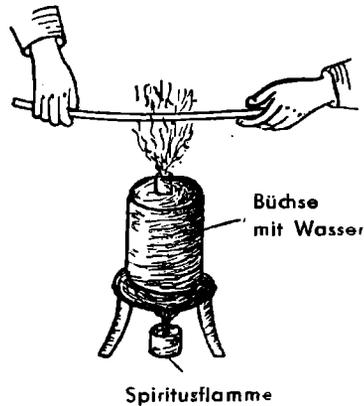


Abb. 48

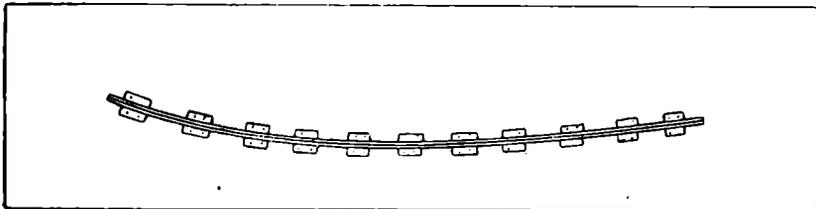


Abb. 49

### Herstellung der Randbogen

Da wir die Flügel und Leitwerksrandbogen wegen der hohen Festigkeit aus dünnen Leisten von  $1 \times 3$  mm zusammenleimen (lamellieren), stellen wir diese auch gleich her. Hierzu zeichnen wir auf ein dünnes Brettchen

oder ein Stück Sperrholz, das als Schablone dient, die genaue Form von der Zeichnung ab. Danach wird diese ausgesägt, befeilt und auf das papierbespannte Arbeitsbrett genagelt. Nun können die Leisten im trocknen Zustand mit Leim bestrichen und um die Schablone gelegt werden. Mit Nagelklötzchen drücken wir diese Leisten fest gegen die Schablone. (Abb. 50.)

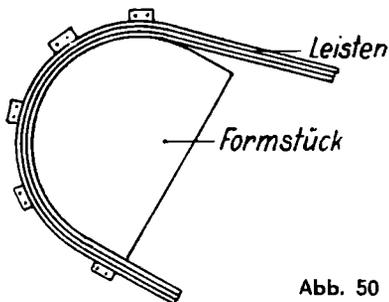


Abb. 50

### Herstellung der Spanten und Rippen

In der Zeit, wo die Holme, Randbogen und Gurte trocknen, beginnen wir alle Einzelteile, wie Flügel, Leitwerksrippen und Rumpfspanten, auszuarbeiten. Sämtliche Teile werden vom Bauplan wieder mittels Transparentpapier abgezeichnet und auf das Sperrholz aufgetragen. Besonders muß bei den Rumpfspanten und Rippen darauf gesehen werden, daß die Faserrichtung des Sperrholzes immer in der längsten

Flächenausdehnung liegen muß, d. h. bei den Rippen verläuft sie von vorn nach hinten, bei den Rumpfspanten immer von oben nach unten. (Abb. 51.)

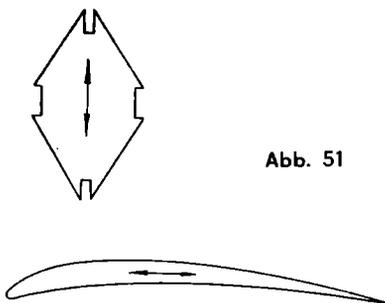


Abb. 51

Bevor wir mit dem Aufzeichnen der Einzelteile beginnen, müssen wir uns darüber Gedanken machen, wie wir jedes Stück Sperrholz am besten ausnützen können. Abb. 52 zeigt euch eine sehr zweckmäßige Aufteilung des Sperrholzes, die als Anregung dienen soll. Die Rumpfspanten sind meistens geradlinig (siehe Flugmodell „Immer bereit“ und „Iskra“), daher ist es zweckmäßig, wenn wir zum Abzeichnen ein Lineal zu Hilfe nehmen, um krumme Striche zu vermeiden. Für alle gleichbleibenden Rippen, die z. B. bei dem Flugmodell „Pionier“ mit T 4 bezeichnet werden, zeichnen wir zwei Musterrippen auf, sägen diese aus und befeilen beide, mit Stiften zusammengeheftet, bis sie genau die im Plan angegebene Form haben. Allerdings ohne Holmaussparung. Erst dann werden die zwei Musterrippen auseinandergenommen, wobei eine für das Aufreißen der jeweils notwendigen Anzahl Rippen benutzt wird. Die zweite dagegen benötigen wir erst später als zweite Schablone für den Rippenblock.

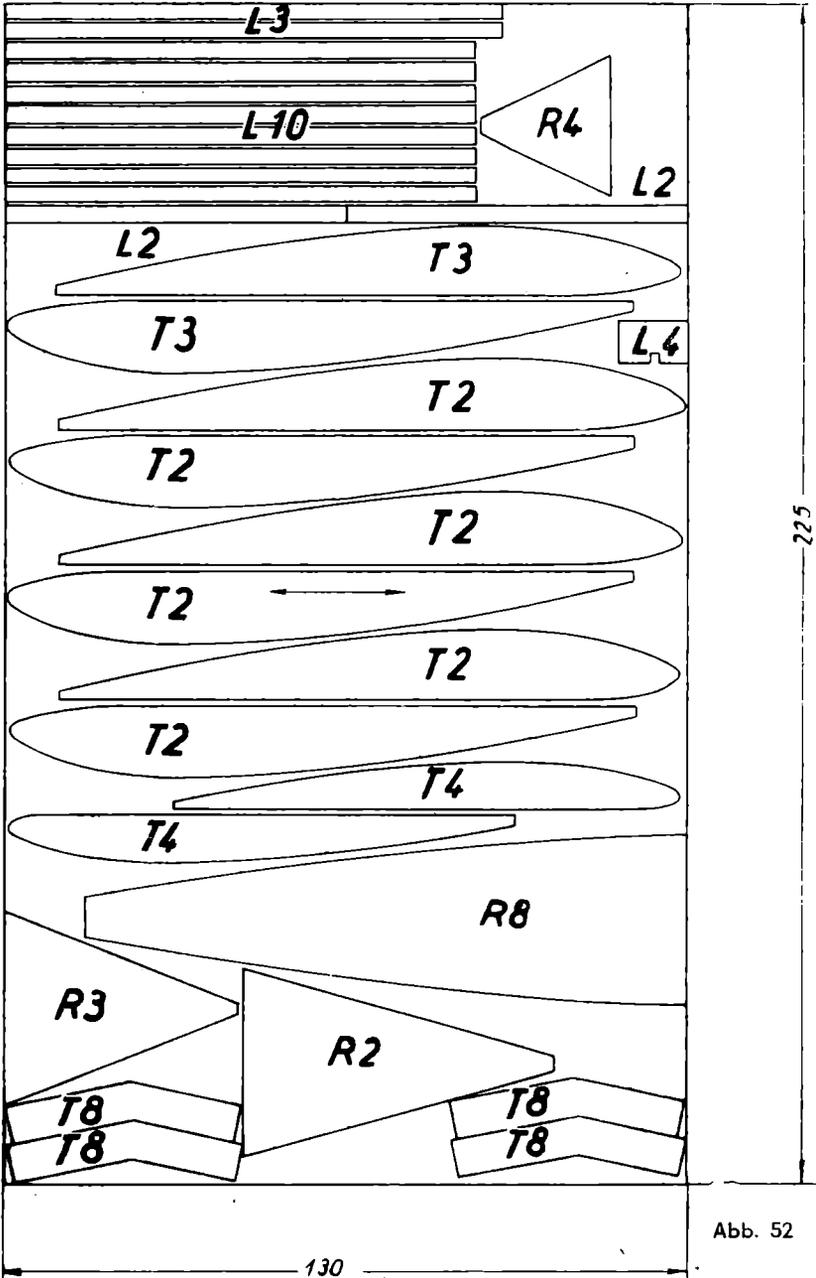


Abb. 52

### Richtiges Aufzeichnen der Rippen

Das Aufzeichnen der Rippen geschieht durch das Umreißen der Musterrippe mit einem spitzen, weichen Bleistift. Damit während des Auf-

zeichnens die Musterrippe nicht verrutscht, wird diese mit zwei Reißbrettstiften auf das Sperrholz geheftet. Dadurch entstehen in jeder Rippe zwei Löcher, die

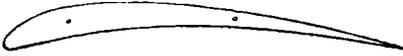


Abb. 53 Musterrippe mit Nagellöchern

später beim Zusammenfügen der Rippen zu einem Block den Vorteil haben, daß durch diese die zusammenhaltenden Holz- oder

Drahtstifte gesteckt werden können. Abb. 53. Auf diese Weise ist ein genaues Aufeinanderreihen zu

einem Block ohne weiteres möglich und außerdem für jeden Anfänger sehr leicht. Abb. 54. Sind alle Teile sauber aufgezeichnet, kann mit dem Herrichten der Laubsäge be-

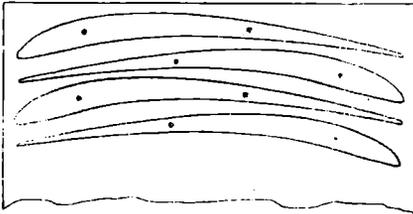


Abb. 54 Richtiges Aufreißen der Rippen nach der Musterrippe

gonnen werden.

### Herrichten der Laubsäge

Hierfür befestigen wir das Laubsägebrettchen mit der Zwinge am Tisch so, daß es nicht federt, da sonst ein sauberes Arbeiten nicht möglich ist. Das Laubsägeblättchen wird unter mittlerer Spannung, die Zahnspitzen immer nach unten zeigend, in den Laubsägebogen eingesetzt. Beim Anziehen der Flügelmutter am Laubsägebogen darf auf keinen Fall eine Zange benutzt werden, weil sonst die Flügelmuttern abbrechen und dadurch unsere Säge unbrauchbar wird. Ist dies alles beachtet worden, können wir mit dem Aussägen beginnen.

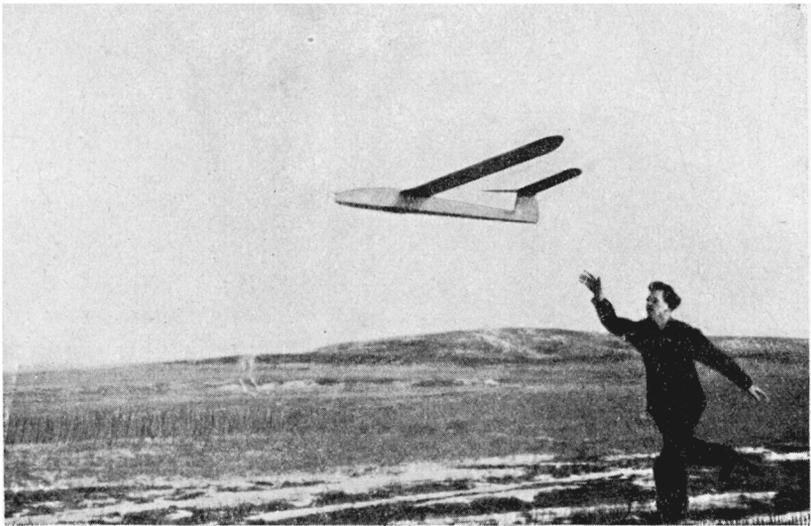
### Richtige Handhabung der Laubsäge

Die Laubsäge wird unter gelindem Druck gegen das Sperrholz geführt. Beim Sägen bleiben die Bleistiftstriche stehen, daher müssen wir immer dicht außen am aufgezeichneten Strich entlangsägen, damit noch etwas Holz zum späteren Nacharbeiten mit der Feile vorhanden ist. Die Holm- und Gurtausschnitte sowie die inneren Aussparungen werden immer zuletzt ausgesägt. Die Säge muß immer gerade (senkrecht) gehalten werden, da sonst besonders bei stärkeren Werkstoffen die Teile schief und somit unbrauchbar werden.

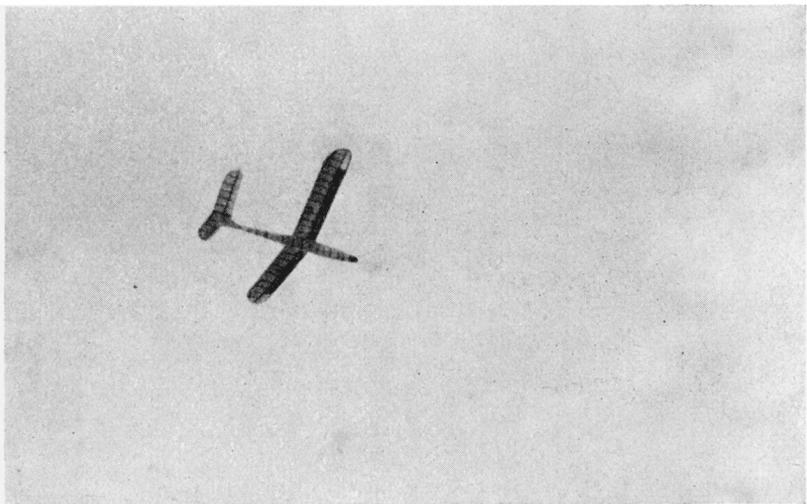
Zuerst bearbeiten wir die Rumpfspanten. Diese werden in einen Schraubstock eingespannt und mit der Feile sauber befeilt, bis sie die im Bauplan



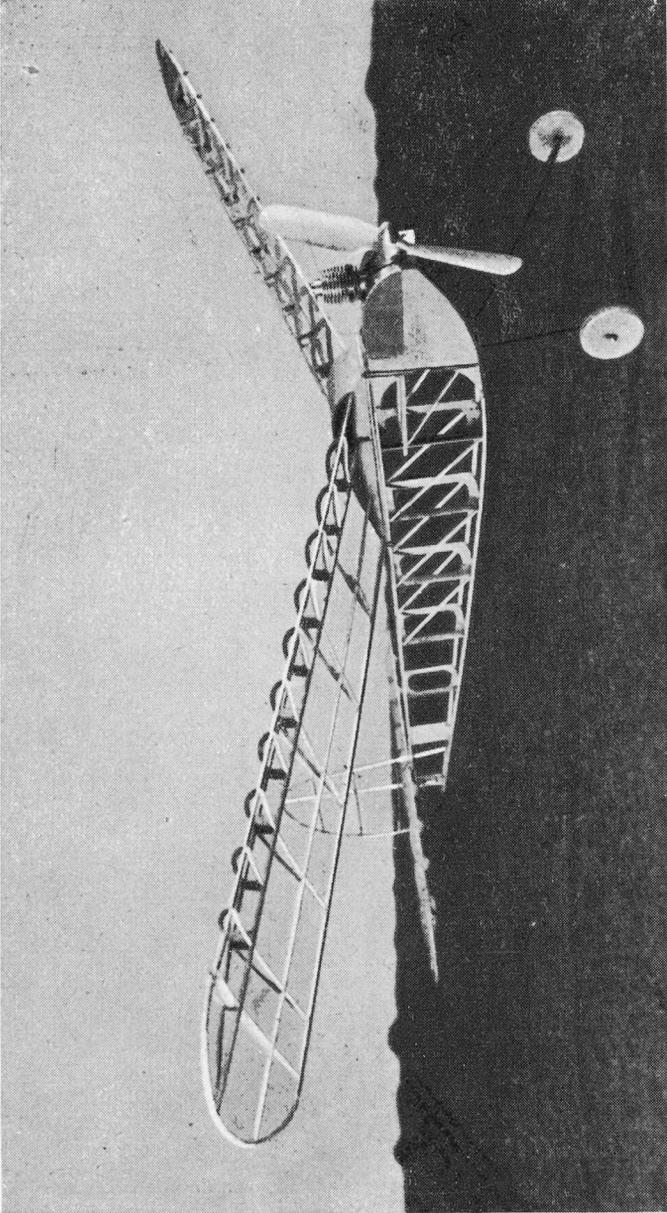
DDR-Meister im Modellflug der Klasse IVa 1953  
Irmgard Anton, Halle, mit ihrem Siegermodell



**Handstart eines Segelflugmodells**



**Segelflugmodell während des Fluges**



Einfaches Flugmodell mit Verbrennungsmotor für Anfänger



Flugmodell „Wolkenbeißer“ kurz vor dem Hochstart



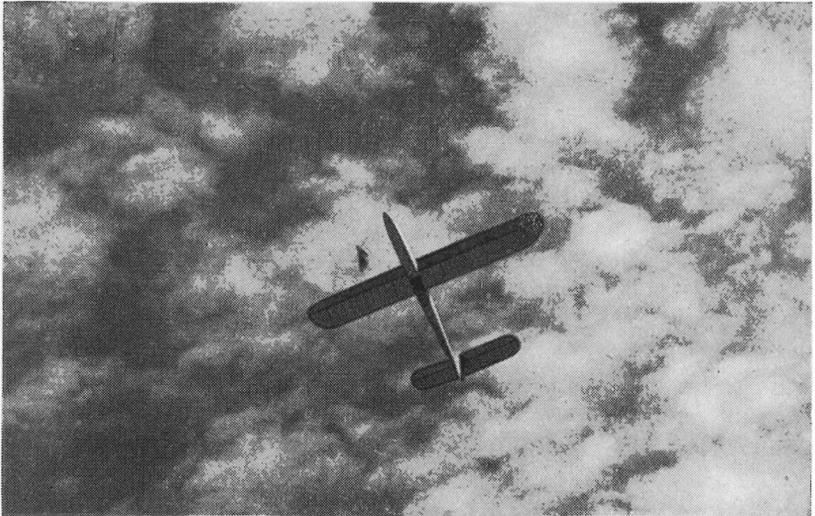
Junge Pioniere während eines Erfahrungsaustausches



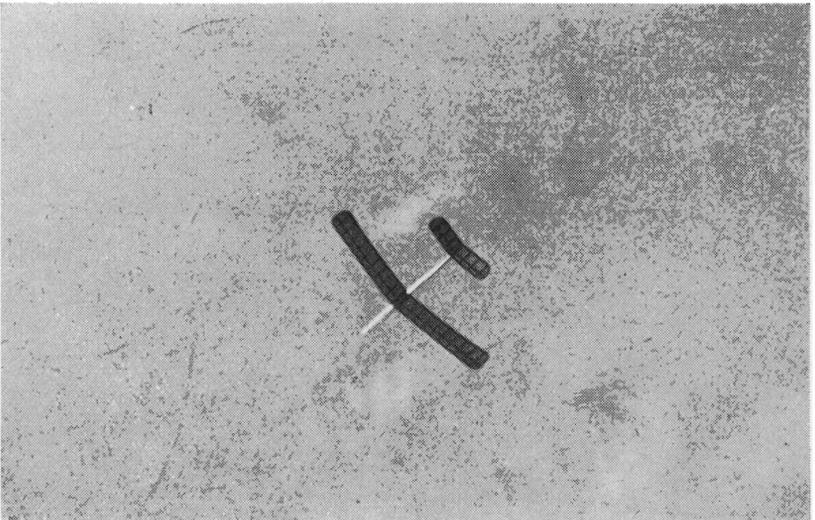
Ein Flugmodellbauer erklärt Jungen Pionieren ein Kraftflugmodell mit Verbrennungsmotor



Auch unsere Mädels sind dabei. Das Leistungsflugmodell „Junge Welt“ vor dem Höchststart



**Segelflugmodell „H 2“ im Hochstart**



**Segelflugmodell „H 1“ kurz nach dem Ausklinken der Hochstartleine**

vorgesehene Form haben. Anschließend sägen wir die Gurteinschnitte mit der Laubsäge ein und befeilen diese mit der Feile, bis die betreffende Gurtleiste zügig (nicht zu streng) reinpaßt. Erst nach diesem Arbeitsgang können die Spanten innen soweit, wie auf der Zeichnung vorgesehen, ausgespart werden. Sind alle Rumpfspanten genau gearbeitet und auf ihre Genauigkeit nochmals geprüft worden, werden sie zusammengebündelt in einen kleinen Kasten gelegt, damit uns kein Teil verlorengeht.

### Bearbeitung des Rippenblocks

Als nächstes werden die Flügel- und Leitwerksrippen weiter bearbeitet. Hierzu heften wir alle gleichbleibenden Rippen mittels zwei durchgehender Holz- oder Drahistifte zu einem Block zusammen. (Abb. 55, 56.)

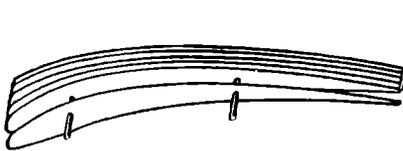


Abb. 55 Zusammenfügen zum Rippenblock

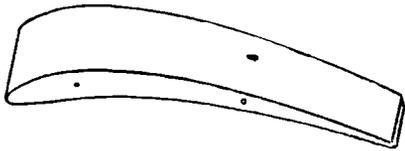


Abb. 56 Zusammengeführter Rippenblock

Auf jede Seite wird nun eine Musterrippe aufgenagelt. Im Schraubstock wird dieser Rippenblock genau auf die Form der Musterrippen gefeilt. Hierbei ist besonders darauf zu achten, daß die Feile nicht einen Bogen beschreibend, sondern quer in einer waagerechten Ebene zum Rippenblock geführt wird. (Abb. 57.) Nach der Feile folgt noch eine Nacharbeit mit der Sandpapierfeile. Hierdurch wird eine besonders saubere Fläche erzielt. Ist alles soweit in Ordnung, reißen wir uns die Holzeinschnitte nach der Zeichnung an beiden Seiten der Musterrippen genau an, verbinden diese auf der jeweiligen Ober- und Unterseite miteinander und sägen mit der Feinsäge die Holmaussparungen aus. (Abb. 60, 61.)

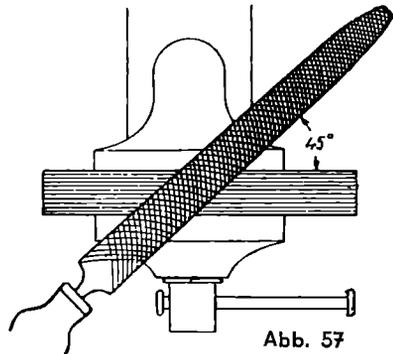


Abb. 57

Dabei ist zu beachten, daß die Aussparungen eher etwas enger sein können und mit der Schlüsselfeile passend nachgearbeitet werden, als daß diese zu groß sind. Auch ein zu strenger Sitz der Leisten ist zu vermeiden, weil dadurch leicht ein Verzug der Rippen und somit des ganzen Flügels verursacht werden kann. Nach diesem Arbeitsgang ist



Abb. 58 a

b

c

d

e

Abb. 59 richtig

- a) einzelne Rippen sind zu klein ausgeschnitten
- b) der Rippenblock ist schief gefeilt
- c) die Feile wurde nicht in einer Ebene über den Rückenblock geführt
- d) die Unterseite des Rippenblocks ist schief gefeilt
- e) Der Einschnitt für die Nasenleiste ist schief eingesägt

der Rippenblock fertig und kann wieder auseinandergenommen werden. Sind innere Aussparungen zwecks Gewichtserleichterung vorgesehen, so werden jeweils drei bis vier Rippen nochmals leicht zusammengeheftet und innen mit der Laubsäge ausgesägt. Auf keinen Fall ist es ratsam, den ganzen Block in einem Arbeitsgang auszuspären, da meistens schief gesägt wird, außerdem die feinen Sägeblättchen sehr leicht reißen können. Bei der Herstellung von gleichbleibenden Höhenleitwerksrippen ist der Arbeitsgang derselbe. Die jeweils verjüngten Außenrippen dagegen werden zu zweit zusammengefügt, im Schraubstock befeilt und anschließend mit

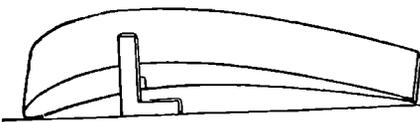


Abb. 60

Richtiges Anreiben des Holmeinschnittes

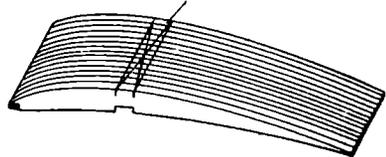


Abb. 61

Richtiges Einschnneiden der Holmeinschnitte

den entsprechenden Ausschnitten versehen. Auf diese Weise wird unbedingt eine Gleichmäßigkeit erreicht. Die Seitenleitwerksrippen müssen allerdings wegen ihrer jeweils verschiedenen Formen einzeln ausgearbeitet werden.

### Der Rumpfaufbau

Sind alle Einzelteile hergestellt, wird mit dem Aufbau des Rumpfes begonnen. Für diese Arbeit ist eine Helling (Arbeitsbrett) unbedingt notwendig. Je nach der Form des Rumpfes muß diese verschieden sein. Wir werden zunächst zwei Arten für den Aufbau von Spantenrümpfen hintereinander erklären. Für einen Rumpf, wie ihn z. B. das Flugmodell „Iskra“ besitzt, wird die Helling folgendermaßen hergestellt

### Herstellung der Seitenhelling

Auf das mit Papier bespannte Arbeitsbrett zeichnen wir uns die Rumpfspantenabstände sauber auf, legen den Winkel an die Kante des Brettes

an und ziehen mit dem Bleistift alle Spantenabstände quer über das Brett nach. Anschließend werden soviel Leisten von  $10 \times 10 \times 240$  mm angefertigt, wie wir Rumpfspanten haben. Diese nageln wir so auf, daß sie immer mit einer Längskante die quergezogenen Striche (Rumpfspantenabstände) berühren und 120 mm seitlich über das Brett hinausragen. Es ist besonders darauf zu achten, daß diese Leisten gleich stark sind, da sonst

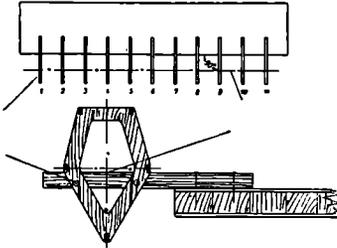


Abb. 62

die Rumpfgurte wellig verlaufen. Zur Kontrolle, ob alle Leisten gleich hoch sind, nehmen wir eine Richtleiste und legen sie hochkant auf die aufgenagelten Leisten. Dabei muß jetzt jede einzelne Leiste die Richtleiste berühren. Durch entsprechendes Unterlegen von Papier oder Karton, zwischen Brett und Leiste, können Ungenauigkeiten beseitigt werden. Mit der flach aufliegenden Richtleiste wird jetzt über alle Leisten eine gerade Linie aufgezeichnet. Das ist die Rumpfmittellinie. Dieselbe müssen wir auch auf die Rumpfspanten aufzeichnen, damit wir einen Anhaltspunkt für den geraden symmetrischen Aufbau des Rumpfes haben. Die Rumpfspanten werden dann der Reihenfolge mittels Reißbrettstifte an den Leisten so befestigt, daß beide Mittellinien, die von dem jeweiligen Rumpfspant und der Leiste, übereinstimmen. Dabei müssen die Rumpfgurteinschnitte

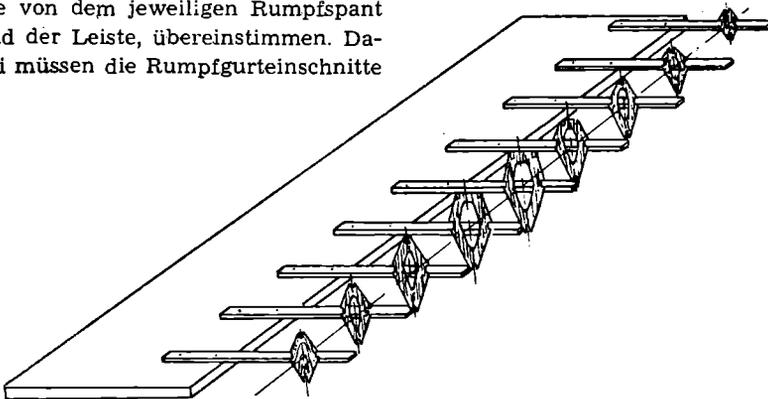


Abb. 63

genau mit der Leistenoberkante abschneiden. (Abb. 62 und 63.) Sind alle Spanten gut ausgerichtet, werden die Seitengurte mit dem schon früher eingeleimten Rumpfkopf fest eingeleimt. Erst nach dem Trocknen folgen die übrigen Rumpfgurte. Geleimt wird so, daß nach dem Einsetzen der

Gurte die gebildeten Winkel mit Zelluloseleim (Duosan) betupft werden. Dadurch entstehen Leimmuffen, die sich durch große Haltbarkeit auszeichnen.

### Aufbau eines Dreikantrumpfes

Für den Aufbau des Dreikantrumpfes des Flugmodells „Freundschaft“ und „Immer bereit“ benutzen wir eine andere Helling, weil ein einwandfreier Aufbau dieser Rumpfform auf der eben beschriebenen Seitenhelling nicht gut möglich ist. Wir bespannen zunächst wieder unser Arbeitsbrett mit Papier und zeichnen uns die Rumpfdraufsicht sauber auf. Anschließend fertigen wir kleine Nagelklötzchen aus etwa  $5 \times 5 \times 30$  mm. Diese

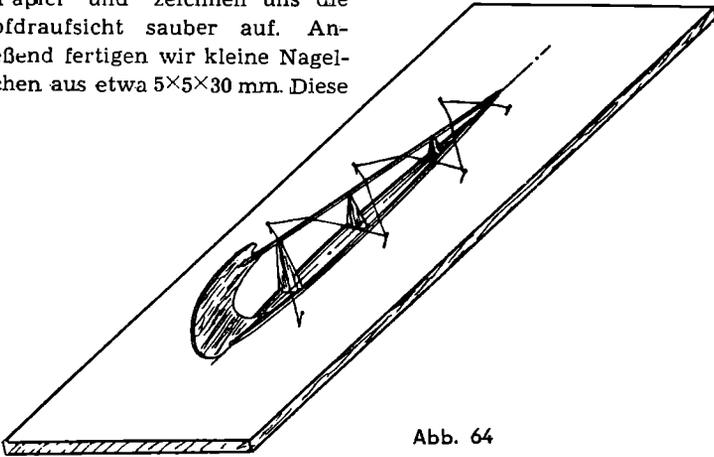


Abb. 64

heften wir jeweils dort, wo ein Rumpfspant eingeleimt wird, so auf, daß der äußere Rumpfstrich gerade verdeckt wird. Nun werden die Rumpfspanten dazwischengesetzt, der vorgebogene verputzte Kielgurt wird eingepaßt, alle Teile gut ausgerichtet und verleimt. (Abb. 64.) Es ist noch zu beachten, daß der letzte Spant vom Flugmodell „Immer bereit“ erst später eingeleimt wird, da dieser gleichzeitig als Seitenleitwerksholm ausgebildet ist und deshalb beim Aufbau des Rumpfes stören würde.

Die Rumpfkopfform des Flugmodells „Freundschaft“ weicht der Einfachheit halber von der üblichen Form ab und ist so zu fertigen, wie im Plan angegeben ist.

### Aufbau des Tragflügels

Zunächst werden alle gebogenen und verleimten Holme aus der Schablone genommen und verputzt, d. h. die aufgeleimten Beplankungen werden sauber befeilt, die Nasenleiste vorn gut gerundet und die Endleiste nach

hinten keilförmig zugespitzt. Nach diesem Arbeitsgang wird das Hellingbrett hergerichtet. Auf ihm bringen wir die seitlichen Unterstützungen, die genau der Holmform (einfache V-Form oder Knickflügel) entsprechen,



Abb. 65



Abb. 66

an. (Abb. 65, 66, 67.) Darauf bespannen wir einen neuen Bogen Papier mit der Draufsicht des Tragflügels. Anschließend wird der Hauptholm aufgesetzt und mit Drahtstiften und Klötzchen in der richtigen Lage gehalten. Nun können die Rippen eingesetzt werden, anschließend die Nasen- und Endleiste. Letztere wird noch zum besseren Sitz der Rippen mit kleinen Einschnitten versehen. Jetzt wird alles genau nach der Aufzeichnung ausgerichtet. Die Rippen müssen geradestehen, Holme, Nasen- und Endleiste werden auf einen geraden Verlauf kontrolliert und mittels Drahtstifte in die richtige Lage gehalten. Erst nach einer sorgfältigen Überprüfung wird alles fest zusammengeleimt.

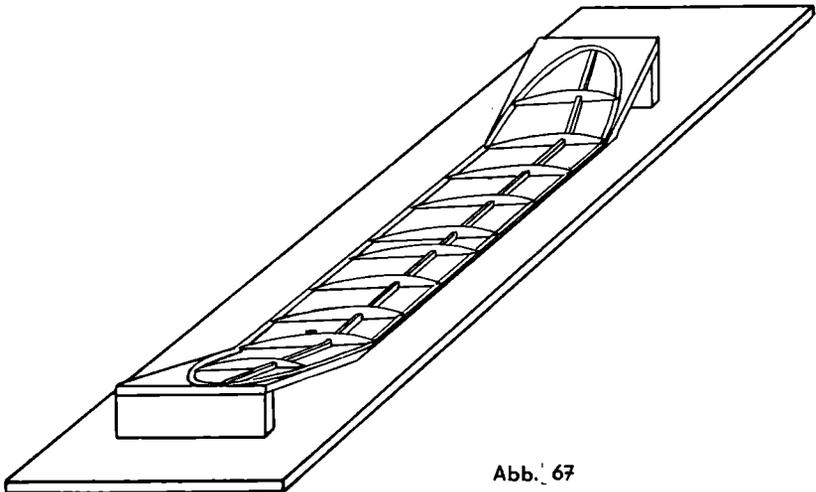


Abb. 67

### Aufbau des Höhenleitwerks

Ist die Tragfläche verleimt, beginnen wir mit dem Aufbau des Höhenleitwerks. Dieses wird in der Regel auf derselben Weise wie die Tragfläche auf einer Helling zusammengefügt und verleimt. Normalerweise verwenden wir zwei Leitwerksformen, die uns von dem Flugmodell

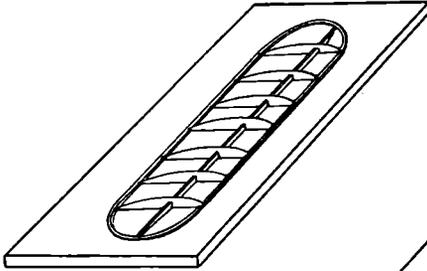


Abb. 68

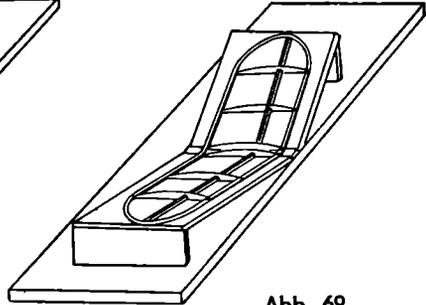


Abb. 69

„Iskra“ und „Immer bereit“ bekannt sind. Ersteres hat ein V-förmiges Leitwerk, dagegen letzteres ein gerades. Je nach der Form müssen wir also die Helling entsprechend verschieden herrichten. (Abb. 68, 69.)

### Aufbau des Seitenleitwerks

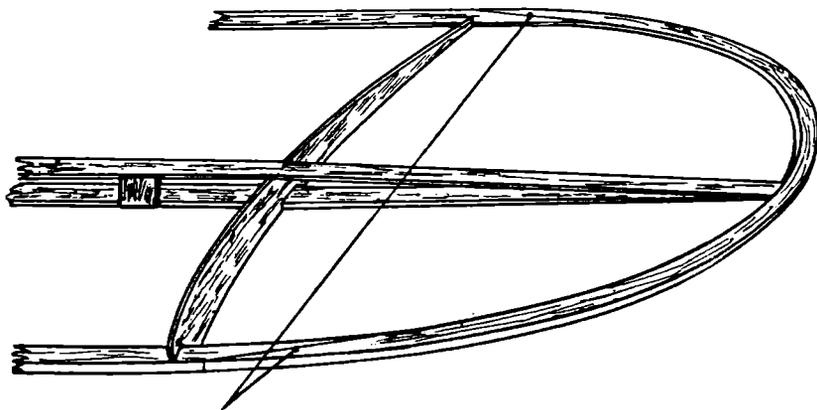
Ist das Höhenleitwerk verleimt, beginnen wir mit dem Aufbau des Seitenleitwerks. Der Hauptholm wird zweckmäßigerweise aus dem verlängerten Rumpfspant gebildet. Diese Konstruktion hat den Vorteil, daß ein leichter, fester und gerader Aufbau des Seitenleitwerks gut möglich ist. Die Leitwerksformen sind verschieden und bedingen somit unterschiedlich voneinander abweichende Arbeitsweisen. So müssen wir z. B. beim Flugmodell „Immer bereit“ darauf achten, daß zuerst das Höhenleitwerk vollständig fertiggestellt und im Rumpf eingeleimt wird, bevor wir das Seitenleitwerk aufbauen. Dies ist notwendig, da wir sonst das Höhenleitwerk nicht mehr zwischen das Seitenleitwerk bekommen. Bauen wir dagegen das V-förmige Leitwerk des Flugmodells „Iskra“, so kann der Seitenleitwerkstummel zuerst fertig aufgebaut werden, da das Höhenleitwerk mittels einer Zungenbefestigung aufgesteckt wird. Ist dieser Unterschied der Arbeitsweise berücksichtigt worden, können wir das Seitenleitwerk aufbauen. Hierzu werden die Nasen- und Endleisten oder die Leitwerksumrandung des Seitenleitwerkes noch auf die richtige Form bearbeitet. Die Nasenleiste wird vorn leicht gerundet, dagegen die Endleiste nach hinten auf 1 mm auslaufend keilförmig verjüngt. Die Seitenleitwerksumrandung des Flugmodells „Freundschaft“ und „Immer bereit“ zum Beispiel, die aus mehreren Leisten lamelliert wurde, wird nun seitlich mit der Sandpapierfeile auf

etwa 2 bis 2,5 mm verputzt. Die äußeren Kanten werden anschließend abgerundet. Nun können die Rippen eingesetzt und die Umrandung dem Rumpf angepaßt werden. Beim Flugmodell „Iskra“ ist der Zungenkasten vorher zusammenzuleimen. Dieser wird jetzt in die entsprechenden Aussparungen zwischen die obere und mittlere Leitwerksrippe gedrückt. Es ist notwendig, daß wir vor dem Zusammenbau die Aussparungen für den Zungenkasten gut passend feilen, damit ein Verzug der Rippen vermieden wird. Sind alle Teile auf ihren richtigen Sitz kontrolliert, können diese verleimt werden.

### **Anschäften der Randbogen an Flächen und Höhenleitwerk**

Die Schäftstellen der Seitenleitwerksumrandung werden an den Rumpfgurten mittels Federklammern angedrückt oder mit Zwirn gebunden. Dadurch wird die Leimstelle gut zusammengepreßt. Nach dem Trocknen wird die Zwirnbindung wieder entfernt. Nun sind zunächst noch die Randbogen am Tragflügel und Höhenleitwerk anzuschäften, mit Ausnahme der fest eingeleimten Leitwerke, wo wir diesen Arbeitsgang schon vor dem eigentlichen Einbau des Höhenleitwerkes durchführen mußten. Vor dem Anschäften sind die Randbogen mit der Sandpapierfeile sauber zu verputzen und die äußeren Kanten gut abzurunden.

Erst dann werden diese mit der Laubsäge genau auf die in der Zeichnung angegebene Länge geschnitten. Mit einem scharfen Stecheisen und einer Feile werden die Schäftungen passend gearbeitet. Anschließend wird der



**Abb. 70 Schäftstellen**

Randbogen dem Flächenende angepaßt und die Nasen- und Endleiste angeschäftet. Ist die Schaftstelle (Leimfuge) sauber und dicht, nicht krumm oder wellig, kann der Randbogen angeleimt werden. Für den genügenden

Leimdruck sorgen jeweils Federklammern. Nach dem Trocknen können die Schäftstellen mit der Sandpapierfeile verputzt werden. Es ist noch zu sagen, daß wir auf lange Schäftungen besonderen Wert legen, weil nur dadurch eine gute Haltbarkeit erreicht werden kann. (Abb. 70.) Nach diesem Arbeitsgang ist an der Tragfläche noch das Befestigungsbrettchen anzuleimen. Für den richtigen Einstellwinkel derr Tagfläche zum Rumpf sorgt das vordere Füllklötzchen, das zwischen Befestigungsbrettchen und Nasenleiste geleimt wird. Das Flugmodell „Immer bereit“ macht eine Ausnahme. Hier wird das Brettchen direkt an der Nasenleiste angeleimt. Der richtige Einstellwinkel wird durch eine keilförmige Auflage auf der Rumpfoberseite erreicht. Dies ist sehr vorteilhaft, weil hierdurch die Tragfläche nach dem Bespannen gut auf der unveränderten Helling ausgerichtet werden kann. Beim Aufleimen des Befestigungsbrettchens muß unbedingt auf einen geraden Sitz geachtet werden, da sonst die Tragfläche zum Rumpf schief sitzt und damit kein guter Flug zu erreichen ist. (Abb. 71, 72.)

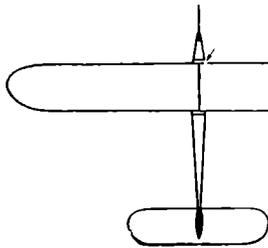


Abb. 71

Gerade aufgeleimtes Befestigungsbrettchen

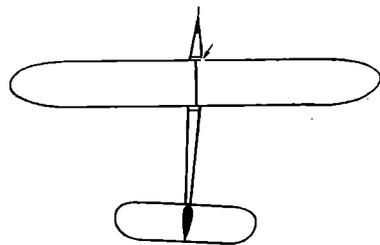


Abb. 72

Schief aufgeleimtes Befestigungsbrettchen

Am Rumpf sind jetzt noch die Flächenbefestigungsdübel, wie im Bauplan angegeben, einzuleimen. Aber auch den Hochstarthaken dürfen wir nicht vergessen. Am besten wird dieser aus einem Stück 3mm Sperrholz hergestellt und an den Kielgurt angeleimt. Gut ist ebenfalls, den Kielgurt durch eine 3x5-Leiste zu verstärken, die gleichzeitig die Kufe bildet und außerdem die Rumpfbespannung bei der Landung schützt. Hinten läuft diese in die richtige Hochstarthakenform aus. (Abb. 73.)



Abb. 73 Zweckmäßige Formen des Hochstarthakens

Oft macht die richtige Beschwerung am Rumpfkopf Schwierigkeiten. Die angegebene Rumpfkopfbohrung zur Bleiaufnahme ist meistens zu klein. Es ist daher angebracht, wenn wir den Raum zwischen Rumpfkopf und Spant 1 als Bleikammer ausbilden. Hierzu brauchen wir nur die entsprechenden Felder mit 1 mm-Sperrholz zu schließen. Auf der oberen Seite wird eine Öffnung eingearbeitet, die durch einen drehbaren Verschluss geschlossen wird. Ein Ausfüllen des Hohlraumes mit Watte wird das Klappern der Bleistücke vermeiden.

Bevor wir mit dem eigentlichen Rohbau des Flugmodelles, z. B. der Iskra, fertig sind, müssen wir die Zunge in das V-förmige Höhenleitwerk einleimen. Hierzu werden die Mittelrippen mit der Zunge verleimt. Für das Ausrichten des Höhenleitwerks ist es gut, wenn der Tragflügel aufgesetzt wird, mit dessen Hilfe der gerade Sitz besser kontrolliert werden kann. Jetzt ist unser Flugmodell soweit im Rohbau fertig. Bevor wir es bespannen, müssen alle Teile nochmals sauber mit Sandpapier abgeschliffen (verputzt) werden. Dann können wir mit Ausnahme der kleinen Flugmodelle, z. B. „Pionier“ und „Freundschaft“ die Zeichenkartonnase aufziehen. Sie bietet den Vorteil, daß die Profilform sehr gut erhalten bleibt,

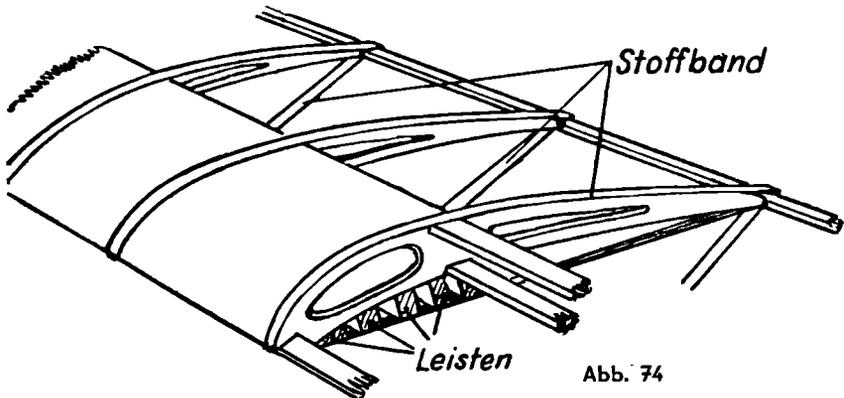


Abb. 74

außerdem nimmt sie die auftretenden Verdrehungskräfte auf. Oft macht das Aufleimen Schwierigkeiten. Verhältnismäßig leicht ist diese Arbeit, wenn der Zeichenkartonstreifen in der ganzen Breite geschnitten wird, also von Hinterkante Untergurt zur Hinterkante Obergurt reicht. Die Länge beträgt jeweils eine Tragflächenlänge von der Flügelwurzelrippe bis zur letzten Rippe gemessen. Über einer Tischkante oder einer Leiste wird nun der Zeichenkarton vorgebogen. In der Zwischenzeit können sämtliche Rippen einschließlich Hauptholm mit verdünntem Kaseinleim bestrichen werden. Die Nasenleiste bleibt frei, da sonst der Karton an diesen Stellen Falten schlägt. Mit etwa 10 mm breiten Stoffstreifen kann die Nase durch

umwickeln fest auf die Rippen aufgedrückt werden. Der auf der Unterseite entstehende Hohlraum wird mit einigen Leisten gefüllt, die den Zeichenkarton fest gegen die Rippen pressen. Beim Aufleimen der Kartonnase muß die Tragfläche gerade sein, weil nach dem Aufleimen ein Verzug nur sehr gering ausgeglichen werden kann. (Abb. 74.) Nach etwa 12 Stunden ist die Nase fest und die überstehenden Kanten des Kartons können mit einem scharfen Messer entfernt werden. Nun können wir unser Flugmodell bespannen. Hierzu nehmen wir mittelstarkes Bespannpapier 30 bis 40 gr.

### Das Bespannen und Cellonieren

Als Leim ist ein guter Tapetenkleister zu empfehlen. Da das Bespannpapier eine Faserrichtung hat, muß diese besonders berücksichtigt werden. In dieser Richtung ist das Papier besonders fest und fällt wenig ein. Darum achten wir darauf, daß die Papierfaser bei der Tragfläche und beim Leitwerk quer zu den Rippen verläuft.

(Abb. 75.)

Beim Rumpf dagegen liegt sie in Flugrichtung. Sind wir uns über den richtigen Faserverlauf klar, kann bespannt werden. Zuerst beginnen wir auf der Flügelunterseite. Warum? Durch die hohle Unterseite hat das Papier das Bestreben, sich von den Rippen zu lösen. Wir haben somit die

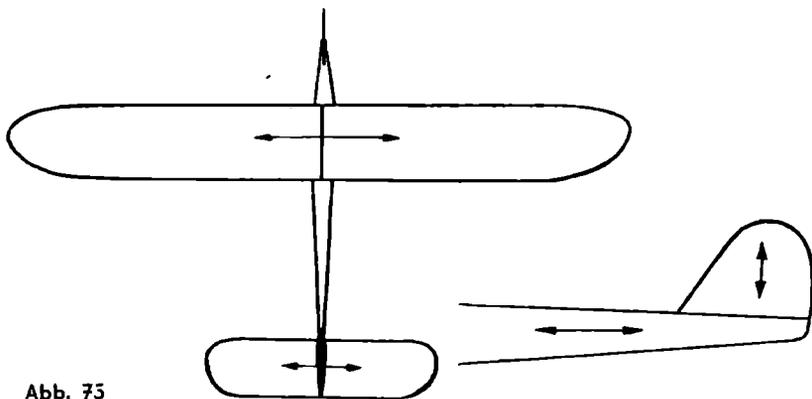


Abb. 75

Möglichkeit von oben nochmals Leim nachzustreichen. Es ist zweckmäßig, reichlich Leim an der Unterseite aufzutragen um ein Lösen zu vermeiden. Eine lose Bespannung gefährdet auf jeden Fall die guten Flugeigenschaften und Leistungen des Flugmodells. Ist die Unterseite abgetrocknet, wird die Oberseite bespannt. Falten müssen nach Möglichkeit gleich ver-

mieden werden. Das Papier wird vor dem Bespannen auf die reichliche Größe zugeschnitten. Das nach dem Bespannen überstehende Papier wird mit einer scharfen Schere oder einer Rasierklinge abgeschnitten. Als nächstes Teil bespannen wir die Übergänge vom Seitenleitwerk zum Höhenleitwerk. Das Bespannpapier ist leicht anzufeuchten, damit es sich gut an die Rippen anschmiegt.

Anschließend wird das Leitwerk fertig bespannt. Als letztes Teil folgt der Rumpf. Die einzelnen Seiten müssen jeweils für sich bespannt werden, da wir sonst keinen faltenfreien Rumpf bekommen. Zu sagen ist noch, daß die Zeichenkarton-Nase nicht mit bespannt wird, da diese sonst faltig wird. Erst wenn alles gut getrocknet ist, wird die Bespannung mit einem Zerstäuber gewässert. (Abb. 76.)

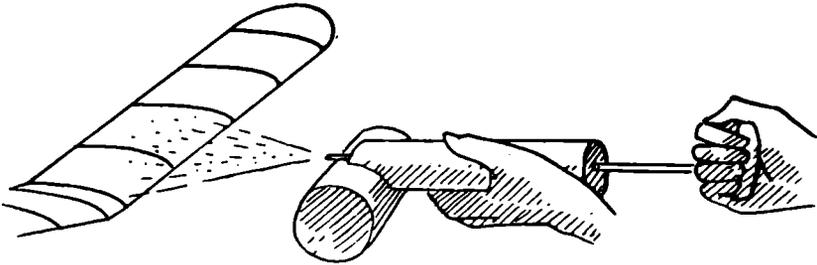


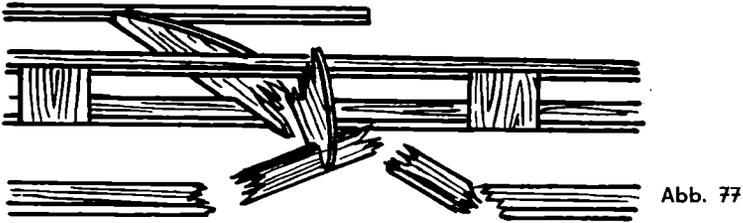
Abb. 76

Sämtliche Teile, besonders die Tragfläche, müssen sofort auf die Helling aufgespannt werden, damit sie verzugsfrei bleiben. Bei den fest eingebauten Leitwerken ist dies nicht möglich, daher müssen wir diese Teile sowie den Rumpf während des Abtrocknens laufend beobachten und Verzugseignungen durch entsprechendes Gegenbiegen mit den Fingern vorbeugen. Beim Cellonieren mit Spannlack ist auf diese Verzugsgefahr nochmals zu achten. Der Raum muß für diese Arbeit eine mittlere trockne Temperatur haben. Diejenigen, die es besonders eilig haben und daher ihre Bespannung in der Nähe oder über dem Ofen trocknen wollen, seien besonders gewarnt, weil hierdurch unbedingt bei der schnellen Abtrocknung ein Verzug des Tragflügels und Leitwerks unvermeidbar ist. Das Cellonieren erfolgt in der Regel zweimal. Dabei wird der Spannlack erst quer (nicht zu dick) zur Flugrichtung auf den Tragflügel aufgetragen und sofort in Flugrichtung nachgestrichen (weichen Pinsel benutzen). Jetzt braucht nur noch die richtige Schwerpunktlage hergestellt werden, und unser Flugmodell ist flugfertig.

Bevor ihr euer Flugmodell einfliegt, ist es unbedingt ratsam, zuerst den Abschnitt „Das Einfliegen von Flugmodellen“ zu studieren. Dadurch

werdet ihr euch selbst vor unnötigem „Bruch“ schützen. Da es bei späteren Flügen kaum ohne Bruch abgeht, wollen wir euch noch erklären, wie Leisten und Holmbrüche wieder repariert werden.

Meistens wird bei unsanften Landungen die Tragfläche beschädigt. Angenommen, unser Modell fliegt gegen einen Baum und drückt dabei die Nasenleiste ein. (Abb. 77.) Diese wird folgendermaßen ausgebessert. Von



der Tragfläche entfernen wir die Nase soweit, wie das für das Anschäften der Leiste notwendig ist. Es wird dann ein neues Stück Leiste dazwischen geleimt. (Abb. 77.) Die Leisten werden hierbei auf dem Arbeitstisch mit einer Schraubzwinge festgehalten. (Abb. 79.) Nach dem sauberen

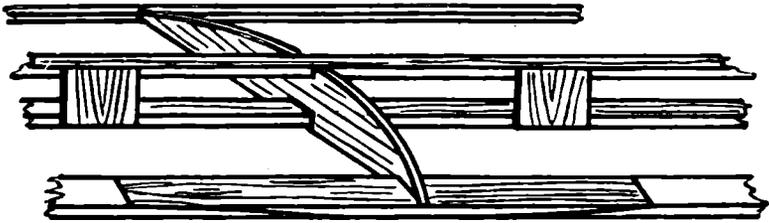


Abb. 78

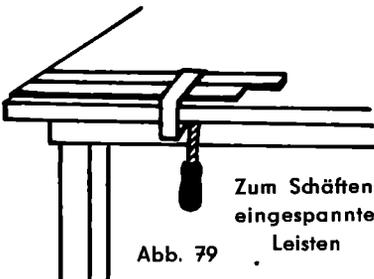
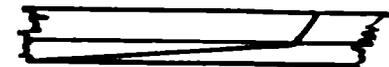
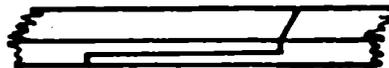


Abb. 79

Zum Schäffen  
eingespannte  
Leisten



richtige Schäftung



falsche Schäftung

Abb. 80

Einschäften kann das Flügelteil verputzt, beplankt und bespannt werden. Bricht z. B. im Hochstart der Hauptholm des Flügels, wird dieser auf dieselbe Weise wieder ausgebessert. Allerdings müssen wir bei dieser Reparatur den Flügel auf die Helling auflegen, damit ein gerader Zusammenbau erreicht wird. Zur Schäftung sei noch gesagt, daß diese nicht zu stumpf (nicht zu kurz) ausgeführt werden darf, da sonst keine gute Haltbarkeit erreicht wird. Die richtige Länge beträgt 1 : 10 d. h. bei 3 mm Leistenquerdurchschnitt 30 mm Schäftungslänge.

### **Einiges über das Gummimotormodell**

Wenn ihr mit gutem Erfolg einige Segelflugmodelle gebaut habt, werdet ihr an Gummimotormodellen eure gewonnenen Erfahrungen anwenden. Neu ist bei diesen Flugmodellen die Luftschraube mit Gummimotor und das Fahrwerk. Der Aufbau des Tragflügels, des Leitwerks und des Rumpfes ist ähnlich der Segelflugmodelle. Das erste Motormodell soll nach Möglichkeit ein Stabrumpfmotormodell sein, so daß ihr kaum auf Schwierigkeiten, mit Ausnahme des Gummimotors, der Luftschraubenwelle und des Fahrwerks stoßen könnt. Wir wollen uns vor allem mit dem Herrichten des Gummimotors, der richtigen Form des Luftschraubenhakens und der Luftschraube beschäftigen.

Das Herz des Motorflugmodells ist der Gummimotor, der aus Gummifäden gewickelt ist. Die gelieferten Gummistränge sind stets mit Talkum eingerieben. Diese Talkumschicht muß durch Auswaschen in lauwarmen Seifenwasser und anschließendem Nachspülen in klarem Wasser beseitigt werden. Nicht jede Seife ist wegen ihrer chemischen Zusammensetzung zu verwenden, da diese durch ihren Säuregehalt den Gummi zerstören kann. Für diese Arbeit hat sich Rasierseife gut bewährt. Bevor wir mit dem Auswaschen beginnen, rechnen wir uns die Länge der Gummifäden mit etwa 30 cm Zugabe aus. Erst dann wird der Gummi in der Seifenlösung gewaschen und anschließend in klarem Wasser nachgespült. Zum Abtrocknen ziehen wir die Gummifäden durch ein trockenes, wollenes Tuch und lassen ihn an der Luft nachtrocknen. Der Gummi darf hierbei nicht der Sonne ausgesetzt werden. Während dieser Zeit bereiten wir uns ein gutes Schmiermittel vor. Hierzu wird ein Teil gute Rasierseife in kleine Flocken geschnitten und in drei Teile Glycerin aufgelöst. Durch kräftiges Schütteln können wir diesen Vorgang beschleunigen. Die klare, gemischte Flüssigkeit wird in eine flache Schale gegossen und der Gummistrang hineingelegt.

Die Fäden werden anschließend durchgeknetet, damit das Schmiermittel die Fäden gut tränkt. Nach etwa zwei bis drei Stunden wird der

Gummi aus der Lösung genommen und kräftig durch Daumen und Zeigefinger gezogen, damit alle überflüssigen Fetteile entfernt werden. Bevor wir den Motor wickeln, ziehen wir den Strang nochmals durch ein sauberes Tuch. Während dieser Arbeit darf der Gummi nicht mit Staubteilchen in Berührung kommen, da diese auf den Fäden haften und beim Aufdrehen den Gummi zerstören.

### Das Wickeln des Gummimotors

Ist das alles beachtet, können die Stränge zum Motor gewickelt werden. Dazu nehmen wir uns ein Arbeitsbrett, das wir mit sauberem Papier bespannen. Vom Bauplan wird der Abstand vom Luftschaubenhaken zum hinteren Befestigungsendhaken gemessen. In der festgelegten Entfernung werden zwei Nägel in das Brett geschlagen, um die der Gummifaden ohne

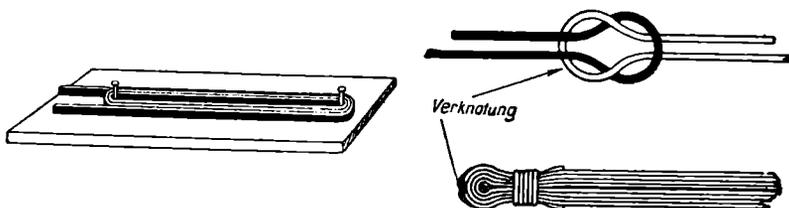


Abb. 81

Spannung gleichmäßig gewickelt wird. Es dürfen sich hierbei auf keinen Fall die Fäden kreuzen. Die beiden Enden des Gummifadens sollen etwa 10 cm zur Herstellung eines einwandfreien Knotens überstehen. Die Knotenstelle muß soweit wie möglich vom Schmiermittel gesäubert werden. Anschließend sind die beiden Fadenenden zu verknöten und an den Strang zurückzubiegen. Die überstehenden Enden werden 2 cm hinter dem Knoten abgeschnitten und mit einem Stück Gummi (1 × 1 mm) abgebunden. (Abb. 81.)

Der Gummimotor ist fertig und kann in das Flugmodell eingegangen werden.

### Richtige Form des Luftschaubenhakens

Der Haken an der Luftschaube ist unbedingt so zu biegen, wie Abb. 82 zeigt. Dieser Haken hat gegenüber anderen Formen den Vorteil, daß die Zugkraft des Gummimotors genau in der Verlängerung der Welle erfolgt, wodurch ein gleichmäßiger, ruhiger Lauf der Luftschaube erreicht wird. Vor dem Einhängen des Gummimotors müssen Luftschauben und End-

haken mit Ventilgummi bezogen werden, um ein Einreißen der Fäden zu vermeiden.

### Die Luftschraube

Die Luftschraube erhält ihre Kraft von den aufgedrehten Fäden des Gummimotors. Sie schraubt sich genauso durch die Luft wie eine Holzschraube in das Holz, jedoch mit dem Unterschied, daß die Holzschraube fortlaufend Gewindgänge besitzt, während die Luftschraube nur einen Ausschnitt aus einem Gewindegang darstellt. Das starke Mittelstück heißt

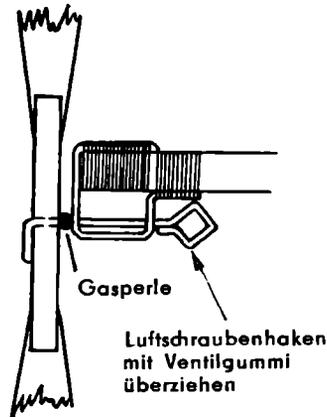


Abb. 82

Nabe, in dieser wird die Luftschraubenwelle befestigt. Nach außen schließen sich die Blattwurzeln und die Blätter an. Die Nabe wird bei unserem ersten Motormodell aus einem rechteckigen Stück Holz hergestellt. Zur Aufnahme der Luftschraubenblätter wird diese schräg mit

der Feinsäge eingeschnitten. Dadurch erhält die Luftschraube ihren Steigungswinkel. Bei der Herstellung müssen wir darauf achten, daß unsere Luftschraubenblätter gleich schwer sind. Deshalb ist ein Auswuchten notwendig, weil sonst kein ruhiger Lauf der Luftschraube zustande kommt. (Abb. 83.) Außerdem darf die Luftschraube keine Achten schlagen. Durch entsprechendes Biegen der Luftschraubenachse kann dieser Fehler beseitigt werden.

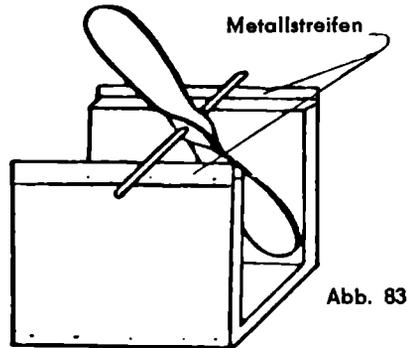


Abb. 83

### Vordehnen des Gummimotors vor dem Start

Wenn wir uns zum Lauf für unser Sportabzeichen fertig machen, führen wir erst ein paar lockernde lösende Bewegungen oder einen kurzen Lauf durch, bevor wir starten. Genau so müssen wir mit dem Gummimotor verfahren, bevor wir ihn auf Höchstleistung beanspruchen. Zu diesem Zweck dehnen wir den Gummimotor zwei- bis dreimal auf das Dreifache

seiner Normallänge aus und gehen jedesmal sofort auf die Ausgangsstellung zurück. Erst dann drehen wir den Motor mit der Hand erst wenig und anschließend immer mehr auf. Die Luftschraube lassen wir jedesmal ruhig ablaufen. Ist der Motor so vorgedehnt, können wir mit dem Einfliegen beginnen. Hierbei ist so zu verfahren, wie in der Bauanleitung über das Einfliegen des Motorflugmodelles geschrieben ist.

Die Herstellung der Luftschraube sowie das Wickeln des Gummimotors ist für Einführungsmodelle mit Stabrumpf gedacht. Die Luftschraube für das Leistungsmodell wird aus einem Klotz ausgearbeitet und der Gummimotor gezwirnt.

Wenn ihr es versteht, nach den Anleitungen in diesem Abschnitt in eurer Werkstatt zu arbeiten, so werden lange Bauzeiten vermieden. Dadurch wird euch der Bau von Flugmodellen große Freude bereiten. Durch diese Arbeiten im Flugmodellbau lernt ihr schon frühzeitig die Handhabung von Werkzeugen kennen. Es werden viele von euch das Gelernte in ihrem späteren Beruf anwenden können, und somit dazu beitragen, unsere Volkswirtschaftspläne noch besser zu erfüllen und überzuerfüllen.

## *Die Festigkeit des Flugmodells*

Vielleicht hat sich der eine oder andere schon einmal Gedanken gemacht, warum z. B. Eisenbahnschienen nicht aus Holz angefertigt werden. Ihr werdet dann sagen, es ist ja ganz selbstverständlich, daß man Eisenbahnschienen aus Stahl herstellt, denn Holzschienen würden zweifellos zerdrückt werden, sie würden also nicht fest genug sein. Es ist daher sehr wichtig für uns Menschen, zu wissen, ob irgendein Gegenstand den Beanspruchungen, die er zu erdulden hat, standhält oder nicht. Unsere Techniker, Konstrukteure und Ingenieure müssen daher die Festigkeit eines Körpers bestimmen und berechnen können.

Auch das Flugmodell wird während des Fluges und bei der Landung durch verschiedenste Krafteinwirkungen unterschiedlich beansprucht. In besonders hohem Maße sind diese auftretenden Kräfte beim Hochstart und bei unsanften Landungen vorhanden. Wie oft ist es schon passiert, daß während des Hochstarts Tragflächen oder infolge unsanfter Landungen Leitwerksteile durchgebrochen sind. Die Werkstoffe, bzw. Querschnitte derselben sollen aus diesem Grund so bemessen sein, daß eine ausreichende Festigkeit gewährleistet ist. Außerdem muß der Modellbauer bestrebt sein, den Einzelteilen geringstes Gewicht zu geben. Um aber entscheiden zu können, ob dieses oder jenes Bauteil bei entsprechenden Beanspruchungen genügend Festigkeit aufweist, ist es für jeden Flugmodellbauer wichtig, sich mit der Festigkeit der gebräuchlichsten Werkstoffe zu beschäftigen.

Je nach Angriffsrichtung der auf einen Körper gerichteten Kräfte muß dieser verschiedene Festigkeiten aufweisen.

Wir unterscheiden:

- Zugfestigkeit,
- Druckfestigkeit,
- Biegefestigkeit,
- Torsionsfestigkeit (Verdrehungsfestigkeit).

Sicher hat jeder schon einmal so kräftig an einem dünnen Draht gezogen, daß er gerissen ist. Worin ist hier die Ursache zu suchen? Bestimmt wird man dann ganz nüchtern feststellen, daß der Draht keine genügende Festigkeit besaß. — Was bewirkt aber das Zustandekommen der verschiedenen Festigkeiten bei Werkstoffen?

Verweilen wir noch einen Augenblick bei unserem zerrissenen Draht, den wir auf Zug beansprucht hatten. — In jedem Werkstoff besteht eine innere Zusammenhangskraft (Kohäsionskraft) der kleinsten Stoffteilchen (Moleküle + Atome) zueinander. Je dichter diese Stoffteilchen zusammenhängen, um so mehr Kraft muß angewandt werden, um sie zu trennen. So kann man z. B. einen Stahlklotz nur durch äußerst hohe Krafterwirkung zum Zerreißen bringen, während dieses bei einem Ziegelstein bedeutend leichter geht. Ausschlaggebend für die Festigkeit ist neben der Dichte der Moleküle auch der Querschnitt des zu beanspruchenden Werkstoffes. Ein Draht bei doppeltem Querschnitt würde deshalb erst bei doppelter Kraftanwendung reißen, vorausgesetzt, daß keinerlei Materialfehler vorhanden sind.

In diesem Zusammenhang ist es interessant zu wissen, welchen Querschnitt eine Kiefernholzleiste von 1 m Länge haben muß, um 50 kg Gewicht zu tragen. — Aus einer Festigkeitstabelle entnehmen wir die zulässige Zugbeanspruchung für Kiefernholz, die mit 7,9 kg pro mm<sup>2</sup> angegeben ist. Da wir die Leiste jedoch mit 50 kg belasten, muß sie

$$\frac{50 \text{ kg}}{7,9 \text{ kg}} \text{ mm}^2 = 6,3 \text{ mm}^2 \text{ Querschnitt haben. Das entspricht ungefähr einer}$$

2×3-mm-Leiste. Durch schlechte Qualität und hohen Feuchtigkeitsgehalt des Holzes wird die Festigkeit herabgesetzt. Aus diesem Grund rechnet man mit einer „Sicherheit“, d. h. ich teile (z. B. bei einer dreifachen Sicherheit) die zulässige Zugbeanspruchung = 7,9 kg/mm<sup>2</sup> durch 3 = 2,6 kg/mm<sup>2</sup>. Es wird also mit einer geringeren Festigkeit gerechnet, als der Werkstoff normalerweise besitzt. Der Querschnitt bei einer dreifachen Sicherheit

würde dann  $\frac{50 \text{ kg}}{2,6 \text{ kg}} \text{ mm}^2 = 19 \text{ mm}^2$  betragen (etwa 4 × 5-mm-Leiste).

Der Unterschied zwischen Zug- und Druckfestigkeit besteht darin, daß bei der Zugfestigkeit die einzelnen Moleküle eines Stoffes, je nach Dichte einer Kraft, die sie auseinanderziehen will, einen bestimmten Widerstand entgegensetzen. Die Druckfestigkeit gibt zum anderen den Grad der höchsten Druckbeanspruchung an. Ein Körper, dessen einzelne Moleküle nicht so dicht zusammenhaften, wird demnach mehr zusammengedrückt. Bei der Biegung eines freitragenden eingespannten Trägers oder einer Holzleiste können wir bei genauer Beobachtung feststellen, daß die Leiste auf der, der Krafrichtung entgegengesetzten Seite auseinandergezogen (gestreckt) und auf der anderen Seite zusammengedrückt (gestaucht) wird. Die strichpunktierte Mittellinie stellt eine sehr dünne neutrale Schicht dar. (Abb. 84.) Sie wird weder auseinandergezogen noch zusammengedrückt. Diese neutrale Schicht setzt der Biegung keinen Widerstand entgegen, die äußeren Schichten aber um so mehr, als sie von der neutralen Schicht entfernt sind. Runde, volle Querschnitte sind daher für

Biegungsbeanspruchung am ungünstigsten. Die äußersten Schichten, die der höchsten Beanspruchung ausgesetzt sind, können dieser nur geringen Widerstand wegen ihrer kleinen Fläche entgegensetzen. (Abb.85). Runde, hohle Querschnitte zeichnen sich durch bessere Festigkeit aus. Dies ist auf gute Kräfteverteilung bei runden Hohlkörpern durch deren

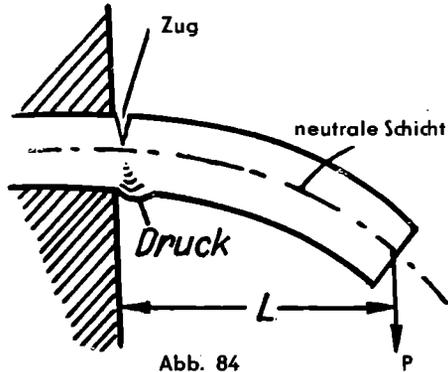


Abb. 84

Wandungen zurückzuführen. Rechteckige Querschnitte haben neben guten Festigkeitseigenschaften vor allem bauliche Vorteile. Bei einer hochkant zu biegenden Leiste liegen die äußersten Schichten sehr weit von der neutralen Schicht entfernt. Deshalb hat sie eine hohe Festigkeit. (Abb. 86.) Bei kastenförmiger Ausbildung des zu biegenden Trägers erreicht man eine weitere Festigkeitserhöhung. (Abb. 86.)

Bei Biegungsbeanspruchungen haben wir Druck- und Zugmomente gleichzeitig vertreten. Die Biegefestigkeit gibt bei Körpern aus Holz die Höchstbelastung an, mit der man den Körper biegen kann, ohne daß er bricht.

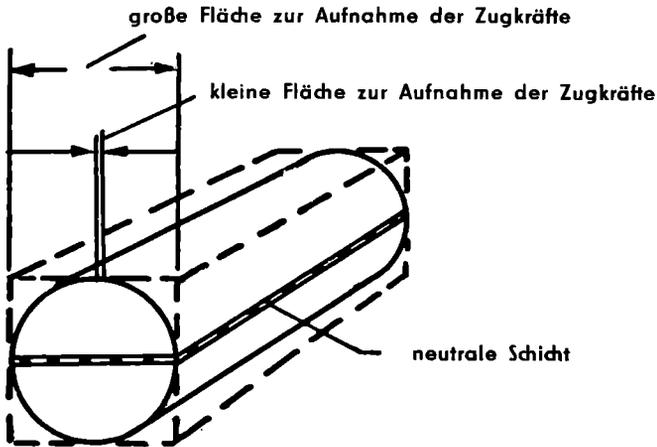


Abb. 85

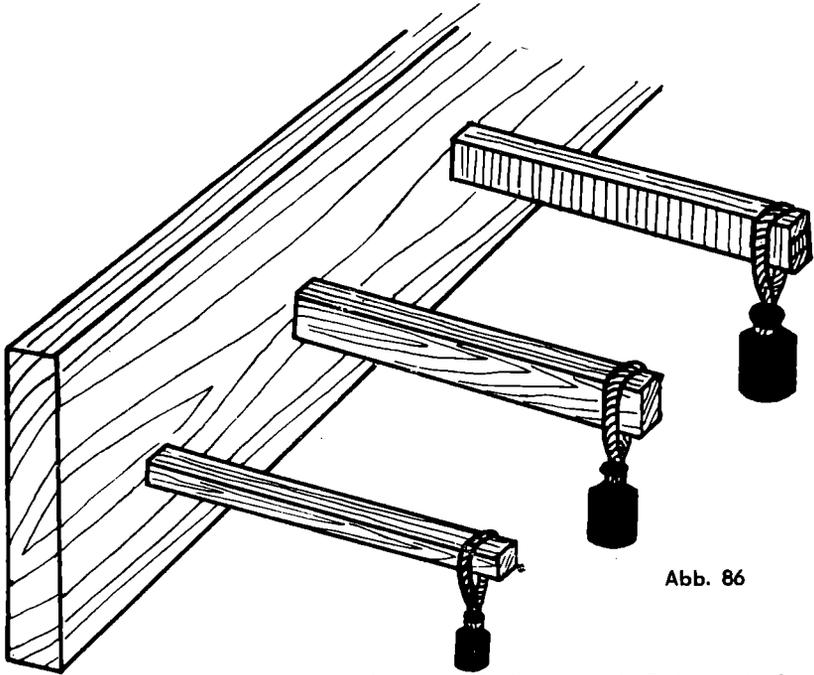


Abb. 86

Betrachten wir noch einmal die freitragend eingespannte Leiste mit dem am Ende befestigten Gewicht. Das Biegemoment  $\frac{\text{Kraft} \times \text{Hebelarm}}{P \times L}$  wächst mit zunehmender Länge des Hebelarms (Leiste). Aus diesem Grunde herrscht an der Einspannstelle (dort haben wir den längsten

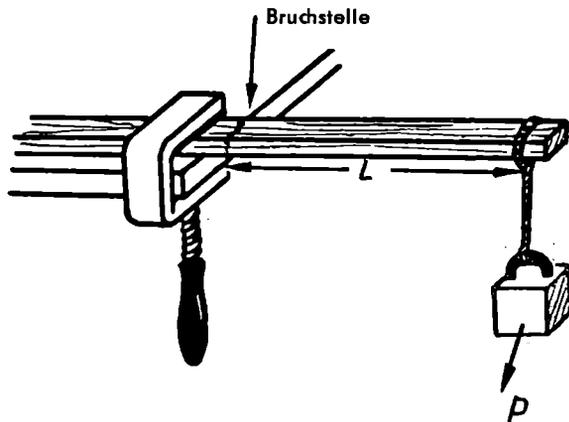


Abb. 87

Hebelarm) das größte Biegemoment. (Abb. 87 und 89a.) An der durch den Pfeil gekennzeichneten Stelle tritt bei Überbeanspruchung Bruch ein. Je mehr wir uns mit dem Gewicht der Einspannung nähern, um so kleiner wird der Hebelarm und somit das Biegemoment. (Abb. 88.) Das bedeutet, daß an dem kurzen Hebelarm ein viel größeres Gewicht angehängt werden kann. Hieraus ziehen wir Schlüsse zur günstigen Lastverteilung eines freitragenden Trägers. (Abb. 89 a—d.)

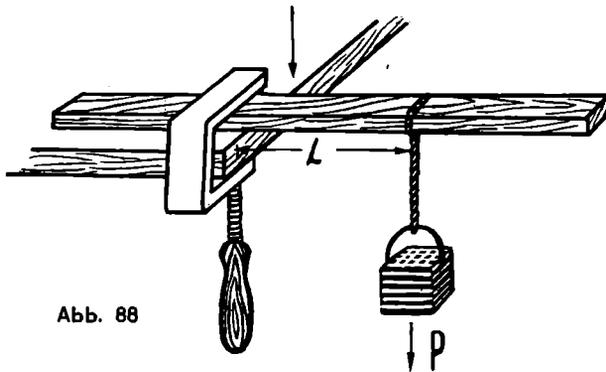


Abb. 88

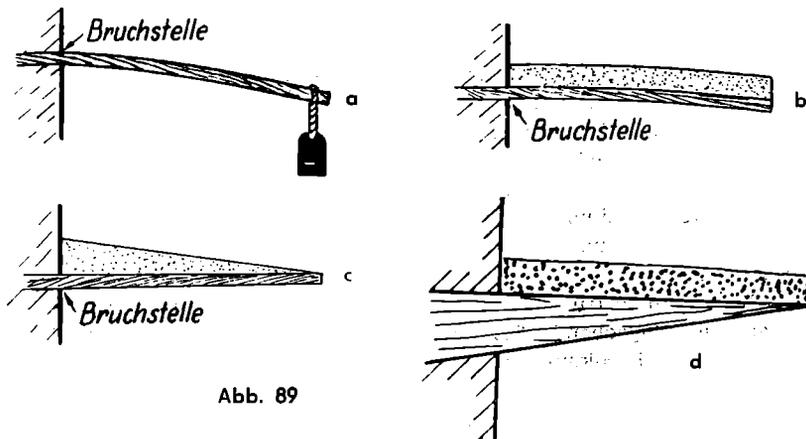


Abb. 89

Verständlich wird es nun auch sein, daß die zweckmäßigste Form eines freitragenden Trägers bei einer gleichmäßigen Belastung, wie in Abb. 89d, eine nach außen verzüngte Form aufweist. Das größte Biegemoment liegt an der Einspannung (deshalb größter Trägerquerschnitt) und nimmt nach dem äußeren Ende zu ab.

## Zug-, Druck- und Biegunskräfte am Flugmodell

Nachdem wir uns mit den Zug-, Druck- und Biegunskräften im allgemeinen beschäftigt haben, wollen wir das Auftreten dieser Kräfte am Flugmodell feststellen. Bei unseren Betrachtungen muß man von den Höchstbelastungen, denen unser Modell während des Fluges und während der Landung unterworfen ist, ausgehen. Hiernach erhalten dann die einzelnen Bauteile ihre Abmessungen.

Sicher wird jeder schon beobachtet haben, wie beim Hochstart die Tragflächen nach oben durchbiegen oder manchmal sogar durchbrechen. Welche Kräfte verursachen das? — Einmal sind es die nach oben gerichteten „Sogkräfte“ auf der Oberseite und die ebenfalls nach oben gerichteten Druckkräfte auf der Unterseite der Tragflächen. Zum anderen tritt noch die entgegengesetzte Zugkraft durch das Ziehen an der Hochstartschnur auf. (Abb. 90). Diese Kräfte, die sich beim Hochstart auf der Flügeloberseite als Druck und auf der Unterseite als Zug auswirken, werden von dem gesamten Flügel und insbesondere von den Holmen aufgenommen. (Abb. 91).

Es wird daher von den Holmen eine gute Festigkeit verlangt. Bei harten Landungsstößen wird die Tragflächenoberseite auf Zug und die Unterseite auf Druck beansprucht. Außerdem tritt bei unsanften Landungen eine hohe Beanspruchung des Rumpfes und des Leitwerks auf.

Für die Holmkonstruktionen sind jedoch die Profile und Flugmodellgrößen ausschlaggebend. Bei kleineren Flugmodellen wird der Einfachheit wegen ein hochkant stehender Holm eingebaut. (Z. B. bei dem Flugmodell „Freundschaft“ und „Pionier“.)

Bei größeren Modellen, vor allem auch bei verhältnismäßig schlanken Profilen wird die Doppelgurtbauweise bevorzugt. Durch das Verbinden beider Holmgurte durch Stege kommen wir der Festigkeit des Kastenholmes sehr nahe (Abb. 92).

Die Lastverteilung an der Tragfläche ist oft ungleichmäßig. Jeweils eine Tragflächenhälfte stellt einen Freitragler dar. Die größte Biegungsbeanspruchung wirkt daher in der Flügelwurzel (gefährdeter Querschnitt).

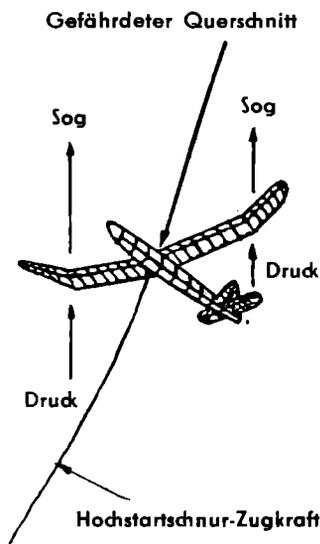
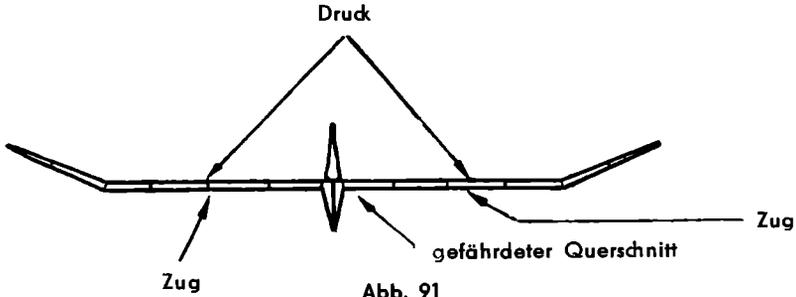
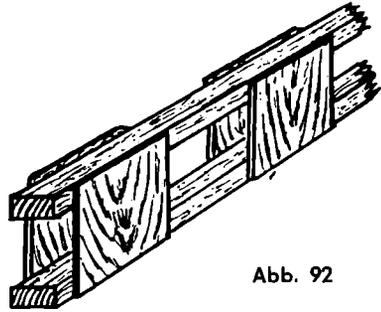


Abb. 90



Am Flugmodell treten während des Fluges neben Zug-, Druck- und Biegungskräften auch Verdrehungskräfte auf. — Man spricht von einer großen Verdrehungsfestigkeit, wenn sich ein Gegenstand in sich selbst nicht verdreht.

Stellen wir uns eine Tragfläche vor, die nicht verdrehungsfest ist. Sie würde schon bei geringer Luftströmung ihrer Länge nach die verschiedensten Anstellwinkel einnehmen. Ein einwandfreier Flug würde hierdurch nie gewährleistet sein. Ein nicht torsionsfest gebauter Rumpf kann zum „Flattern“ des Leitwerkes führen, wodurch die ruhige Flugbahn unterbrochen wird und das Modell abstürzen kann. Es entsteht dadurch erhöhte Bruchgefahr.



### Wie baut man verdrehungsfest?

Nehmen wir eine rechteckige Leiste zur Hand und verdrehen sie. Die Leiste wird unserer Kraft nachgeben. Dasselbe versuchen wir mit einem rechteckigen Hohlkörper (z. B. die Hülle einer Streichholzschachtel). Auch hier werden wir feststellen, daß sich die Kanten verdrehen. Um dieses zu verhindern, müssen wir die Öffnungen des Hohlkörpers schließen. (Die Streichholzschachtel wird in die Hülle geschoben.) Nun ist die Schachtel verdrehungsfest. (Abb. 93). Die beste Torsionsfestigkeit hat ein Rohr, dessen Öffnungen geschlossen wurden. Wir müssen aus diesem Grund danach trachten, daß die auf Verdrehung beanspruchten Bauteile in ihrer Form dem beidseitig geschlossenen Rohr ähneln.

Bei kleinen Modellen stellt der Rumpf durch die Bespannung, dem Rumpfkopfspannt und Endspannt einen abgeschlossenen Hohlkörper dar, der ausreichend torsionsfest ist.

Während bei Tragflächen von geringer Spannweite zur Erzielung ausreichender Torsionsfestigkeit die „straffe Bespannung“ ausreicht, genügt dies nicht für größere Modelle. Hier wird die Nase mit Zeichenkarton

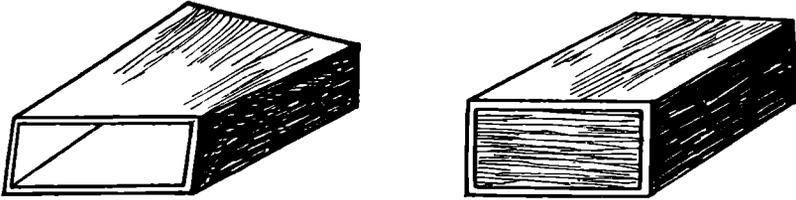


Abb. 93

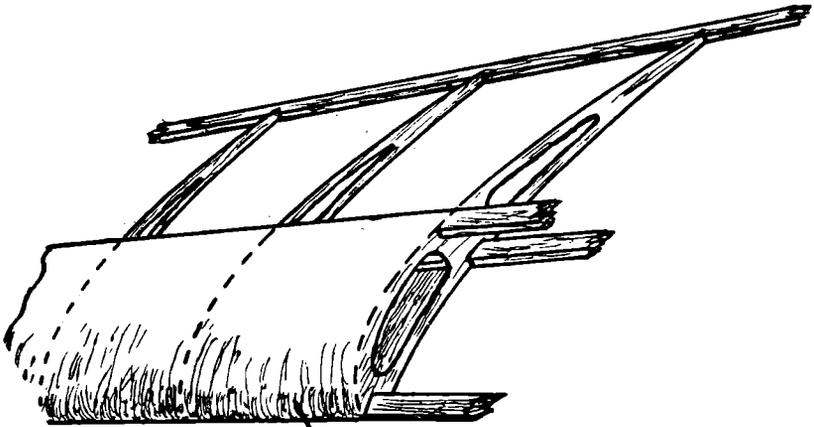


Abb. 94

Die aufgezugene Zeichenkartonnase ähnelt einem Rohrquerschnitt

beplankt. Sie stellt dann mit dem Holm und den Rippen allseitig geschlossene aneinandergereihte Hohlkörper dar. Die aufgezugene Nase ähnelt in ihrer Form dem Rohrquerschnitt und ist daher besonders zur Aufnahme von Verdrehungskräften geeignet. (Abb. 94).

Der Abschnitt „Torsionsfestigkeit“ bildet den Abschluß der kurzen Einführung in die Festigkeitslehre. Sie soll euch befähigen, die Konstruktion von Flugmodellen zu verstehen.

## *Das Wetter und unser Flugmodell*

Habt ihr euch schon einmal über einen Wetterbericht Gedanken gemacht? Wir alle hören ihn täglich im Rundfunk und denken doch so wenig darüber nach, was für eine schnelle, genaue und komplizierte Arbeit erforderlich ist, bevor er uns übermittelt wird.

Warum — wird sich jeder fragen, beschäftigt man sich mit dem Wetter? Eine genaue Antwort zu finden ist nicht schwer. Durch die enge Verbindung der Menschen mit der Natur, versuchten schon frühzeitig unsere Vorfahren in die Geheimnisse des Wetters einzudringen, um sie zu ergründen sowie Mittel und Wege zu finden, die kommenden Witterungserscheinungen im voraus zu bestimmen. Vor allem der Bauer und die Seeleute waren daran interessiert. Wer kennt nicht die alten Bauernregeln, die durch eine langjährige Beobachtung der Natur entstanden sind; allerdings vermischt mit viel Aberglauben.

Eine einheitliche, wissenschaftliche Beobachtung des Wetters regte Anfang des 19. Jahrhunderts der bekannte Naturforscher Alexander von Humboldt in England, Rußland und Amerika an. Diese Ergebnisse konnten jedoch noch nicht zu einer Wettervorhersage verwendet werden, da eine schnelle Nachrichtenübermittlung fehlte. Erst mit Einführung der Telegraphie setzte eine systematische Wetterbeobachtung ein. Im Laufe der Jahre entwickelte sich der Wetterdienst zu einem notwendigen und nützlichen Helfer für uns Menschen.

Aber nicht nur wir Menschen, sondern auch die Tiere sind mit dem Wetter verbunden. Betrachten wir dabei nur einmal das natürliche Vorbild unserer Flugmodelle, den Vogel. Viele von euch haben schon im Spätsommer draußen auf den abgeernteten Feldern Drachen steigen lassen oder ihre Flugmodelle gestartet. Dabei habt ihr auch die ersten Vogelschwärme gesehen, die ihre Reise nach den wärmeren Ländern antreten. Zum letztenmal kreisen sie über ihrem heimatlichen Gebiet, bevor sie es verlassen. Oft müssen die Vögel ihren langen Flug unterbrechen. In Regen und Sturm können sie nur unter großer Kraftanstrengung vorwärts kommen, deshalb warten sie auf günstigeres Flugwetter.

Und nun zu denen, für die diese Zeilen geschrieben sind. Auch der junge Modellflieger muß danach trachten, dort sein Flugmodell zu starten, wo

die Gewähr gegeben ist, gute Flugleistungen zu erzielen. Das kann er aber nur, wenn er sich intensiv mit den Witterungsvorgängen beschäftigt. Beherrscht er die einfachsten Grundsätze des Wetters, ist er jederzeit in der Lage, die Kraftquellen zu finden, die es ihm ermöglichen, Bestleistungen mit seinem Modell zu erzielen. In unserem Abschnitt „Das Wetter und unser Flugmodell“ werden wir die beiden wichtigsten Kraftquellen des Modellflugs, die Thermik und den Hangaufwind, besonders behandeln.

Als erstes müssen wir die Frage klären, wo entsteht das Wetter?

Schon in der Schule habt ihr gelernt, daß die Erde eine an den Polen abgeflachte Kugel ist. Ihr Durchmesser beträgt etwa 12 700 km. Die Oberfläche ist Wasser, woraus das Land als mehrere riesige Inseln ragt und ein Drittel der gesamten Oberfläche einnimmt.

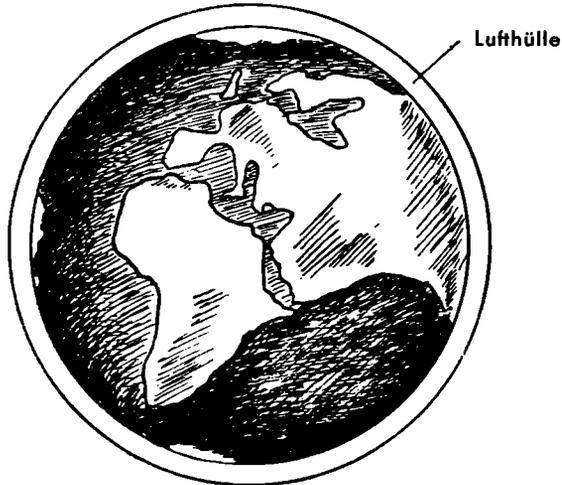


Abb. 95

Über unserem Erdball erhebt sich bis in große Höhen die Lufthülle oder Atmosphäre (siehe Abb. 95). Das euch vielleicht unbekanntes Wort Atmosphäre kommt aus dem Griechischen und gliedert sich in *atmós* = Dampf und *sphaira* = Kugel.

### Die Luft und ihre Zusammensetzung

Die Lufthülle ist im wesentlichen ein Gasgemisch. In der Nähe der Erdoberfläche setzt sich die trockene Luft aus rund 78 Prozent Stickstoff, 21 Prozent Sauerstoff, 1 Prozent Edelgasen (vorwiegend Argon) zusammen. Ihr werdet bereits wissen, daß wir Menschen beim Atmen den lebensnotwendigen Sauerstoff brauchen. Stickstoff dagegen ist für die

Pflanzen von großer Bedeutung. Aus diesem Grund streut auch der Bauer auf seine Felder Stickstoffdünger.

Unmittelbar über der Erdoberfläche erhebt sich bis zu einer Höhe von ungefähr 9 km an den Polen und 16 km am Äquator die Troposphäre oder Wetterschicht. In ihr spielen sich alle Witterungsvorgänge ab. Dieses Gebiet ist für uns Modellflieger das wichtigste. Hier entstehen der Wind und die Wolken, überhaupt alles, was einen Einfluß auf das Wetter hat.

Die darüber lagernde Schicht heißt Stratosphäre. In die Stratosphäre sind bis jetzt nur wenig Menschen vorgedrungen um sie zu erforschen. Diese Arbeit übernimmt auch heute noch für uns der Registrierballon, der mit Meßgeräten, ja sogar mit kleinen Sendern ausgerüstet ist. Solche Ballone sind schon über 35 km hoch gestiegen. Es herrscht dort immer gutes Wetter. Da fast kein Wasserdampf vorhanden ist, kommt es auch nur sehr selten zu Wolkenbildungen.

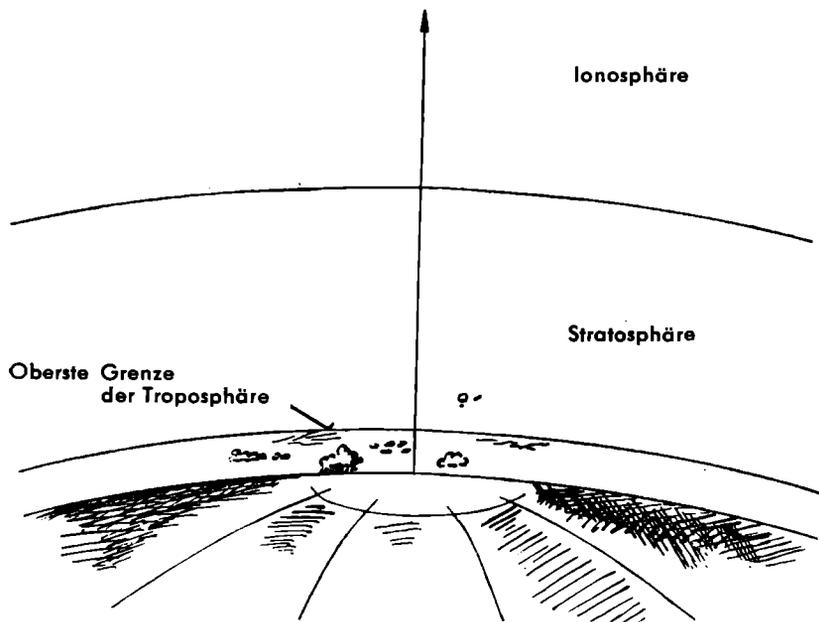


Abb. 96

Die darüberliegende oberste Schicht ist die Ionosphäre. Die untere Grenze wird etwa bei 90 km und ihre obere bei 1000 km angenommen. Sie wird wiederum in verschiedene Schichten unterteilt. (Abb. 96.)

## Die Ursachen der Wetterbildung

Fassen wir noch einmal das soeben Gelernte kurz zusammen. Die Atmosphäre über uns besteht aus verschiedenen Gasen und ist in Schichten unterteilt. Die unmittelbar der Erde am nächsten gelegene wird Troposphäre genannt. Nur in ihr spielen sich alle Witterungsvorgänge ab. Offen bleibt noch die Frage: „Wie entsteht das Wetter?“

Die Faktoren, die einen Einfluß auf die Witterungsvorgänge haben, also Temperatur, Luftdruck, Wind, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge und Wolken, bezeichnen wir als Wetterelemente; die wichtigsten und ihre Auswirkungen sollen in dem nächsten Abschnitt erklärt werden.

Der Temperatur müssen wir die größte Aufmerksamkeit widmen. Von ihr hängen alle übrigen Wetterelemente mehr oder weniger ab. Wir unterscheiden bei der Temperatur Wärme und Kälte, die mit dem Thermometer gemessen wird. Wetterstationen benutzen dazu auch den Thermographen oder Temperaturschreiber.

Als natürliche Wärmespenderin kommt für die Erde die Sonne in Betracht. Sie sendet ihre Strahlen aus 150 Mill. km Entfernung durch den Weltraum auf unsere Erdoberfläche. Beim Durchdringen der Lufthülle erleiden sie eine starke Schwächung. Durch die in der Atmosphäre vorhandenen Staubteilchen und Wassertröpfchen werden die Sonnenstrahlen zerstreut oder aufgesaugt. (Abb. 97). Nur 40 Prozent erreichen den Erdboden. Die Annahme, daß sich die Luft durch die Sonnenstrahlen unmittelbar erwärmt, ist falsch. Erst nachdem der Erdboden die Wärme aufgenommen hat, strahlt er sie der Atmosphäre zu. Das geschieht jedoch nicht gleichmäßig.

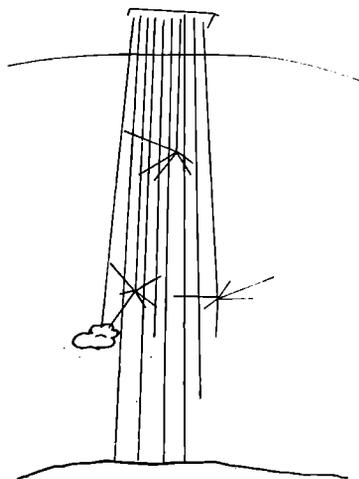


Abb. 97

Der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen zur Erde sowie die Beschaffenheit des Bodens spielen dabei eine große Rolle (Abb. 98). Am geringsten ist der Energieverlust am Äquator, wo die Sonnenstrahlen senkrecht auf die Erde treffen. Hier wird es immer sehr heiß sein. Die Pole dagegen werden nur wenig erwärmt, da die Sonnenstrahlen sehr schräg auftreffen und die Sonne dort täglich weniger Stunden scheint als am Äquator. Dabei übt der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen den größeren Einfluß aus.

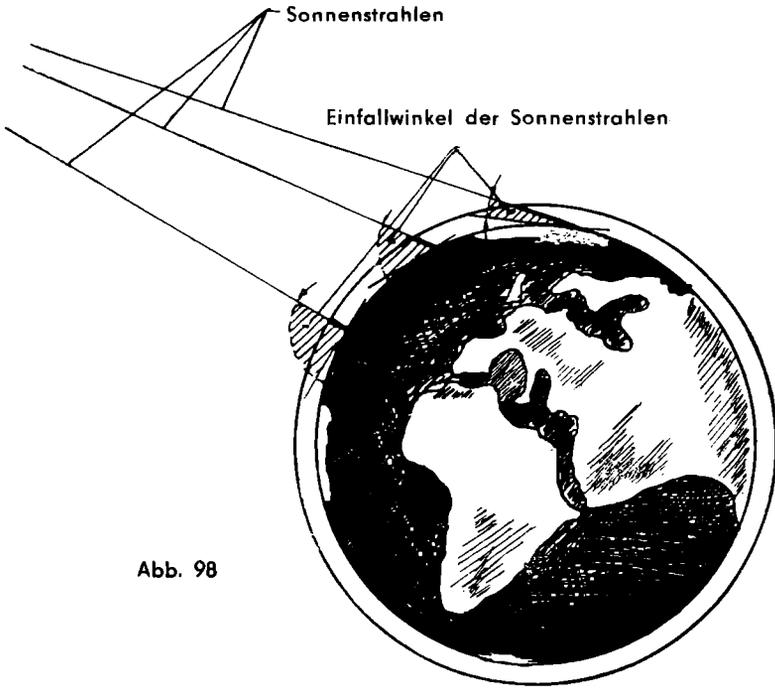
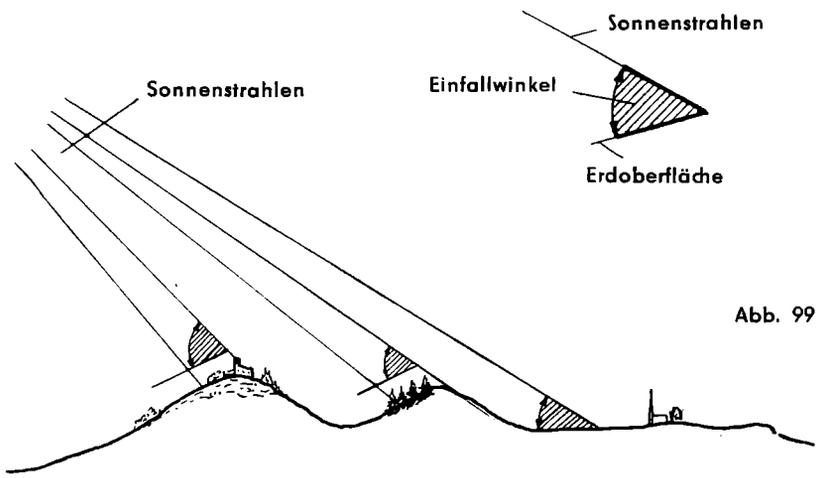


Abb. 98



### Beobachtung der Wirkung der Sonnenstrahlen

Geht einmal hinaus auf Hügel und Berge. Was könnt ihr dort beobachten? Die Hänge, die der Sonne zugewandt sind, werden schneller warm als ihre Rückseiten, die je nach Schräge im Schatten liegen. (Abb. 99). Im Frühjahr, wenn der Schnee schmilzt, werdet ihr sehen, daß er zuerst an der Sonnenseite verschwindet. Anschließend in der Ebene und zu allerletzt auf der Rückseite des Berges.

Ein anderer Grund für die ungleichmäßige Temperatur des Erdbodens ist die Bodenbeschaffenheit. Trockene Flächen, Sand, Getreidefelder, Dörfer, Städte und Industriegebiete nehmen schnell Wärme auf und leiten sie weiter an die über ihnen befindlichen Luftmassen. Ist dagegen feuchter Untergrund vorhanden — Wasser, Sümpfe, Wälder, Wiesen — geht die Erwärmung langsam vor sich und die Abgabe der Wärmemengen erfolgt erst abends.

Zwei Beispiele sollen euch das veranschaulichen. Ein Wald wird im Sommer an schönen Tagen immer kühl sein, nachts dagegen angenehm warm. Ward ihr schon einmal abends baden? Auch hier kann man spüren, wie das Wasser die Wärmeenergie gespeichert hat, wogegen die Außentemperatur merklich kälter geworden ist.

Wie reagiert nun die Luft auf die ungleichmäßige Erwärmung? Um das Folgende leicht zu verstehen, ist es nötig, erst etwas über den Luftdruck zu sagen.

### Luftgewicht und Luftdruck

Wie wir wissen besteht die Luft aus verschiedenen Gasen. Sie ist für uns nicht sichtbar. Die die Erde umgebende Lufthülle unterliegt wie jeder andere Körper auf der Erde der Schwerkraft und übt damit auch einen Druck auf ihre Unterlage aus. Der Druck der ruhenden Luft an einem bestimmten Ort ist gleich dem Gewicht der darüber lagernden Luftsäule.

Die Luft eines Schulzimmers von  $5 \times 5$  m Bodenfläche und 4 m Höhe wiegt rund 130 kg. Ihr werdet es kaum glauben. Rechnet einmal nach. Ein Kubikmeter Luft hat das Gewicht von 1,293 kg bei  $0^\circ$  Celsius.

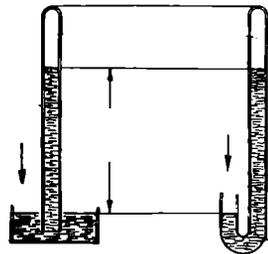
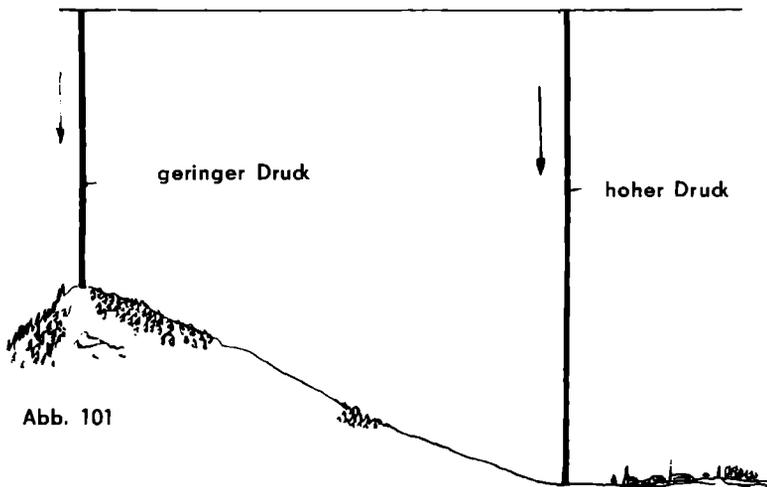


Abb. 100

Mit ihrer ganzen Schwere drückt sie auf die Erdoberfläche. Auf jedem Quadratcentimeter des Bodens ruhen 1,033 kg. Wir spüren es nur nicht, weil der Druck von allen Seiten gleich wirkt.

Als Meßinstrumente des Luftdrucks dienen die Barometer. Beim Quecksilber-Barometer wird zur Bestimmung des Luftdrucks die Länge einer Quecksilbersäule, die ihm in einem luftleeren Gefäß das Gleichgewicht hält, herangezogen. Besondere Formen des Quecksilber-Barometers sind einmal das Heber-Barometer, bei dem das Glasrohr in U-Form umgebogen ist und einen zweiten kürzeren offenen Schenkel bildet. Zum anderen kennen wir das Gefäß-Barometer, bei dem das Glasrohr in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäß eingetaucht ist. (Abb. 100.) Der Längenunterschied zwischen der Oberfläche des Quecksilbers im offenen Schenkel bzw. im Gefäß und am oberen Ende der Quecksilbersäule im Rohr ist dann das Maß für den Luftdruck. Die Länge der so gemessenen Quecksilbersäule



ist außerdem noch von der Temperatur abhängig. Das Barometer zeigt also das Gewicht der Luftsäule über dem Beobachtungspunkt an.

Je höher wir auf einen Berg steigen, um so geringer wird der Druck. Das ist leicht erklärlich. Die Luftsäule über dem Berg ist nicht mehr so hoch, die Last demnach geringer (Abb. 101). An einem Versuch kann man dies leicht spüren.

### *Versuch*

Nehmt alle eure Pionierzeitschriften und die „Junge Welt“ zusammen, legt diese zu einem Stapel aufeinander, so habt ihr eine Säule. Unter diese Säule könnt ihr einen Finger legen. Das Gewicht oder der Druck wird bestimmt den Finger quetschen, abgesehen davon, ob ihr ihn überhaupt

unter diesen großen Stoß bringt. Versucht ihr den Finger weiter oben unter den Stapel zu legen, werdet ihr merken, daß der Druck nicht mehr sehr groß ist.

An einem einfachen Zeitungsstapel haben wir euch die Druckunterschiede, die in der Natur vorkommen, erklärt, nur sind sie dort viel komplizierter und einer laufenden Veränderung unterworfen, die durch die ungleichmäßige Erwärmung der Erdoberfläche hervorgerufen wird.

Luftmassen, die immer Wärme zugeführt bekommen, werden der umgebenden Luft gegenüber leichter und steigen demzufolge nach oben. An eurem Heißluftballon könnt ihr es leicht feststellen. Zu sehen ist es auch

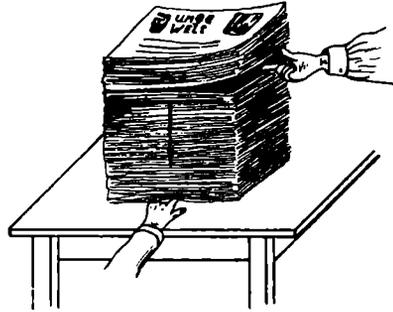


Abb. 102

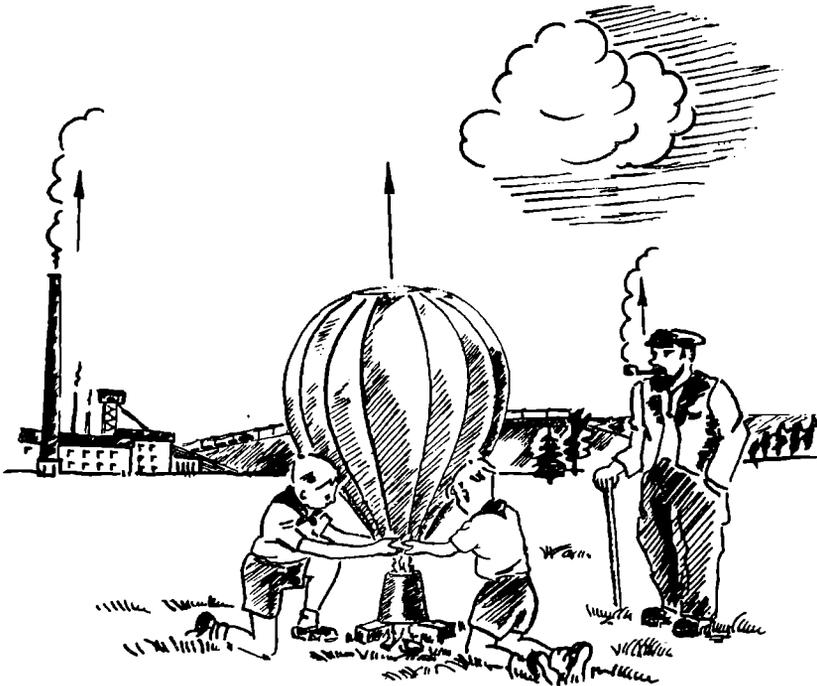
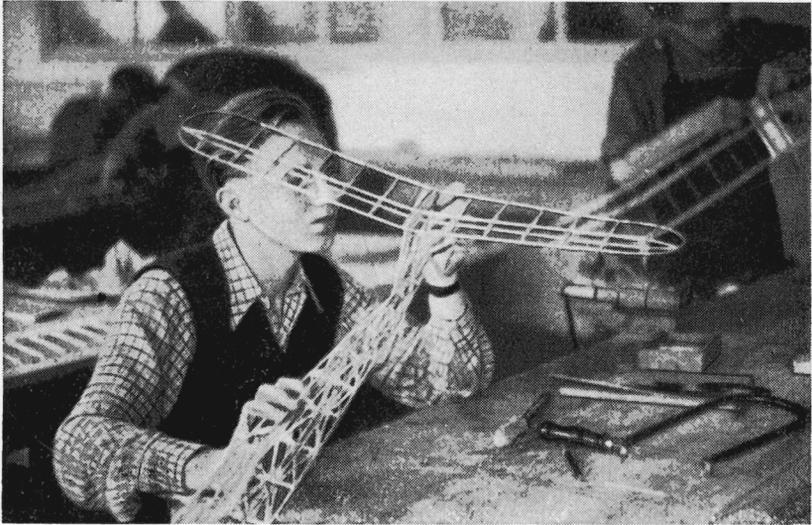
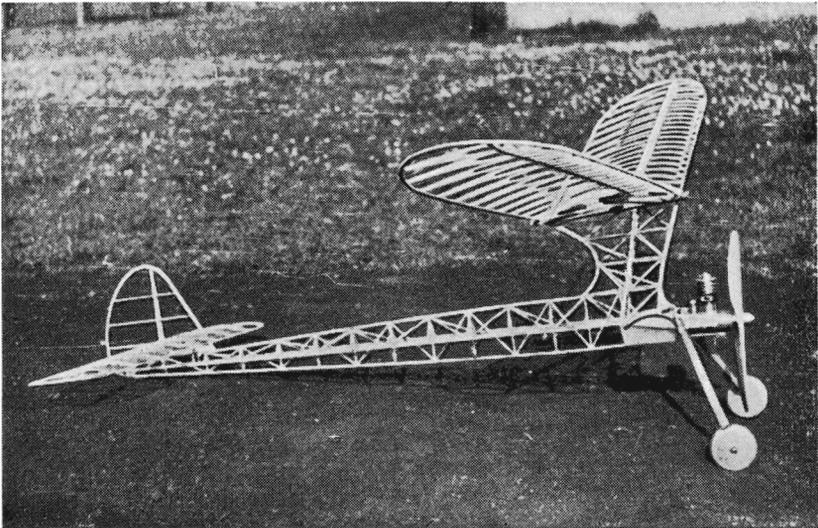


Abb. 103



**Das Höhenleitwerk wird sorgfältig eingepaßt**



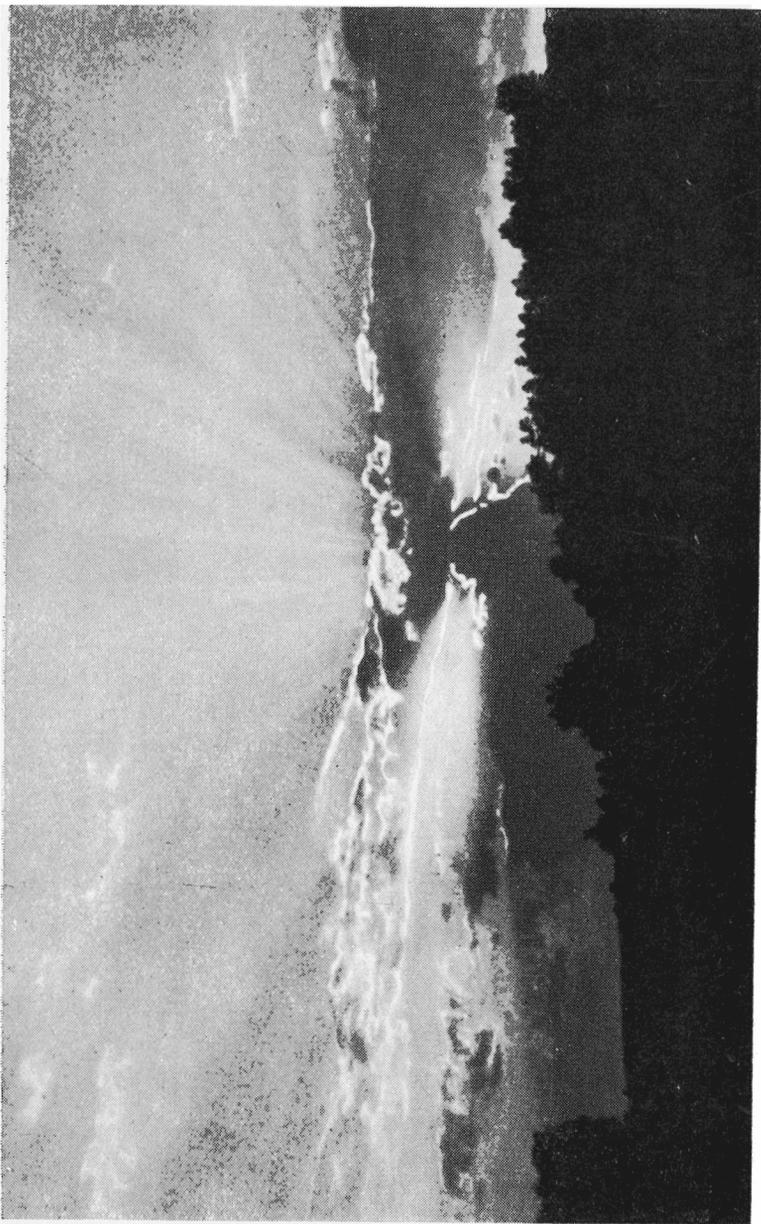
**Das Krafftflugmodell mit Verbrennungsmotor „Vorwärts“ im Rohbau**



Eingangstor der Flugmodellbauschule Harsberg



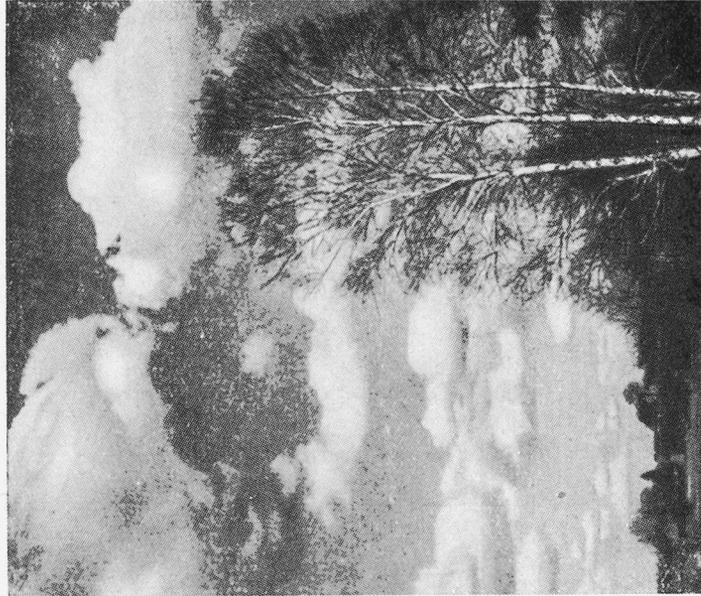
Die zentrale Flugmodellbauschule der G. S. T.  
auf dem Harsberg (Kr. Eisenach, Thüringen)



*stratocumulus*



Wolkenmeer von oben (stratus)

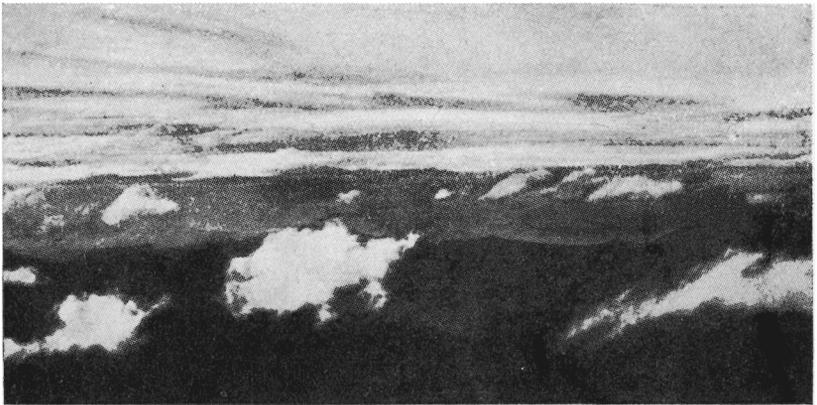
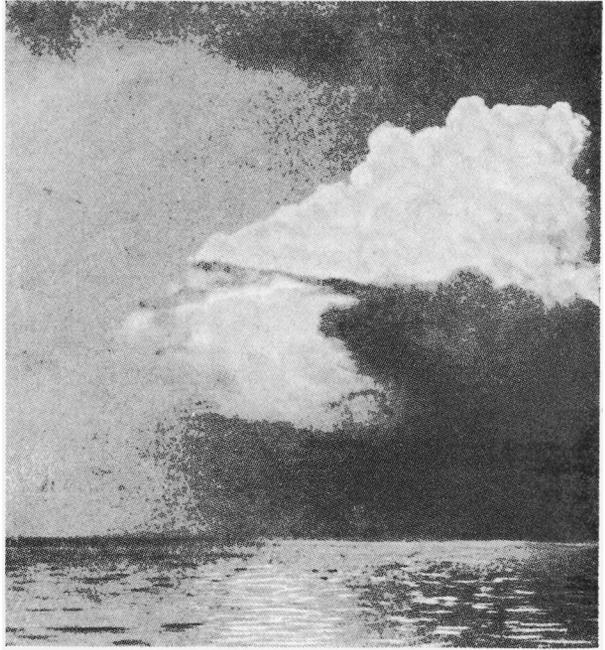


**Schönwettercumulus**

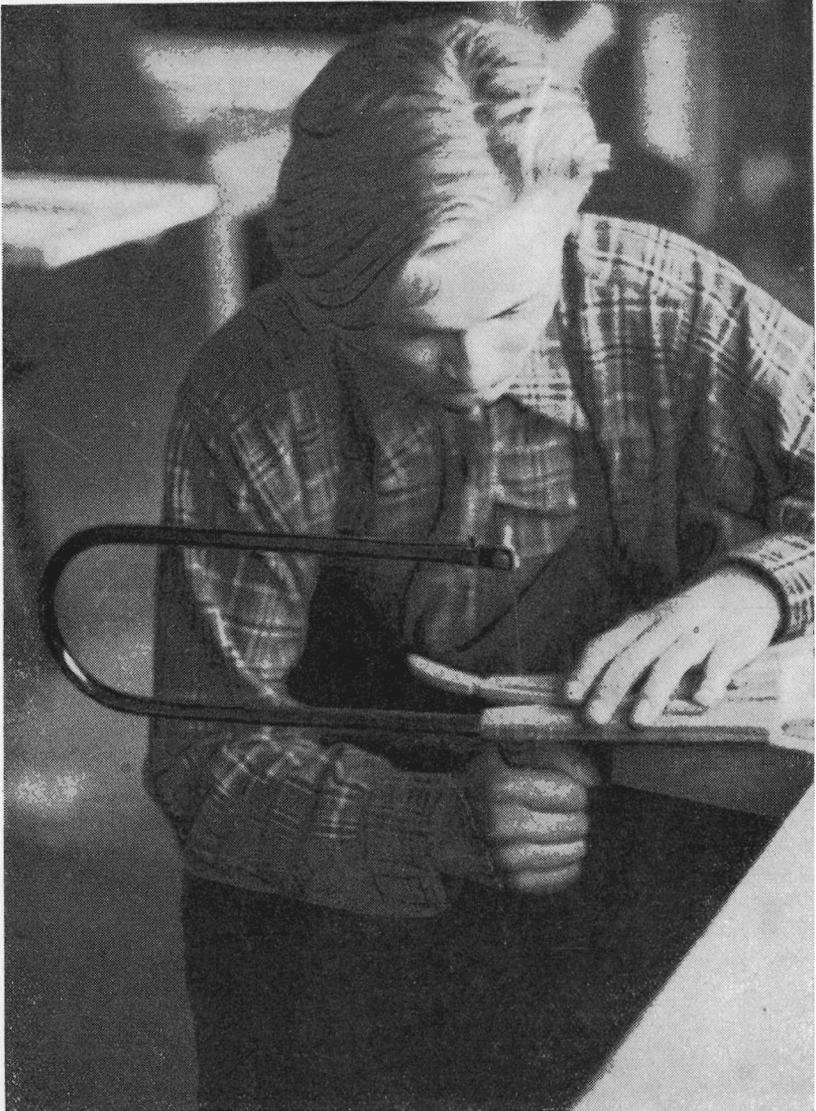


**Große Cumuluswolke, darüber grobe Schäfchen**

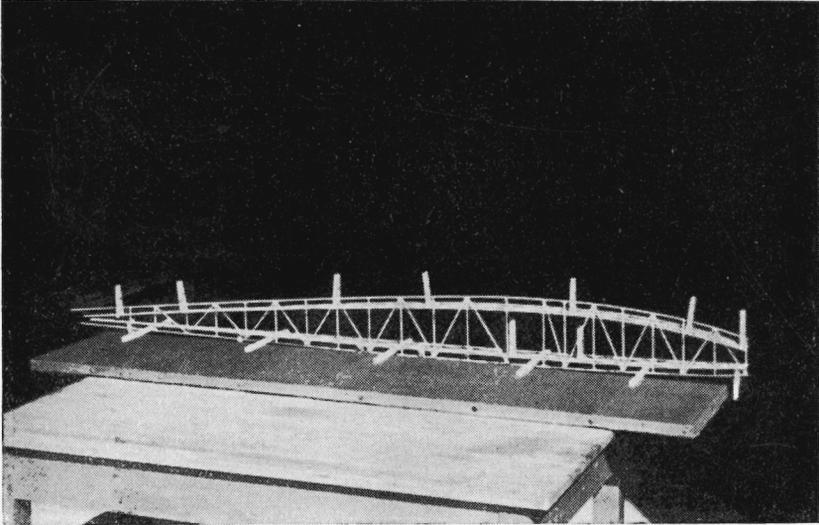
**cumulonimbus**



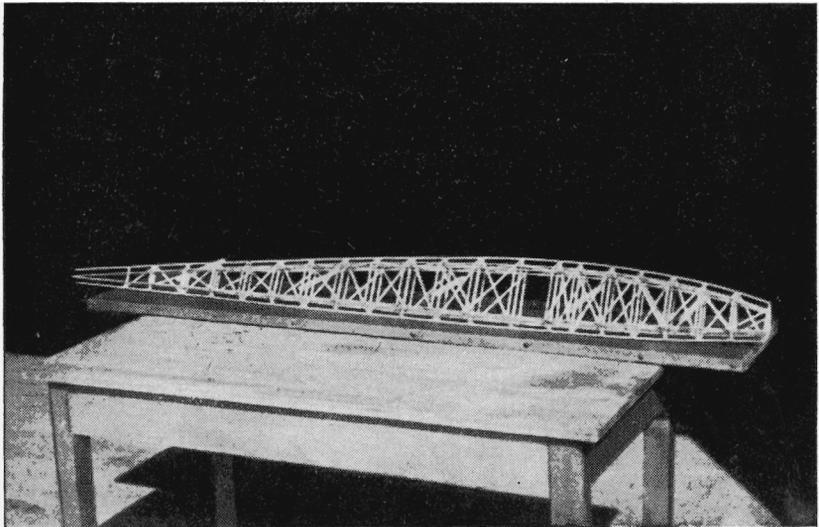
**altocumulus und altostratus**



Die richtige Handhabung der Laubsäge ist die Voraussetzung für eine saubere und genaue Arbeit



**Aufbau eines Sechskant-Stäbchenrumpfes des Segelflugmodells „Junge Welt“**



**Der fertige Stäbchenrumpf**

an rauchenden Schornsteinen und glimmenden Zigaretten (s. Abb. 103) oder zu Hause am Kochtopf. Immer wird sich die warme Luft nach oben ausbreiten.

Auf diese Weise entstehen zwei Gebiete, eins mit warmer aufsteigender Luft und eins, in der die Kälte weiterhin vorherrscht.

### Der Wind oder der Luftaustausch

Da es keine luftleeren Räume in der Atmosphäre gibt, muß dort, wo warme Luft aufsteigt, neue kalte Luft zufließen, d. h., der bestehende Druckunterschied wird bestrebt sein, sich auszugleichen. Es kommt in diesem Fall zu Strömungen, die man Luftaustausch nennt. Wir alle sagen dazu Wind. Folgende kleine Tafel soll es euch genau veranschaulichen.

#### Die Entstehung des Windes

^	>	^
Tiefdruckgebiet	Höhenwind	Hochdruckgebiet
Luftdruck abnehmend		Luftdruck zunehmend
Barometer fallend		Barometer steigend
Aufsteigende Luftströmung		Absteigende Luftströmung
^	<	^
	Bodenwind	

Diese Luftbewegung vollzieht sich nicht gleichmäßig, sondern ist mit Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen verbunden. Je größer die Druckunterschiede, um so stärker weht der Wind. Im Herbst und Frühjahr ist er besonders stark. Tagelang brausen die Stürme über Land und Meer und richten große Verwüstungen an. Sie bilden eine besondere Gefahr für Schiffe und Flugzeuge.

Die Stärke des Windes wird mit dem Windmesser in m/sec. gemessen. (Abb. 104.) Da ihr meistens nicht im Besitz eines solchen Instrumentes seid, müßt ihr den Wind schätzen. In der dazugehörigen Tabelle sind die Werte dazu angegeben. (Siehe Windstärketabelle.)

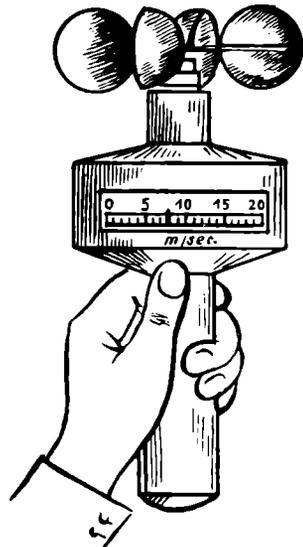


Abb. 104

**Windstärke-Tabelle**

Windstärke	Bezeichnung	Erkennungsmerkmal	Windgeschwindigkeit (m/Sek.)
0	Windstille	Rauch steigt senkrecht in die Höhe	0
1	Lufthauch	Windrichtung ist am Rauch erkennbar	1
2	Schwacher Wind	Ist im Gesicht fühlbar, Blätter rascheln	2
3	Mäßiger Wind	Blätter und kleine Zweige in ständiger Bewegung	4
4	Ziemlich frischer Wind	Wirbelt Staub und Papierstücke auf, bewegt Zweige	7
5	Frischer Wind	Schwächere Bäume werden bewegt, auf stehendem Wasser bilden sich Wellen	9
6	Starker Wind	Starke Zweige in Bewegung, Drähte pfeifen	12
7	Heftiger Wind	Der Wind bewegt ganze Bäume, der Marsch gegen den Wind ist unangenehm	16
8	Stürmischer Wind	Bricht Zweige ab, erschwert den Gang	19
9	Sturm	Verursacht geringe Schäden	23
10	Starker Sturm	Reißt Bäume aus	26
11	Mächtiger Sturm	Bewirkt umfangreiche Schäden	31
12	Orkan	Vernichtende Wirkung	über 35

Genauso, wie in der freien Natur, kann man den Luftaustausch auch im kleinen feststellen. Laßt einmal Fenster oder Türen offenstehen, sofort entweicht die warme Luft oben aus dem Raum und am Boden kommt frische Kaltluft herein. Deshalb sagt man auch, mach' die Tür oder das Fenster zu, es zieht. (Abb. 105).

### Versuch 2

Befindet ihr euch in einem Zimmer und habt eine Kerze, so haltet sie an eine ganz wenig geöffnete Tür. Wir sehen dann folgendes: Die Flamme wird oben nach außen gezogen, am Fußboden dagegen nach innen. In der Mitte ist ein ruhiges Flackern zu sehen. (Abb. 106).

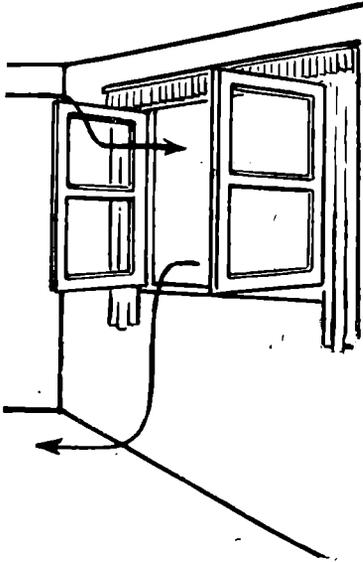


Abb. 105

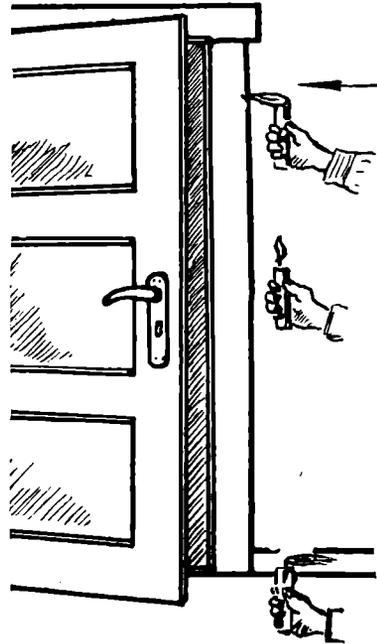


Abb. 106

### Die Luftfeuchtigkeit

Durch die Bestrahlung der Erdoberfläche wird nicht nur die Luft erwärmt und dadurch ein Druckunterschied geschaffen, der wiederum den Wind verursacht, auch ein Teil des auf unserer Erde befindlichen Wassers geht in einen gasförmigen Zustand durch Verdunstung über, was wir als Luftfeuchtigkeit bezeichnen.

Den Gehalt an Wasserdampf in der Luft stellen die Wetterstationen mit einem Haarhygrometer-Feuchtigkeitsmesser fest. In der Holzverarbeitenden Industrie ist ein ähnliches Instrument zu finden, nur stellt man dort die Feuchtigkeit des Holzes fest.

Die Aufnahme von Wasserdampf in der Luft ist verschieden und wird von der jeweiligen Temperatur bestimmt. Zum Beispiel nimmt 1 cbm Luft bei 28° Wärme 27 g Wasserdampf auf. 5 g genügen davon schon zur Sättigung, wenn die Temperatur 0° beträgt.

Führt man in diesem Zustand der Luft noch mehr Wasserdampf zu, so daß sich der Feuchtigkeitsgehalt steigert, so tritt die Kondensation (lat.)

ein, d. h., der Wasserdampf verdichtet sich. Es bilden sich um die in der Luft vorhandenen Kondensationskerne kleine, sich langsam vergrößernde Wassertröpfchen, die für uns als Nebel oder Wolken sichtbar werden. Kondensationskerne sind kleinste, mit dem Auge oft nicht sichtbare Teilchen, wie Staub und Rauchteilchen, Industriegase, Salzkerne aus dem Meerwasser usw. Je mehr Wassertropfen sich bilden, um so dichter werden die Wolken.

### Versuch 3:

Eine ähnliche Erscheinung zeigt euch ein kleiner Versuch. Werft in ein Gefäß mit Wasser Zucker, auch hier ist nur eine bestimmte Menge löslich, der Rest des Zuckers wird am Boden zu sehen sein. Erwärmt ihr das Wasser, so löst sich ein bestimmter Teil des übriggebliebenen Zuckers noch auf. Sobald die Temperatur aber zurückgeht, wird er wieder ausgeschieden und für uns sichtbar.

Die Kondensation kann dabei in zwei Fällen auftreten, und zwar, wenn die Feuchtigkeit der Luft bei gleichbleibender Temperatur zunimmt oder durch Senkung der Temperatur bei gleichbleibender Luftfeuchtigkeit. Am häufigsten ist das letztere der Fall. An einem kleinen Beispiel wollen wir es euch erklären.

Stellt euch vor, über einer Landschaft steigen warme, feuchte Luftmassen nach oben. Der Druck nimmt mit der Höhe ab. Infolge des geringen

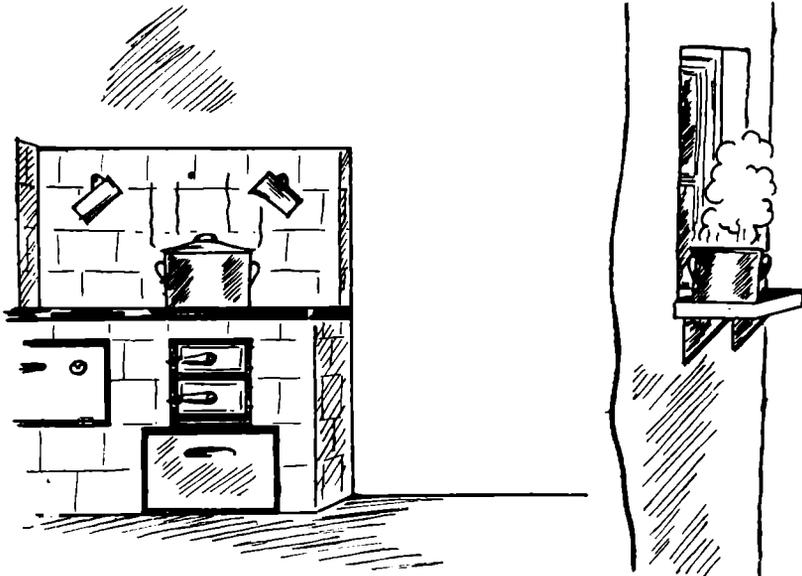


Abb. 107

Druckes breitet sich die warme Luft aus, kühlt sich aber dabei gleichzeitig ab. Die Folge davon ist ein Verdichten des Wasserdampfes, wodurch der Sättigungsgrad überschritten werden kann.

Der überschüssige Wasserdampf wird dann in Form von vielen kleinen Wassertröpfchen ausgeschieden, die als Wolken sichtbar werden.

Betrachtet einmal zu Hause in der Küche einen Topf mit kochendem Wasser. Ihr werdet keinen nennenswerten „Dampf“ bemerken. Tragt ihr aber das Gefäß an ein offenes Fenster (kalte Luft) sofort findet eine Kondensation statt, es entsteht eine „kleine Wolke“, feinstverteilte winzige Wassertröpfchen, die man oft fälschlicherweise mit Wasserdampf bezeichnet. (Wasserdampf ist immer unsichtbar.) (Abb. 107.)

Sucht einmal selbst nach mehr solchen Beispielen zu Hause oder in der Natur, wo eine Kondensation des Wasserdampfes stattfindet. Ihr werdet erstaunt sein über die Vielzahl dieser Erscheinungen.

### Der Niederschlag

Bei all dem soeben Gelernten wird dem einen oder anderen vielleicht die Frage aufgetaucht sein, was geschieht eigentlich, wenn die Temperatur nach der Kondensation weiter sinkt, es muß dann immer mehr Wasserdampf entstehen. Die vielen kleinen Tropfen fließen zusammen und es kommt zum Regen.

Ist das Gewicht der Wassertröpfchen zu groß, so daß sie sich in der Wolke bzw. in dem aufwärts gerichteten Luftstrom nicht mehr schwebend halten können, so beginnen sie zur Erde zurückzusinken. Unterhalb der Wolke werden sie zunächst in der wärmeren Luft wieder verdunsten, aber nur solange, bis die dazwischen liegende Schicht bis zur Erde genügend mit Wasserdampf gesättigt ist. Die überschüssigen Wassertröpfchen fallen dann als Regen zur Erde nieder. Je nach Temperatur kann es auch Schnee sein.

Um die atmosphärischen Niederschläge zu messen, werden im Freien Regenmesser aufgestellt. (Abb. 108). Man mißt mit ihnen die Niederschlagshöhe. Falls statt Regen Schnee oder Graupel gefallen sind, müssen diese vor dem Messen geschmolzen werden.

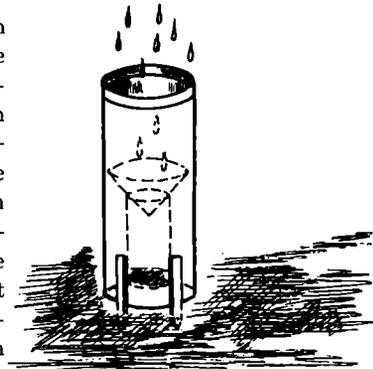


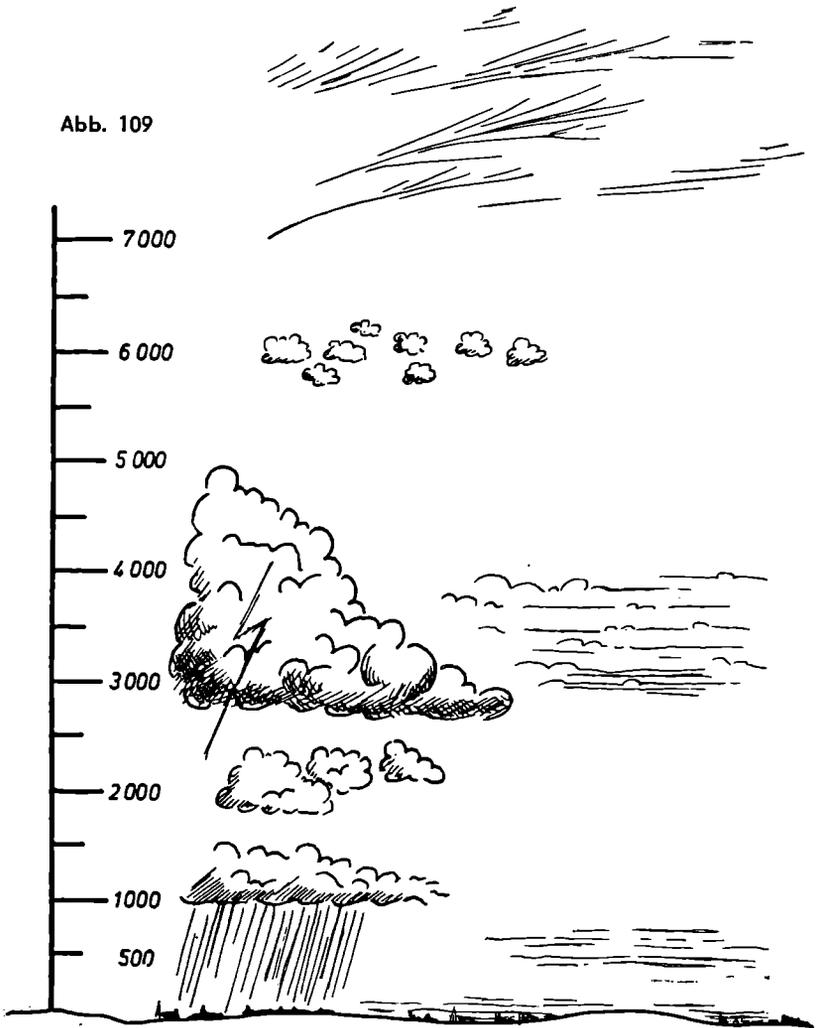
Abb. 108

Der Regenmesser soll 1 m hoch vom Erdboden entfernt sein

mit ihnen die Niederschlagshöhe. Falls statt Regen Schnee oder Graupel gefallen sind, müssen diese vor dem Messen geschmolzen werden.

## Die Wolken

Die Kondensationsformen, wir meinen jetzt die Wolkenformen, können sehr verschiedenartig ausgebildet sein. Alle diese aufzuzählen ist unmöglich. Vielleicht könnt ihr euch einmal auf einer Wetterwarte von einem Fachmann einen Wolkenatlas zeigen lassen. Darin sind viele verschiedene Wolkenformen enthalten.



Zum Anfang sollt ihr erst einmal die wichtigsten Wolken kennenlernen. Wer genau aufpaßt, kann sogar an den Wolken das ungefähr kommende Wetter bestimmen, vor allem die Frage klären, gibt es Regen oder nicht, und das ist doch für uns Modellflieger sehr wichtig. Die sicherste Art der Wettervorhersage bleibt natürlich der Wetterstation vorbehalten.

Als Hauptformen der Wolken sind uns vier bekannt. In unserer Sprache heißen sie:

Schichtwolken, der Fachmann sagt dazu Stratus;

Haufenwolken oder Cumulus;

Regenwolken oder Nimbus;

Federwolken oder Cirrus.

Zwischen diesen Hauptformen gibt es noch die verschiedensten Übergangsformen.

#### **Schichtwolken. Mittlere Höhe 500 m**

Unmittelbar über dem Erdboden als tiefste Wolkenform kommt die Schichtwolke vor. Wie schon ihr Name sagt, ist sie gleichmäßig geschichtet und hat eine graue bis dunkelgraue Farbe. Sie kann als Nebel unmittelbar auf dem Erdboden aufliegen. Von ihr ist wenig Regen zu erwarten.

#### **Haufenwolken. Mittlere Höhe 2000 m**

Das schönste Flugwetter finden wir in den warmen Jahreszeiten. Ein sichtbares Zeichen warmer aufsteigender Luft ist die Haufenwolke. In der Sommerzeit wird sie von Mittag bis zum Abend am Himmel zu sehen sein. Der Name Haufenwolke ist auf die dicken weißen Wolkenballen, die sich übereinandertürmen, zurückzuführen. Neben ihrem Schönwettercharakter führt sie leicht zu Gewitterbildungen.

#### **Regenwolken. Mittlere Höhe 1200 m**

Das Gegenstück zur Haufenwolke ist die Regenwolke. Ihr Erscheinen hat schon manchem erfolgreich angefangenen Modellflugwettbewerb ein frühzeitiges Ende gesetzt. Sie fällt durch ihre dunkelgraue Farbe und der an den Rändern ausgefranzten Form auf. Im Winter, wenn tiefe Temperatur herrscht, wird der Regen als Schnee zur Erde fallen.

#### **Gewitterwolken. Mittlere Höhe 3000—5000 m**

Zur Gewitterwolke sagt man auch in der Fachsprache Cumulonimbus. (Größte Haufenwolke.) Die mächtigen Wolkenmassen wechseln von hellgrauer Färbung bis zur tiefsten dunkelgrauen. An ihrer oberen Seite bildet sich meistens ein Wolkenschirm aus Eiskristallen, der oft die Form eines Ambosses annehmen kann. Die untere Seite ähnelt der Regenwolke.

### **Mittlere Schichtwolken. Mittlere Höhe 3500 m**

Schichtwolken in größeren Höhen werden als Altostratus bezeichnet. Sonne oder Mond sind kaum noch durch die gleichmäßige Schicht zu erkennen.

### **Feine Schäfchenwolken. Mittlere Höhe 6000 m**

Waren euch bis jetzt die erklärten Wolkenformen nur wenig bekannt, von den Schäfchenwolken hat bestimmt jeder schon etwas gehört. Am Himmel treten diese kleinen weißen Wölkchen in Reihen oder Gruppen auf und erinnern uns an eine Schafherde, daher ihr Name.

### **Federwolken. Höhe 7000—13 000 m**

Als letzte Wolke nennen wir noch die Federwolke oder Cirrus. Sie erreicht die größte Höhe. Durch die dort oben herrschende niedrige Temperatur besteht die Wolke nicht aus kleinen Wassertröpfchen, sondern aus feinen Eiskristallen. Auffallend ist die feine, federartige Form.

Mit den verschiedenen Wolkenarten beenden wir die allgemeine Meteorologie. Sie ist die Grundlage für jeden Flugmodellbauer, der sich mit den Witterungsvorgängen beschäftigt.

Beschrieben wir bisher die Ursachen, die zum Wetter führen, so soll der letzte Abschnitt den Möglichkeiten gewidmet sein, wie ihr das Wetter für den Modellflug ausnützen könnt. Was nützt euch das beste Flugmodell, wenn ihr nicht versteht, die Kraftquellen im Luftmeer zu finden, die es ermöglichen, hohe Flugleistungen zu erzielen.

### **Die Kraftquellen für den Modellflug**

Die Kraftquelle für den Modellflug ist der Aufwind. Er kann auf verschiedene Art für uns in Erscheinung treten, als warme, nach oben gerichtete Luftströmung (Thermik), oder wenn der Bodenwind durch ein Hindernis nach oben abgelenkt wird. Das letztere war für lange Zeit die einzige Möglichkeit, Flugmodelle längere Zeit fliegen zu lassen.

### **Der Hangaufwind**

Eine Luftströmung, die über die Erdoberfläche dahinfließt, bezeichnen wir als Bodenwind. Trifft dieser auf ein Hindernis in Gestalt eines Hügels, Berges oder einer Düne, so gleitet der Wind nach oben, um auf der anderen Seite verwirbelt nach unten zu fließen (Abb. 110). Wir sagen dazu Hangaufwind und Abwind. Je steiler so ein Hang ist, um so größer ist der Aufwind. Große Segelflugzeuge sind daran schon über 60 Stunden geflogen. Auch unsere Flugmodelle werden in diesem Hangwind gut fliegen, nur müßt ihr auf verschiedene Dinge gut aufpassen.

Unsere Modelle haben keine Steuerung wie Segelflugzeuge. Der Hangaufwind ist deshalb für unsere Flugmodelle sehr begrenzt. Ein Flugmodell, daß eurer Hand entgleitet, ist von diesem Augenblick sich selbst überlassen und nur der Flug kann euch zeigen, inwieweit ihr genügend Erfahrungen besitzt in der Auswahl des Hanges, Windes und nicht zuletzt des Modells. Nicht jeder Hang ist zum Fliegen unserer Modelle geeignet. Vorgelände und Steigung müssen beachtet werden. Wird der Wind durch Hindernisse, wie Häuser, Wald, wellige Bodenbeschaffenheit, verwirbelt, ist es besser, dort nicht zu starten (Abb. 111). Auch ein Kegelberg ist für uns nicht gut. Durch seine runde Form gleitet der Wind nicht nur nach oben.

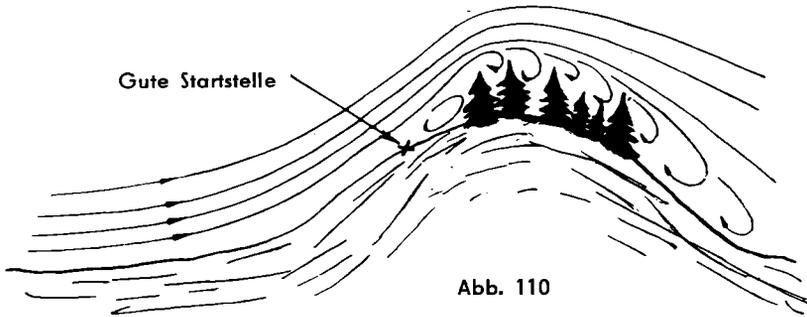


Abb. 110

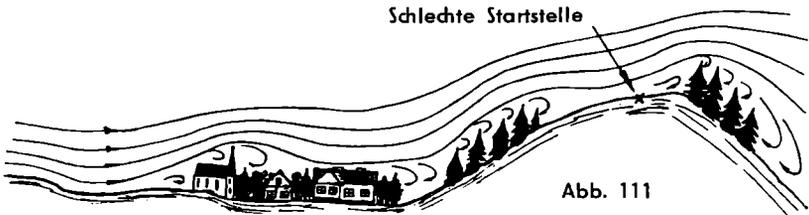


Abb. 111

sondern auch zur Seite (Abb. 112). Ein langgestreckter Höhenrücken wird immer der beste sein, vor allem, wenn er leichte U-Form besitzt, so daß der Wind nicht nach außen, sondern nach innen abgelenkt wird.

Was euer Flugmodell betrifft, so muß dieses eine gute Richtungsstabilität besitzen (s. Stabilität des Flugmodells). Ein Abweichen vom geraden Kurs bedeutet bei starkem Wind harte Landung gegen den Hang, was meist mit Bruch verbunden ist. Es kann aber auch, wenn genügend Höhe vorhanden, den Gipfel mit Rückenwind überfliegen, um im Abwindgebiet unsanft zu landen (Abb. 113).

Im Gegensatz zum Hangwind, der eine abgelenkte Strömung darstellt, ist die Thermik (Wärmeaufwind) warme, nach oben steigende Luft.

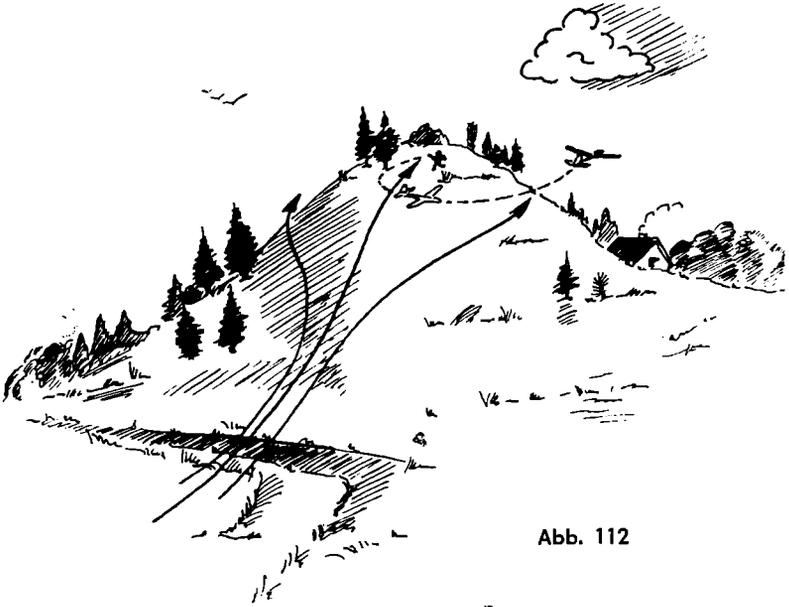


Abb. 112

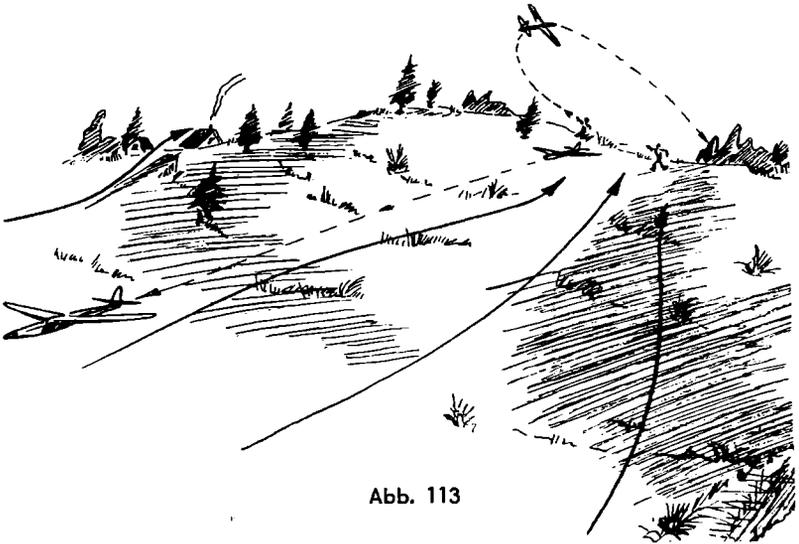


Abb. 113

### Der Wärmefaufwind (Thermik)

An schönen Sonnentagen, vor allem in den warmen Jahreszeiten, erwärmt sich der Erdboden. Das geht natürlich ungleichmäßig vor sich. Ihr wißt, daß helle, trockene Flächen die Wärme schneller abgeben, als dunkle und feuchte (s. Temperatur). Die Abgabe der Wärme an die darüberliegenden Luftschichten führt zu einer sich nach oben ausdehnenden Warmluftblase (Thermikblase), die sich ständig vergrößert. Hat sich genügend Warmluft angesammelt, reißt sie am Boden ab und steigt nach oben, solange, bis sie sich auf die Temperatur der umgebenden Luft abgekühlt hat. Da es keinen luftleeren Raum gibt, füllt sich nach dem Abreißen der Thermikblase der Raum sofort mit frischer Kaltluft und der geschilderte Ablauf beginnt von neuem (Abb. 114).

Im Sommer wundern sich die Menschen, wenn bei herrlichem Sonnenschein auf einmal ein kurzer heftiger Wind losbricht, der Staub im Kreis aufwirbelt und plötzlich wieder verschwunden ist. Das ist der Moment, wo sich eine Thermikblase vom Boden löst. Es kann natürlich

auch vorkommen, daß die nachfließende Kaltluft sich so schnell erwärmt, daß es zu einer dauernden Strömung von Warmluft nach oben kommt. Die Thermik kann auf kleinen Flächen auftreten: Getreidefeldern, Häusern usw., aber auch auf großen Gebieten, wo die Bedingungen günstig sind. Ein Merkmal, wie man die Thermik feststellt, ist das Flimmern der

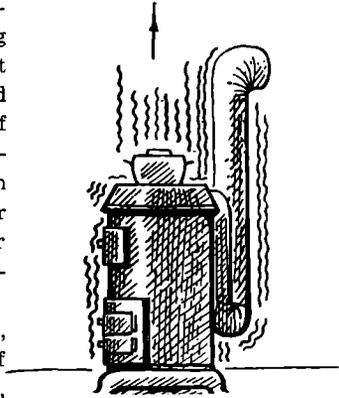


Abb. 114

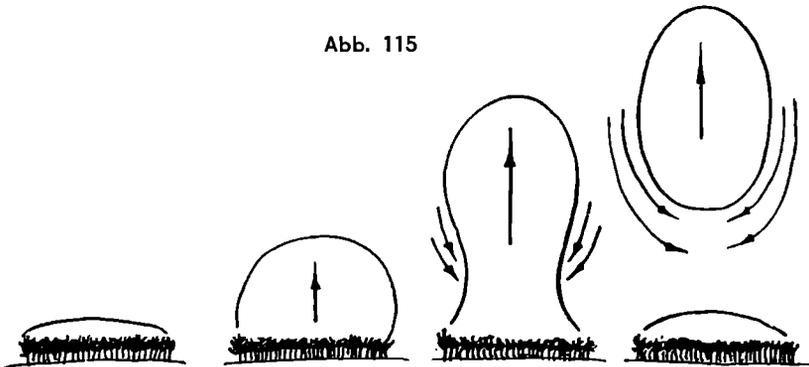
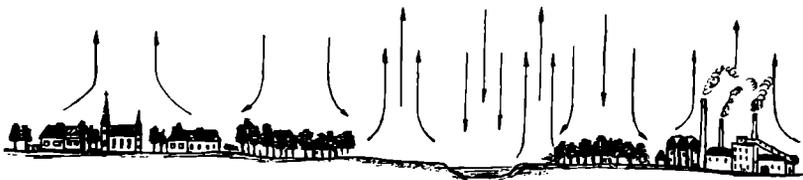
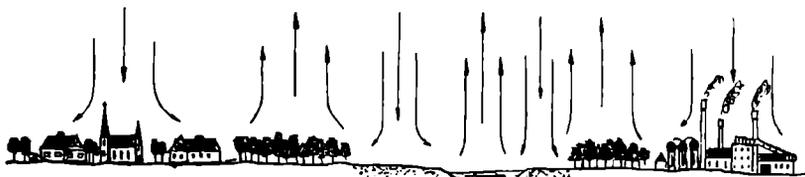


Abb. 115



Tagethermik

Abb. 116



Abendthermik oder Thermikumkehr

Abb. 117

warmen Luft, wie es auch am Ofen leicht zu sehen ist (Abb. 114). In der Zeit von 14 bis 15 Uhr ist die Thermik am stärksten, da zu dieser Zeit die Sonnenstrahlen den Erdboden am meisten erwärmt haben. Am Abend tritt ein Wechsel ein, wie schon unter dem Abschnitt „Temperatur“ behandelt wurde. Jetzt strahlen die dunklen, feuchten Bodenflächen, wie Wiesen, Sümpfe, Wasser usw., ihre Wärme aus. Man sagt dazu Thermikumkehr oder Abendthermik. Der Aufwind ist jedoch nie so stark wie kurze Zeit nach Mittag (Abb. 116, 117).

### Die Windthermik

Beobachtet ihr einmal einen Vogel oder euer Flugmodell, wie sie über einer Fläche Höhe gewinnen, wo augenblicklich gar keine Thermik zu

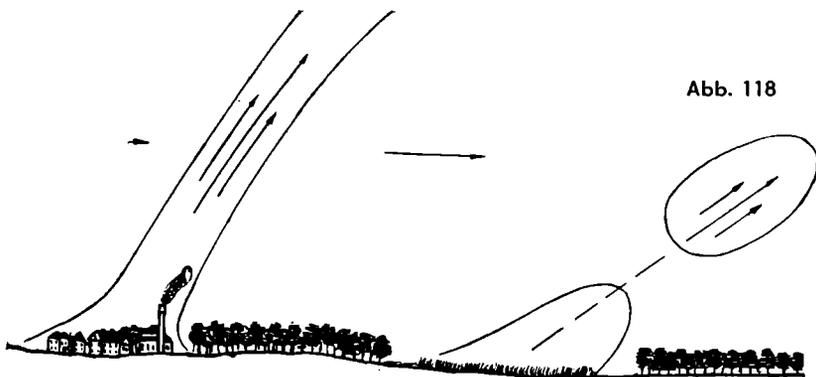


Abb. 118

erwarten ist, nehmen wir an, über Wald, so glaubt nicht gleich, alles Gelernte ist falsch. Ihr habt es in diesem Fall mit der Windthermik zu tun. Die aufsteigende Warmluft wird durch den Wind seitlich fortgetragen (Abb. 118).

Im Gegensatz zum Hangflugmodell soll das Thermikmodell immer leicht kurvend eingestellt sein. Der Grund ist darin zu suchen, daß die Thermik nicht immer große Ausmaße hat. Bekommt euer Flugmodell Thermikanschluß, würde es, wenn es geradeaus fliegen würde, zwar steigen, aber

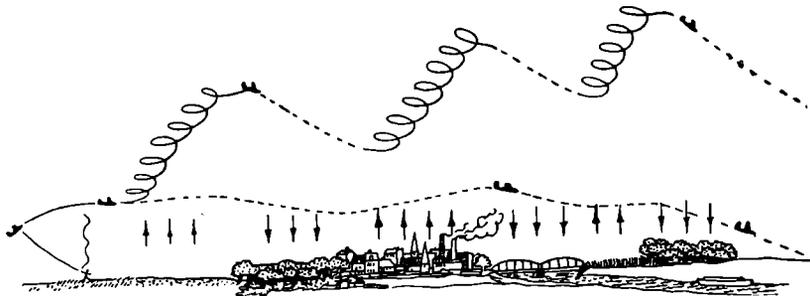


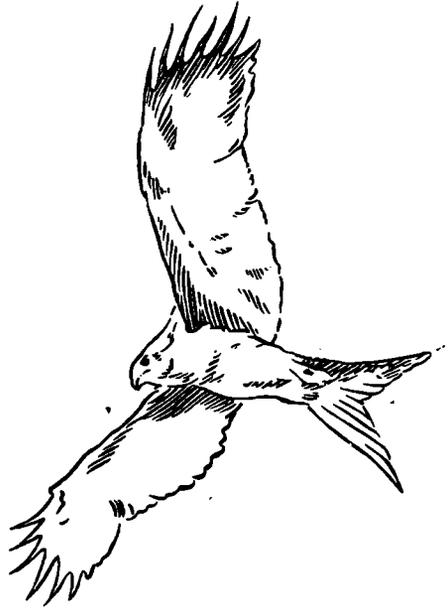
Abb. 119

sofort wieder den Aufwind verlassen und in das Abwindgebiet geraten. Ein Thermikmodell dagegen kann die eng begrenzten Gebiete lange Zeit ausnützen und somit lange Flugzeiten erzielen (Abb. 119).

Mit der Beschreibung der „Kraftquellen des Modellfluges“ beenden wir den Abschnitt „Das Wetter und unser Flugmodell“.

Die Kenntnisse, die ihr darin erworben habt, sollen als Grundlage dienen für eure spätere Arbeit in den Ausbildungseinheiten der Gesellschaft für Sport und Technik. Erweitert diese Kenntnisse durch praktische Erfahrungen in der Natur. Viele gute Flüge eurer Modelle werden der sichtbare Ausdruck dafür sein, daß ihr es verstanden habt, das Gelernte richtig anzuwenden.

## *Warum fliegt unser Flugmodell?*



### **Einführung**

Wie oft können wir dem herrlichen Spiel unserer Raubvögel zusehen. Hoch über uns in den Lüften fliegen sie in weiten Kreisen. Dabei steigen sie ohne Flügelschlag höher und höher. Manchmal stoßen sie aus großer Höhe herab, doch schnell sind sie wieder unter den Wolken. Kommt ihnen ein anderer Vogel zu nahe, dann fliegen oftmals Federn. Sonst ist ihr Flug ruhig und herrlich anzusehen.

Immer wieder wird die Frage gestellt:

Wodurch wird das Fliegen ermöglicht?

Die Natur gibt uns außer dem Vogel- und Insektenflug viele Beispiele.

Millionen Blätter fallen jährlich von den Bäumen. Die Samen des Löwenzahns und der Distel werden durch eine Luftbewegung weit weggetragen. Werfen wir ein Blatt Papier in die Luft, so fällt es nicht senkrecht zu Boden, sondern führt einen schaukelnden Flug aus. Nehmt eine Hühnerfeder und laßt sie fallen, nur sehr langsam gleitet sie zur Erde. Lassen



wir einen gasgefüllten Ballon aus der Hand, so ist er schnell unserem Zugriff entfliegen. Dagegen fällt ein Stein, wenn wir ihn, ohne zu werfen, loslassen, senkrecht zu Boden. Das unterschiedliche Verhalten dieser Körper wird durch ihr Gewicht, ihre Formen sowie durch die Eigenschaften der Luft bestimmt.

### Die Luft und ihr Gewicht

Alle Gegenstände werden von der Erde angezogen, sie haben ein Gewicht. Nehmen wir gleichgroße Körper aus verschiedenem Stoff, so merken wir, daß jeder Körper ein anderes Gewicht hat (Abb. 120, 121). Die Ursache dafür ist das verschiedene Artgewicht (spezifisches Gewicht) der Stoffe. Der Erdanziehung ist auch die Luft unterworfen, Auch sie hat also ein Gewicht. Wir wissen aber alle, daß es außerordentlich gering ist. Ein Kubikdezimeter Luft wiegt nur 1,293 g. Die Luft hat also ein geringes spezifisches Gewicht. Außerdem sind die kleinsten Teilchen der Luft,

Abb. 120  
Kork

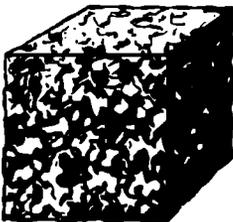
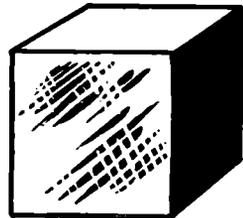


Abb. 121  
Stahl



die Moleküle, sehr leicht gegeneinander zu verschieben. Daher läßt sich die Luft sehr leicht verdrängen. Wir merken von der Luft eigentlich erst etwas, wenn sie sich schnell bewegt. Wir können das täglich feststellen. Ganz gleich, ob wir mit dem Rad fahren, gegen den Wind laufen, Staub wegblasen oder husten, immer merken wir die Luft durch die Bewegung.

### Der Widerstand

Schon des öfteren haben wir gehört, daß die Luft ein Körper ist. Wenn auch davon nicht immer etwas zu spüren ist, so hat jeder von uns schon unangenehme Erfahrungen mit ihr gemacht. Wie oft wurden vom Wind Fenster zugeschlagen, daß die Scheiben herausfielen. Starke Herbststürme

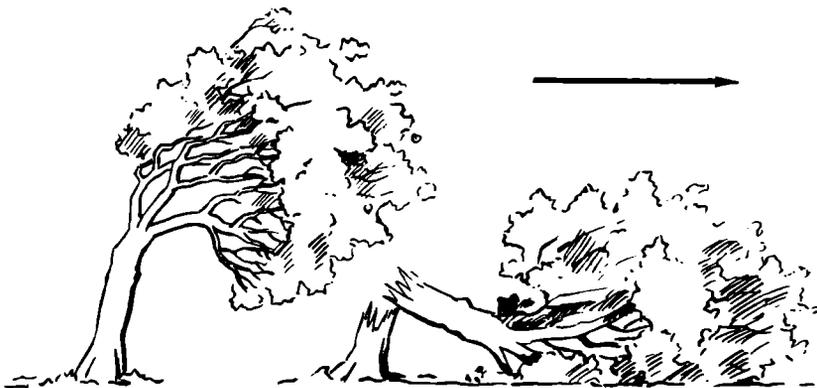


Abb. 122

richteten große Verheerungen in Wald und Flur an. Bäume entwurzelten oder brachen ab. Wir sehen daraus, daß die Luft imstande ist, beträchtliche Kräfte auszuüben. Wir merken das selbst sehr deutlich, wenn wir mit dem Rad gegen den Wind fahren. Die Luft setzt unserer Bewegung hier einen Widerstand entgegen. Ein solcher Widerstand entsteht immer, wenn strömende Luft auf einen Körper trifft. Dabei ist es gleichgültig, ob die bewegte Luft auf einen ruhenden Körper trifft oder ob sich der Körper durch die ruhende Luft bewegt.

### Die Geschwindigkeit

Im Zusammenhang mit dem Widerstand betrachten wir die Geschwindigkeit. Die Bewegung von Körpern wird als Geschwindigkeit gemessen. Die Geschwindigkeit gibt an, welche Strecke in einer bestimmten Zeit zurückgelegt wird. Man mißt die Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde  $\left( \frac{\text{m}}{\text{sec}} \right)$

oder Kilometer pro Stunde (km/h).

Wir wollen nun den Zusammenhang zwischen Widerstand und Geschwindigkeit betrachten.

Ein schnell fahrender Radfahrer beugt sich über die Lenkstange. Sitzt er dadurch bequemer? Nein! Der Widerstand der Luft hat ihn dazu veranlaßt. (Abb. 123.)

Wir haben sicher alle schon die Feststellung gemacht, daß der Widerstand immer größer wird, je schneller wir fahren. Erklären läßt sich das durch



Abb. 123

den schneller hintereinander folgenden Aufprall der Luftteilchen auf den Körper. Außerdem bilden sich hinter dem Körper mit zunehmender Geschwindigkeit immer größer werdende Luftwirbel, und wir wissen ja vom Schwimmen, daß ein Wirbel eine ansaugende Wirkung hat. In diesem Falle wird der Körper also durch den Wirbel zurückgesaugt.

### Der Formwiderstand

Unser Radfahrer beugt sich über die Lenkstange, um den Widerstand zu verkleinern. Er verkleinert damit die Angriffsfläche für die Luft. Selbst

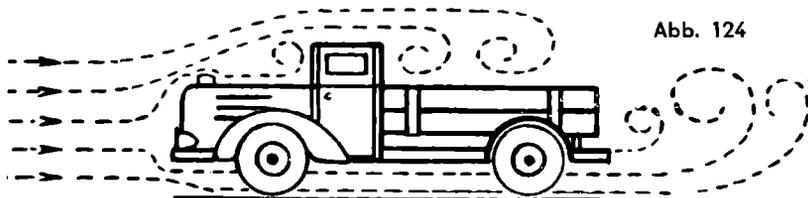


Abb. 124

bei gleicher Angriffsfläche kann aber der Widerstand noch sehr verschieden sein. Betrachten wir uns einmal die Autos aus den Jahren 1900 bis 1930: Nicht umsonst sagt man zu einem solchen Auto „der alte Kasten“.

Sie sahen damals wirklich wie „Kästen“ aus. (Abb. 125.)

Dagegen lobt jeder einen schnittigen EMW oder einen sowjetischen „SIS“. Was aber zwang bei der Entwicklung des Autos zu dieser Formgebung? (Abb. 126.)

Die ersten Autos fuhren sehr langsam. Der Luftwiderstand spielte dabei eine untergeordnete Rolle. Mit der Entwicklung der Technik entstanden bald viel schnellere Wagen. Der Luftwiderstand mußte durch bessere Formgebung des Autos verringert werden. Dabei sei gesagt, daß ein LKW mit einer Geschwindigkeit von 60 km 45 Prozent der Motorkraft zur Überwindung des Luftwiderstandes benötigt. Die gerade Vorderseite eines Autos wirkt wie ein Staudamm. Die Luft kann schlecht abgleiten und staut sich. Es entsteht ein Stirnwiderstand. Wir oft wundern wie uns, daß die Rückwand bei Autos stark verstaubt, während die Vorderseite fast sauber ist. Die um das Auto streichende Luft schlägt hinter dem Auto wirbelnd zusammen. Es wird dabei Staub mitgerissen, der sich an der Rückwand absetzt. (Abb. 124.) Die entstehenden Wirbel wirken wie eine Bremse. Moderne Autos sind deshalb stromlinienförmig verkleidet. Diese Form habt ihr schon alle gesehen. Ihr Vorbild ist die des fallenden Wassertropfens; sie ist die widerstandsärmste, die wir kennen. (Abb. 127.)

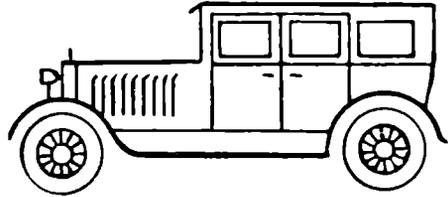


Abb. 125

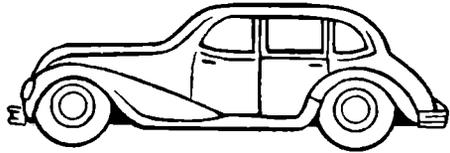


Abb. 126

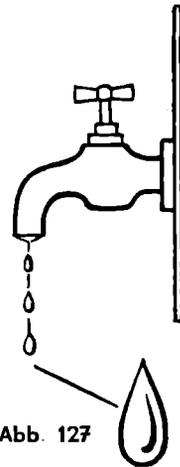


Abb. 127

### Versuch 1:

Die Größe des Widerstandes von verschiedenen Körpern kann leicht festgestellt werden. Wir benötigen dazu eine Briefwaage, einen Fön, eine Befestigungsnadel und mehrere Widerstandskörper. Der runde Teller der Briefwaage wird entfernt. An dessen Stelle wird ein langer Stift, die Befestigungsnadel, angebracht. Auf diese Nadel wird ein Widerstandskörper gesteckt. Der Fön muß von oben auf den Widerstandskörper blasen. An der Skala wird dann der Widerstand abgelesen. Die Werte sind natürlich noch sehr ungenau. Trotzdem zeigt uns dieser Versuch die unterschiedlichen Widerstandsgrößen der einzelnen Körper. (Abb. 128, 129.)

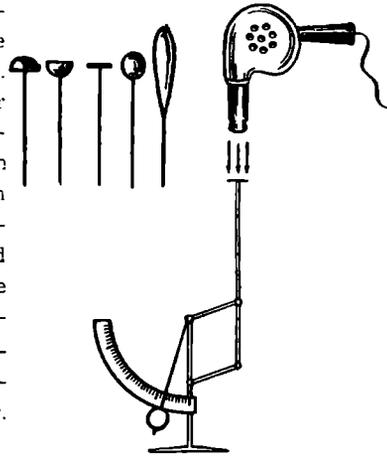


Abb. 128

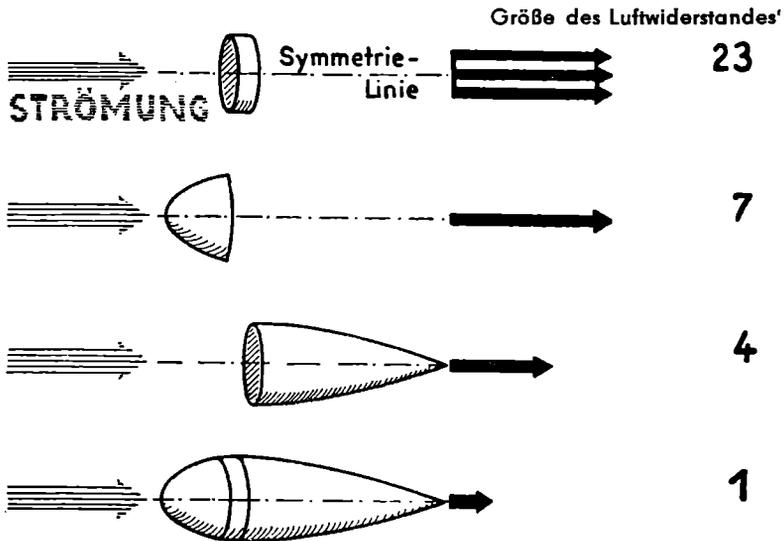


Abb. 129

**Versuch 2:** Um zu erfahren, warum die Körperform ausschlaggebend für die Größe des Widerstandes bei gleichem Querschnitt und gleicher Geschwindigkeit ist, müssen wir untersuchen, wie die Luft den Körper umströmt.

Zunächst eine Vorbemerkung: Die Strömungsvorgänge bei Luft und Wasser stimmen annähernd überein. Die im strömenden Wasser gemachten Erfahrungen können weitestgehend auf die Luft übertragen werden. Von dieser Übereinstimmung machen wir jetzt Gebrauch. Verschiedene Wider-

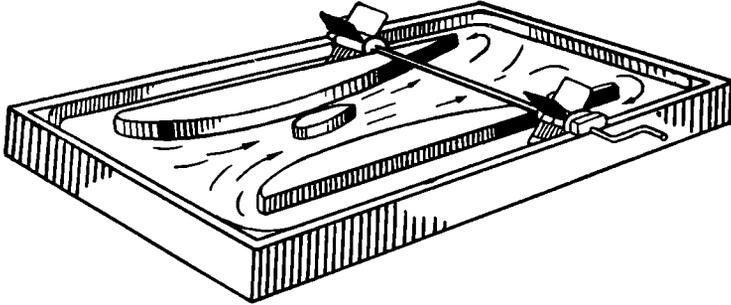


Abb. 130

standskörper werden in fließendes Wasser getaucht. Damit wir ein möglichst genaues Bild bekommen, fertigen wir uns eine Strömungswanne an. Der Aufbau der Wanne ist auf Abbildung 130 zu sehen. Mit diesem Apparat kann jeder Körper auf den Verlauf der Strömung untersucht werden. (Abb. 131.)

Zur besseren Sichtbarmachung der Stromlinienfäden streut man auf die Wasseroberfläche Bärlappsamen.

### Der Reibungswiderstand

Durch jede Reibung wird Kraft verzehrt. Wie schwer fährt sich ein Wagen, dessen Achsen nicht geschmiert werden! Auf glatter Straße rollt ein Handwagen fast von selbst. Mit großer Mühe und Anstrengung muß er dagegen über Felder und Sandwege gezogen werden. Eine nagelneue Maschine kann ohne Schmierung nur kurze Zeit laufen.

Warum wird ein Lager geölt oder eingefettet? Damit es besser gleitet und der Reibungswiderstand geringer wird. In einem Maschinengleitlager reibt nicht Metall auf Metall, sondern Ölschicht auf Ölschicht. Was geschieht aber, wenn sich ein Körper in der Luft bewegt? Reibt sich die umströmende Luft wirklich an der Körperwand? Nein!

Die Luft hat ein Anhaftevermögen. Sie umgibt jeden Körper mit einer

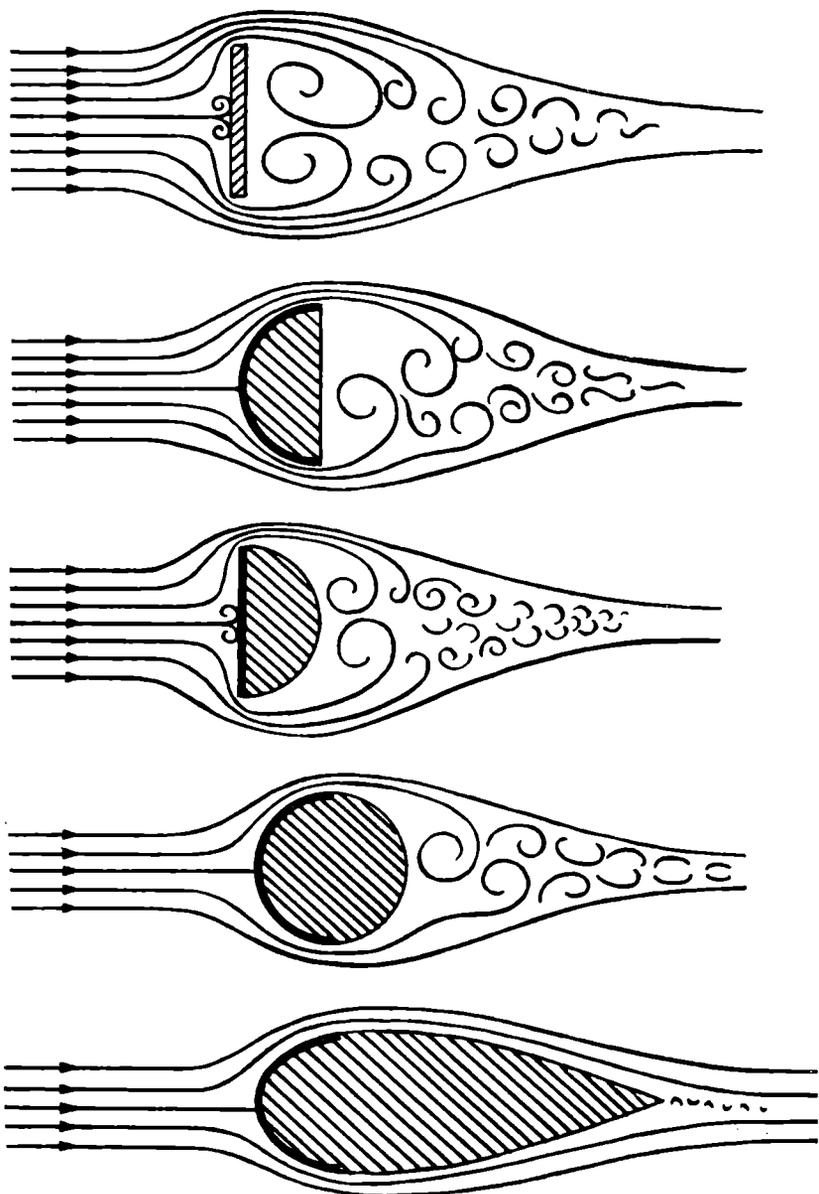


Abb. 131

dünnen Schicht. Durch die Bewegung des Körpers in der Luft reibt sich deshalb Luft an Luft. Dabei entstehen kleine Wirbel, die am Körper den Reibungswiderstand bilden. Ist die Oberfläche eines Körpers sehr rau, dann wird der Reibungswiderstand wesentlich größer sein, als bei einer glatten Oberfläche bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit. Hierzu ein Beispiel: Reiben wir mit der Hand über ein rauhes, ungehobeltes Brett, dann wird die Reibung bedeutend größer sein, als bei einer glatten, gehobelten Fläche.

Merken wir uns:

Der Luftwiderstand ist eine Kraft, die die Bewegung eines Körpers in der Luft hindert. Anstatt Luftwiderstand sagt man dort, wo man ihn nicht mit anderen Widerständen verwechseln kann, einfach kurz Widerstand. Dieser Widerstand ist abhängig von:

1. Geschwindigkeit,
2. Form des Körpers,
3. Größe des Körpers,
4. Oberflächenbeschaffenheit des Körpers,
5. Luftdichte.

### **Der Auftrieb / Statischer Auftrieb**

Uns ist allen bekannt, daß ein Stein im Wasser untergeht, während z. B. ein Stück Holz auf der Wasseroberfläche schwimmt. Das unterschiedliche Verhalten zwischen dem Stein und dem Holz findet seine Erklärung in dem verschiedenen spezifischen Gewicht des Holzes, des Steines und des Wassers. Spezifisch leichtere Körper als das Wasser steigen also in diesem empor, spezifisch schwerere gehen unter. Tauchen wir ein Stück Holz oder einen Ball im Wasser unter, so verspüren wir eine nach oben gerichtete Kraft, die das Holz oder den Ball nach oben treiben möchte. Öffnen wir die Hand, so steigen Holz und Ball an die Oberfläche des Wassers. Diese nach oben gerichtete Kraft bezeichnen wir als statischen Auftrieb, weil zu seinem Zustandekommen keinerlei Bewegung erforderlich ist. Aber nicht nur Körper mit spezifisch kleinerem Gewicht als Wasser erhalten einen statischen Auftrieb, sondern auch z. B. der Stein.

Wir alle haben schon die Erfahrung gemacht, daß uns ein Stein im Wasser viel leichter erscheint als an der Luft. Die Ursache dafür ist eine Kraft, die beim Eintauchen ins Wasser auftritt, und die dem Gewicht entgegenwirkt. Die gleiche Erscheinung tritt bei allen Flüssigkeiten und Gasen auf. Der griechische Philosoph Archimedes fand nun, daß diese Kraft genauso groß ist, wie das Gewicht der beim Eintauchen von dem Körper verdrängten Flüssigkeit.

Wenn ein Körper spezifisch leichter ist als die Flüssigkeit, dann wird die von ihm verdrängte Flüssigkeit mehr wiegen, als der Körper selbst.

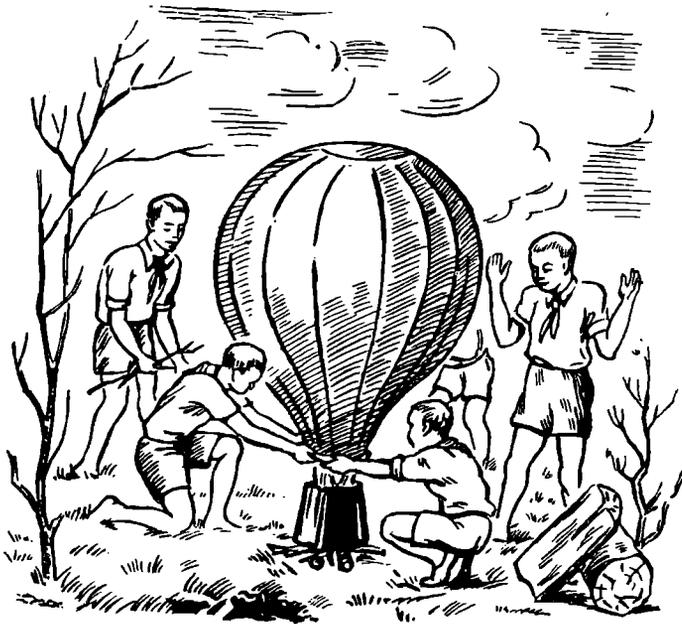


Abb. 132

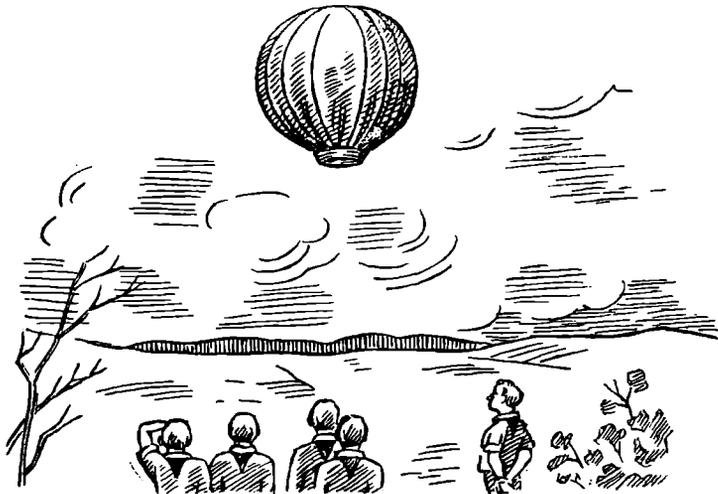


Abb. 133

Der statische Auftrieb ist also größer als das Gewicht, und der Körper steigt in der Flüssigkeit empor. Ist er aber spezifisch schwerer als die Flüssigkeit, so wiegt er mehr als die von ihm verdrängte Flüssigkeit und geht unter. Das gleiche Gesetz gilt auch für die Luft. Auch in der Luft hat jeder Körper einen Auftrieb, der genauso groß ist, wie das Gewicht der verdrängten Luftmenge. Ein Stoff, der spezifisch leichter ist als Luft, wird also in der Luft emporsteigen. (Abb. 132, 133.)

Von dieser Tatsache macht man beim Freiballon Gebrauch. Die Hülle allein ist schwerer als die von ihr verdrängte Luftmenge, aber wenn sie mit warmer (leichterer) Luft oder mit Traggas gefüllt wird, ist das Gesamtgewicht kleiner als das Gewicht der verdrängten Luft und der Ballon steigt nach oben. Auch ein Luftschiff fährt nach diesem Prinzip.

Man nennt solche Geräte „Luftfahrzeuge, leichter als Luft“. Ein solches Luftfahrzeug fliegt nicht, sondern es fährt!

### Dynamischer Auftrieb

Alle Körper lassen sich jedoch nicht mit Gas füllen. Ein Vogel fliegt und segelt in der Luft. Flugzeuge fliegen täglich über das Land. Alle haben sie weder eine besondere Gasfüllung, noch sind sie leichter als Luft. Es muß also noch eine andere Art von Auftrieb geben, die das Fliegen von Vogel und Flugzeug ermöglicht. Die Kräfte, die den Vogel, das Flugzeug und auch unser Flugmodell tragen, entstehen durch die Umströmung des Tragflügels, wenn sich der Vogel oder das Flugmodell gegenüber der Luft bewegt, also von vorn angeblasen wird. Ist für die Entstehung des Auftriebes eine Bewegung notwendig, dann sprechen wir nicht mehr vom statischen, sondern vom dynamischen Auftrieb. Hierbei ist es ganz gleich, ob sich das Flugmodell oder die Luft bewegt.

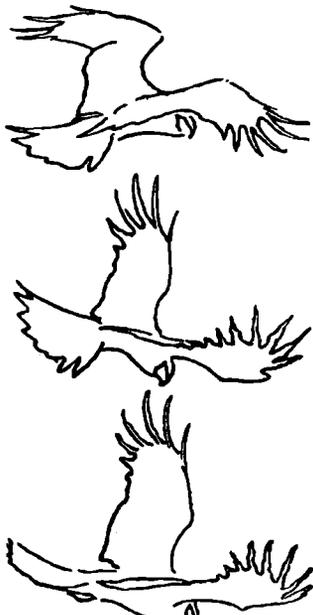


Abb. 134

Beim Raubvogel wird die Vorwärtsbewegung durch den schlagenden Außenflügel bewirkt, wogegen der körpernahe Teil den nötigen Auftrieb liefert. Er kann aber auch nach anfänglichem Flügelschlag weitergleiten und segeln. (Abb. 134.)

Wie erklären wir uns die Vorwärtsbewegung eines Segelflugmodells?  
 Alle Körper werden durch ihr Gewicht von der Erde angezogen. Dies gilt auch für unser Flugmodell, nur wird hier bei richtiger Schwerpunktlage die fallende Bewegung durch Tragflügel und Leitwerk in eine gleitende Bewegung umgewandelt, ähnlich z. B. ein Wagen, welcher auf abschüssiger Straße durch sein Gewicht ins Rollen kommt. Die Straße hindert ihn daran, senkrecht nach unten zu fallen, und so rollt er eben die Straße entlang nach unten.

### Der Auftrieb an einem Drachen

Wir wollen zuerst einmal einen Drachen betrachten. Seine Fläche ist gegen den anströmenden Wind unter einem großen Winkel angestellt. Bei ihm treffen die Luftteilchen kurz hintereinander auf die schräggestellte Fläche,

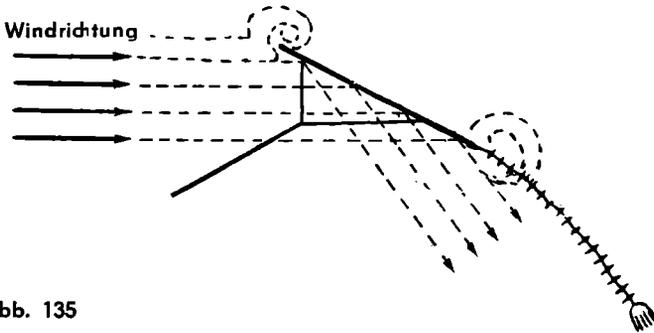


Abb. 135

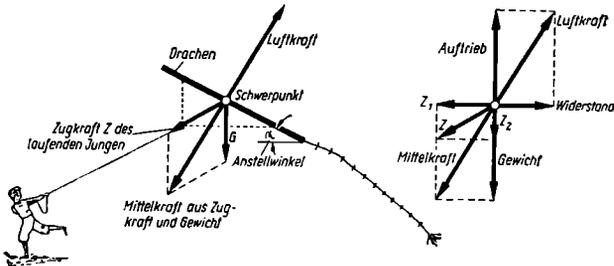


Abb. 136 Kräftespiel an einem Drachen

wodurch ein Teil abprallt und schräg nach unten abgeleitet wird. (Abb. 135.) Hierdurch wird die Luft abgelenkt und erhält eine Bewegung nach unten. Diese löst einen Gegendruck aus, der den Drachen nach oben bewegt. Dieser Vorgang ähnelt folgendem Beispiel: Springt ein Mensch

aus einem Boot ans Ufer, dann wird durch den Stoß beim Absprung das Boot slets vom Ufer weggestoßen (Abb. 137).

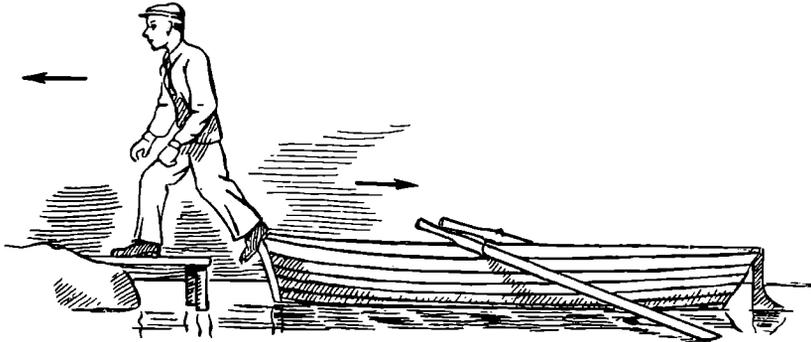


Abb. 137

Außerdem bilden sich hinter oder besser über dem Drachen wieder die uns schon bekannten Wirbel, die ebenfalls mithelfen, ihn in der Luft zu halten.

### Der Auftrieb an einem Tragflügel

Unsere Flugmodelle haben keine ebenen Platten als Tragflügel, sondern mehr oder weniger stark gewölbte Profile mit fast spitzer Profilnase. Bereits Shukowskij und Lilienthal stellten fest, daß der Auftrieb an gewölbten Flächen größer ist als an einer ebenen Platte (Abb. 138, 139).

Der Modellflügel wird im Flug meist unter einem sehr kleinen Winkel angeblasen. Der entstehende Überdruck an der Flügelunterseite liefert



Abb. 138

Die ebene Platte ist ungünstig als Flügelquerschnitt, da sie großen Widerstand und wenig Auftrieb erzeugt

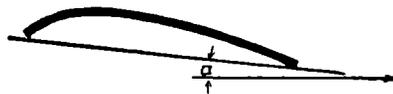


Abb. 139

Die gewölbte Fläche ist besonders für Flugmodelle mit geringer Profiltiefe und bei kleiner Geschwindigkeit von Vorteil

allein nicht den nötigen Auftrieb, um das Flugmodell flugfähig zu machen. Es muß bei der Umströmung des gewölbten Tragflügels noch eine weitere Kraft entstehen, die den Auftrieb wesentlich vergrößert.

Hierzu folgender Versuch:

Wir nehmen zwei Postkarten und geben ihnen durch Wölben über der Tischkante eine Profllform. In einem Abstand von etwa 3 bis 4 cm hängen

wir sie beweglich über zwei Stricknadeln, wobei wir darauf achten, daß die gewölbten Seiten nach innen zeigen. Blasen wir nun durch den Zwischenraum der beiden Postkarten hindurch, so schlagen sie zusammen. Es ist durch die beschleunigte Luft zwischen den Postkarten ein Unterdruck entstanden. Dieser Versuch kann auch mit nur einer gewölbten Postkarte durchgeführt werden. Die Bewegung der Karte wird stets nach der gewölbten Seite erfolgen (Abb. 140, 141).

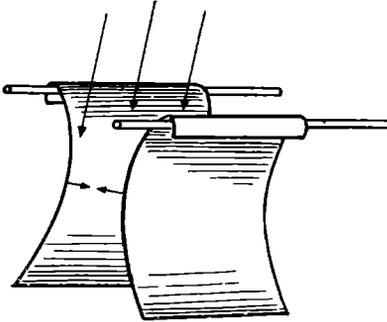


Abb. 140

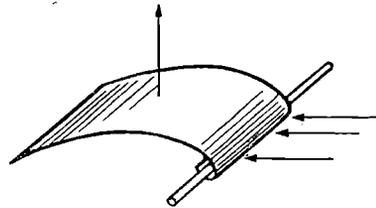


Abb. 141

Wir wollen versuchen, uns das mit einfachen Mitteln zu erklären. Die Luft, die zwischen den Karten den gekrümmten Weg entlang strömen muß, hat einen längeren Weg als die Luft, die außerhalb vorbeiströmt. Sie muß deshalb schneller fließen. Nun ist aber nach einem Gesetz der Physik in einer schnellen Strömung der Druck geringer als in einer langsamen Strömung. Es entsteht jetzt zwischen den beiden Karten ein Unterdruck gegenüber dem Außenraum, und deshalb werden die Karten von dem größeren Außendruck zusammengedrückt. Einen ähnlichen Vorgang können wir beobachten, wenn durch ein Rohr mit unterschiedlichem Querschnitt Luft strömt. Bringen wir an der Wandung U-förmig gebogene

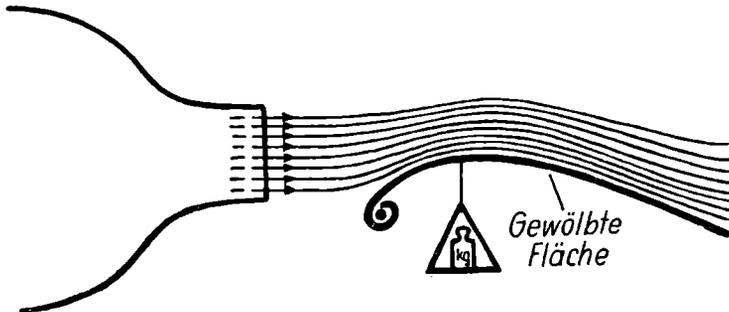


Abb. 142

Röhrchen an, die mit Flüssigkeit gefüllt sind, dann werden wir feststellen, daß die Flüssigkeit im Glasrohr, welches wir an der engsten Stelle angeschlossen haben, höher gestiegen ist. Es muß demnach ein Druckunterschied an den verschiedenen Stellen des Rohres entstehen. Im engeren Querschnitt des Rohres wird durch die beschleunigte Luft eine Druckabnahme bewirkt. Hierdurch wird der Flüssigkeitsspiegel des Röhrchens, welches wir an der engsten Stelle angeschlossen haben, durch die Druckabnahme nach oben steigen (Abb. 143).

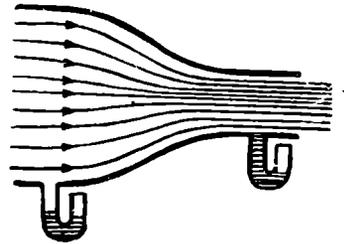


Abb. 143

Die Anwendung dieser Tatsache finden wir bei den bekannten Zerstäubern für Insektenmittel. Hier wird über das senkrechte Rohr ein Luftstrom schnell hinweggeblasen. In diesem Luftstrom und in dem hineinragenden Rohr herrscht Unterdruck. Auf den Flüssigkeitsspiegel drückt aber der volle Luftdruck, daher wird die Flüssigkeit im Rohr nach oben steigen und zerstäuben.

### Die Strömung um den Tragflügel

Die aerodynamischen Versuchsanstalten haben, auf den Erkenntnissen von Shukowskij und Lilienthal fußend, im Laufe der Jahre Profile entwickelt, die strömungsmäßig bei größeren Geschwindigkeiten günstiger sind, als die gewölbte Platte (Abb. 144).

Um den Stromlinienverlauf an verschiedenen Profilen sichtbar zu machen, benutzt man den Rauchwindkanal oder Nebelkanal. Die im Rauchwindkanal sichtbar gemachten Strömungsbilder bestätigen uns die Richtigkeit des Versuches mit den Postkarten.

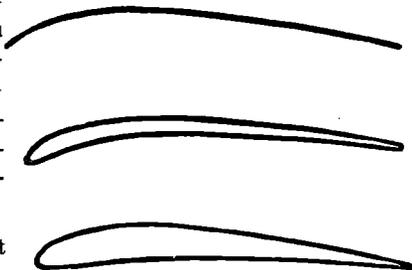


Abb. 144

Wir wollen zum Verständnis vorerst einige Begriffe kennenlernen. Wir haben uns am Profil die Profilsehne zu merken. (Eigentlich heißt sie richtig „Druckseitentangente“). Sie ist bei gewölbten Profilen die Gerade, die die zwei tiefsten Punkte des Profiles

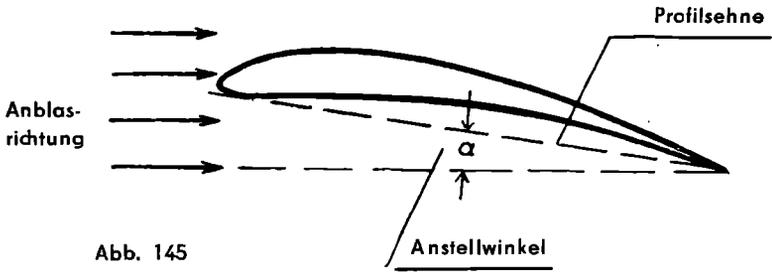


Abb. 145

miteinander verbindet (Abb. 145). Bei symmetrischen und ähnlichen Profilen ist es die Verbindungslinie zwischen dem vordersten und hintersten Punkt.

Als Anstellwinkel bezeichnet man den Winkel zwischen der Profilsehne und der Anblasrichtung, also der Richtung, in der die Luft strömt. Die Umströmung des Tragflügelprofils bei gleichbleibender Profilform, Tiefe, Oberflächenbeschaffenheit und Strömungsgeschwindigkeit ist veränderlich und abhängig vom Anstellwinkel.

Stellen wir einen Modellflügel im Nebelkanal negativ an, so entsteht kein Auftrieb. Bei diesem Anstellwinkel liegt der Staupunkt, das ist der Punkt am Profil, an dem sich die Luftteilchen beim Anströmen

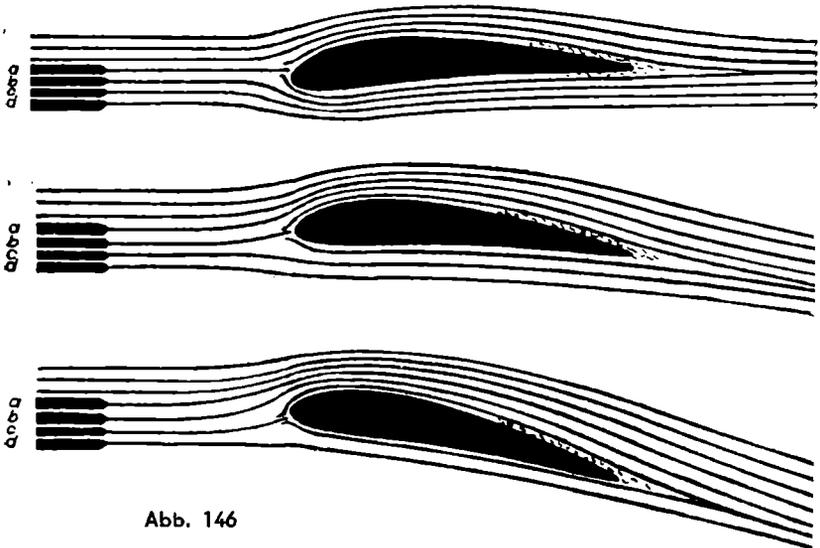


Abb. 146

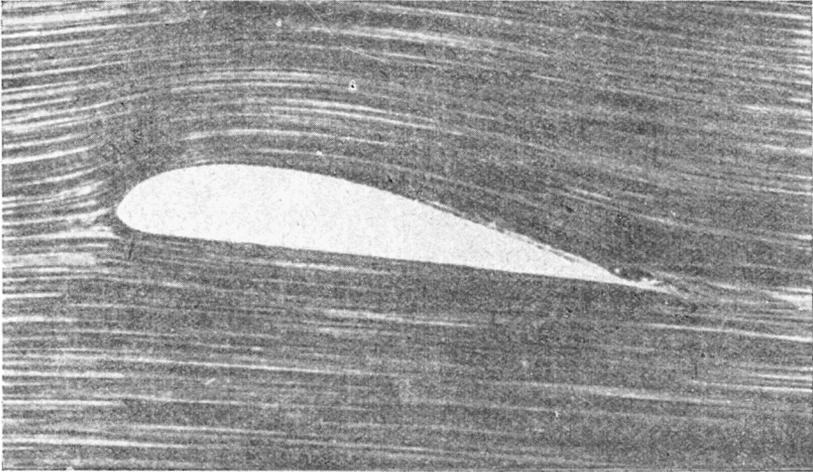


Abb. 147

Bei einem kleinen Anstellwinkel liegt die Flügelumströmung auf der Profi-  
loberseite bis zur Hinterkante an. Im letzten Drittel ist die Verdickung der  
Grenzschicht sichtbar.

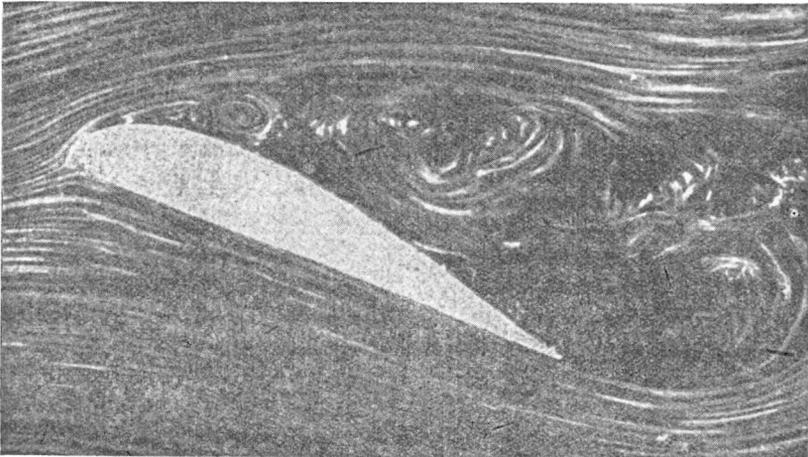


Abb. 148

Wird das Profil unter einem großen Anstellwinkel angeblasen, so liegt die Strö-  
mung nicht mehr an, sondern reißt an der höchsten Stelle der Profi-  
loberseite ab.

stauen, oberhalb der Profilnase. Dadurch strömen die Nebelfäden a—d unterhalb des Profils. Bei geringem positiven Anstellwinkel hebt sich die Profilnase, wodurch der Nebelfaden a die Profiloberseite umströmt. Bei weiterer Vergrößerung des Anstellwinkels wird auch der Nebelfaden b nach oben gelenkt. Hierdurch wird die Luftmenge, die das Profil an der Oberseite umströmt, auf Kosten der Unterseitenströmung größer, was eine Zunahme der oberen Strömungsgeschwindigkeit zur Folge hat, während sie sich an der Unterseite verringert. (Abb. 146.) Bei größer werdendem positiven Anstellwinkel wandert der Staupunkt nach unten hinter die Profilnase. Noch deutlicher können wir die Staupunktwanderung und die Umströmung des Profils im Wasserströmkanal erkennen. Bei einer kleinen positiven Anstellung sehen wir eine gesunde Tragflügelumströmung, wobei der Staupunkt ein klein wenig unter der Profilnase liegt (Abb. 147.)

Hier teilt sich die zulaufende Strömung in Ober- und Unterseitenströmung. Vorn auf der Oberseite des Profils ist die Strömung beschleunigt, die Stromlinien sind hier eng zusammengedrängt, wo sie einen starken Unterdruck als Hauptanteil des Auftriebes erzeugen. Hinter dem höchsten Punkt bis zur Hinterkante des Profils ziehen sich die Stromlinien allmählich wieder auseinander, wodurch eine Verzögerung der Oberseitenströmung eintritt. Dies ist die kritische Strecke am Profil, weil durch die Verzögerung und den Druckanstieg die Strömung bei größer werdendem Anstellwinkel zur Ablösung kommen kann. An der Hinterkante können wir deutlich den Ansatz zur Wirbelbildung erkennen.

Bei weiterer Vergrößerung des Anstellwinkels wandert der Staupunkt unter die Profilnase, wodurch der Punkt der stärksten Verengung der Stromlinien und damit der Auftrieb nach vorn wandert. Am hinteren Teil der Profiloberseite wird die Strömung noch mehr verzögert, bis sie nahe an der Profilhinterkante zur Ablösung kommt. Vergrößern wir den Anstellwinkel noch mehr, so wandert die Ablösestelle stromaufwärts in Richtung der Profilnase, wo die Strömung unter starker Wirbelbildung abreißt. Die bis zum Abreißpunkt noch gleichmäßig verlaufenden Stromlinien legen sich nicht mehr am Profil an und überlagern das Wirbelgebiet. (Abb. 148.) Der Widerstand ist in diesem Strömungszustand größer als der Auftrieb.

### **Auftriebs-Mittelpunkt**

Wir haben gesehen, daß an einem Profil Unterdruck an der Oberseite und Überdruck an der Unterseite zusammenwirken und den Auftrieb bilden. Nun gehört natürlich zu jedem Punkt der Oberseite ein bestimmter Unterdruck und zu jedem Punkt der Unterseite ein ganz bestimmter Überdruck. Abb. 149 zeigt diese Auftriebsverteilung am Profil, wobei die

Länge der Striche die Größe des Auftriebes an dem betreffenden Punkt angibt. Die Kraftrichtung wirkt immer im rechten Winkel, d. h. senkrecht zur Profloberfläche.

Wir denken uns dazu den Tragflügel gleichmäßig bei geringem Anstellwinkel von vorn angeblasen. Wir wissen schon, daß er dabei Auftrieb erzeugt. Jetzt halten wir ihn an einem Punkt fest, damit er nicht hochgehen kann. Zuerst halten wir ihn an seinem hinteren Teil fest (Abb. 150). Er wird sich nach hinten überschlagen. Den Grund finden wir leicht, wenn wir uns die Abb. 149 einmal betrachten. Reiht man einmal alle einzelnen Auftriebsteile, die vor dem Haltepunkt liegen, aneinander, d. h. zählt man den

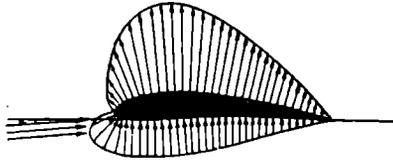


Abb. 149



Abb. 150

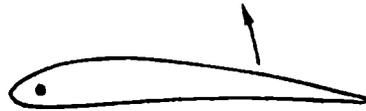


Abb. 151



Abb. 152

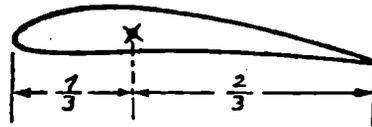


Abb. 153

ganzen Auftrieb des vorderen Flächenteils zusammen, so ist der Auftrieb doch wesentlich größer als der des hinteren Flächenteils, den wir genauso zusammenzählen. Es leuchtet jedem leicht ein, daß sich der Flügel überschlägt. Genau das gleiche, nur umgekehrt, finden wir in der Abb. 151. Hier ist der Auftrieb hinten größer als vorn und die Fläche kippt vorn über.

Nun gibt es einen Punkt, da ist der Auftrieb vor ihm genauso groß wie der Auftrieb hinter ihm. Die Fläche wird sich weder überschlagen noch überkippen; wenn wir sie an diesem Punkte festhalten, sondern der Auftrieb wird unsere Hand nach oben zu ziehen versuchen. Diesen Punkt nennen wir den Auftriebsmittelpunkt. Er liegt bei einem normalen Profil etwa an der Grenze des 1. und 2. Drittels der Profiltiefe (Abb. 153).

Man nennt den Auftriebsmittelpunkt auch kurz „Druckpunkt“. Wir wollen uns das hier über den Druckpunkt Gesagte gut einprägen, denn der Druck-

punkt wird uns später noch öfters begegnen. Man kann sich vorstellen, daß der gesamte Auftrieb, der doch über die ganze Fläche verteilt ist, an diesem einen Punkt angreift.

### Die Grenzschicht

Wir sprachen schon im Kapitel „Reibungswiderstand“ von dem „Anhaftvermögen“ der Luft.

Bei der Umströmung eines Flügelprofils ist ebenfalls eine Reibungsschicht vorhanden, die in der Aerodynamik als Grenzschicht bezeichnet wird. Bewegt sich ein Körper durch die Luft, so bleibt der nächst anliegende Stromlinienfaden am Körper haften. Dieser versucht nun, den darüberströmenden Luftfaden in seiner Bewegung zu bremsen. Der dritte Faden versucht wiederum, den zweiten mitzureißen, wobei er selbst durch diesen

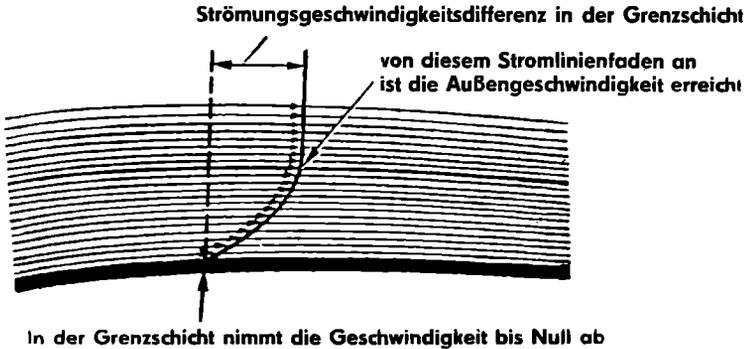


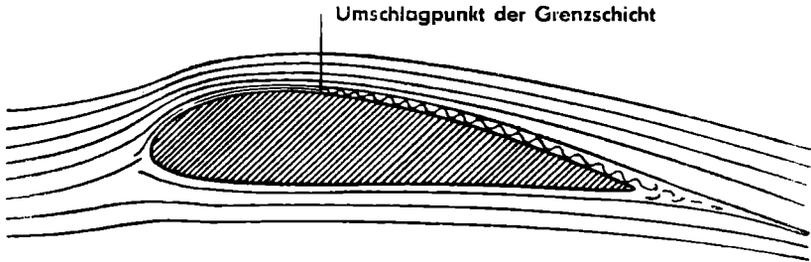
Abb. 154

abgebremst wird. Diese entstehende Reibung der Fäden setzt sich soweit fort, bis die Strömung vom Null-Wert am Körper die Außengeschwindigkeit erreicht hat (Abb. 154). Bei großer Strömungsgeschwindigkeit und großer Profiltiefe (auch Länge genannt) treten innerhalb der Grenzschicht Wirbel auf.

Am Tragflügel haben hinter der höchsten Stelle der Profloberseite einmal die erweiterten Stromlinienfäden, zum anderen die Grenzschicht Einfluß auf die Verzögerung der Strömungsgeschwindigkeit.

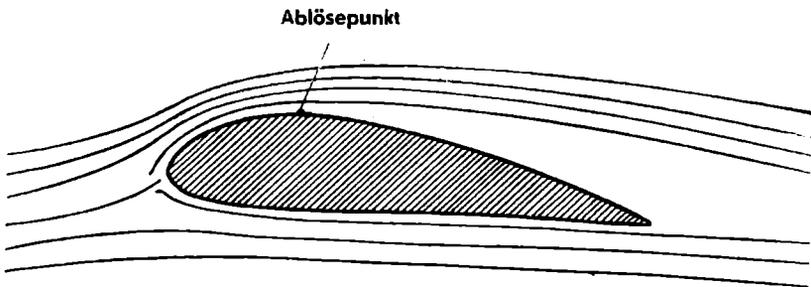
Dieser Einfluß der Grenzschicht ist abhängig von der Strömungsgeschwindigkeit, der Form, Tiefe und Oberflächenbeschaffenheit des Profils, bei gleichen Luftverhältnissen.

Während beim bemannten Flugzeug bei großer Profiltiefe (1200—2000 mm) und hoher Geschwindigkeit (15—35 m/sec) die Grenzschicht durch die auf-



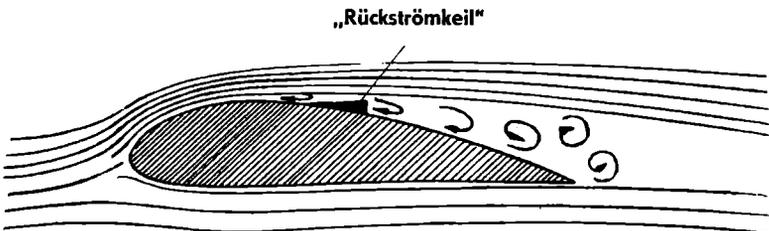
**Abb. 155**

Bei hoher Geschwindigkeit und großer Profiltiefe wird die Grenzschicht nach laminaem Anlauf turbulent



**Abb. 156**

Bei geringer Geschwindigkeit und kleiner Profiltiefe löst sich die Oberseitenströmung am Profilscheitel ab (höchster Punkt am Profil)



**Abb. 157**

Die abgelösten Stromlinienfäden strömen in Form eines Keiles stromaufwärts in Richtung der Profilnase, vermindern den Auftrieb und erhöhen den Widerstand durch große Wirbelbildung

tretende Reibung wirblig wird, haben wir beim Flugmodell und Segel-  
vogel eine geringe Profiltiefe (100—300 mm) und einen Geschwindigkeits-  
bereich von 4—10 m/sec. Hierbei reichen Reibung und Energie nicht aus,  
um die Grenzschicht wirblig zu machen.

Dadurch ist es nicht möglich, Energie aus der schnelleren Außenströmung  
aufzunehmen und die anhaftenden Luftteilchen bis zur Profilhinterkante  
weiter zu bewegen.

Bei normalen Profilen, wie sie im bemannten Flugzeug Verwendung  
finden, löst sich unter diesen Bedingungen die Oberseitenströmung kurz  
hinter der höchsten Stelle des Profils ab. Hierbei strömen hinter der  
Ablösstelle die unteren Stromlinienfäden in Form eines Keiles strom-  
aufwärts und verursachen auf Kosten des Auftriebes einen großen  
Widerstand.

Beispiel:

Wir können diesen Vorgang mit einer bergab rollenden Kugel vergleichen.  
Auch bei dieser steigert sich die Geschwindigkeit bis zum tiefsten Punkt  
unter gleichzeitiger Abnahme der Lagenhöhe, die hinter dem tiefsten  
Punkt wieder zunimmt, während die Kugel infolge der Reibung und ihres  
Gewichtes die Ausgangshöhe nicht mehr erreicht, sondern stehenbleibt und  
schließlich wieder zurückrollt.

Wie können wir die Grenzschicht am Tragflügel unseres Flugmodells  
beeinflussen, um die Strömung zum Anliegen zu zwingen und dadurch  
den Auftrieb zu erhöhen?

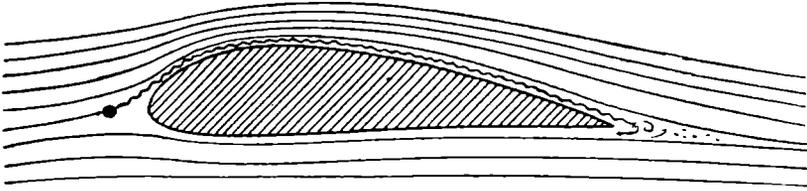
1 Bei Verwendung von Segelflugzeugprofilen im Modell:

a) Durch Vorspannen eines Stördrahtes vor die Profilnase. Hierdurch  
wird die gleichmäßige Strömung (laminare Strömung) vor der Profil-  
nase wirblig gemacht, die wiederum die Grenzschicht in Schwingun-  
gen versetzt. Die sich auf- und abwärts bewegenden Luftteilchen der  
Grenzschicht erhalten bei der Aufwärtsbewegung neue Energie aus  
der Außenströmung und beschleunigen die abgebremsten Luftteilchen  
nahe an der Profiloberfläche. Der Druckanstieg der rückwärtigen  
Krümmung der Profiloberseite kann dadurch überwunden werden.

b) Durch Anbringen eines „Stolperdrahtes“.

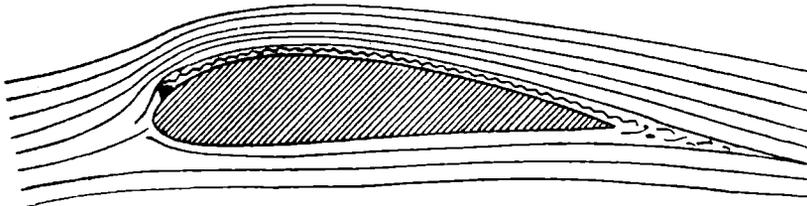
Bei dieser Maßnahme „stolpern“ die Grenzschichtenteilchen und  
werden in die Außenströmung gelenkt, wobei sie einen „Stoß in  
den Rücken“ erhalten und den Druckanstieg überwinden.

2. Bei Verwendung schlanker, gewölbter Profile mit spitzer Nase (ähnlich  
den Vogelprofilen). Bereits bei normalem Anstellwinkel liegt bei diesen  
Profilen der Staupunkt kurz unterhalb der Profilnase. Durch die  
beschleunigte Oberseitenströmung werden die Luftteilchen um die



**Abb. 158**

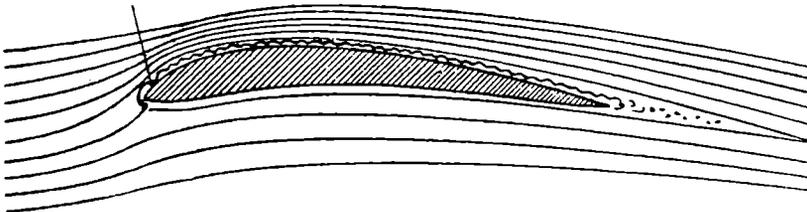
Durch Vorspannen eines Stördrahtes kann die Grenzschicht eines dicken rundnasigen Profiles turbulent gemacht werden



**Abb. 159**

Durch Anbringen eines „Stolperdrahtes“ erreichen wir die gleiche Wirkung

**Umschlagwirbel**



**Abb. 160**

Bei einem schlanken, gewölbten Profil mit spitzer Profilnase wird die Grenzschicht durch den Umschlagwirbel turbulent gemacht

spitze Nase herungerissen, wobei sie in die Grenzschicht eindringen. diese wirblig machen und die gleiche Wirkung verursachen, wie der Stör- und „Stolperdraht“.

Daraus ziehen wir die Schlußfolgerung, daß Segelflugzeuge unter anderen Strömungsverhältnissen fliegen als Flugmodell und Segelvogel und ihre Profile für uns ungeeignet sind.

Wir bevorzugen schlanke, gewölbte Profile mit fast spitzer Nase ähnlich denen der Segelvögel, die annähernd im gleichen Geschwindigkeitsbereich und unter gleichen Strömungsverhältnissen fliegen wie unser Flugmodell.

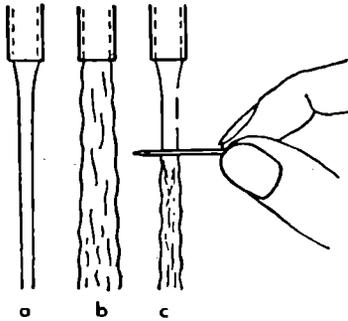


Abb. 161

Vergleich der Strömungsverhältnisse mit dem Wasserstrahl einer Wasserleitung

- a) laminare Strömung bei geringer Geschwindigkeit
- b) turbulente Strömung bei hoher Geschwindigkeit
- c) künstliche Beeinflussung des laminaren Strahles mittels eines Nagels

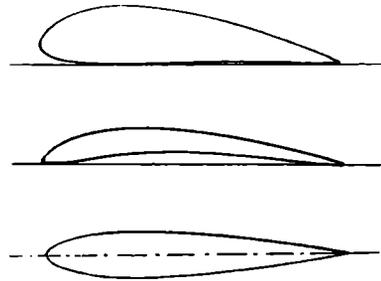


Abb. 162

- a) dickes, rundnasiges Profil wie sie in Segelflugzeugen verwendet werden
- b) schlankes, gewölbtes Profil mit spitzer Profilnase, wie sie im Bereich des Flugmodells Verwendung finden
- c) symmetrisches Profil für die Profilierung von Leitwerken

Außer den Tragflügelprofilen verwenden wir im Modellflug symmetrische Profile für Leitwerke (Höhen- und Seitenleitwerk). Ein symmetrisches Profil erzeugt bei 0 Grad Anstellwinkel keinen Auftrieb. Seine Ober- und Unterseitenkrümmung sind gleich. Um den Gesamtauftrieb des Flugmodells zu erhöhen, verwendet man heute auch im Höhenleitwerk unsymmetrische Profile, die jedoch auf das Tragflügelprofil abgestimmt sein müssen.

### Tragflügelumriß des Flugmodells

Wie für die Profilform, so gibt uns der Segelvogel (Adler, Bussard, Milan) das Beispiel für einen günstigen Flügelumriß des Flugmodells. Beim Segelflugzeug bevorzugt man Flügelumrisse mit großer Flügelstreckung (Verhältnis Spannweite zu Profiltiefe) und Verjüngung, weil hierdurch bei hoher Geschwindigkeit auch am verjüngten Außenflügel eine gesunde

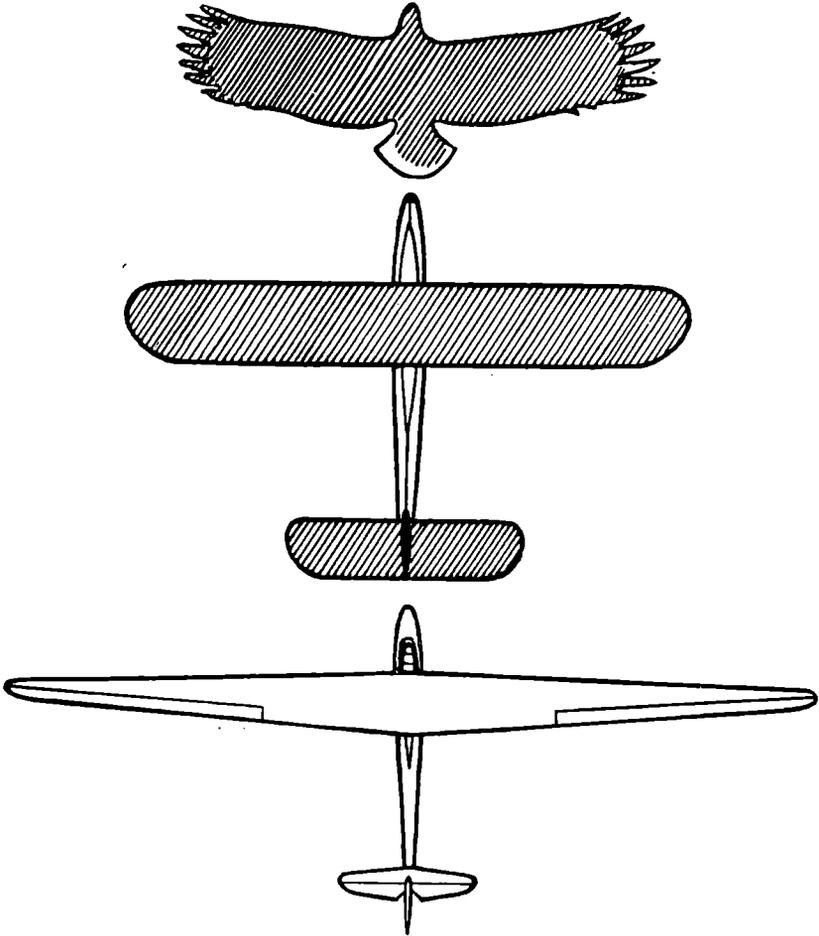
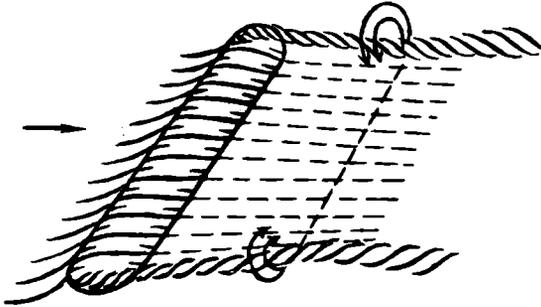


Abb. 163

**Vergleiche: Tragflügelumriß, Segelvogel, Flugmodell und Segelflugzeug**

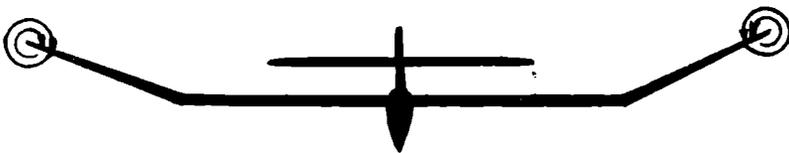
Umströmung erhalten bleibt, wobei der Widerstand an den Flügelenden (induzierter Widerstand) gegenüber dem Auftrieb gering gehalten wird. Diese Umrißform des Tragflügels auf unser Flugmodell angewendet, würde uns aber nicht die gleichen Vorteile bringen, weil bei kleiner Geschwindigkeit zur Erhaltung einer gesunden Strömung die ohnehin schon geringe

Profiltiefe nicht unnötig verkleinert werden darf. Der etwas größere Randwiderstand bei gleichbleibender Flügeltiefe ist wesentlich geringer als der entstehende Widerstand und Auftriebsverlust am verjüngten Flügel durch die ungesunde Umströmung des äußeren Flügelteiles.



**Abb. 164**

**Randwirbel an einem Tragflügel des Flugmodells**



**Abb. 164**

**Randwirbel schlagen immer vom unteren Überdruck- ins obere Unterdruckgebiet**

Hieraus folgern wir, daß eine Tragflügelverjüngung am Flugmodell eine Verschlechterung der Flugleistung verursacht und es daher zweckmäßiger ist, gleichbleibende Profiltiefe mit leicht gerundetem Flächenabschluß zur Wahrung einer gesunden Umströmung zu verwenden. Dasselbe gilt für die Form des Höhenleitwerkes.

### **Der Gleit- und Segelflug / Der Gleitflug**

Wie wir anfangs schon feststellten, übt die Erde auf alle Körper eine Anziehungskraft aus. Dadurch ist zu erklären, daß alle Körper auf ihre Unterlage einen Druck ausüben. Entfernen wir plötzlich die Unterlage, so wird der Körper nach unten fallen. Hat der Körper eine solche Form, daß er bei einer bestimmten Geschwindigkeit Auftrieb erzeugt, so wird er nicht mehr senkrecht nach unten fallen, sondern sich in einem

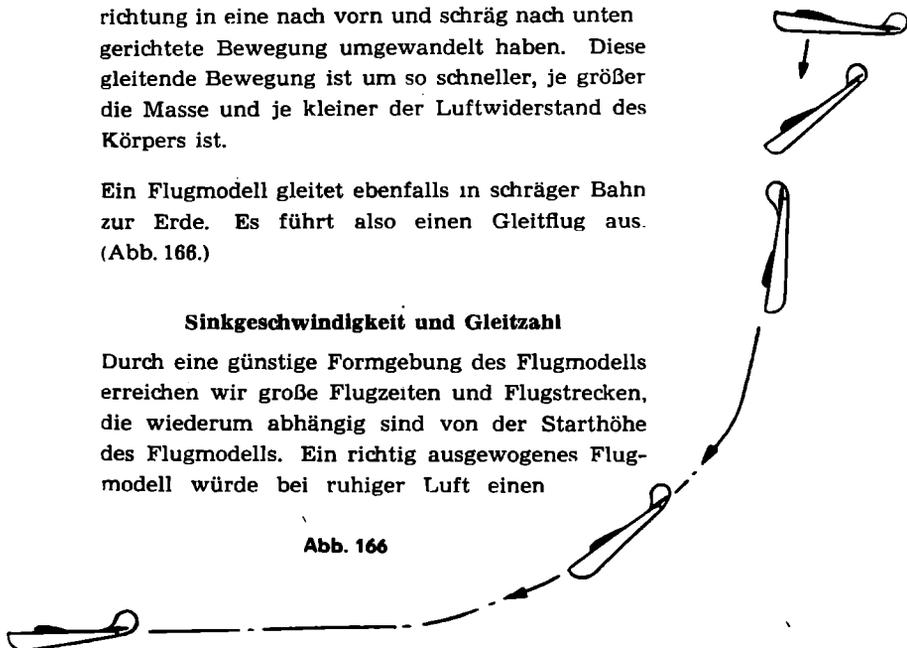
mehr oder weniger flachen Winkel dem Erdboden nähern. Aus dem Fallen ist ein Gleiten geworden, weil die Auftriebskräfte die senkrechte Fallrichtung in eine nach vorn und schräg nach unten gerichtete Bewegung umgewandelt haben. Diese gleitende Bewegung ist um so schneller, je größer die Masse und je kleiner der Luftwiderstand des Körpers ist.

Ein Flugmodell gleitet ebenfalls in schräger Bahn zur Erde. Es führt also einen Gleitflug aus. (Abb. 166.)

### Sinkgeschwindigkeit und Gleitzahl

Durch eine günstige Formgebung des Flugmodells erreichen wir große Flugzeiten und Flugstrecken, die wiederum abhängig sind von der Starthöhe des Flugmodells. Ein richtig ausgewogenes Flugmodell würde bei ruhiger Luft einen

Abb. 166



flachen Gleitflug ausführen. Starten wir das Flugmodell aus 1 Meter Höhe und es landet 10 m von unserem Standort entfernt, so sprechen wir von einer Gleitzahl 1 : 10. Die Gleitzahl gibt also die überflogene Entfernung (waagrecht gemessen!!) bei einem Start aus 1 m Höhe an. Die Gleitzahl ist bestimmt als das Verhältnis von Starthöhe zu überflogener Entfernung. man bezeichnet sie mit  $\text{tg } \varepsilon$  (tangens Epsilon).

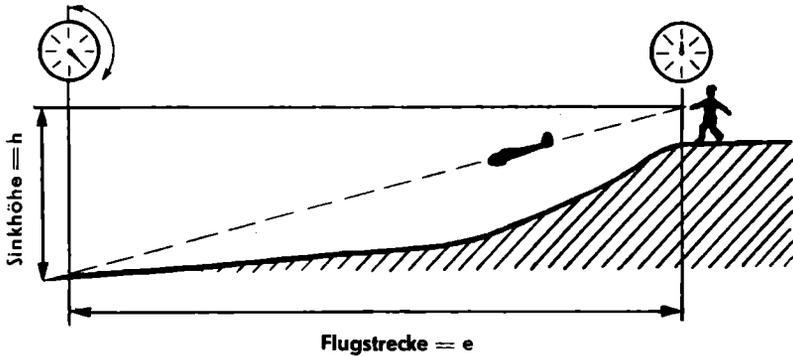
Es ist also  $\text{tg } \varepsilon = \frac{h}{e}$  oder, anders geschrieben,  $\text{tg } \varepsilon = h : e$

Braucht das Modell aus 1 m Starthöhe 2 Sekunden, um zum Boden zu gelangen, so ist es offenbar in jeder Sekunde einen halben Meter tiefer gesunken. Es hat eine Sinkgeschwindigkeit von 0,5 m/sec.

Die Sinkgeschwindigkeit gibt also an, wieviel Meter ein Modell in einer Sekunde beim Gleitflug in ruhiger Luft an Höhe verliert. (Beim Großflugzeug mißt man ebenso.)

### Flächenbelastung

Unter Flächenbelastung verstehen wir das Verhältnis des Fluggewichtes zur Flächengröße des Flugmodells.



**Abb. 167**

$$\text{Flächenbelastung} = \frac{\text{Gewicht des Modells}}{\text{Flächeninhalt des Modells}} \left[ \frac{\text{g}}{\text{dm}^2} \right]$$

Im Flugmodellbau wird die Flächenbelastung in  $\frac{\text{g}}{\text{dm}^2}$  angegeben. Hat z. B. ein flugfertiges Modell ein Gewicht von 200 g und eine Spannweite (Flügel­länge) von 1000 mm bei einer Flügeltiefe von 120 mm, so beträgt der Flächeninhalt  $= 1000 \cdot 120 = 120\,000 \text{ mm}^2 = 12 \text{ dm}^2$ . Ebenso wird der Flächeninhalt des Höhenleitwerks berechnet, der in diesem Beispiel 4 dm<sup>2</sup> betragen soll. Der Gesamtflächeninhalt ist demnach: Tragflügel – + Höhenleitwerksinhalt  $= 12 \text{ dm}^2 + 4 \text{ dm}^2 = 16 \text{ dm}^2$ .

Die Flächenbelastung können wir nach obiger Formel berechnen:

$$\frac{\text{Gewicht}}{\text{Flächeninhalt}} = \frac{200}{16 \text{ dm}^2} = 12,5 \frac{\text{g}}{\text{dm}^2}$$

Zur Bestimmung der Flächenbelastung ist immer der Flächeninhalt des Höhenleitwerks zum Inhalt des Tragflügels hinzuzurechnen, ganz gleich, ob das Leitwerk tragend oder nichttragend ist.

Im Flugmodellbau ist man bestrebt, die Flächenbelastung möglichst gering zu halten, um dadurch die Sinkgeschwindigkeit zu verringern. Dabei spielt die Formgebung des Modelles und die Profilauswahl eine wichtige Rolle. Erfahrungsgemäß liegt die günstigste Flächenbelastung zwischen

$$12 \text{ bis } 16 \frac{\text{g}}{\text{dm}^2}$$

### Der Segelflug

In günstigen, aufwärts steigenden Luftströmungen, wie Thermik und Hangaufwind, werden unsere Flugmodelle emporsteigen. Im Abschnitt „Das Wetter und unser Flugmodell“ können wir nachlesen, wann und wie solche Luftströmungen entstehen. An günstigen Tagen segeln Flugmodelle

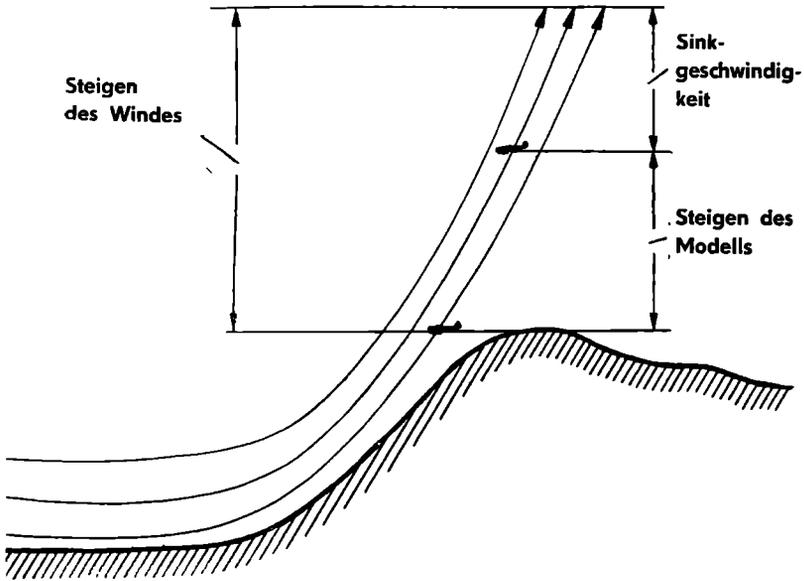


Abb. 168

oft stundenlang in der Thermik. Worin besteht der Unterschied zwischen Gleiten und Segeln?

Ein Segelflug ist ein Flug, bei dem das Flugmodell gegenüber der Erde Höhe behält oder gewinnt. Wie ist das zu verstehen?

In der aufsteigenden Luft sinkt das Flugmodell je nach seiner Sinkgeschwindigkeit. Ist die Geschwindigkeit der aufsteigenden Luft gleich der Sinkgeschwindigkeit, so segelt das Modell bereits, denn das Flugmodell behält gegenüber der Erde seine Höhe. Wird die aufsteigende Luft schneller, so steigt das Flugmodell gegenüber der Erde (Abb. 168).

Beispiel:

Stellen wir uns vor, wir wären in einem Fahrstuhl und wollten versuchen, an einer darin aufgestellten Leiter schneller abwärts zu klettern, als sich der Fahrstuhl aufwärts bewegt. Der Fahrstuhl würde uns gegenüber der Erde trotzdem heben.

Jetzt werdet ihr verstehen, weshalb ein Körper fällt, gleitet, und wie der Gleit- und Segelflug des Flugmodells zustande kommt.

## *Flugmodellarten*

Die Entwicklung des Flugzeuges ist eng mit der des Flugmodells verbunden. Bevor die ersten Flugzeuge in die Luft stiegen, wurden bereits zahlreiche Versuche mit Modellen durchgeführt, die meist mit mechanischem Antrieb ausgerüstet waren. Neben dem Ballon und Drachen unterteilen wir die Flugmodelle in zwei Hauptgruppen:

- a) Segelflugmodelle,
- b) Kraftflugmodelle.

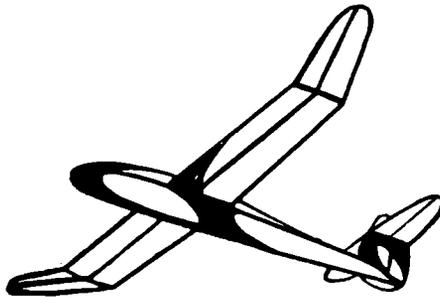
Die Bestandteile eines Segelflugmodells sind:

- Tragflügel,
- Rumpf,
- Leitwerk: a) Höhenleitwerk
- b) Seitenleitwerk.

Bei Kraftflugmodellen:

- Tragflügel,
- Rumpf,
- Leitwerk,
- Motor mit Luftschraube,
- Fahrwerk.

In dem Streben nach besseren Flugleistungen entwickelten sich verschiedene Modellarten:



**Normals Segelflugmodell**

Abb. 169

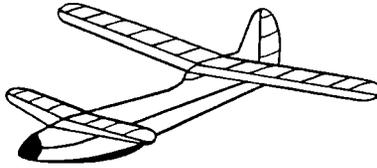


Abb. 170

### Das Entenflugmodell

Bei ihm ist der Tragflügel mit dem Höhenleitwerk vertauscht. Eine „Ente“ scheint rückwärts zu fliegen. Die Anordnung des Höhenleitwerkes vor dem Tragflügel findet hauptsächlich in der Frage der Stabilität ihre Erklärung

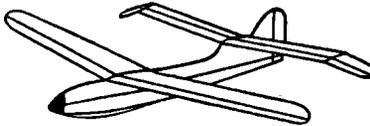


Abb. 171

### Das Tandem-Flugmodell

Dieses Modell soll durch die Anordnung von zwei gleich großen Tragflügeln das Höchstmaß an Auftrieb erzielen.

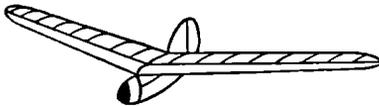


Abb. 172

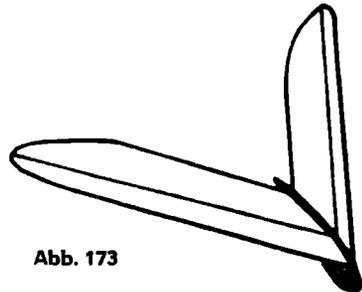


Abb. 173

### Das schwanzlose und Nurfügelmodell

Bei diesen Modellen geht man davon aus, den schädlichen Widerstand des Rumpfes und des Leitwerkes zu vermeiden.

Das schwanzlose Flugmodell hat noch die Überreste eines Rumpfstummels und Seitenleitwerkes. Der Nurflügel besteht nur aus einer sich selbst tragenden Fläche (Abb. 173).

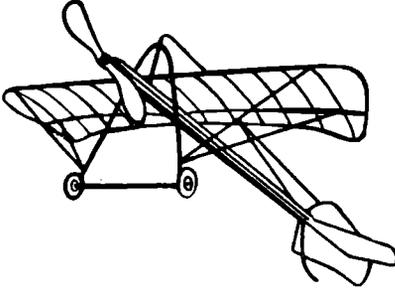


Abb. 174



Abb. 175

### Kraftflugmodelle

Das Kraftflugmodell mit Gummiantrieb ist in der Entwicklung gesehen das älteste aller Flugmodelle. Infolge Materialmangel wurde es in den letzten Jahren wenig bei uns gebaut.

Seine Luftschaube wird mittels Gummifäden (12 bis 18 Stück) mit  $1 \times 4$  mm Querschnitt, die im Rumpf gelagert sind, angetrieben. Die durchschnittliche Aufdrehzahl liegt bei 200 bis 600 Umdrehungen.

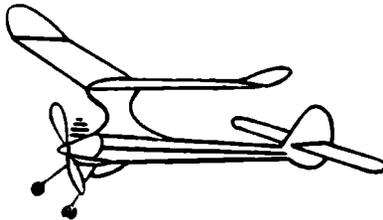


Abb. 176

### Das Kraftflugmodell mit Verbrennungsmotor

Seine Luftschaube wird durch einen Verbrennungsmotor angetrieben. Die gebräuchlichsten Modellmotoren sind Selbstzündermotoren mit einem Hubvolumen von 0 bis 5 ccm. Ihre durchschnittliche Umdrehungszahl liegt bei 6000 bis 13 000 Umdrehungen in der Minute.

Als Treibstoff dient ein Gemisch von gleichen Teilen Äther, Petroleum und Schmieröl.

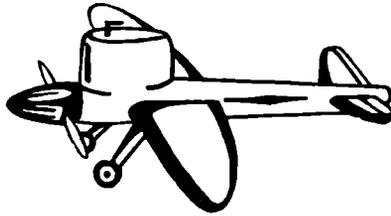


Abb. 177

#### **Das Flugmodell mit Verbrennungsmotor an der Steuerleine**

Mit Kraftflugmodellen an der Steuerleine (Fesselflugmodelle) werden Kunst- und Geschwindigkeitsflüge durchgeführt. Das Modell wird durch die Steuerleine (etwa 9 bis 12 m Länge) gesteuert, die den Modellflieger mit dem Modell verbindet. Das Beherrschen des Modells beim Fliegen an der Steuerleine fördert die Geschicklichkeit des Modellfliegers.

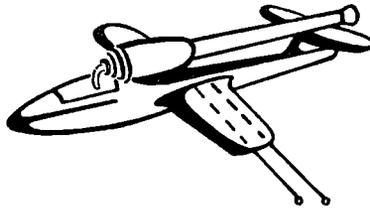


Abb. 178

#### **Das Kraftflugmodell mit Rückstoßantrieb**

Sein Antrieb beruht auf dem Düsenprinzip. Als Treibstoff wird Benzin mit einem geringen Zusatz von Äther verwendet. Das Düsenflugmodell wird nur an der Steuerleine geflogen.

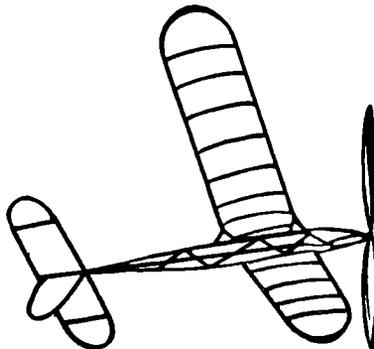


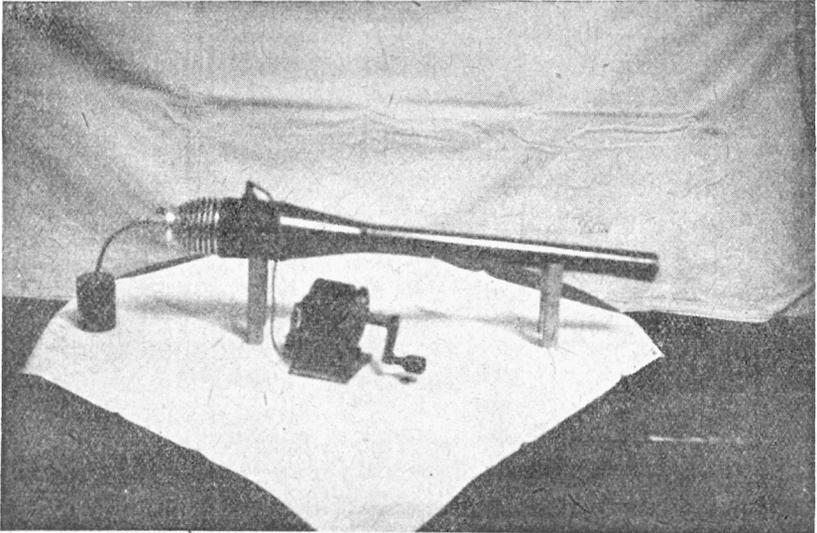
Abb. 179

#### **Das Zimmer- und Saalflugmodell**

Diese Modelle haben ein durchschnittliches Gewicht von 3 bis 20 g und können mit Seidenpapier oder Mikrofilm bespannt werden. Sie werden

aus Stroh, Gras oder Balsaholz gebaut und verlangen große Geschicklichkeit. Der Antrieb erfolgt durch einen Gummimotor.

Zimmer- und Saalflugmodelle können auf Grund ihres außerordentlichen geringen Gewichtes nur in größeren geschlossenen Räumen gestartet werden.



**Abb. 180**

**Eine startfertige Modelldüse, wie sie in Flugmodellen der Abbildung 178  
Verwendung finden**

## Flugstabilität

Alle Körper und Gegenstände, die sich durch die Luft bewegen, sind deren Böen und Strömungen ausgesetzt. Fegt der Wind die Blätter von den Bäumen, so können wir beobachten, wie sie in buntem Wirbel bald hierhin, bald dorthin flattern. Dasselbe geschieht, wenn wir ein Blatt Papier dem Wind überlassen. Fällt es dagegen in der Stube frei aus der Hand, so schaukelt es langsam zu Boden (Abb. 181).

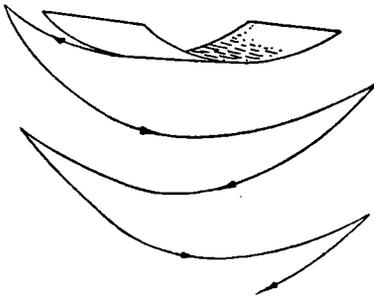


Abb. 181

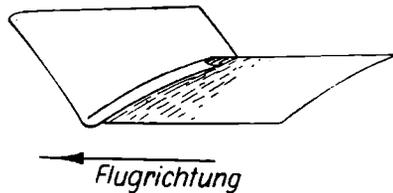


Abb. 182

Der große Luftwiderstand und das geringe Gewicht sind die Ursache dafür, daß das Blatt nicht wie ein Stein zur Erde fällt.

Jetzt machen wir folgendes: Wir biegen das Blatt an der längeren Seite mehrere Male um und dann noch einmal in der Mitte in Längsrichtung. Es sieht dann so aus, wie ihr auf der Skizze sehen könnt. Wenn es nun einen kleinen Stoß in Pfeilrichtung erhält, fliegt es im Gleitflug durch das Zimmer (Abb. 182). Durch das Kniffen des Blattes hat sich der Schwerpunkt an eine bestimmte Stelle verschoben. Es ist jetzt in der Lage zu fliegen.

Was hat dies alles mit der Flugstabilität zu tun? Zur Erklärung behandeln wir vorerst den Begriff „Schwerpunkt“. Ihr wißt, jeder Gegenstand, also auch ein Blatt Papier, hat ein Gewicht.

Ziehen wir auf ihm mit Bleistift und Lineal von Ecke zu Ecke zwei Diagonalen, so schneiden sie sich in einem Punkt. Unterstützen wir das

Blatt mit der Bleistiftspitze unter dieser Stelle, so bleibt es darauf liegen. Es ist im Gleichgewicht, auch wenn wir den Bleistift drehen und wenden (Abb. 183, 184).

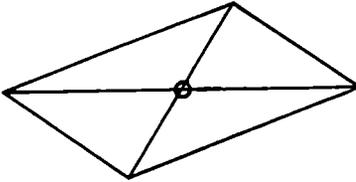


Abb. 183

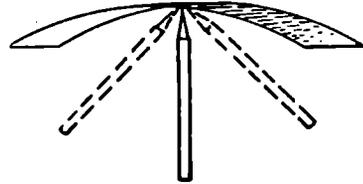
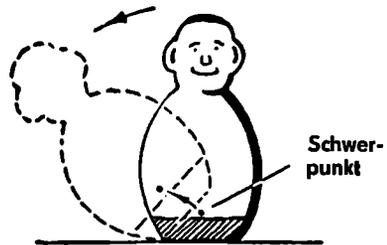


Abb. 184

Wir können uns das Gewicht eines jeden Körpers in einem Punkt zusammengefaßt denken. Das ist der Schwerpunkt. Bei unserem Blatt Papier liegt er genau in der Mitte.

Es gibt auch Körper, bei denen er nicht in der Mitte liegt. Ihr habt als Kinder bestimmt gerne mit „Steh-auf-Männchen“ gespielt. Habt ihr euch schon Gedanken gemacht, warum sich das Männchen immer wieder aufstellt?

In seinem unteren Teil befindet sich ein Stück Blei. Durch dieses Gewicht wird der Schwerpunkt sehr tief gelegt, man kann sagen, in die Füße. Stößt man es jetzt oben an (Abb. 185) so wird der Schwerpunkt gehoben. Dieser hat auf Grund der Erdanziehung das Bestreben, eine möglichst tiefe Lage einzunehmen. Deshalb stellt sich das Männchen wieder auf.



stabil,  
Schwerpunkt wird gehoben

Abb. 185

### Regel für die Stabilität

Für dieses Verhalten gilt folgende Regel: Hat ein Körper das Bestreben, nach einer Störung wieder in seine Ruhelage zurückzukehren, so sagen wir: er ist **stabil** (sicher).

Das Gegenteil tritt ein, wenn wir ein Ei auf die Spitze stellen. Es wird sofort umfallen, denn der Schwerpunkt sinkt jetzt. Wir sagen, das Ei hat eine **labile** Lage (Abb. 186).

Liegt es dagegen auf der Seite, so hat der Schwerpunkt des Eies bei einer

## Schwerpunkt des Eies

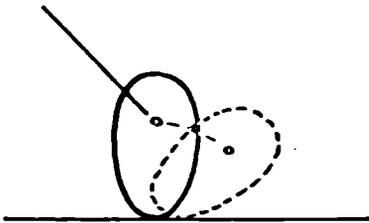


Abb. 186

labil, Schwerpunkt sinkt



Abb. 187

indifferent

Störung der Ruhelage immer den gleichen Abstand von der Unterstützungsfäche. Es ist indifferent (unbestimmt). Diesen Zustand kann man als Mittelding zwischen stabil und labil bezeichnen (Abb. 187).

## Stabilität am Flugmodell

Diese Erkenntnisse wollen wir an unseren Flugmodellen verwerten. Wie soll unser Flugmodell fliegen? Wie ein Vogel, werdet ihr antworten. Aber das werden wir nie erreichen, weil wir nicht in der Lage sind, ohne weiteres die Flügel und das Leitwerk zu verstellen wie das der Vogel machen kann.

Ist es jedoch in der Lage, Böen und Störungen in der Luft auszugleichen und die alte Flugrichtung wieder einzunehmen, dann ist es **flugstabil**.

Die wichtigste Voraussetzung hierfür ist ein sauberes und genaues Bauen. Täglich lest ihr in den Zeitungen vom Kampf der Arbeiter und Aktivisten in den VE-Betrieben um eine bessere Qualität ihrer Erzeugnisse. Dieses Beispiel ist für uns ebenfalls oberstes Gebot. Denn was nützt uns das beste Modell, wenn es verzogen und schief ist, und deshalb nie einen normalen Flug zustande bringt. Aus diesem Grunde eifern wir unseren Bestarbeitern und Aktivisten nach und bemühen uns ebenfalls um eine Qualitätsarbeit.

## Die drei Achsen des Flugmodells

Während des Fluges treten Luftkräfte auf, die durch Böen hervorgerufen werden. Sie versuchen unser Modell abzutreiben und von der eingeschlagenen Flugbahn abzulenken. Das müssen wir vermeiden.

## Versuch

Ihr habt alle schon einen zweirädrigen Karren gesehen, wie ihn die Abb. 188 zeigt. Seine zwei Räder drehen sich auf einer Achse. Läßt der

Mann die Deichsel los, so wird der Karren an der Stelle zu Boden fallen, wo er schwerer ist. Er hat eine Drehung um seine Achse ausgeführt.

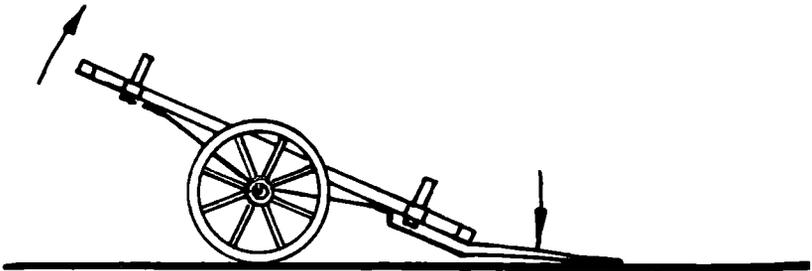


Abb. 188

Unser Modell dreht sich ebenfalls um Achsen. Allerdings sind das keine aus Stahl, sondern gedachte Linien, die wir als Achsen bezeichnen. Abb. 189 zeigt sie euch. Alle Achsen treffen sich in einem Punkt, dem Schwerpunkt. Um ihn dreht sich das Modell bei sämtlichen Bewegungen. Wir müssen jetzt unser Modell so bauen, daß es die Strömungen der Luft, die eine Bewegung des Modells um diese drei Achsen zur Folge haben, selbsttätig wieder ausgleicht. Dazu müssen bestimmte Teile des Modells eine stabilisierende Wirkung um die jeweilige Achse haben. Im Flug ergänzen sich die Wirkungen dieser Teile, deshalb darf man sie auch

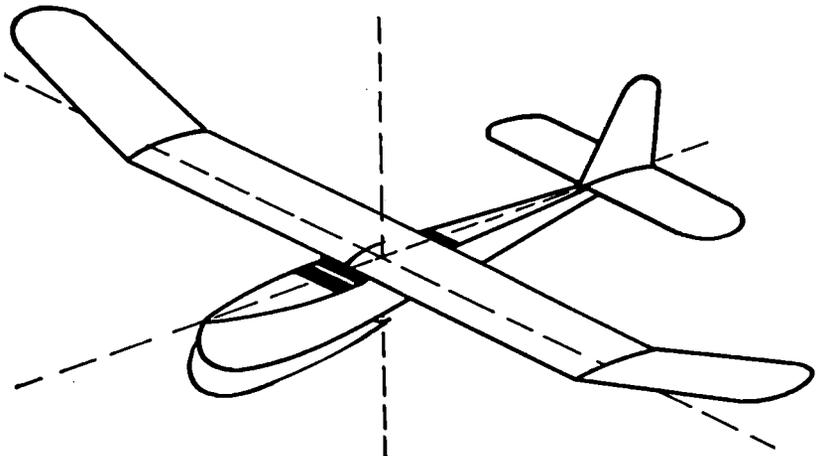


Abb. 189

nicht voneinander losgelöst betrachten. Zur besseren Erklärung werden wir aber diese Methoden zur Stabilisierung unseres Modells einzeln, im Zusammenhang mit der dazugehörigen Achse, behandeln.

### Längsstabilität

Die Abb. 190 zeigt euch die Querachse, um die unser Modell längsstabil sein muß. Im allgemeinen sagen wir:

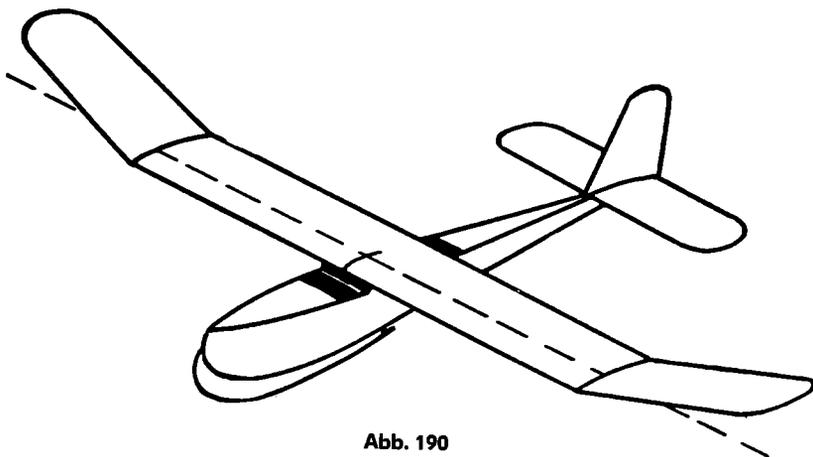


Abb. 190

### Regel:

Ein Flugmodell ist längsstabil, wenn es alle Bewegungen um die Querachse sofort selbständig wieder ausgleicht.

Wie erreichen wir das? Hierbei ist zunächst das Höhenleitwerk als wichtigste Stabilisierungsfläche zu beachten. Es hat die Aufgabe, die Luftkräfte des Tragflügels, die während des Fluges entstehen, im Gleichgewicht zu halten. Das wird erreicht durch eine günstige Einstellung des Höhenleitwerkes zur Tragfläche. Wird ein richtig ausgewogenes Modell, bei dem Schwerpunkt und Auftriebsmittelpunkt im Gleichgewicht sind, durch eine Böe angehoben (Abb. 191), so wird außer der Tragfläche auch das Höhenleitwerk unter einem größeren Anstellwinkel angeblasen, an dem jetzt ein Auftrieb entsteht. Dieser ist zwar kleiner als der an der Tragfläche, greift aber an einem langen Hebelarm an.

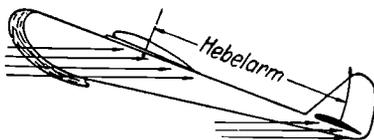
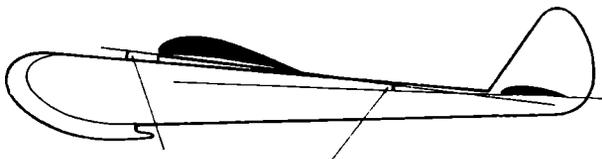


Abb. 191

Dadurch wird die vorher vorhandene normale Gleitfluglage

wieder hergestellt. Gerät unser Modell in eine Sturzfluglage, so ist ebenfalls das Höhenleitwerk ausschlaggebend für das folgende Aufrichten. Dasselbe wird so im Modell eingebaut, daß zwischen Tragflügel und Höhenleitwerk ein Winkel entsteht (Abb. 192). Wir nennen ihn Schränkungswinkel. Durch diesen Schränkungswinkel wird das Höhenleitwerk unter



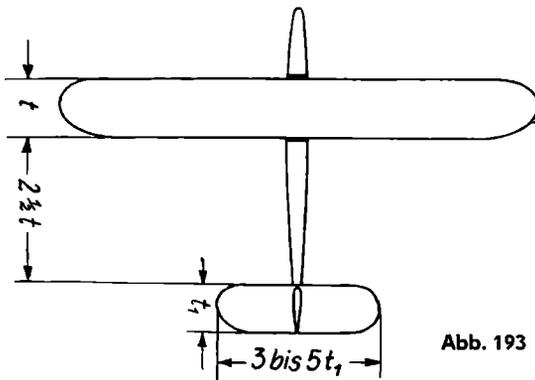
**Der Einstellwinkel ist der Winkel zwischen der Profilsehne des Tragflügels und der Rumpflängsachse**

**Der Schränkungswinkel ist der Winkel zwischen der Profilsehne des Tragflügels und der Profilsehne des Höhenleitwerks**

**Abb. 192**

einem negativen Anstellwinkel angeblasen. Der dadurch entstehende „Antrieb“ wirkt solange, bis das Gleichgewicht der Kräfte, also die Normalfluglage, wieder hergestellt ist.

Wichtig für die stabilisierende Wirkung ist die Größe des Höhenleitwerkes sowie sein Abstand von der Tragfläche. Der Flächeninhalt soll ungefähr den dritten bis vierten Teil der Tragfläche betragen.



**Abb. 193**

Als günstig hat sich ein Abstand zwischen Flächenhinterkante und Leitwerksvorderkante erwiesen, der  $2\frac{1}{2}$ mal so groß ist wie die Flächentiefe. Zumindest muß er aber das Doppelte von  $t$  betragen. (Abb. 193.)

Der Abstand von Tragflügel und Höhenleitwerk ist wiederum abhängig von der Flügelstreckung (Verhältnis von Spannweite zur Profiltiefe). Bei einer Flügelstreckung über 8 ist der Leitwerksabstand zu vergrößern.

Während für Tragflügel meist eine Streckung von 6 bis 12 gewählt wird, verwendet man für Höhenleitwerke eine solche von 3 bis 5.

Diese Zahlen resultieren aus den bisherigen Erfahrungen, die mit normalen Flugmodellen gemacht wurden.

Zur Verbesserung der Flugleistung und der Längsstabilität werden häufig Leitwerke mit unsymmetrischen Profilen entwickelt (tragende Profile). Bei der Verwendung solcher Leitwerke bleiben die Verhältnisse Tragflügel zu Leitwerk gleich, nur liegt der Schwerpunkt des Flugmodells nicht mehr am Ende des ersten Drittels und am Anfang des zweiten Drittels der Profiltiefe, sondern weiter hinten. Durch den entstehenden Auftrieb am Leitwerk liegt der gemeinsame Auftriebsmittelpunkt von Tragflügel und Höhenleitwerk zwischen 60 und 80 Prozent der Tragflügeltiefe. Hier muß auch der Schwerpunkt liegen.

### Querstabilität

Unter Querstabilität verstehen wir die Eigenschaft eines Flugmodells durch Luftströmungen hervorgerufene Veränderungen um die Längsachse selbständig wieder auszugleichen (Abb. 194).

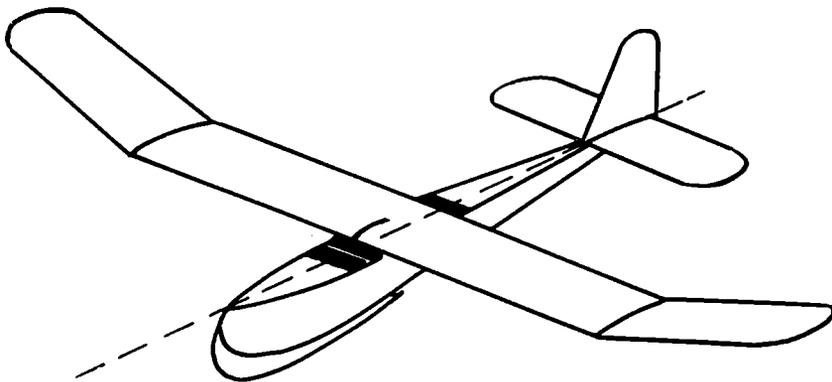
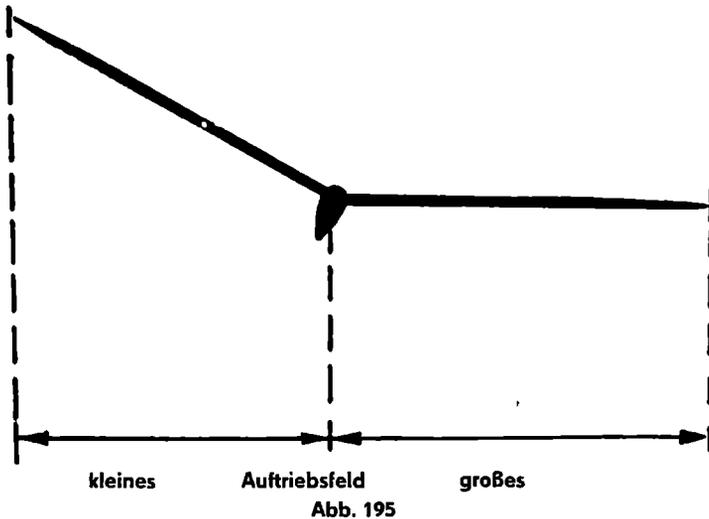


Abb. 194

Bei unserem Versuch mit dem „Papierflieger“ haben wir eine V-Form gefaltet. Auch beim Flugmodell ist das eine Voraussetzung für einen guten querstabilen Flug.



Wird durch eine Böe die eine Tragflügelseite emporgerissen, so nimmt die hängende Seite ein größeres Auftriebsfeld ein. An dieser Seite entsteht mehr Auftrieb. Dadurch wird die Normallage wieder hergestellt (Abb. 195).

Außer dieser einfachen V-Form gibt es noch den doppelten Knickflügel. Als Beispiel kennen wir aus unserer Bauplanreihe das Flugmodell „Freundschaft“. Hier verläuft der mittlere Teil der Tragfläche gerade und erst die Flügelenden werden V-förmig nach oben geknickt (Abb. 196). Der Vorteil besteht darin, daß hier der Wirkungspunkt der V-Form an einem längeren Hebel angreift als dies bei der zuerst beschriebenen



Abb. 196

Flügelform der Fall ist. Dadurch wird die Herbeiführung der Normallage schneller erreicht. Ihr werdet in der täglichen Arbeit schon erfahren haben, daß man mit einem langen Hebel (Brechtstange) zum Anheben einer Last weniger Kraft benötigt als mit einer kurzen.

Es entsteht aber gegenüber der einfachen V-Form ein größerer Auftriebsverlust. Aus diesem Grunde kommt man vom doppelten Knick-

flügel ab, denn auch mit der einfachen V-Form wird bei günstiger Anordnung und genauer Bauweise eine genügende Querstabilität erreicht.

Wichtig und mit ausschlaggebend für einen stabilen Flug ist die tiefe Lage des Schwerpunktes. Ihr habt erfahren, daß wir die gesamten Auftriebskräfte eines Modells in dem Auftriebsmittelpunkt zusammenfassen können. Der Schwerpunkt soll bei normaler Fluglage senkrecht unter dem Auftriebsmittelpunkt liegen, weil dadurch das Gleichgewicht am besten gewahrt bleibt. Wir denken hierbei an das Steh-auf-Männchen, welches auf Grund seiner tiefen Schwerpunktlage nach einer Störung der Ruhelage immer wieder in diese zurückkehrt. Deshalb bevorzugen wir Bauarten mit möglichst hochliegender Tragfläche — Hoch- und Schulterdecker — und vermeiden Tiefdecker.

### Richtungsstabilität

Alle Bewegungen eines Flugmodells um seine Hochachse (Abb. 197) führen zu einer Richtungsabweichung des bisherigen Flugweges. Das müssen wir vermeiden, sonst kommt nie ein Geradeausflug zustande, der ganz besonders für Hang-Flugmodelle von Bedeutung ist.

Als richtunggebend kennen wir einmal das Seitenleitwerk. Es hat die Aufgabe, unser Modell nach dem Prinzip einer Windfahne immer gegen

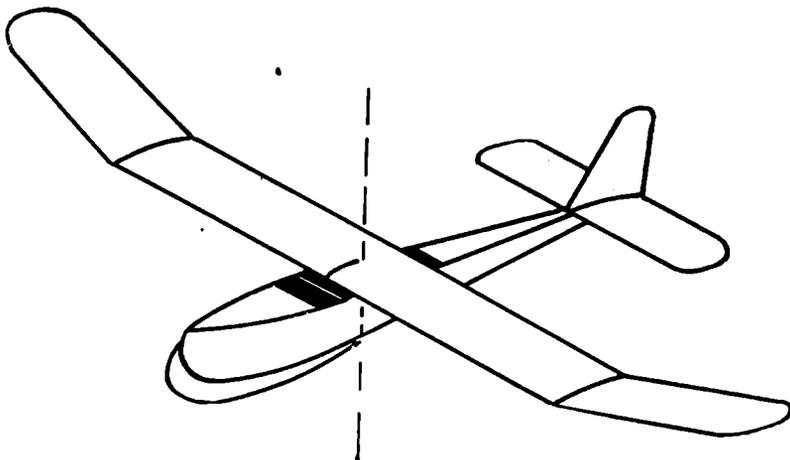


Abb. 197

den Wind zu richten. Dabei dreht sich unser Modell um seine Hochachse und wird von seiner eingeschlagenen Richtung abweichen. Um das zu vermeiden, brauchen wir noch eine Fläche vor der Hochachse. Die

Seitenfläche des Rumpfes erfüllt diese Forderung. Dadurch wird die Bewegung um die Hochachse gedämpft und eine Richtungsabweichung wird auf ein Mindestmaß herabgesetzt. Auf Abb. 198 seht ihr die Verteilung der Rumpfsseitenflächen und des Seitenleitwerkes des Flugmodells „Freundschaft“.

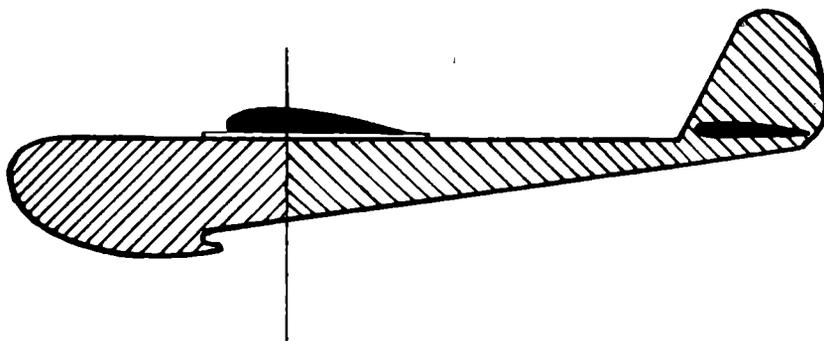


Abb. 198

Jetzt kommt es natürlich darauf an, daß die Wirkung der hinteren Fläche stets etwas größer ist als die der vorderen, und zwar aus folgendem Grund: Ist an einem Modell die Wirkung der vorderen Fläche größer als die der hinteren, so setzt die letztere der Luft beim Abrutschen aus einer Schräglage einen geringeren Widerstand entgegen. Das Modell bäumt sich auf, gerät in den überzogenen Flugzustand und wird abstürzen, oder zumindest sehr viel Höhe verlieren. An eine Fortsetzung des Fluges in der alten Richtung ist dabei nicht zu denken. Die Wirkung der Rumpfsseitenflächen können wir mit der Wirkung des Schiffskieles vergleichen, deshalb sprechen wir von einer Rumpfkielung. Bei Hangflugmodellen wählt man die Rumpfsseitenfläche vor dem Schwerpunkt 5 Pro-

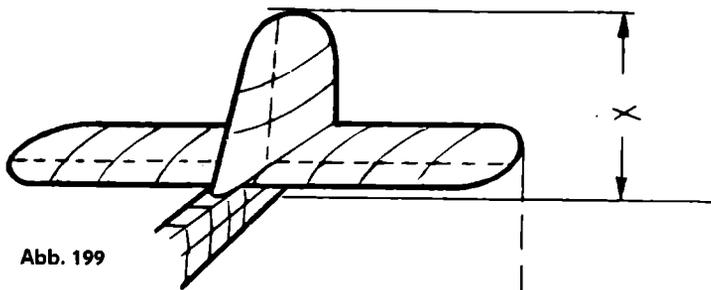
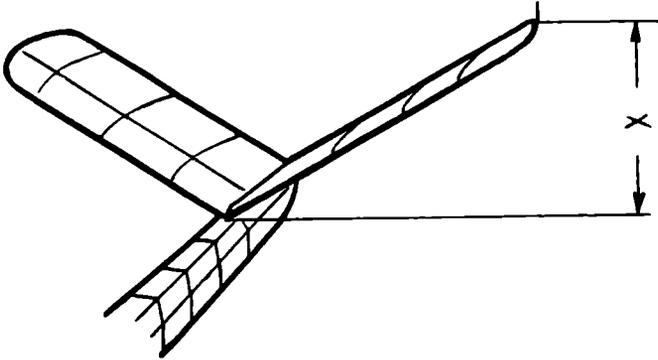


Abb. 199



**Abb. 200**

zent, bei Thermikflugmodellen 20 Prozent kleiner als die Fläche hinter dem Schwerpunkt.

Im Zusammenhang mit den Rumpfsseitenflächen sei noch gesagt, daß die von der Seite gesehene V-Tragfläche ebenfalls als Rumpfsseitenfläche wirkt. Aus diesem Grunde werden heute auch oft V-förmige Leitwerke in die Modelle eingebaut.

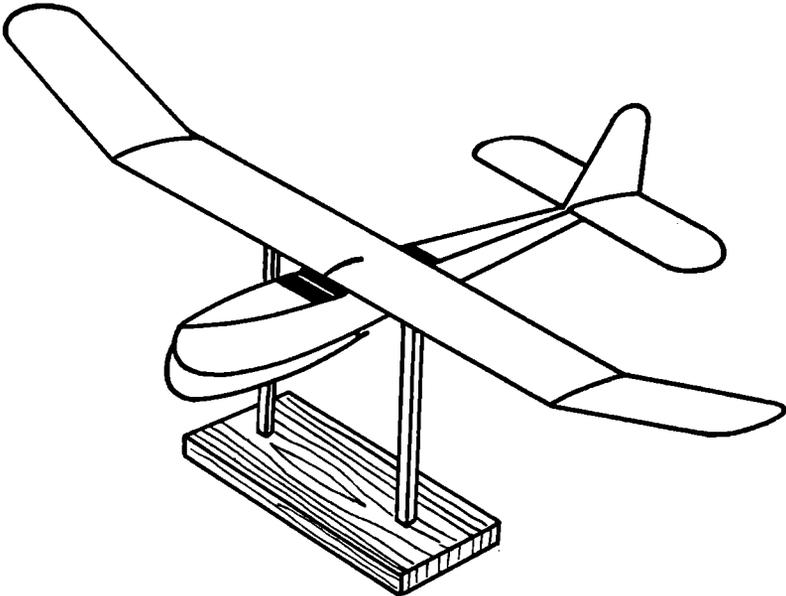
Hierbei muß die Seitenprojektion des V-förmigen Leitwerks (Abb. 200) ebenso groß sein, wie die fortfallende Seitenwerksleitfläche (Abb. 199).

Durch diesen Abschnitt über die Flugstabilität des Modells werdet ihr erkennen, daß die Flugeigenschaften der Modelle neben der Profilauswahl und Einstellung, wesentlich von den richtigen Größenverhältnissen sowie von der Form des Tragflügels, des Rumpfes und des Leitwerkes zueinander abhängen. Nur so kann eine ausreichende Stabilität um alle Achsen des Flugmodells erreicht werden.

## *Einfliegen des Flugmodells*

Jedesmal, wenn ein neu fertiggestelltes Auto unsere Werke verläßt und seiner Bestimmung entgegenfährt, wenn in Rostock ein neuer Fischdampfer vom Stapel läuft, ist ein großer Augenblick für alle Arbeiter und Ingenieure gekommen. Denn jetzt zeigt es sich, ob die wochen- und monatelange Arbeit erfolgreich war.

Auch uns geht es so. Immer wieder schauen wir nach, ist denn der Spannlack immer noch nicht trocken? Endlich ist es soweit. Der große



**Abb. 201**

Augenblick ist gekommen und wir werden sehen, wie groß der Lohn unserer Arbeit ist. Hinaus auf den Hang und in die Lüfte mit dem Flugmodell! —

Und schon würden wir gleich einen großen Fehler machen. Erfüllt unser Modell alle Voraussetzungen, die zum Gelingen eines Fluges vorhanden sein müssen?

Zunächst überzeugen wir uns, ob alle Bauteile genau dem Plan entsprechen. Sind Tragfläche, Rumpf und Leitwerk nicht verzogen? Stimmt

der Schrängungswinkel zwischen Höhenleitwerk und Tragflügel? Dann wiegen wir das Modell aus, d. h. wir bringen den Schwerpunkt in die richtige Lage. Dazu bauen wir uns aus einem kleinen Brett und zwei Leisten ein einfaches Gestell (Abb. 201).

Aus dem Bauplan entnehmen wir die Lage des Schwerpunktes. An dieser Stelle unterstützen wir das Modell (Abb. 202, 203, 204) und bringen es

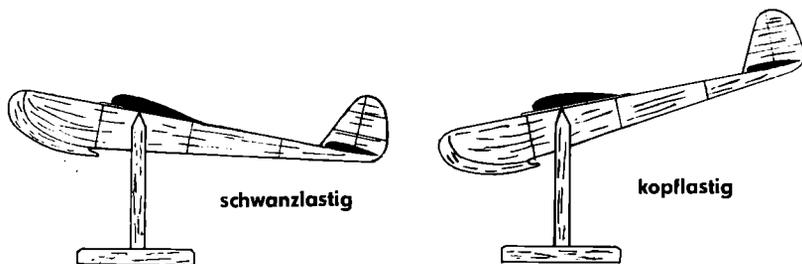


Abb. 202

Abb. 203

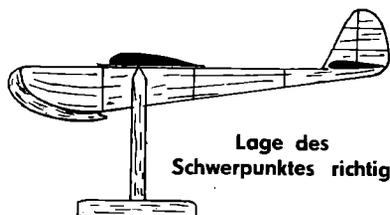


Abb. 204

durch entsprechendes Beschweren mit kleinen Blei- oder Eisenstückchen an der Rumpfspitze in die richtige Lage.

Nachdem wir uns gewissenhaft vom Zustand des Modells und der richtigen Schwerpunktlage überzeugt haben, können wir es starten.

Mit besonderer Vorsicht muß ein fertiggestelltes Modell eingeflogen werden. Die theoretischen Grundlagen, die wir uns bisher angeeignet haben, müssen genügen, um einen Mißerfolg auszuschließen. Trotzdem sind beim ersten Start hin und wieder kleine Änderungen — zumeist Gewichtsänderungen — erforderlich.

Um störende Wirbel und Böen (hervorgerufen durch Häuser, Bäume und Büsche) zu vermeiden, suchen wir uns zum Einfliegen ein freies, ebenes Feld, eine Wiese oder einen Fußballplatz aus. Sehr günstig für das Einfliegen ist ein vollständig windstiller Tag.

Beim Starten selbst fassen wir unser Modell mit der rechten Hand am Schwerpunkt an und halten es in Gleitfluglage. Jetzt laufen wir gegen den Wind. (Auch bei scheinbarer Windstille ist fast immer eine örtliche Luftströmung festzustellen.) Dabei werden wir von Meter zu Meter schneller. Ihr spürt deutlich, wie der Auftrieb des Modells immer größer wird, bis es sich ganz aus der Hand löst. Das ist der sogenannte Laufstart. Wir beobachten, welche Flugbewegung es ausführt. Aus einer Höhe von etwa 1,5 Meter gestartet, muß es eine gerade Strecke von 15 bis 20 Meter weit fliegen. (Abb. 205.)

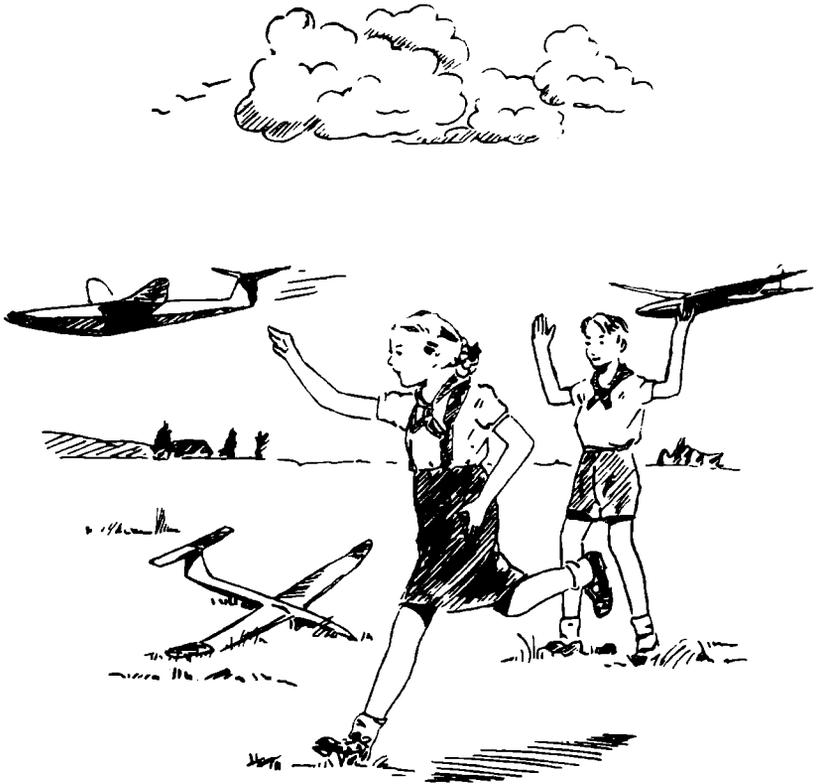
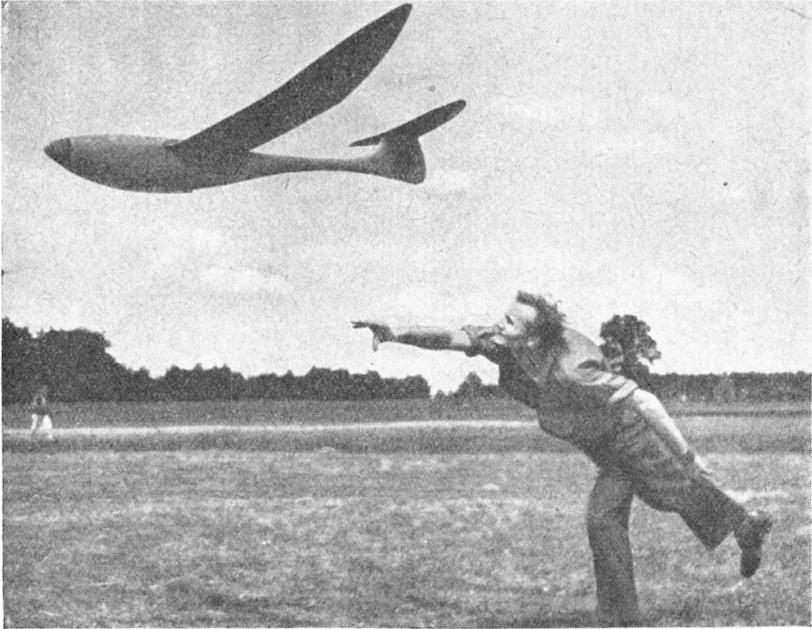


Abb. 205



**Abb. 206 Handstart eines Segelflugmodells**

### **Beseitigung von Fehlerquellen**

Ist das Modell mit zu großem Schwung gestartet worden, so wird es sich aufbäumen und dann unter einem steilen Winkel zu Boden gleiten. Umgekehrt wird sich das Modell verhalten, wenn wir zu zaghaft waren. Dann plumpst es schon nach ein paar Metern zu Boden.

Doch auch beim einwandfreien Starten, was wir bald nach einiger Übung gelernt haben, können Fehler während des Fluges auftreten. Diese rühren meist von einer mangelhaften Bauausführung her.

Führt unser Modell z. B. einen Hakenflug aus (Abb. 207), so kann die Ursache folgende sein: Das Modell ist an der Rumpfspitze zu leicht und wir müssen es dort noch etwas beschweren. Oder der Schräkungswinkel ist zu groß und damit natürlich auch der Anstellwinkel. Das Modell bäumt sich auf und es kommt zu dem genannten Hakenflug.

Ist die Rumpfspitze zu schwer, so wird das Flugmodell einen sehr steilen Gleitflug ausführen und wir müssen etwas Blei entfernen.

Bei zu kleinem Schrägungswinkel wird nicht genügend Auftrieb erzeugt. Das Modell hat eine hohe Fluggeschwindigkeit und wird schnell landen. Wir können uns im Augenblick dadurch helfen, indem wir ein Stück Leiste vorn unter das Auflagebrett des Tragflügels legen.

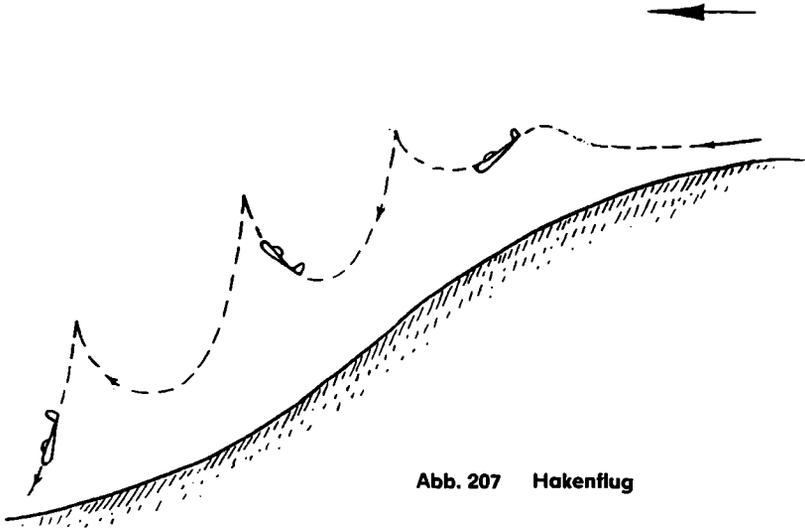


Abb. 207 Hakenflug

Nun kann noch folgendes eintreten:

Unser Modell legt eine weite Strecke zurück und fliegt dabei eine Kurve. Dann ist entweder der Flügel verzogen oder das Seitenleitwerk steht nicht genau in Richtung der Längsachse.

Hängt z. B. die Endleiste des linken Tragflügels nach unten (Abb. 208), so erhält dieser einen größeren Anstellwinkel. Der Auftrieb ist auf dieser

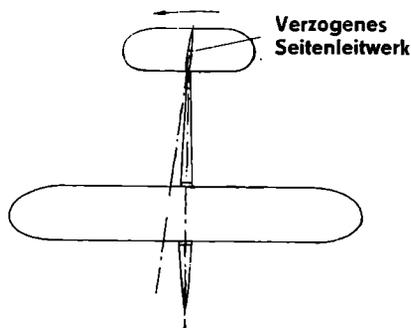


Abb. 208

Endleiste nach oben und unten verzogen

Seite größer als auf der anderen. Dies ist der Anlaß zum Kurvenflug. In diesem Falle versuchen wir den Tragflügel wieder zurückzudrehen, um den gleichen Auftrieb auf der ganzen Tragfläche zu erreichen. Reicht das noch nicht aus, so lackieren wir den Tragflügel nochmals mit Spannlack und spannen ihn zum Trocknen auf das Hellingbrett. Hilft das auch noch nicht, so müssen wir ihn vollständig neu bespannen.

Ebenso verfahren wir am Seitenleitwerk (Abb. 209). Ist das Biegen entgegengesetzt dem Verzug zwecklos, so bleibt uns nur die Möglichkeit, das



**Abb. 209**

Seitenleitwerk nochmals zu bespannen. Ihr werdet wohl schon selbst gemerkt haben, daß solche zusätzliche Mehrarbeit vermieden wird, wenn man von Anfang an eine saubere Arbeit leistet.

Stellen wir fest, daß unser Modell einen sauberen Gleitflug ausführt, dann können wir schon mehr verlangen und gehen zum ersten Probeflug auf eine kleine Anhöhe. Von dort starten wir unser Modell. Haben wir es sauber eingeflogen, so werden unsere Erwartungen nicht enttäuscht werden und wir können zum Hochstart übergehen.

### **Der Hochstart**

Das Modell wird ähnlich wie der Drachen mit einer Schnur hochgezogen. Als Startschnur eignet sich eine dünne, feste Hanfschnur am besten. Für Wettbewerbe ist eine Länge von 50 m vorgeschrieben. Am Ende der Schnur wird ein Ring festgeknotet. Er soll ungefähr den Durchmesser von 15 bis 20 mm haben, also etwa die Größe eines Zehnpfennigstückes. Dieser Ring wird beim Start in den Starthaken des Flugmodells eingehängt. Wie ein richtiger Starthaken aussehen muß, zeigt Abb. 211. Dieser gibt die Gewähr für ein ordentliches Ausklinken.

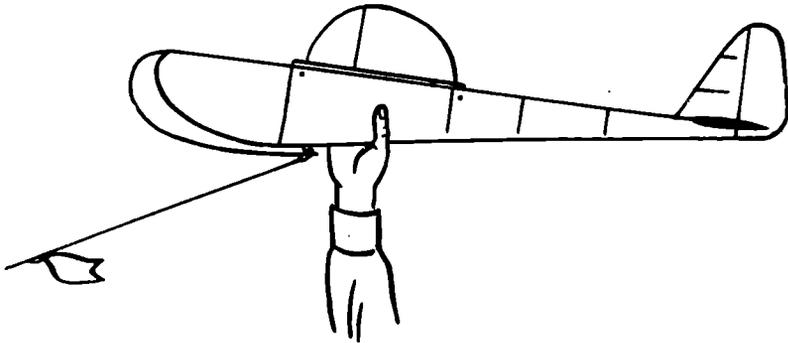


Abb. 210

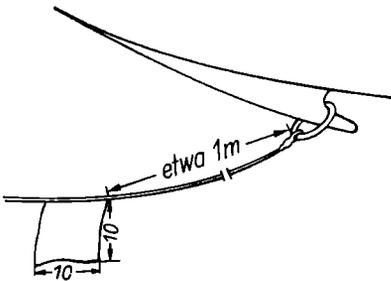


Abb. 211

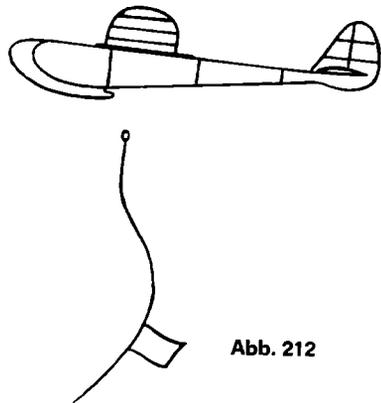


Abb. 212

Ungefähr ein Meter vor dem Ring knoten wir ein Stück Stoff an die Schnur (Abb. 211). Wir sehen dann ganz genau, wenn sich die Schnur vom Modell löst. In diesem Augenblick müssen wir auf die Stoppuhr drücken, um die Flugdauer festzustellen.

Nachdem das Seil ausgelegt ist, haken wir den Ring ein und halten das Modell mit der Rumpfspitze etwas nach oben (Abb. 210). Ein zweiter Freund hat den Anfang der Schnur in der Hand und hebt jetzt den Arm. Das bedeutet: „Fertig.“ Daraufhin läuft er mit der Schnur gegen den Wind und das Modell steigt unter einem steilen Winkel nach oben. Hat es die höchste Höhe erreicht, so muß der ziehende Freund den Zug der Schnur allmählich nachlassen, bis sich das Modell in Normallage befindet. Hierdurch löst sich die Schnur vom Starthaken und fällt herab (Abb. 212).

Bei starkem Wind darf das Hochziehen nicht zu schnell erfolgen, da es sonst passieren kann, daß der Tragflügel die Beanspruchung nicht aushält und in der Mitte auseinanderbricht. Dagegen müssen wir bei Windstille oder schwachem Wind anders verfahren, denn unser Freund kann nicht so schnell laufen, um unser Modell auf eine günstige Höhe zu bringen. Wir starten dann mit einer Umlenkrolle. Abb. 214 zeigt auch ihre Wir-

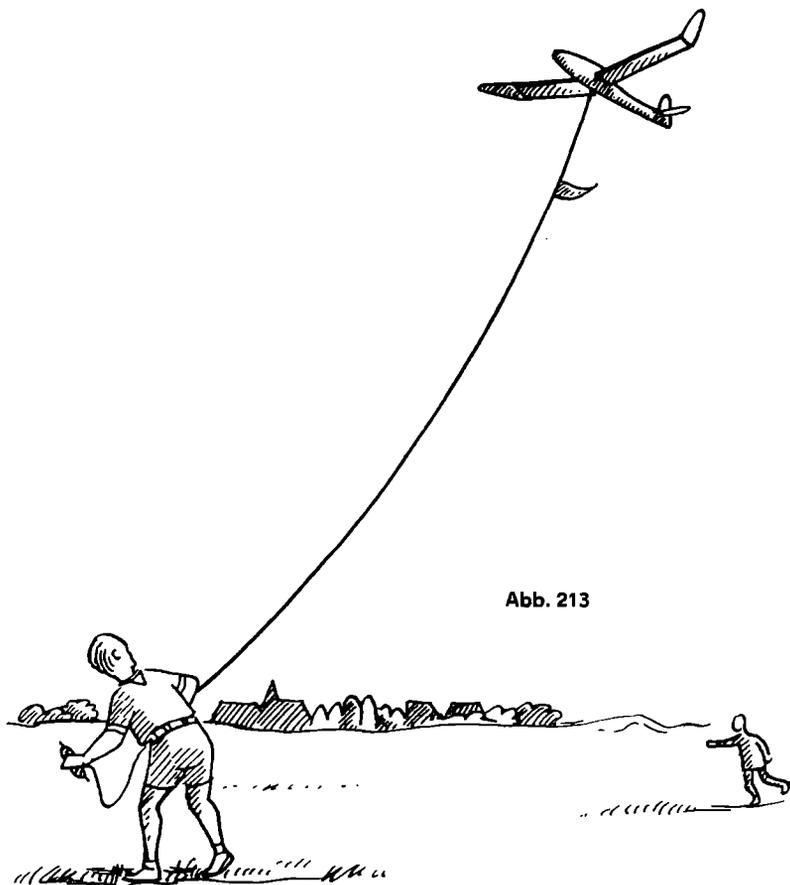
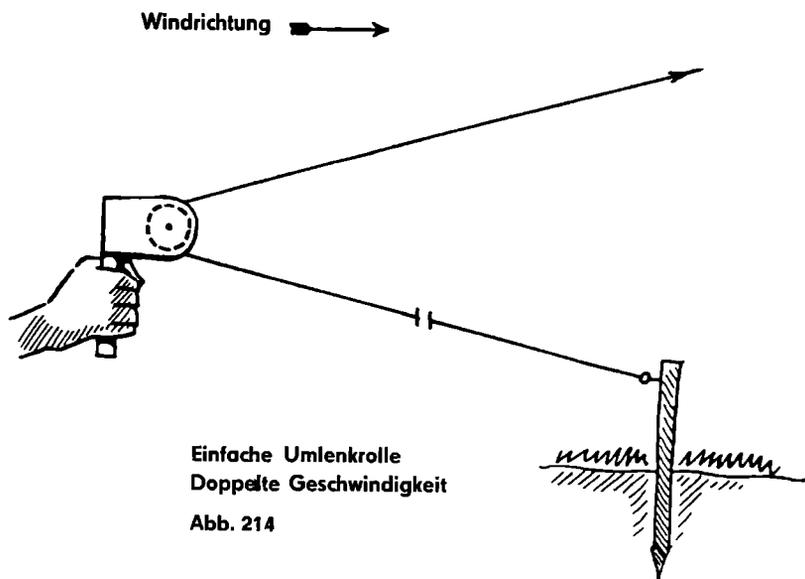


Abb. 213

kungsweise. Bei ihr wird, gegenüber dem einfachen Ziehen mit der Hand, eine größere Geschwindigkeit erreicht. Diese reicht aus, um unser Modell in große Höhe zu bringen.

Eine weitere Hochstartart ist der Drachenstart. Das Modell wird in die aus unserer Pionierbauplanreihe bekannte Laufkatze eingehängt. Es rollt



dann an der Schnur mit hoch bis es kurz vor dem Drachen ausklinkt und seinen Weg allein fortsetzt. Der Drachenstart wird im Gegensatz zum Hochstart in der Regel nur für kleinere beschränkt hochstartfähige Flugmodelle angewendet mit dem Ziel, kleinere Modelle auf größere Höhen zu bringen. Der Hoch- und Drachenstart ist heute die meist angewendete Startart, die nicht nur im Flachland, sondern auch im Bergland sich immer mehr durchzusetzen beginnt. Mit diesen Startarten lassen sich bei guter Thermik ausgezeichnete Flugzeiten erzielen.

## *Quellenangaben*

„Die Flugmodellbauer.“ W. Skobelzyn — N. Paschkewitsch. Verlag des ZK LKJvdsU „Junge Garde“. Leningrad 1948.

„Wir bauen Flugmodelle.“ M. J. Pankow. Verlag des ZS der Vereinigung OSSOAVIACHIM UdSSR. Moskau 1947.

„Das Flugzeug, eine russische Erfindung.“ Von J. F. Schipilow. Öffentlicher Vortrag in Moskau, der Gesellschaft zur Verbreitung politischer und wissenschaftlicher Erkenntnisse in der Sowjetunion 1950.

„Erfolge des sowjetischen Flugmodellbaus.“ Von N. Babajew. Komsomolskaja Prawda 28. August 1952.

„Allunionswettkämpfe der Flugmodellbauer.“ Von G. Orleanski. Komsomolskaja Prawda vom 5. August 1952.

„Wolken.“ Von Brochnow. Neue Bremenbücherei.

### ***Berichtigung***

Wir bitten, folgende sinnentstellende Fehler zu berichtigen:

Auf Seite 44 muß es heißen: Abb. 13 statt 18.

Auf Seite 45 muß es heißen: Abb. 14 statt 41.

Auf Seite 92 muß es in der 7. Zeile heißen: Leistenquerschnitt.

Auf Seite 95 muß es heißen: Glasperle.

Auf Seite 146, Abb. 155, muß es richtig heißen:  
nach laminarem Anlauf turbulent.

Die Kunstdruck-Abbildung nach Seite 80 stellt den DDR-Meister  
im Modellflug der Klasse IVa 1952, Irmgard Anton, dar.

**Die Verfasser**



