

v. Langsdorff

Das Segelflugzeug

F. F. O. J. U. S. I. K. O. R. S.  
No. 9077  
I | m

Das  
**Segelflugzeug**

Von

Dr.-Ing. W. v. Langsdorff

Mit 114 Abbildungen.



---

J. F. Lehmanns Verlag, München  
1923.

Alle Rechte, insbesondere das der Uebersetzung  
behalten sich Urheber und Verleger vor.

Copyright 1923, J. F. Lehmann, München.

Druck von Dr. F. P. Datterer & Cie., Freising-München.

## Vorwort.

Unter dem Namen Gleit- und Segelflug werden allgemein diejenigen Flugformen verstanden, bei denen eine Abgabe eigener mechanischer Motorleistung nicht erfolgt. Die Auftriebserzeugung geschieht aerodynamisch. Das Flugzeug bewegt sich relativ zur umgebenden Luft vorwärts und ist steuerbar.

In der vorliegenden Arbeit sind unter dem Namen „Segelflugzeuge“ alle motorlosen Flugzeuge, ausschließlich der Muskelkraftflieger verstanden. Zwischen Gleit- und Segelflugzeugen ist absichtlich nicht streng unterschieden. Hängegleiter sind entsprechend ihrer Bedeutung für die erste Entwicklungszeit ebenfalls, allerdings kurz, behandelt.

Da zusammenfassende Veröffentlichungen über die Theorien zur Erklärung des Segelfluges, seine Energiequellen usw. vorhanden sind, beschränkt sich diese Arbeit auf die technische Seite des Gebietes. Einleitend ist nur knapp das zum Verständnis unbedingt Nötige gesagt. Bei Erörterung der Bauformen konnte es sich infolge des herrschenden Raumangels nur darum handeln, die bisher eingeschlagenen Wege anzudeuten. Als Konstruktionsbeispiele dienen nur nach 1918 gebaute Flugzeuge. Auch hier konnten nur die interessantesten Typen herausgegriffen werden.

Zweck dieser Arbeit ist es, in erster Linie einen zusammenfassenden, allgemeinverständlichen Überblick über die Segelflugzeuge aller Staaten zu geben. Den Herren, welche die Arbeit unterstützt haben, sei auch an dieser Stelle gedankt. Weitere Unterstützungen, Anregungen und Verbesserungen sind im Interesse der Sache jederzeit willkommen.

Frankfurt/Main, Gartenstraße 20.

Sommer 1923.

Werner v. Langsdorff.

## Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Der Segelflug . . . . .	5
II. Das Segelflugzeug . . . . .	7
A. Die Entwicklung . . . . .	7
B. Allgemeine Betrachtungen . . . . .	45
C. Der konstruktive Aufbau . . . . .	57
1. Die Baustoffe . . . . .	58
2. Die Tragflächen . . . . .	59
3. Die Steuerung . . . . .	76
4. Der Rumpf . . . . .	91
5. Das Landungsgestell . . . . .	103
D. Konstruktionsbeispiele . . . . .	119
1. Hängegleiter . . . . .	119
2. Schwanzgesteuerte Flugzeuge . . . . .	122
3. Flügelgesteuerte Flugzeuge . . . . .	176
4. Schwanzlose Flugzeuge . . . . .	201
5. Wasserflugzeuge . . . . .	203
6. Hilfsmotorflugzeuge . . . . .	208
Übersichtstabelle 1918—1923 . . . . .	211
Schlagwörterverzeichnis . . . . .	214

---

## I. Der Segelflug.

Der Segelflug des Vogels, sein scheinbar müheloses, stunden-, ja tagelanges Fliegen mit bewegungslosen Flügeln, unabhängig von der Windrichtung, hat wegen seiner Schönheit die Aufmerksamkeit des Menschen auf sich gelenkt, besonders aber deshalb, weil die offenkundige Mühelosigkeit scheinbar mit allen Naturgesetzen in Widerspruch zu stehen schien. Entsprechend den vielen Beobachtungen und Erwägungen besteht eine Anzahl von Theorien zur Erklärung des Segelfluges der Vögel, welche sich z. T. erheblich widersprechen. Im allgemeinen bewertet man eine Theorie danach, mit welchem Grade von Zuverlässigkeit sie die Tatsachen wiedergibt. Die Erforschung des Segelfluges ist aber keineswegs endgültig abgeschlossen, so daß ein Urteil über die Richtigkeit der einen oder anderen Theorie an dieser Stelle nicht gefällt werden soll. Da sich die vorliegende Arbeit vor allen Dingen mit der Technik des Segelflugzeuges beschäftigt, kommen zur Einführung lediglich einige Bemerkungen darüber in Betracht, wie man sich den Segelflug des Vogels zu erklären sucht.

Die mechanischen Bedingungen, unter denen ein Vogel ohne Flügelschlag fliegen könne, wurden von Lord Rayleigh 1883 folgendermaßen aufgestellt: es müsse entweder

1. die Flugbahn nicht horizontal oder
2. die Windströmung nicht horizontal, oder
3. der Wind nicht gleichförmig sein.

Im ersten Falle handelt es sich um eine sinkende Flugbahn. Beim Gleitflug ist diese im Mittel gegen die Horizontale abwärts geneigt, wenn auch vorübergehender Anstieg der Flugbahn durch Austausch kinetischer gegen potentielle Energie erfolgen kann. Der Vogel bzw. das Flugzeug gleitet auf schiefer Bahn vermöge seines Gewichtes zur Erde.

Im zweiten Falle liegen die gleichen Verhältnisse vor. Es handelt sich gleichsam um einen überkompensierten Gleitflug, bei welchem der Luftstrom zum mindesten um soviel sich nach oben bewegt, wie das Flugzeug in der Zeiteinheit sinkt. Im dritten Falle ist der durchwirbelte Wind Energieträger.

Allgemein verstehen wir unter Segelflug einen Flug, bei dem die zum Schweben notwendige Leistung nicht durch mit-

geföhrte Kraftmaschinen erzeugt wird, sondern den Energiequellen des Windes entnommen wird, in welchem man den Flug ausführt. Die unter 1 und 2 genannten Bedingungen entsprechen dem statischen und dynamischen Segelflug. Wir verstehen also unter statischem Segelflug den motorlosen Flug ohne Höhenverlust, hervorgerufen durch aufwärts gerichtete Bewegung der Luft, dagegen unter dynamischem Segelflug einen solchen, bei welchem die Windrichtung im Mittel wagrecht ist. Der statische Segelflug hat offenbar vieles mit dem reinen Gleitflug gemein. Er ist überall dort ausführbar, wo aufsteigende Luftströme entsprechender Stärke anzutreffen sind. Es ist zu unterscheiden zwischen statischen, thermischen und dynamischen Aufwinden. Hier soll nur darauf hingewiesen werden, daß vorzugsweise Aufwinde an der Luvseite von Hindernissen (Gebirgen usw.) auftreten und außerdem durch ungleichmäßige Erwärmung der Erdoberfläche hervorgerufen werden. Damit ist die verhältnismäßig große Abhängigkeit des statischen Segelfluges von geeignetem Gelände gekennzeichnet.

Zur Frage des dynamischen Segelflages haben schon vor Jahren Knoller und Betz theoretisch nachgewiesen, daß ein gewölbter Flügel, sobald er einem Wind ausgesetzt wird, dessen Höhenrichtung sich nach einem Sinusgesetz ändert, bei hinreichend großen Schwingungen des Windes im Mittel Vortrieb erhält. Diese Theorie ist später durch Modellmessungen im Wiener aeromechanischen Laboratorium bewiesen worden. Bei den von Katzmayr vorgenommenen Versuchen konnte eine Abnahme des Widerstandes bzw. Vortrieb bei vorhandenem Auftrieb nachgewiesen werden.

Beide Arten des Segelflages greifen in der Praxis mehr oder weniger ineinander. Es ist anzunehmen, daß der Vogel sowohl die Aufkomponente des Windes, als auch seine Durchwirbelung ausnutzt. Bei der Nachahmung des Segelflages durch den Menschen, kommt es nun darauf an, wie die Prinzipien des Vogelflages mechanisch umzuwerten und umzustalten sind, um mit künstlichen Flügeln ähnliche oder gleiche Effekte zu erzielen.

Das Problem des Segelflages kann heute keinesfalls als gelöst gelten. Wir haben bisher lediglich gelernt im aufsteigenden Luftstrom zu segeln, vielleicht zeitweise unter Ausnutzung der Turbulenz der Luft, der einwandfreie Nachweis der Erzielung eines vorwiegend dynamischen Segelflages durch den Menschen fehlt aber noch. Von den bekannten

Energiemöglichkeiten des Windes, seiner aufwärtsgerichteten Komponente, der Geschwindigkeitsspannung in der Wagrechten und der Turbulenz mit wagrechter Drehachse, sowie der Verquickung dieser drei, ist bisher nur die erste ganz ausgenutzt worden. Zu der vollen Ausnutzung der zweiten Möglichkeit sind noch weitere praktische Flugerfahrungen notwendig, während die dritte Möglichkeit dadurch an Bedeutung verliert, daß die Geschwindigkeitsdifferenzen je Meter Höhe bei geringeren und mittleren Windstärken nicht ausreichenden Auftrieb ergeben.

Als Endziel des motorlosen Fluges kann der reine Menschenflug genannt werden. Wir stehen heute noch nicht, wie dies vielfach angenommen wird, unmittelbar vor Erreichung des Ziels. Schon heute aber können Erfahrungen in Bau und Betrieb motorloser Flugzeuge dem Bau von Motorflugzeugen nutzbar gemacht werden. Zudem bietet sich die Gelegenheit, wissenschaftliche Fragen aus der Flugtechnik durch verhältnismäßig billige und einfache Versuche zu lösen. Auch die Möglichkeit der Schulung von Fliegern und Technikern muß berücksichtigt werden, wenn wir den Wert der Segelflugversuche verstehen wollen.

## II. Das Segelflugzeug.

### A. Die Entwicklung.

Bei Betrachtung der Geschichte des Gleit- und Segelflages stoßen wir auf eine große Reihe von Berichten in mythenhafter Form, deren tatsächlicher Kern für uns heute nicht mehr erkennbar ist. Die meist berichteten Flugleistungen, auch der Flug des Daedalos, sind nach unserer heutigen Ansicht durchaus möglich. Leider ist aber über die technische Ausbildung der einzelnen Fluggeräte so gut wie nichts bekannt. Die ausführliche Aufzählung und Beschreibung dieser zahlreichen, mehr oder weniger legendenhaften Versuche gehört nicht in den Rahmen dieser Arbeit. Uns interessieren hier vielmehr in erster Linie der Aufbau und die technischen Einzelheiten der tatsächlich geflogenen motorlosen Flugzeuge.

Die ersten genauen Untersuchungen und praktischen Versuche, allerdings noch recht unvollkommener Art wurden von Wenham, Le Bris und Mouillard Mitte des 19. Jahrhunderts ausgeführt. Mouillard, ein Franzose, baute in den Jahren 1860 bis 1880 vier Flugzeuge, bei deren Entwurf er den Adler zum Vorbild nahm. Die in Algerien unternommenen praktischen

Versuche blieben erfolglos. Seine Erfahrungen und Beobachtungen hat Mouillard in dem Buch „L'empire de L'air“ 1881 niedergelegt.<sup>1)</sup>

Die mit verschiedenen Flugzeugen ausgeführten Versuche des Franzosen Le Bris, welche in die Jahre 1857 bis 1867 fallen, blieben ebenfalls wenig erfolgreich.<sup>2)</sup>

Das von Francis Herbert Wenham 1866 gebaute Flugzeug ist, wohl erstmalig, als Mehrdecker ausgebildet. Das als Sechsecker entworfene Flugzeug besitzt leichte Stoffflügel von 4,85 m Spannweite und 0,38 m Tiefe. Das zweite Flugzeug Wenhams ist als Liegegleiter gebaut. Sechs im Grundriß rechteckige Tragflächen sind ungestaffelt und ohne V-Form verhältnismäßig dicht übereinander gelagert. Die Zelle besteht aus Holz mit Stahlbändern. Der Führer liegt unter derselben. Organe zur Erhaltung des seitlichen Gleichgewichtes, sowie des Längsgleichgewichtes fehlen. Vorn am Flugzeug befinden sich zwei Flügelruder, welche durch eine leichte Feder hochgehalten werden. Der Niederschlag erfolgt durch ein über Rollen zu einem Fußhebel geführtes Seil. Die Steuerung gleicht gewissermaßen der heutigen Pedalsteuerung des Seitensteuerns. An Stelle einer senkrechten Seitensteuerfläche tritt hier aber der Ausschlag eines Treibflügels. Die verschiedenen Versuche Wenhams verliefen nicht erfolgreich.<sup>3)</sup>

Diese Versuche sind ohne wesentlichen Einfluß auf die Entwicklung geblieben. Erst die Arbeiten des Deutschen Otto Lilienthal (geb. 23. Mai 1848 zu Anklam, gest. 10. August 1896 bei Stölln) sind als Ausgangspunkt der Entwicklung des neuzeitlichen Flugwesens anzusehen. Auf Grund eingehender Beobachtungen des Vogelfluges baute er im Laufe der Jahre meist gemeinsam mit seinem Bruder Gustav Lilienthal verschiedene Gleitflugzeuge, mit denen er die ersten nachweisbaren praktischen Erfolge erzielte. Die grundlegenden Luftwiderstandsversuche Lilienthals haben erstmalig Klarheit in die aerodynamischen Gesetze gebracht. Auch die neueste wissenschaftliche Aerodynamik ist zum großen Teil als Fortentwicklung Lilienthalscher Beobachtungen und Gedanken aufzufassen. Es ist wesentlich, daß Lilienthal die Fähigkeit besaß, die Ergebnisse seiner Arbeiten in mittelbare Form zu bringen. So sind seine Er-

fahrungen der Nachwelt erhalten geblieben und haben Umwege und viel nutzlose Arbeit erspart, wenn auch manches klar Ausgedrückte von seinen Nachfolgern unrichtig gedeutet würde. Das Hauptverdienst Otto Lilienthals aber scheint darin zu liegen, daß er sich nicht mit theoretischen Betrachtungen begnügte, sondern selbst praktisch geflogen ist. Die Unerhörtheit dieses Unterfangens wird erst klar, wenn wir das äußerst geringe Verständnis der damaligen Zeit und die damit in reichstem Maße verbundenen Hemmungen berücksichtigen. Das geringe Verständnis für die Forscherarbeit Lilienthals geht auch aus der langsamen Verbreitung seines wertvollen Buches „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“ und der verhältnismäßig geringen Beachtung seiner übrigen literarischen Arbeiten zu seinen Lebzeiten hervor.<sup>4)</sup>

Lilienthal hat erstmalig auf die außerordentliche Überlegenheit der flach gewölbten Tragfläche hingewiesen, gegenüber der ebenen, unter sonst gleichen Umständen. Eine weitere wichtige Entdeckung besteht in der Feststellung, daß gewölbte Flügel selbst bei negativen Anstellwinkeln, also bei Rückenbeaufschlagung der Fläche noch Auftriebskräfte liefern können. Er erkannte zum ersten Mal die Bedeutung der Formgebung des Flügelquerschnittes und untersuchte das an Tragflächen auftretende Kräftespiel wissenschaftlich. Die Begriffe von Auftrieb und Widerstand am Profil und deren graphische Darstellung in den Flügelpolen stammen von ihm.

Als Hauptenergiequelle für den Segelflug sieht Lilienthal eine aufsteigende Komponente des Windes, welche er durch verschiedene Messungen und Untersuchungen, wenn auch mit zu dürftigen Mitteln, nachzuweisen versuchte. Im Flachlande scheint ihm diese Aufkomponente thermodynamischen, an der Luvseite von Gebirgen dynamischen Ursprungs zu sein. Seine Ansichten werden heute noch von einem Teil der Fachwelt geteilt.

Die praktischen Flüge Lilienthals begannen in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Die größte Bedeutung ist den Flügen in den Jahren 1886 bis 1896 beizulegen. Die ersten größeren Gleitflüge fanden an der Sandgrube in Südende bei Berlin statt. Ihnen waren Sprungversuche aus 1 bis  $2\frac{1}{2}$  m Höhe vorausgegangen. Später benutzte Lilienthal an der Heinersdorfer Ziegelei bei Groß-Lichterfelde als Abflugstelle

<sup>1)</sup> Mouillard, *L'empire de l'air*. Paris 1881.

<sup>2)</sup> *l'Aéronaute*. Paris 1879.

<sup>3)</sup> *Aerial Locomotion. From the Transactions of the Aeronautical Society of Great Britain*. London and New York 1867. — Wenham's Patent Nr. 1571 A. D. 1866. June 7.

<sup>4)</sup> Verschiedene Veröffentlichungen in Zeitschr. f. Luftschiffahrt, Prometheus usw. 1891 bis 1895. „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst.“ Berlin 1889, München 1910.

einen künstlichen, 15 m hohen Hügel, auf welchem ein Schuppen errichtet wurde, von dessen Dach aus gestartet werden konnte. Das Fluggelände wurde später, zur Ermöglichung weiterer Flüge in die Gegend von Rhinow und Stölln zwischen

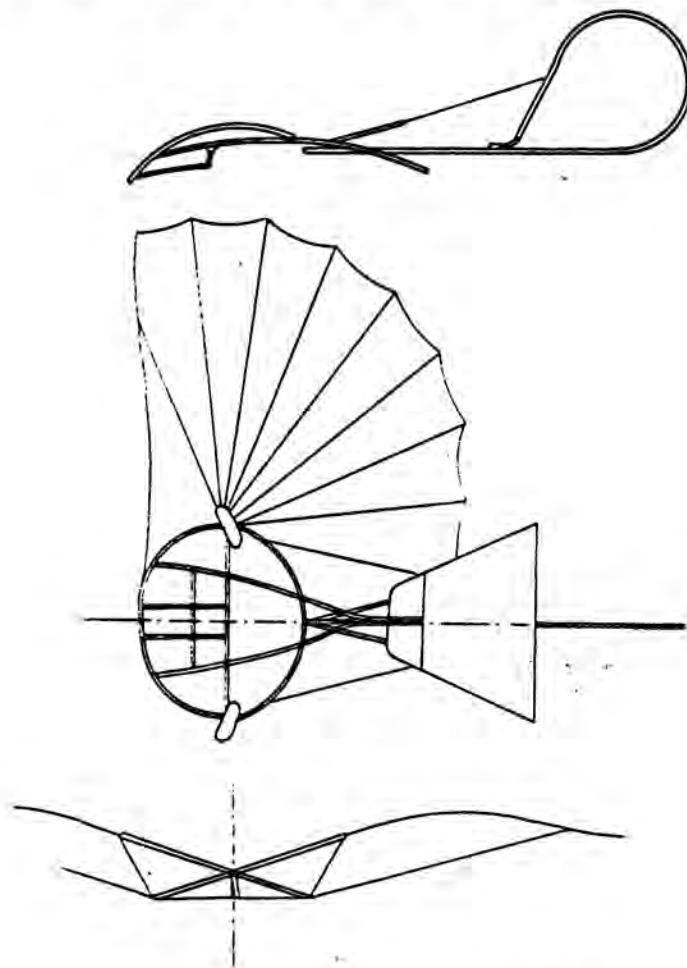


Fig. 1. Lilienthal-Eindecker 1895. Hängegleiter.

Neustadt an der Dosse und Rathenow verlegt. Von den dortigen bis 50 m hohen Kiesbergen gelangen Gleitflüge bis zu 350 m Entfernung. Der Abflug fand jeweils nur von halber Höhe des Hügels statt, da der Wind auf dem Gipfel meist zu stark war. Der Höhenunterschied zwischen Start- und Landestelle betrug durchschnittlich 18 m. Am Gollenberg bei Stölln

fand Lilienthal am 10. August 1896 durch Absturz den Flieger-Helden Tod.

Die Lilienthalschen Gleitflugzeuge waren durchweg Hängegleiter, deren Steuerung durch Verlegung des Körpergewichtes des Fliegers ohne bewegliche Steuerflächen erfolgte. Die Arme wurden beiderseits zwischen zwei am Grundrahmen des Flugzeuges befindliche Polster gelegt, die Hände ergriffen eine Querstange. Der ganze Körper blieb frei beweglich. Gleichgewichtsregelungen erfolgten durch Ausstrecken der Beine nach der gehobenen Seite, oder nach vorn und hinten. Die Steuerungsart entspricht also noch der bei den heutigen Hängegleitern üblichen. Der Start erfolgte durch Anlaufen gegen den Wind. Bei stärkerem Wind wurde das Flugzeug aus dem Stillstand abgehoben. Die Flugbahn war in der Regel mehr oder weniger flach geneigt. Nach Gustav Lilienthal betrug der günstigste Gleitwinkel bei 350 m Fluglänge und 17 m Höhenverlust etwa 4 Grad. In der Meinung, daß eine geringere Neigung motorlos mit den ihm zur Verfügung stehenden Mitteln nicht erzielt werden könnte, baute Lilienthal zuletzt Schlagflügel ein, welche durch menschliche Kraft oder durch einen leichten Motor bewegt werden sollten. Die praktische Erprobung des Motorflugzeuges wurde durch den Todessturz Lilienthals verhindert. Zu den Flügen, bei denen sich das Flugzeug verschiedentlich über die Abflugstelle erhob, wurden Ein- und Doppeldecker verwendet.

Der Lilienthal-Eindecker besteht aus einer leicht gewölbten Fläche, die aus einem Holzgerüst mit Stoffbespannung hergestellt ist. Zwei ein spitzwinkeliges Kreuz bildende Hölzer tragen an ihren oberen Enden durch zwei Brettchen hergestellte Taschen, in welchen hölzerne Flügelrippen drehbar befestigt sind. Eine an den Spitzen der Rippen herumführende Schnur und ein Draht, der an der ersten Flügelspitze befestigt und an dem Hauptbügel eingehakt ist, spannen diese Rippen in wägerichter Richtung. Die Rippen erhalten durch Drähte die Biegung nach unten. Die Drähte führen nach den untersten Enden des Kreuzholzes, so daß ein umgekehrtes Hängewerk gebildet wird. Zwischen den Kreuzhölzern sind Polster befestigt, zur Aufnahme der Arme des Fliegers. Außerdem sind mit dem Kreuzholz ein Bügel in den Taschen durch Vernageln und Verleimen sowie Streben fest verbunden. Diese tragen vorne ein Querholz mit Streben und hinten zwei auseinandergehende Rumpfholme. Letztere dienen zur Befestigung einer trapezförmigen Schwanzfläche, welche nach oben und unten beweg-

lich ist. Der Ausschlag nach unten wird durch ein Steuer begrenzt. Eine derartige Befestigung des Schwanzes ist deshalb gewählt, „damit derselbe, wenn der Apparat als Fallschirm dient, nicht tragend wirken kann, und dadurch das Überkippen des Apparates nach vorne verhindert wird“. Das Seitensteuer ist ebenfalls an Streben und Bügel befestigt. Die Tragfläche ist zusammenfaltbar. Zu dem Zwecke werden die vorderen Spanndrähte aus dem Bügel ausgehakt, die Rippen um ihre Stifte in den Taschen nach hinten gedreht und die Spanndrähte in die an den Rumpfholmen befindlichen Ösen eingehakt, so daß das Flugzeug wieder ein festes Ganzes bildet. Die mit etwa 1:12 bis 1:18 gewölbten im Grundriß fledermausähnlichen Tragflächen stellen ein verspanntes Gerüst aus Weidenruten mit einseitiger Bespannung aus Schirting dar. Der Flächeninhalt beträgt 10 bis 15 qm, die Spannweite 7 bis 8 m, das Leergewicht rund 20 kg.

Ein derart gebautes Flugzeug, ausgestattet mit Schlagflügeln, ist Otto Lilienthal unter dem 3. September 1893 im Deutschen Reich patentiert.<sup>1)</sup> In einem Zusatzpatent ist eine Vorrichtung geschützt, welche verhindern soll, daß die Vorderkante der Tragflächen im Fluge infolge der gewölbten Flächenform Druck von oben erhält. Hier ist der vordere Flächenteil um die Stirnleiste der Tragfläche beweglich gemacht. Durch Federn wird das nur nach unten zu klappende Flächenstück nach unten, durch den Luftdruck zurück gedrückt. Der normale, auf die bewegliche Fläche entfallende Luftdruck soll grade ausreichend sein, um die Federn soweit zu spannen, daß das vordere Flächenstück in die gehobene Lage gelangt, ein Teil der ganzen geschlossenen Flügelfläche wird. Bei einer Luftdruckverminderung sollten die federnden Organe die Fläche selbst nach unten drücken, „wodurch der verminderte Luftdruck sich wieder ergänzt und aufrichtend auf den ganzen Apparat wirkt, bis die zu einem stabilen Fluge des Apparates erforderliche Lage wieder erreicht ist“.

Der Lilienthal-Doppeldecker besteht aus zwei übereinander liegenden, im Grundriß wieder fledermausähnlichen Tragflächen, deren obere geringere Spannweite als die untere aufweist. Die Tragflächen haben wieder verhältnismäßig große Tiefe, also wenig günstiges Seitenverhältnis. Die Flächen sind V-förmig angestellt und ähnlich dem Vogelflügel durchgebogen. Im Gegensatz zur heutigen Bauart besteht das Flügelgerüst, ähnlich wie bei der Eindecker-Bauart von Lilienthal, nicht aus

<sup>1)</sup> Otto Lilienthals Patentschrift Nr. 77 916 vom 3. Sept. 1893. Zusatzpatent Nr. S 4417 vom 29. Mai 1895.

ein bis drei Holmen parallel zur Flügelvorderkante und zahlreichen Rippen senkrecht hierzu, sondern das obere Tragdeck besitzt sechs durchgebogene Holme, nicht genau parallel zu-

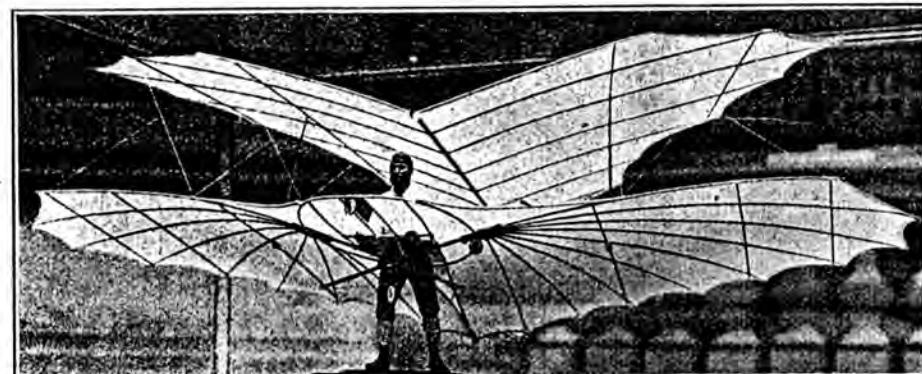


Fig. 2. Lilienthal-Doppeldecker 1896. Hängegleiter (Modell).

einander stehend, und nur wenige Rippen. Die Rippen des Unterdecks sind in einem taschenförmigen Knotenpunkt vorn

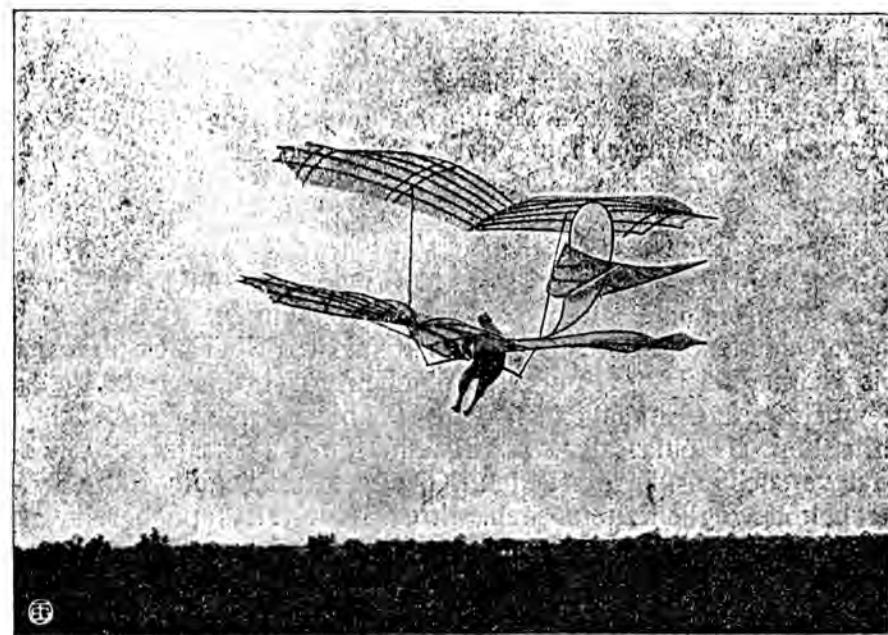


Fig. 3. Lilienthal-Doppeldecker 1896. Hängegleiter.  
Aus Nimführ, Die Luftfahrt 1913.

zusammengefaßt und streben sternförmig auseinander, derart, daß einige Rippen etwa in Flugrichtung, andere dagegen etwa rechtwinklig dazustehen. Die Hauptfestigkeit erhält das ganze

System durch einen etwa kreisförmigen Bügel, der durch wagrechte Streben versteift wird. Der Rumpf wird durch zwei hinten zusammentreffende Holme gebildet und trägt rückwärts ein ovales Seitenruder mit horizontaler Schwanzfläche. Das obere Tragdeck ist mit dem unteren durch zwei Stiele verbunden. Die Zelle wird durch Spannrähte versteift. Der Flächeninhalt beträgt etwa 18 qm.

Nach Lilienthals Tod wurden die Versuche in Deutschland kaum weitergeführt, dagegen in England durch Perci S. Pilcher. Dieser baute im Juni 1895 in enger Anlehnung an Lilienthals Bauart ein Gleitflugzeug, ebenfalls Hängegleiter-Eindecker. Bei 14 qm Tragfläche beträgt das Leergewicht 23 kg. Das zweite Flugzeug, im ganzen wurden fünf Gleiter gebaut, besitzt 16 qm Fläche und 36,5 kg Gewicht, das dritte 16 qm Flächeninhalt, bei 23 kg Gewicht. Pilcher führte viele Gleitflüge bis zu 200 m Länge aus, bei denen er den Nachteil einer zu tiefen Lage des Schwerpunktes erkannte. Ein mit 4 PS-Petroleum-Motor ausgestattetes Flugzeug kam nicht mehr zum Flug, da Pilcher im Oktober 1899 durch Flügelbruch tödlich verunglückte.<sup>1)</sup>

Besonders bemerkenswert ist es, daß Pilcher, als erster, die heutige meist verwendete Startart ausübte. Zum Abflug ließ er sich durch eine schwache Schnur mit fünffacher Übersetzung durch Menschen oder Pferde drachenähnlich in die Luft ziehen. In genügender Höhe, etwa 20 m, wurde das Flugzeug durch Zerreissen der Schnur freigegeben.

Die Lilienthalschen Versuche wurden noch Ende des 19. Jahrhunderts in Amerika durch O. Chanute in Chicago-Illinois gemeinsam mit A. M. Herring aufgenommen. Beide haben in verschiedenen literarischen Arbeiten einen Überblick über das bis dahin Geleistete und ihre eigenen Erfahrungen zu geben versucht. Auch ihnen erschien das Problem der Gleichgewichtserhaltung als eines der wichtigsten. Im Gegensatz zu Lilenthal versuchten sie statt den Körper des Fliegers die Tragflächen beweglich zu machen. Ihre Erkenntnis kann bereits als Fortschritt gewertet werden. Seit 1896 wurde von Chanute und Herring praktisch mit Hängegleitern geflogen.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> P. S. Pilcher, *The practical Engineer*, Manchester 1895, *Aeronautical Annual*, Boston 1897; *Aeronautical Journal*, London 1897, 1898, 1899; *Nature*, London 1896.

<sup>2)</sup> O. Chanute, *Recent experiments in gliding flight*, *The Aeronautical Annual*, Boston 1897; *Gliding experiments*, *Journal of the Western Society of Engineers*, Chicago 1897; *Progress in flying machines*, New York 1894.

Ausgehend von typisch Lilienthalscher Bauart, mit der etwa 100 Flüge auf zwei Flugzeugen ausgeführt sind, wurde ein Fünfdecker, ursprünglich als Sechsdecker geplant, gebaut. Der selbe besitzt vier gleichgroße übereinander liegende Tragflächen, deren Form sich vor allem dadurch vom Lilienthalschen Flügel unterscheidet, daß die Fläche schmäler gehalten ist, also günstigeres Seitenverhältnis besitzt. Auch sonst finden wir schon im Tragflächenbau Annäherung an die heute übliche

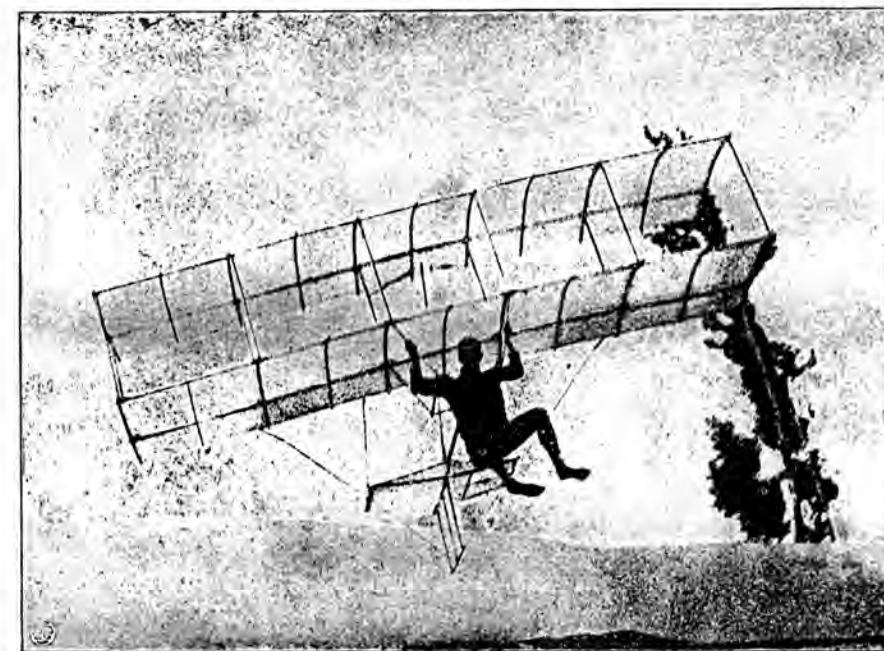


Fig. 4. Chanute-Herring-Doppeldecker 1899. Hängegleiter.  
Aus Nimmer, Die Luftfahrt 1913.

Bauweise. Jede Fläche baut sich auf einem im ersten Drittel der Tiefe liegenden Hauptholm auf, zu dem senkrecht zahlreiche Rippen sitzen. Die Verstrebung der Zelle wird durch Parallel-Stiele gebildet; die entstehenden Felder sind ausgeteilt. Die Tragflächen sind in der Mitte unterbrochen. Den oberen Abschluß bildet eine kleinere in der Mitte liegende Fläche. Der Schwanz wird durch eine geteilte Fläche von etwa gleichgroßer Spannweite, wie die Tragflächen, gebildet. Der Rumpf stellt ein offenes Gittergerüst dar. Die zur Erhaltung des Gleichgewichtes durch den Flieger auszuführenden Bewegungen sind gegen die Lilienthalsche Bauart von 120 mm

auf 40 mm beschränkt. Der Gleitwinkel wird mit 12 Grad angegeben. Die Tragflächen hängen in Angeln mit Federn und können in der Wagrechten schwingen. Mit dieser Bauart sind etwa 300 Gleitflüge ausgeführt worden.

Das folgende Flugzeug ist ein Doppeldecker mit schmalen Tragflächen von rechteckigem Grundriß und gleicher Größe ohne Staffelung. Zur Aufnahme der Luftkräfte dienen zwei Holme mit den entsprechenden Flügelrippen, so daß der Aufbau der Flächen sich wesentlich von der heutigen Bauart unterscheidet. Zur Versteifung der Zelle sind sechs parallel hintereinanderstehende Strebepaare vorgesehen. Wir finden hier erstmalig die noch heute im Motorflugzeugbau vielverwendete rechtwinklige Brückenkonstruktion mit Diagonalverspannung, die bei Chanute durch Stahldrähte gebildet wird. Die Tragflächenwölbung beträgt 1:12. Die äußeren Stielfelder sind mit einer vertikalen Stofffläche bespannt. Die Flügelenden stehen seitlich über. Der Rumpf wird durch ein einfaches unbespanntes Gerippe gebildet. Der Schwanz besteht aus zwei rechtwinklig zueinander stehenden Flächen, welche elastisch gelagert sind. Der Führer hängt nicht, wie bei Lilienthal, zwischen dem unteren Tragdeck, sondern unter demselben in einem Gerüst in Trapezform. Das Leergewicht des Flugzeuges beträgt 10,6 kg, der Gleitwinkel 8 bis 10 Grad. Mit dieser Bauart sind über 700 Gleitflüge ohne Unfall ausgeführt worden.

Der Chanute-Dreidecker aus dem Jahre 1902 besitzt drei gleichgroße, übereinander liegende, außen spitzzulaufende Tragflächen mit je einem Hauptholm. Die Verstrebung der Zelle erfolgt wieder durch parallele Stielpaare; die übereinanderliegenden Spitzen der Flügel sind durch einen Stiel miteinander verbunden. Die Verspannung besteht aus Stahldrähten. Das Rumpfgerüst ist wesentlich verstärkt. Aus vier Holmen ist ein regelrechter Gitterrumpf gebildet, der hinten in eine wagrechte Schneide auslaufend, die rechteckige Horizontalfläche mit der ebenfalls rechteckigen Vertikalfäche trägt. Das Rumpfgerüst bleibt unverkleidet. Das untere Tragdeck trägt einen Ausschnitt zur Aufnahme des Körpers des Fliegers. Der Start erfolgt wieder durch Anlauf, die Gleichgewichtserhaltung im Fluge durch Verschiebung des Körperschwerpunktes. Die Flächen können um einen festliegenden Drehpunkt hin- und herbewegt werden. Die Ergebnisse mit diesem Flugzeuge waren befriedigend.

Eine spätere Doppeldecker-Bauart von Chanute gleicht in den Grundzügen der oben beschriebenen. Es handelt sich um

einen gewöhnlichen dreiteiligen Doppeldecker mit parallelen, gleichgroßen, nicht gestaffelten Tragdecks, die im Grundriß rechteckige Form haben. Von senkrechten Flächen in der Zelle ist abgesehen. Rumpf und Schwanzflächen gleichen der alten Bauart. Der Führer hängt wieder unter dem Unterdeck. Der Flächeninhalt beträgt 12,45 qm, das Leergewicht 11 kg, der erzielte Gleitwinkel etwa 8 bis 9 Grad.

Aus dieser Bauart ist der Doppeldecker der Brüder Wilbur und Orville Wright hervorgegangen. Dieselben machten, angeregt durch die Veröffentlichungen Otto Lilienthals, ohne Kenntnis von den Arbeiten Chanutes und Herrings im Jahre 1899 ihre ersten Versuche in Dayton, Ohio, um sich dann die Erfahrungen Chanutes zunutze zu machen. Die Brüder Wright arbeiteten systematisch auf den bestehenden Grundlagen weiter. Auch sie erkannten das Problem der Gleichgewichtserhaltung als das zunächst wichtigste und wendeten ihm deshalb ihr größtes Interesse zu. Die von Wright gefundene Lösung ist noch heute anerkannt und fast ausschließlich im Motor- und Segelflugzeugbau angewendet. Erstmals wurde bei den Wright-Flugzeugen das seitliche Gleichgewicht nicht durch entsprechende Verlegung des Körperschwerpunkts beeinflußt, sondern durch Verwindung der Tragflächen. Diese besteht darin, daß die gesenkten und zu hebende Flügelseite größeren Anstellwinkel als die gehobene erhält. Die Höhensteuerung wurde erstmalig durch eine verstellbare Horizontalfläche erzielt, welche nicht, wie bisher am Ende des Flugzeuges lag, sondern vor den Tragflächen angeordnet wurde. Bemerkenswert ist ferner der gegenüber den früheren Bauarten erheblich größere Flächeninhalt und die Unterbringung des Führers nicht mehr in hängender Stellung, sondern zunächst auf dem Unterdeck liegend, später sitzend.

Der erste Wright-Doppeldecker hat bei 15,6 qm Flächeninhalt 5,64 m Spannweite. Sein Leergewicht beträgt 21,8 kg. Das Flugzeug des Jahres 1901 ist in Anlehnung an die Bauart von Chanute mit gleichgroßen, rechteckigen Tragflächen ausgestattet. Die Zelle ist dreiteilig gehalten. Die Verspannung der Felder erfolgt in der von Chanute her bekannten Weise. Der Abstand der Tragflächen ist größer als bei Chanute (1,73 m). Die Spannweite beträgt 6,7 m, die Tiefe 2,13 m bei 1:19 Wölbung. Die Gesamttragfläche beträgt 27 qm. Die Brückenkonstruktion ist aus Holz- und Stahldraht ausgeführt. Vor den Tragflächen liegt eine etwa quadratische Horizontalfläche geringer Spannweite, deren Anstellwinkel verstellbar ist.

Die Verbindung mit der Zelle wird durch vier Streben erzielt, von denen zwei zu den Knotenpunkten des mittleren vorderen Stielpaars am Unterdeck, zwei zu denen am Oberdeck laufen. Die Spitze dieser Verstrebung ist kufenförmig ausgebildet. Der Abstand zwischen Kopffläche und Tragfläche ist verhältnismäßig gering. Horizontalruder zur Seitensteuerung usw. sind nicht vorhanden. Der Führer liegt derart auf dem unteren

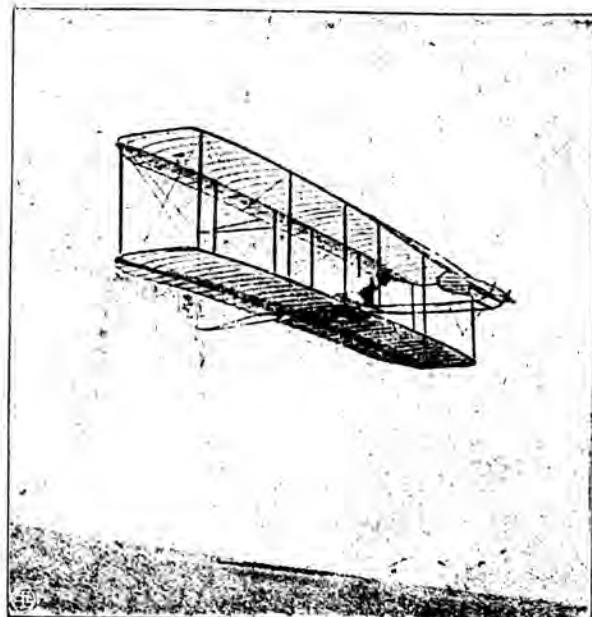


Fig. 5. Wright-Doppeldecker 1901. Liegegleiter.  
Aus Nimführ, Luftfahrt 1913.

Tragdeck, daß der Oberkörper auf dem oberen Strebengerüst ruhend vor den Flächen liegt. Das sehr niedrige Landungsgestell wird durch zwei Kufen gebildet. Infolge der geringen Spurweite treffen bei der Landung die Flügelenden auf den Erdboden auf. Der Start erfolgt durch Indenwindtragen mit Hilfe von zwei Mann.

Mit diesem Flugzeug, dessen Leergewicht 45 kg beträgt, sind in Nord-Karolina im Juli und August 1901 etwa 100 Gleitflüge ohne Unfall mit Gleitwinkeln von etwa 9–10 Grad ausgeführt worden. Der Wright-Doppeldecker des Jahres 1902 weist bei 24,8 qm Tragfläche eine Spannweite von 9,75 m auf und hat ein Leergewicht von 53 kg. Der Aufbau erinnert an den der vorjährigen Type, das Seitenverhältnis ist aber wesent-

lich günstiger. Außer dem horizontalen Kopfruder ist ein zweites vertikales Schwanzruder, als Seitensteuer, angebracht, zu dessen Befestigung vier Streben vorgesehen sind. Von diesen greifen je zwei am Oberdeck, je zwei am Unterdeck an. Das so gebildete Gittergerüst läuft rückwärtig in eine der Höhe des Seitenruders entsprechende Schneide aus. Auch dieses Flugzeug trägt den Führer in liegender Stellung. Das Landungsgestell besteht wieder nur aus so niedrigen Kufen, daß eigentlich die Landung auf der unteren Tragfläche selbst erfolgt. Der Gleitwinkel beträgt 6 bis 7 Grad.

Die mit dieser Bauart ausgeführten Gleitflüge waren sehr zahlreich und glatt. Es konnten wesentliche Erfahrungen über die Stabilität der Flugzeuge gesammelt werden und beide Brüder brachten es zu großer Fertigkeit in der Beherrschung ihres Fluggerätes. Ihre damaligen Versuche sind als großer Fortschritt in der Entwicklung des Segelflugzeuges zu werten.<sup>1)</sup>

Nach diesen Erfolgen gingen die Brüder Wright dazu über, einen Motor in ihr Flugzeug einzubauen. Der erste Flug mit einem Motorflugzeug am 17. Dezember 1903 beendet vorerst die Gleitflugperiode der Brüder Wright. Wie schon jetzt vorweg genommen sei, wurden die Versuche aber später, Ende 1911, mit motorlosen Flugzeugen wieder aufgenommen. Bei Kitty Hawk gelangen Wilbur und Orville Wright zahlreiche Segelflüge, welche in der Hauptsache auf aufsteigende Luftströmungen zurückgeführt werden. Dabei sollen Flüge von 5 min 11 s, 7 min 15 s, 9 min 45 s gelungen sein. Die Startstelle wurde um 50 m überhöht. Diese Flüge sind im Dünengelände bei 22 m/s Wind ausgeführt worden.

Der Wright-Doppeldecker 1911 gleicht in den Grundzügen der alten Bauart, ist konstruktiv aber dem höheren Stande der Flugtechnik angepaßt. Die Flächen werden stark verwunden und besitzen zwei Holme, von denen der vordere zugleich die Stirnleiste bildet. Ein vorderes Leitwerk fehlt. Der Schwanz besteht aus einer rechteckigen, wagerechten Höhensteuerfläche mit davorliegendem doppelflächigem Seitensteuer in Form eines hohen Rechteckes. Die Verbindung zwischen Schwanz und Zelle wird durch ein Gittergerüst aus vier Holmen gebildet, welche durch Querstreben verstift sind. Zur Verspannung dienen Stahldrähte. Das Fahrgestell besteht aus

<sup>1)</sup> W. Wright, Some aeronautical experiments (1901); Experiments and observations in soaring flight (1903); Die Erfindung des Maschinenflugs, Aeronauticals (1915).

zwei sehr niedrigen Kufen, welche ein Schleppgerüst bilden, auf welchem auf dem unteren Tragdeck der Führer sitzt. Seitlich von demselben ist eine hohe rechteckige Vertikalfäche

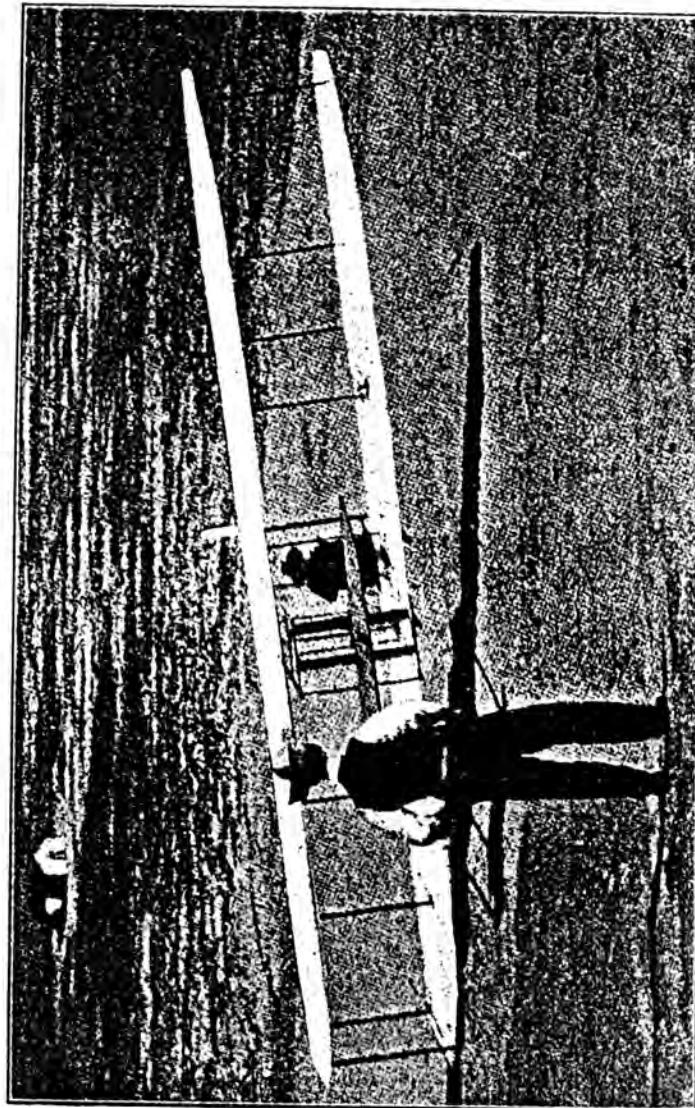


Fig. 6. Wright-Doppeldecker 1911. Sitzgleiter.

angeordnet. Eine nach vorne ragende Stange mit Gewicht ist beweglich gelagert und steht mit der Steuerung in Verbindung.

In Frankreich wurden Gleitflugversuche auf mittelbare Anregung von Lilienthal durch Ferber unternommen. Von 1898

) ab baute derselbe zahlreiche Gleitflugzeuge, zunächst nach Lilienthalschem Muster, als Eindecker und Doppeldecker. Ferber ist auch als Theoretiker hervorgetreten, hat große Verdienste um die Entwicklung des Flugwesens und ist als Begründer des französischen Flugwesens anzusehen. Er verunglückte 1909 mit einem Motorflugzeug tödlich.

Der Ferber-Eindecker Nr. 4 besitzt bei 8 m Spannweite 15 qm Flächeninhalt. Sein Leergewicht beträgt 30 kg. 1901 wurden in Nizza Flüge von 15 m Länge bei 5 m Höhenverlust erzielt. Der Typ Nr. 5 ist in Anlehnung an den Chanute-Doppeldecker entstanden. Seine Spannweite beträgt 9,5 m, der Flächeninhalt 33 qm, das Leergewicht 50 kg. Die hiermit ausgeführten Flüge befriedigten. Es wurden Untersuchungen über verschiedene Tragflächenformen, Steuervorrichtungen usw. unternommen mit dem Ziel, einen Motor einzubauen. Die Umänderung der Chanuteschen Bauart besteht vor allem darin, daß eine wagenrechte Schwanzfläche mit aufgesetztem Vertikalsteuer und dreieckige seitliche Steuerflächen hinzugefügt

wurden. Außerdem besitzt die Tragfläche V-Form. Der Führer sitzt aufrecht. Bemerkenswert ist ein Rundlaufapparat, welchen Ferber baute, um Flugzeuge mit oder ohne Motor auf Stabilität und Widerstand zu prüfen. An dieser



Fig. 7. Wright-Doppeldecker 1911. Sitzgleiter.

Vorrichtung, welche bei 18 m Höhe eine Ausladung von je 15 m hatte, wurde das Flugzeug, durch ein Gegengewicht ausbalanziert, einige Meter über dem Erdboden aufgehängt.<sup>1)</sup>

In Österreich wurden um die Wende des Jahrhunderts vorübergehend Gleitflugversuche ohne größere Bedeutung durch R. Nimmerföhr in Wien ausgeführt mit Hilfe des von den Erben Lilienthals erworbenen Motor-Gleitfliegers. Nimmerföhr ist später mit zahlreichen Veröffentlichungen und eigenen Theorien hervorgetreten und propagiert auch neuerdings noch für ein Flugzeug mit pneumatisch pulsierender Unterfläche des Flügels, ohne aber den Beweis der Richtigkeit seiner Anschauungen in der Praxis geliefert zu haben.

Weitere Gleitflugversuche wurden in Österreich seit 1907 durch Wels in Gemeinschaft mit Etrich veranstaltet. Wels-Etrich legten ihren Flugzeugen, aufmerksam gemacht durch Ahlborn, als Grundriß die Form des gut fliegenden Samens der Zanonia macrocarpa zugrunde. Der Flügel besitzt doppelte Wölbung. Sie ist am Vorderrande nach unten konkav, wird aber nach dem Hinterrande nach unten konvex. Die Flügelenden sind nach rückwärts gezogen, stark abgerundet und aufgebogen und sollen zugleich als Höhen-, Quer- und Seitenruder dienen. Die Stabilität einer derart geformten Fläche ist groß. Diese Flügelform ist der Ausgangspunkt für die Entwicklung des bis 1914 in Deutschland und Österreich als Motorflugzeug viel verwendeten Taubetyps, welcher sich durch sehr flachen Gleitwinkel auszeichnete. Die von der Taube stammende Aufbiegung der Flügelenden als stabilisierendes Element finden wir z. T. noch bei den heutigen Flugzeugen. Das Gleitflugzeug Wels-Etrich besitzt aber im Gegensatz zum Taubetyp keine Schwanzfläche. Die Tragfläche hat weder die V-Form noch die Durchbiegung, die wir bei den neueren Flugzeugen von Zeise-Nesemann finden, welche auf Grund ähnlicher Gedankengänge entstanden, aber auch mit Schwanzflächen ausgeführt sind. Der größte Wels-Etrich-Eindecker besitzt eine Spannweite von 10 m, bei 38 qm Tragfläche und 164 kg Leergewicht. Aus verhältnismäßig geringer Höhe gelangen Gleitflüge bis 200 m Länge.

In Deutschland wurden in den Jahren 1908 bis 1912 bei Aachen Gleitflugversuche von E. Offermann unternommen. Offermann verwendete zum Start besondere Vorrichtungen, wie sie von den Brüdern Wright bekannt sind. Das Flugzeug

wurde auf ein Katapult gesetzt, welches mit Hilfe eines in einem Hügel versenkbarer Fallgewicht angetrieben wurde. Für die Flugversuche stand ein künstlicher Hügel von 12 m Höhe mit Startvorrichtung zur Verfügung. Zahlreiche Flüge sind auf Ein- und Doppeldeckern von Offermann ausgeführt worden.

Der Offermann-Doppeldecker Nr. 1 ist ein Sitzgleiter, der sich auf einem gewöhnlichen Schlittengerüst aufbaut. Vor der Zelle liegt ein einflächiges Höhensteuer, hinter den Tragflächen ein zweifächiges Seitensteuer. Je zwei hintereinander liegende Flächenstiele besitzen am Oberdeck gemeinsame Knotenpunkte, so daß die Stiele von der Seite gesehen Dreiecke mit obenliegender Spitze bilden. Wegen der verhältnismäßig tiefen Lage des unteren Tragdecks sind die Flügelenden desselben mit Schutzbügeln versehen.

Der zweite Doppeldecker erinnert ebenfalls an die Wright-Bauart. Auch das Profil ist dem Wrightschen ähnlich. Seine größte Dicke liegt an der Stoßkante, die Fläche verläuft dann allmählich nach hinten, bis auf Stoffdicke. Die Flügel sind doppelt bespannt mit gummiertem Aeroplanstoff. Sie Sehnenhöhe im ersten Drittel beträgt etwa  $\frac{1}{20}$  der Flächentiefe. Die Flügel sind im Flug verwindbar und unabhängig davon im Winkel verstellbar. Ihr Drehpunkt liegt im Vorderholm. Der statische Aufbau der Zelle ist die bekannte Brückenkonstruktion. Im dritten Viertel verbindet die Tragflächen ein Stab, je hinter einem Stiel liegend, welcher mit Kugelgelenken an dem Hinterholm der Flügel angreift. Durch den Steuerhebel sind diese Stäbe unter Vermittelung von Kabeln und Leitrollen höher und tieferstellbar. Durch gleichmäßige Verstellung wird Änderung des Anstellwinkels erreicht. Einseitige Bewegung erzielt Verwindung. In der Ruhelage werden die Flügel durch Federn getragen. Gleichzeitig werden durch diese Federn die Steuerkabel leicht gespannt. Die Verwindung der Fläche wird durch Drehung eines Handrades auf dem Steuerknüppel erreicht. Das rückwärtige Höhensteuer wird durch einen zweiten Handhebel betätigt, und ist zu  $\frac{3}{4}$  verwindbar. Der Bespannungsstoff liegt in der neutralen Faser der gebogenen Stäbe. Eine vordere Steuerfläche fehlt. Das Landungsgestell besteht aus zwei vorn und hinten aufgebogenen Kufen. Ein vertikales Seitensteuer soll durch windschiefe Verdrehung des Höhensteuers ersetzt werden.<sup>1)</sup> Die Spannweite beträgt 10 m, die Flügeltiefe 1,5 m, die Tragfläche 30 qm.

<sup>1)</sup> Ferber, Les progrès de l'aviation depuis 1891 par le vol plané Paris 1904 Pas à pas, saut à saut, vol à vol, Paris 1906; L'aviation Paris 1910.

<sup>1)</sup> E. Offermann, Gleitflüge aus den Jahren 1908 bis 1912, Flugsport 1920.

Der Offermann-Eindecker weist vornliegende Höhensteuerfläche auf. Die Spannweite beträgt 13 m, bei einer Flächentiefe von 2 m. Im Grundriß sind die Flügel von 24 qm etwa rechteckig mit abgerundeten Ecken. Die Holme sind durchgebogen. Das Flächenmittelstück besitzt V-Form. Die äußeren  $\frac{2}{5}$  des Flügels sind verwindbar. Das Flügelgerüst wird nach oben mit Hilfe eines hohen Spannturms, nach unten zur Rumpfunterkante verspannt. V-Stellung besitzt die Fläche nicht. Der Rumpf hat dreieckigen Querschnitt und ist, im Gegensatz zu den Offermann-Doppeldeckern, allseitig verkleidet. Zur Verringerung des Luftwiderstandes nimmt der Führer Liegestellung zwischen den Tragflächen ein. Der Körper liegt auf je einem breiten Gurt unter den Achseln und oberhalb der Knie. Die Füße stemmen sich gegen ein Querholz, später gegen den Seitensteuerhebel. Das Höhensteuer wird durch ein im Rumpf liegendes Gestänge mit Winkelhebel bewegt. Unterhalb der Augen des Führers ist die Rumpfbespannung ausgeschnitten und mit Cellonfenstern versehen. Auf der Erde ruht der Rumpf auf einer starken Mittelkufe ohne Zwischenschaltung von Streben. Der Rumpf verläuft rückwärtig in eine lange, schmale Horizontalfläche. Die Kopffläche hat nur geringe Tiefe. Vertikalflächen fehlen. Um Beschädigungen bei der Landung zu vermeiden, sind die Flügelenden mit Schleifkufen versehen. Auf der Erde liegt das Flugzeug auf einer Flügelspitze auf. Dieses Flugzeug verkörpert in seinem Aufbau schon manches im heutigen Flugzeugbau Verwirklichte. Es kann als Vorläufer der heutigen motorlosen Hochdecker-Bauart gelten.

Infolge der großen Erfolge des Motorflugzeuges seit 1908 trat das Interesse der Allgemeinheit für den motorlosen Flug stark zurück. Der Gleitflug wurde von einer Minderheit, meist ohne die Verfolgung eines bestimmten Ziels lediglich zu Sportzwecken fortgeführt. 1909 wurde auf der Internationalen Luftschiffahrt-Ausstellung „ILA“ in Frankfurt am Main u. a. ein Gleitflugwettbewerb veranstaltet, aus dem Reichelt auf Euler-Doppeldecker, Bauart Chanute, als Sieger hervorging. Weitere Versuche wurden später von Bruno Poelke und Freiherr Trützler von Falkenstein in Frankfurt am Main, Bende-mann in Berlin, Heidenreich in Breslau, Weidler in Oberhausen, Scherz, Gruner und Günther in Chemnitz, Schneider in Eupen, Richter in Berlin, Schürren in Kiel, Fritz Franke in Schmarsleben, Meyer im Erzgebirge, v. Bismarck im Taunus, Aecherli und Locher in Dübendorf (Schweiz) unternommen, ohne daß ihre Versuche stärkeren,

nachhaltigeren Einfluß auf die Entwicklung des motorlosen Flugzeuges gewonnen hätten, ebenso wie die Flüge, die von verschiedenen Gleitflug-Vereinigungen z. B. Stuttgart, München usw. ausgeführt wurden. Von besonderer Bedeutung sind nur

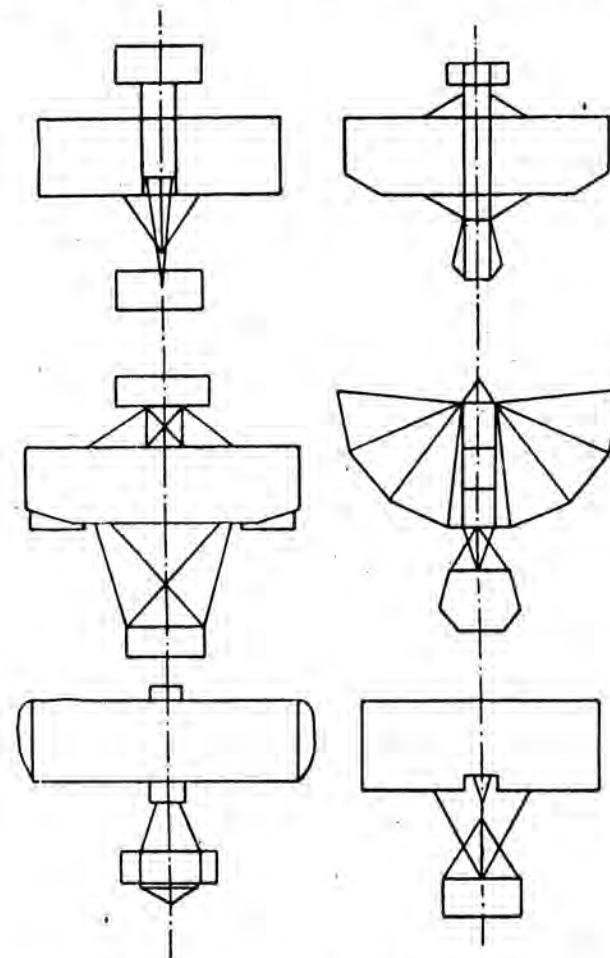


Fig. 8. Flugzeuge der Flugsport-Vereinigung Darmstadt. 1909–1910.

die Versuche geblieben, welche Harth und Messerschmitt in Bamberg und die Darmstädter Flugsport-Vereinigung unternahmen. Die letztgenannte Vereinigung wurde am 25. August 1909 von mehreren Darmstädter Gymnasiasten gegründet. Der unmittelbare Anlaß wurde durch die Flüge auf der Ila gegeben. Die Versuche sind ziel- und zweckbewußt vorgenommen worden. Sie unterscheiden sich gerade hierin von vielen anderen Ver-

suchen. Auf Grund systematischer Arbeit wurden die einzelnen Typen weiter entwickelt. Die Flüge wurden zunächst bei Darmstadt, später in der Rhön auf der Wasserkuppe ausgeführt. Das heutige historische Gelände um die Fuldaquellen ist von den Darmstädter Schülern und späteren Studenten ausgesucht

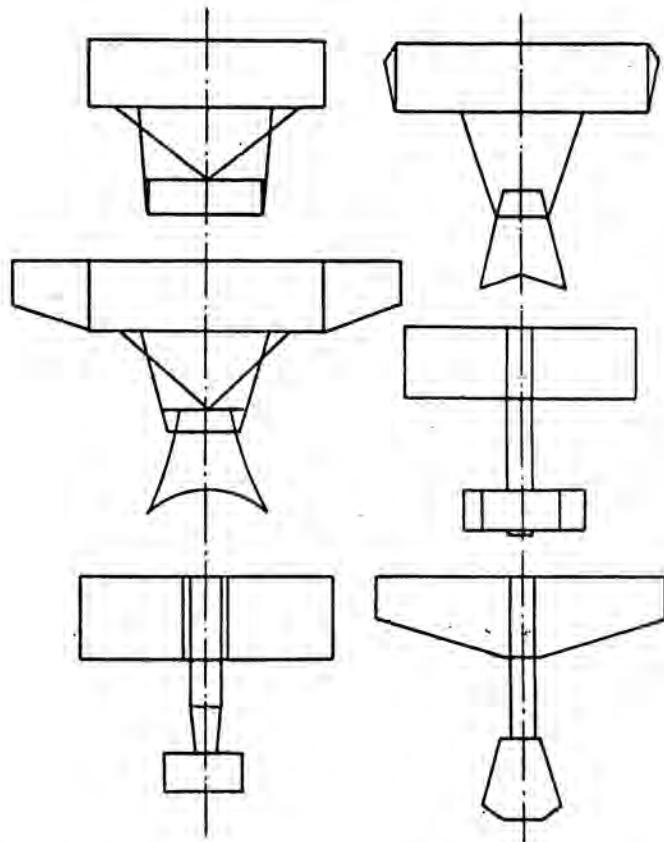


Fig. 9. Flugzeuge der Flugsport-Vereinigung Darmstadt, 1910—1911.

worden. An den Flügen, die mit einer ganzen Anzahl selbstgebauter Flugzeuge ausgeführt worden sind, haben sich besonders beteiligt: Hans Gutermuth, B. Fischer, K. Pfannmüller und Kolb.<sup>1)</sup>

Der Typ F.S.V. 1 stellt einen einfachen Hängegleiter-Eindecker dar, der zur Erleichterung des Transportes zusammen-

<sup>1)</sup> W. v. Langsdorff, Gleitflugsport, Automobil- und Flugverkehr 1919; Die Entwicklung des Segelfluges, Gleitflugsport, Illustr. Motorzeitung 1922.

legbar ausgebildet ist. Die Tragflächen sind einfach bespannt und zweiholmig ausgeführt. Als Baumaterial für Rippen und Holme dient Bambusrohr, welches an den Verbindungsstellen durchbohrt und mittels langer Mutterschrauben aneinander befestigt sind. Das Bespannungstuch ist an den Rippen mittels aufgenähter Streifen befestigt. Durch Lösen der Mutterschrauben, zur Verbindung von Holm und Rippen kann der Bespannungsstoff mit den Rippen zusammengerollt und das Flugzeug nach Abnahme des Schwanzes vollständig zusammengelegt werden. Die Flügel werden nach einem oberen und einem unteren Spannturm mit Hilfe von Stahldrähten verspannt. Vor der Tragfläche liegt eine rechteckige Horizontalfläche; hinter dem Hauptflügel eine zweite. Zur Verstrebung dienen einige Bambusstreben. Vertikalfäden fehlen. Ein besonderes Fahrgestell ist nicht vorhanden. Die Tragfläche hat bei 6 m Spannweite 2 m Tiefe. Die vordere Fläche ist 2 m spannend, bei 0,8 m Tiefe. Die Spannweite der Schwanzfläche beträgt 2 m, ihre Tiefe 1 m. Die Gesamtlänge des Flugzeuges ist 6,4 m, die größte Höhe 1,5 m. Die Steuerung erfolgt durch Gewichtsverlegung. Das Flugzeug ist mit beschränkten Mitteln unter Verwendung alter Betttücher usw. hergestellt. Es gelangen nur kürzere Flüge, infolge des zu geringen Flächenareals. Durch Umbau wurden die Tragflächen breiter gemacht und erhielten an den Enden dreieckige Flossen. Der Flächeninhalt ist auf 14 qm gesteigert. Die Spanntürme sind verstieft und verlängert. Die Verstrebung zum vorderen Höhensteuer ist verstärkt. Später sind seitlich Hilfsstabilisierungsflächen angebaut. Die Stoffbespannung ist durch Stärkekleister, der heiß und sehr dünn aufgetragen wird, luftdicht gemacht. Das Gesamtgewicht des Flugzeuges nach dem Umbau beträgt 16 kg.

Mit diesem Flugzeuge gelangen bessere Flüge. Der Flieger stellte sich zum Start derart in den Apparat, daß die Handriemen unter den Achselhöhlen durchhingen. Zu beiden Seiten wurde das Flugzeug, ebenso wie am Schwanz, geführt.

Der Typ F.S.V. 2 ist ein Doppeldecker von 7 m Spannweite und 5,2 m Länge. Der Flächeninhalt beträgt 30 qm. Das Flugzeug besitzt ein vorderes Höhensteuer, das vor dem Flug eingestellt wird. Es ist ebenso wie der Schwanz abnehmbar. Letzterer besteht aus einer einfachen Fläche von 1,6 m Tiefe und 1,5 m Breite. Eine senkrechte Kielflosse am Schwanz ist vorhanden. Die Stielbefestigung geschieht mittels Rohrschellen. Der Flächenabstand beträgt 1,5 m. Die Flügel sind gleich groß und haben etwa rechteckige Form. Ihre größte Tiefe

beträgt 2 m. Sie sind zweiholmig ausgeführt und besitzen besondere Rippenkonstruktion. Zur Bespannung dient mit Stärke bestrichener Schirting. Die Verspannungen bestehen aus 1,2 mm Eisendraht. Zur Erhöhung der Festigkeit sind die Bambusrohre nur noch an den Enden durchbohrt. Die Steuer- bzw. Dämpfungsflächen stehen mit der Zelle durch zwei Bambusholme in Verbindung. Die vordere Höhensteuerfläche hat 1,6 m Spannweite. Schwanz- und Kopfruder sind durch Bügel geschützt. Ein besonderes Landungsgestell fehlt, der Führer hängt im Flugzeug.

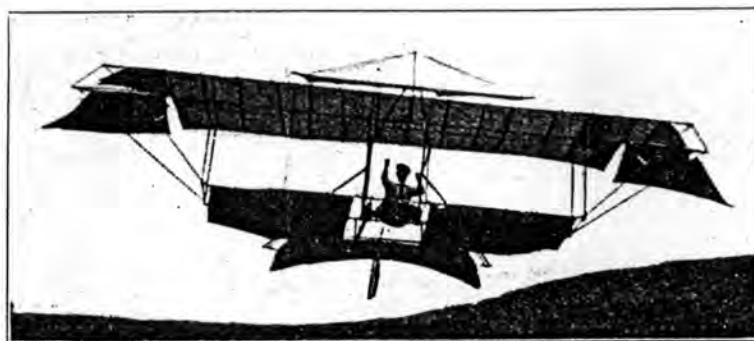


Fig. 10. Darmstadt-Doppeldecker F.S.V.2. 1909. Sitzgleiter.

Dieser Typ ist verschiedentlich umgebaut worden. Bei der dritten Ausführung ist von einer Steuerung durch Gleichgewichtsverlegung abgesehen. Statt dessen sind bewegliche Steuerflächen von einem im Druckmittelpunkt auf dem Unterdeck liegenden Sitz zu betätigen. Das einflächige vordere Höhensteuer, dessen Spannweite bei 0,8 m Tiefe 2,5 m beträgt, wird durch Zugstange betätigt. Diese greift oben am Knüppel an. Das seitliche Gleichgewicht wird durch Hilfsflächen beeinflußt, welche ähnlich der Bauart von Curtiss 1910 zwischen den Tragflächen an den äußeren Hinterstielen angelenkt sind. Diese rechteckigen Hilfsflächen von 1,5 m Länge werden durch Drahtseilzüge betätigt. Die Schwanzflächen haben 2 m Spannweite bei 0,8 m Tiefe. Der Schwanz ist als Kastenzelle von 0,8 m Höhe ausgebildet. Die Seitenfelder sind mit Vertikalfächern versehen. Ein Seitenruder liegt in der Mitte. Die Verbindung zwischen Zelle und Schwanz erfolgt durch einen aus vier Längsholmen mit Querverstrebungen und Verspannungen gebildeten Gitterträger. Das vordere Höhensteuer wird durch vier Streben getragen, in der Art, wie sie durch den Farman-

Doppeldecke bekannt ist. Zur Erleichterung des Transportes sind die Träger zum Höhensteuer und Schwanz nach Lösen der Verspannung und der Steuerflächen abnehmbar. Die hinteren Rippenenden der Tragflächen sind versuchsweise zur Erzielung größeren Vortriebes mittels spanischem Rohr elastisch gemacht. Der Rippenabstand beträgt 0,5 m. Das Landungsgestell von 0,3 m Höhe besteht aus zwei gradlinigen, vorn aufgebogenen Kufen im Abstand von 0,8 m voneinander.

Neben diesem Typ entstand der F.S.V.3 im November 1909. Es handelt sich um einen Eindecker, dessen Tragflächen abnehmbar an einem schlittenartigen Rumpf befestigt sind. Letzterer ist vollkommen aus Bambus hergestellt. Flügel und Schwanz werden zum Transport nach Lösen der Spanndrähte aus den Stahlrohrverbindungen herausgezogen. Der Flügelgrundriß erinnert an den Lilienthal-Eindecker. Auch hier sind die gitterförmigen Doppelrippen vorn in einem Punkt vereinigt, um dann sternförmig auseinander zu treten. Bei 6,8 m Spannweite beträgt die Flächentiefe etwa 3 m. Die Flügel sind nach einem oberen Spannturm und dem Landungsgestell verspannt. Der Schwanz besitzt ein bewegliches Höhensteuer mit Dämpfungsfläche. Das Landungsgestell ist vorne viereckig, hinten dreieckig auslaufend. Der Flächeninhalt beträgt 12 qm.

Ein anderer Eindecker F.S.V.4 ist als Sitzgleiter auf einem kräftigen Schlitten aufgebaut. Größere Erfolge wurden erst wieder mit Doppeldeckern erzielt, welche sich an das Euler-Flugzeug 1909 anlehnten. Der Typ F.S.V.5 ist ein Doppeldecker mit Doppelfächenschwanz. Das Seitenverhältnis der Flügel ist, bei 6 m Spannweite und 1,7 m Tiefe, günstiger als bei den ersten Bauarten. Die Schwanzträger sind an einem Ende gabelförmig aufgespalten, um eine leicht abnehmbare Befestigung zu ermöglichen. Der Rumpf ist als Gitterträger aus-

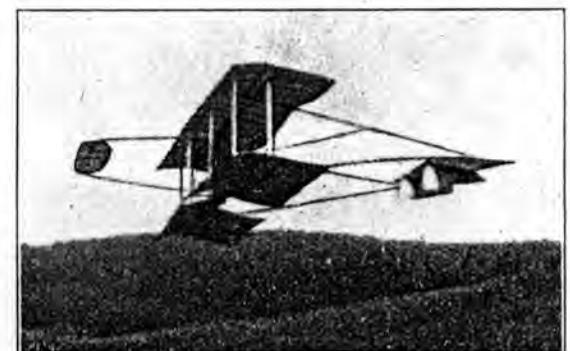


Fig. 11. Darmstadt-Doppeldecker F.S.V.2c. 1910. Sitzgleiter.

gebildet, die Flächen sind stark gestaffelt. Das Landungsgestell besteht aus zwei Kufen. Bei einem späteren Umbau ist von Staffelung der Tragflächen abgesehen. Gleichzeitig ist der Kastenschwanz durch ein leichteres einflächiges Leitwerk er-

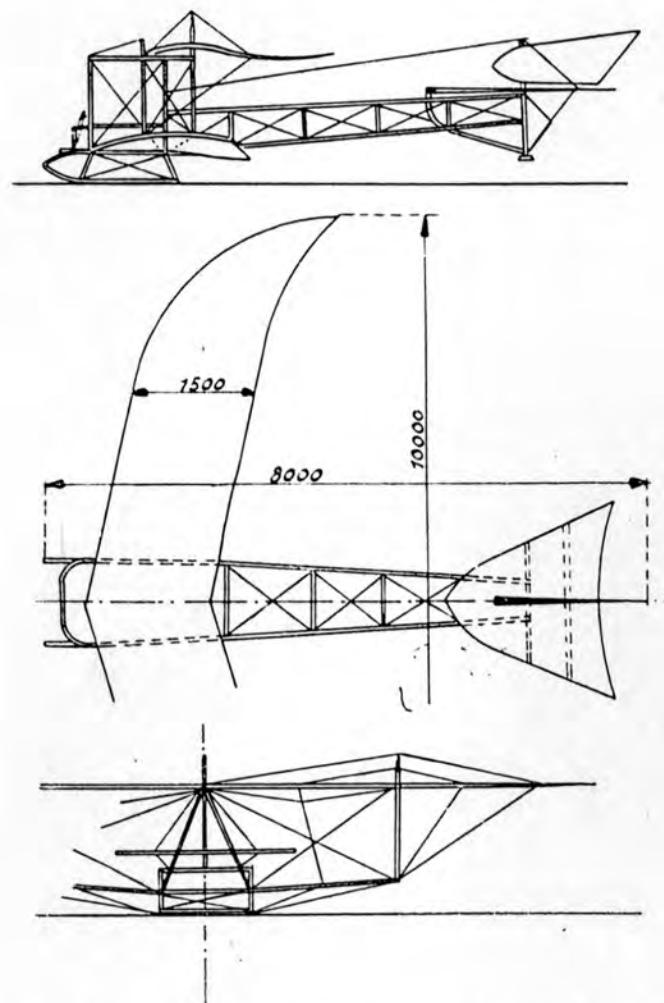


Fig. 12. Darmstadt-Doppeldecker F.S.V.8. 1912. Rumpf-Sitzgleiter.

setzt. Vordere Steuer fehlen. Die Gitterschwanzträger können gedreht, an die Zelle geklappt werden. Mit dieser Bauart sind viele Flüge ausgeführt worden. Aus derselben entwickelte sich ein immer einfacher werdender, konstruktiv besser durchgebildeter Doppeldecker, dessen Zelle dreistielig mit Auslegern ge-

halten ist. Das Seitenverhältnis der Flügel ist günstiger. Im allgemeinen Aufbau erinnert das Flugzeug an den Farmantyp 1910.

Außer diesen Doppeldeckern sind eine Reihe von Eindeckern, vorwiegend unter Anlehnung an den Bleriotyp, entstanden. Auch hier ist meist auf leichte Zerlegbarkeit geachtet worden. Aus dem Eindeckertyp wurde schließlich eine Motorflugzeuggbauart entwickelt. Das erfolgreichste Flugzeug der Darmstädter Flugsportvereinigung stellt einen Rumpfdoppeldecker dar. Der selbe hat 10 m Spannweite und 8 m Länge. Die 1,5 m tiefen Tragflächen sind stark pfeilförmig zurückgebogen und weisen leichte V-Stellung auf. Das untere Tragdeck ist stark verkürzt.

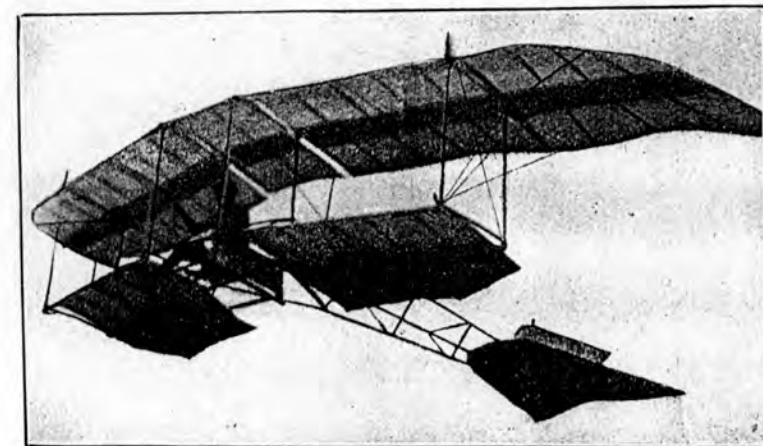


Fig. 13. Darmstadt-Doppeldecker F.S.V.8. 1912. Rumpf-Sitzgleiter.

Das Oberdeck hat zurückgezogene Flügelenden, die nach Art der Taubenflächen leicht verwinkelbar sind. Die Flügel besitzen zwei Holme. Das Schwanzleitwerk besteht aus einem biegsamen Höhensteuer mit darüberliegender großer Seitensteuerfläche. Der Rumpf ist als offenes Gittergerüst ausgebildet. Sein Querschnitt ist dreieckig mit unten liegender Spitze. Der Führer sitzt frei auf dem unteren Tragdeck und bedient zwei nebeneinander liegende Handhebel. Das Landungsgestell besteht aus zwei gradlinigen Kufen. Zwischen Kufe und Fläche sind vertikale Kielflossen eingebaut. Die Verspannung der einstieligen Zelle erfolgt mit Hilfe von Spannböcken auf dem oberen Tragdeck. Mit diesem Flugzeug wurden 1912 auf der Wasserkuppe in der Rhön eine große Anzahl sehr guter Flüge von Gutermuth, Fischer, Pfannmüller, Kolb, v. Lößl usw. ausgeführt, bei

welchen wiederholt Strecken von 300 bis 500 m zurückgelegt wurden. Als Höchstleistung ist ein Flug von Gutermuth mit 838 m Länge und 112 s Dauer zu erwähnen. Außer diesem Flugzeug ist noch ein Rumpfdoppeldeckertyp, ebenfalls mit starker Pfeilform und Höhen-, Seiten- und Quersteuerung entwickelt worden, welcher infolge Ausbruches des Krieges nicht mehr zu größeren Flügen kam. Während des Krieges sind Hans Gutermuth und die Mehrzahl der damaligen Mitglieder der Darmstädter Flugsportvereinigung als Flieger gefallen.

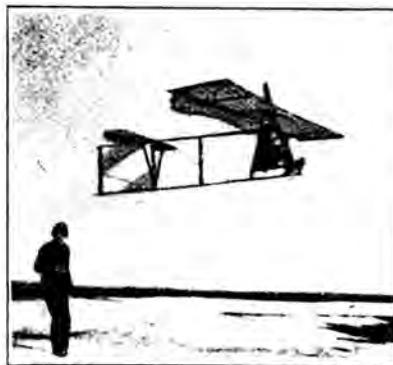


Fig. 14. Harth-Messerschmitt-Eindecker S.3. 1914.

verlegt. Besonders schwierig gestaltete sich die Lösung der Quersteuerung, sie führte Harth und Messerschmitt zur Übernahme der Flächenverwindung. Die Wirkung derselben wurde schließlich dadurch wesentlich verbessert, daß bei dem dritten Flugzeug 1913 die Tragflächen um die Querachse drehbar gelagert wurden. Zugleich ließ sich so große Feinfühligkeit der Steuerung erzielen, da es mit Hilfe dieser unmittelbaren Steuerart leichter, und vor allen Dingen schneller, möglich ist die Flügel jeweils unter dem günstigsten Verhältnis von Auftrieb zu Widerstand einzustellen, zur möglichst wirtschaftlichen Ausnutzung der Schwankungen der Windneigung, als bei der mittelbar wirkenden Schwanzsteuerung, welche eine Drehung des ganzen Flugzeuges um seine Längsachse voraussetzt. Die Harthsche Steuerart ist weit feinfühliger, als die bisher übliche Schwanzsteuerung. Deshalb mußten die Erbauer, welche nicht Motorflugzeugführer waren, durch wochenlanges langsames Üben auf ebenem Boden sich selbst schulen. Mit dem Typ S 3 gelang Harth Anfang 1914 ein Flug 120 m Länge bei einem Wind von 15 m/s Stärke. Das Flugzeug konnte hier-

bei sich über 10 s über Starthöhe halten. Der Typ S 3 ist ein Hochdecker mit unverkleidetem Gitterrumpf. Das Flugzeug baut sich auf einer Mittelkufe auf. Der Führer sitzt dicht über derselben unter der verwindbaren Tragfläche. Letztere ist nach oben und unten mit Hilfe von Spannböcken verspannt. Der Schwanz besteht aus einer horizontalen, rechteckigen und einer darunterliegenden quadratischen, vertikalen Flosse.<sup>1)</sup>

Durch Einführen der differenzierten Flügelsteuerung wurde die Bauart weiter verbessert. Die gut durchdachte Führung der Steuerseite hat hier eine verschieden starke Verdrehung des Flügels innen und außen zur Folge. Durch ungleichmäßige Bewegung zweier Handhebel wird Quer-, durch gleichmäßige Höhensteuerung erzielt. Infolge der unmittelbaren Veränderung des Anstellwinkels der Tragfläche kann die horizontale Schwanzfläche starr befestigt werden. Bereits der erste Flug von Harth wurde über völlig ebenem Gelände ausgeführt. An örtlichen Hindernissen abgelenkte Luftströmungen kamen also nicht in Frage. Auch die späteren Flüge fanden über meist nur schwach geneigtem Gelände statt. 1916 gelang mit S 6 ein Flug von 3½ Minuten Dauer ohne Höhenverlust bei 8 bis 10 m/s Wind. Es wurden Strecken bis 500 m zurückgelegt. Die größte Höhe über Startpunkt betrug etwa 40 m. Der Typ S 6 ist ebenfalls ein Hochdecker, diesmal aber mit kräftigerem Gitterrumpf in Dreieckkonstruktion. Der untere Rumpfholm bildet zugleich die Mittelkufe. Die Lage des Führersitzes ist unverändert. Ebenso im wesentlichen Aufbau und Anordnung der Flügel. Der Schwanz besitzt ein abge-

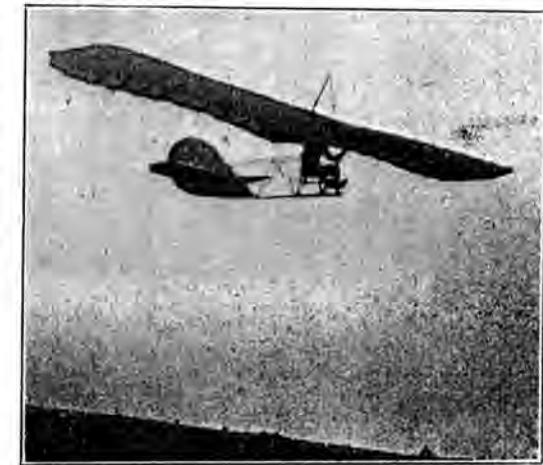


Fig. 15. Harth-Messerschmitt-Eindecker, S.6. 1916.

<sup>1)</sup> W. v. Langsdorff, Segelflüge, Luftweg 1921.

rundetes Seitensteuer mit Kielflosse und ein geteilte Horizontalflosse.

1920 wurden die Versuche in der Rhön, aber unabhängig von den dortigen Segelflugwettbewerben, über einem sanft geneigten Gelände bei Bischofsheim fortgesetzt. Hierbei wurde die Startstelle verschiedentlich bis 50 m überhöht. Versuche mit Richtungsänderung führten zur Entfernung des Seitenruders am Rumpfende und Ersatz desselben durch kleine Zusatzflächen an den Flügel spitzen. Dieser Umbau aber war nur vorübergehend, später wurde ein normales Seitensteuer z. T. mit Kielflosse wieder eingebaut. Im Sommer 1921 sind Flüge bis zu 7 Min. Dauer ausgeführt worden, zur gleichen Zeit, als beim Rhönwettbewerb als höchste Flugdauer etwa 5 min erzielt wurden. Mit S 8 wurde am 13. September 1921 bei 10 bis 12 m/s Wind über den Heidelstein ein Flug von 21 min 37 s ausgeführt, bei welchem Harth Kreise und Achten über fast ebenem Gelände beschrieb. Die größte Höhe über der Startstelle betrug 150 m. Der Höhenunterschied zwischen Start- und Landestelle betrug nur 12 m. Auf Grund der gesammelten Erfahrungen wurden die Typen S 10 und S 12 weiter entwickelt, welche am Rhönwettbewerb 1922 teilnahmen.

Erwähnt seien außer diesen praktischen Flugversuchen die Beobachtungen und Versuche mit z. T. in Lebensgröße aus geführten Modellen im freien Luftstrom durch den Bruder Otto Lilienthals. Gustav Lilienthal schreibt die Fähigkeit, das mühelose Segeln zu ermöglichen, einer überall irgendwie als aufsteigende Windkomponente wirkenden Eigenschaft des Windes bei Verwendung bestimmter dicker, stark längs und quer gewölbter Tragflächen in Anlehnung an den Vogelflügel. „Die Arbeit für den Segelflug leistet der Wind durch seine Eigenschaft, schwebende Körper in einem Winkel von annähernd 4 Grad nach oben zu treiben, und durch den Widder hornwirbel wird diese Arbeit in einer Weise umgelenkt, so daß Auftrieb und Vortrieb entsteht.“ Praktische Flugergebnisse wurden bisher mit nach Lilienthalschen Ansichten gebauten Flugzeugen nicht erzielt.<sup>1)</sup>

Nachdem naturgemäß während des Krieges nur vereinzelt Versuche mit motorlosen Flugzeugen hatten durchgeführt werden können, wandte sich nach Beendigung des Krieges eine große Anzahl ehemaliger Flieger erneut dem Gleitflugsport zu. Besonders in Deutschland wurde an vielen Stellen

der Bau mot. loser Flugzeuge wieder aufgenommen, da infolge der Unterdrückungen seitens des Feindbundes und der allgemeinen wirtschaftlichen Notlage keine Möglichkeit bestand auf andere Weise Luftsport zu treiben. Über den tatsächlichen Stand des motorlosen Flugwesens war es aber schwer, sich ein vollständiges Bild zu machen, da eine Verbindung zwischen den einzelnen Versuchsgruppen im allgemeinen nicht bestand. So wurden vielfach Umwege gemacht und die Entwicklung verzögert. Um einen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen und die Sporttätigkeit zu beleben, gelang es im Sommer 1920 erstmalig die Kräfte in einem Wettbewerb für motorlose Flugzeuge auf der Wasserkuppe in der Rhön zusammenzufassen. Der Plan zu diesem Wettbewerb, der für die Entwicklung des deutschen Segelflugwesens von entscheidender Bedeutung geworden ist, ging aus von dem Verband Deutscher Modell- und Gleitflugvereine, dessen Präsidium in diesem Jahre der Flugtechnische Verein Dresden besaß. Der Plan fand Unterstützung seitens der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt. Die Veranstaltung fand vom 15. Juli bis zum 7. September 1920 statt.

Unter den im ersten Rhön-Wettbewerb erschienenen motorlosen Flugzeugen fanden sich solche, welche nach Lilienthalschem Vorbild durch Gleichgewichtsverlegung gesteuert wurden, solche, deren Aufbau in den Grundzügen dem gewöhnlichen Motorflugzeug glich und solche, deren Erbauer bewußt eigene Wege gegangen waren zur Erreichung des Segelfluges. Zu der erstgenannten Gruppe der Hängegleiter gehört besonders der Doppeldecker von Pelzner-Nürnberg, mit welchem Flüge bis zu 452 m Länge und 52 s Dauer ausgeführt wurden. Zweitbester in dieser Klasse wurde Brenner-Stuttgart, der ebenfalls einen Doppeldecker nach der Bauart Chanute benutzte.

Von den in enger Anlehnung an den bestehenden Motorflugzeugtyp entworfenen Flugzeugen erzielte der Eindecker der Flugwissenschaftlichen Vereinigung Aachen, entworfen und geflogen von Klemperer (nur ein Flug wurde von Hef fels ausgeführt) die besten Flüge. Ein Flug von 1830 m Länge und 2 Min. 22,6 s stellte die Höchstleistung der Veranstaltung dar. Der Aachen-Eindecker „Schwarzer Teufel“ war ein Tiefdecker Junkerscher Art. Die zweitbeste Leistung wurde während der gleichen Veranstaltung von Eugen v. Lößl auf einem Rumpf-Doppeldecker eigener Bauart erzielt durch einen Talflug von 770 m Länge in 80 s. Infolge Steuerbruches endete

<sup>1)</sup> G. Lilienthal, Vom Gleitflug zum Segelflug. Volkmann, Berlin 1923.

dieser Flug aber leider mit Absturz, bei welchem Eugen v. Lößl den Fliegertod starb. Außer diesem Flug führte v. Lößl u. a. einen Flug von 400 m in 40 s aus. Kürzere Flüge gelangen Poelke-Frankfurt am Main auf Poelke-Doppeldecker, Richter-Berlin auf Richter-Hauenstein-Dreidecker, Drude auf Schlak-Drude-Schalk-Doppeldecker und dem 15 jährigen Peter Riedel-Aschersleben auf Riedel-Doppeldecker.

Zu der dritten Klasse von motorlosen Flugzeugen, bei der die Erbauer neue Formen für den Segelflug anstrebten, ist besonders der Zeise-Eindecker zu rechnen, geflogen von Suchla. Dieses Flugzeug besaß elastische Tragflächen und ein paar Schlagflügel, welche durch Pedalantrieb zur Streckung des Gleitflugs betrieben werden konnten. Der Start erfolgte durch Anlaufen des Führers, der im Fluge saß, zur Landung aber wieder seine Beine benutzte.

Unabhängig von den Rhön-Flügen des Jahres 1920 wurden im gleichen Sommer auf dem Feldberg im badischen Schwarzwald mit dem schwanzlosen Wenk-Peschkes-Eindecker Versuche unternommen, im Verlaufe deren Peschkes eine geschlossene Acht von 2 Min. Dauer bei Überhöhung des Startpunktes flog. Aus dem verwendeten Flugzeug ist der Weltensegler-Eindecker, System Wenk, hervorgegangen.

Der zweite Rhön-Segelflug-Wettbewerb fand vom 10. bis 25. August 1921 auf der Wasserkuppe statt. Die Beteiligung war erheblich größer als im Vorjahr, die erzielten Leistungen überraschten. Technisch und fliegerisch war systematisch auf den Erfahrungen des Wettbewerbes 1920 weitergearbeitet worden. Auch hier wieder war ähnliche Teilung der Flugzeuge zu bemerken, wie 1920. Sieger wurde Martens auf Eindecker der Akademischen Fliegergruppe Hannover. Die nächst Besten wurden Koller auf Eindecker des Bayerischen Aero-klubs und Klempner auf Eindecker „Blaue Maus“ des Aerodynamischen Instituts und der wissenschaftlichen Vereinigung an der Technischen Hochschule Aachen, außerdem geflogen durch Bienen und Fromm. Von diesen drei Flugzeugen wurden trotz meistens ungünstiger Witterung mehrere große Flüge bis über 5 Min. Dauer und 3,9 km Entfernung ausgeführt. Zahlreiche Kurven, Wendungen und Kreise wurden geflogen. Die erzielte Betriebssicherheit ist auch aus verschiedenen Starts und Landungen in Waldschonungen usw. zu erkennen.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> W. v. Langsdorff, Rhön-Segelflug-Wettbewerb 1921, Z. F. M. 1921, Luftfahrt 1921. Deutsche Segelflugzeuge, Techn. Blatt 1921.

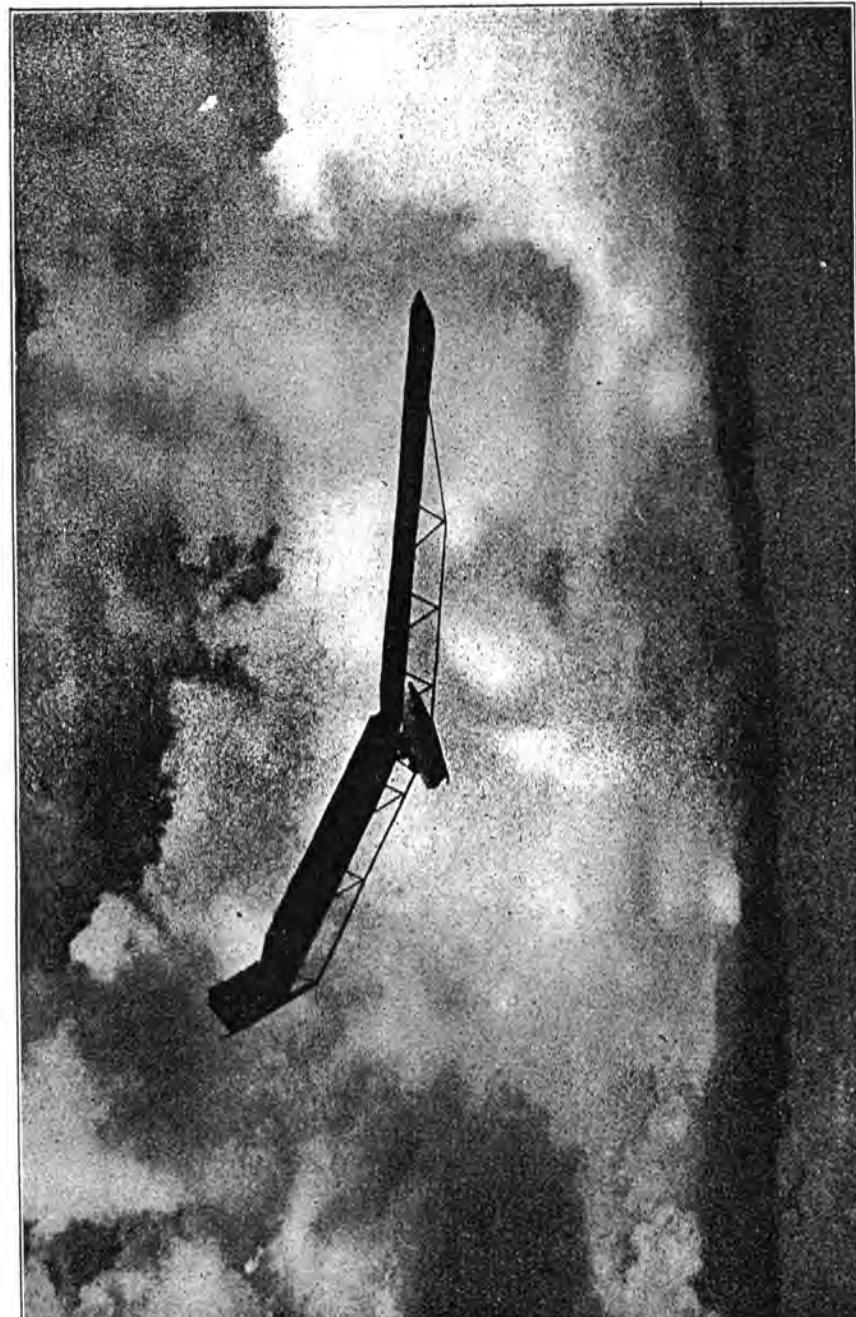


Fig. 16. Weltensegler-Eindecker System Wenk 1921.

Außer den erwähnten Flugzeugen waren erfolgreich die Eindecker des Flugtechnischen Vereins Stuttgart unter Führung von Brenner und Schrenk und Weltensegler unter Leusch. Der Flug von Wilhelm Leusch führte in 1½ min vom Westhang unter bedeutender Überhöhung des Startpunktes ins Tal, endete aber mit einem Todessturz infolge Flügelbruches. Gute Flüge machte der Doppeldecker des Flugtechnischen Vereines Dresden unter Muttray, Spieß und Seiffert sowie der Hängegleiter von Pelzner, welcher im wesentlichen der vorjährigen Maschine glich. Kleinere Flüge wurden von Drude auf Drude-Eindecker, Hänlein auf Gotha-Doppeldecker, Ittner auf Nürnberg-Doppeldecker ausgeführt.

In technischer Hinsicht war ein bedeutender Fortschritt zu verzeichnen. Die Konstruktionseinzelheiten waren durchschnittlich besser durchgebildet, die Bauarten selbst waren in weniger enger Abhängigkeit von den Vorbildern aus dem Motorflugzeugbau entwickelt. Die Junkersche freitragende Bauart hatte weiter Schule gemacht. Von eigentlichen Segelflügen konnte mit Ausnahme des Fluges von Leusch kaum gesprochen werden. Schuld daran trägt in erster Linie das ungünstige Wetter mit schwachen oder ungünstig gerichteten Winden, dann aber auch die verhältnismäßig noch geringe Erfahrung der einzelnen Flieger im motorlosen Flug.

Diese Leistungen konnten unter günstigeren Verhältnissen bald nach dem Wettbewerb wesentlich überboten werden. Der erste große Überlandflug gelang Klemperer am 30. August 1921. In 13 min flog er vom Westhang der Wasserkuppe nach dem etwa 5 km entfernten Städtchen Gersfeld. Der Startpunkt wurde um etwa 100 m überhöht und erst nach der 10. Minute endgültig unterschritten. Dieser Flug scheint ebenso, wie der am 4. September 1921 durch Martens ausgeführte 15 Minuten-Flug, in der Hauptsache statischer Art zu sein, wenn auch vereinzelt dynamische Segeleffekte mitgespielt haben werden. Der Flug von Martens endete bei dem 7,5 km entfernten Hilders. Außerdem wurden bald nach dem zweiten Rhönwettbewerb eine Reihe von 10 Minuten-Flügen durch Blume und Martens auf Hannover-Eindecker ausgeführt. Der Rekord von Martens wurde bald darauf durch die obenerwähnte Leistung von Harth auf Harth-Messerschmitt-Eindecker über dem Heidestein in der Rhön gebrochen. Harth blieb bei geringem Höhenverlust 21 min in der Luft.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> W. v. Langsdorff, Rhön nach dem Wettbewerb. Luftfahrt 1921, Luftweg 1921.

Eine weitere bedeutende Steigerung der Leistungen brachte der dritte Rhön-Segelflug-Wettbewerb, der im August 1922 auf der Wasserkuppe abgehalten wurde. Bei günstigerer Witterung wurden von verschiedenen Flugzeugen unter verschiedenen Führern Segelflüge bis zu 3 Stunden 10 Min. Dauer und 10 km Entfernung ausgeführt. Besonders erfolgreich war der Hannover-Eindecker „Vampyr“ des Vorjahres unter Martens und Hentzen. Ersterer führte den ersten Stunden-Flug aus, letzterer flog 2 und 3 Stunden. Der Harthsche Rekord war kurz zuvor von Botsch auf Darmstadt-Eindecker „Edith“ gebrochen, welche außerdem von Hübner, Plauth und Thomas geflogen wurde. Einen Dauerflug von 1½ Stunden führte Hackmack auf Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ aus. Er erreichte 330 m Höhe über Startstelle, Hentzen 350 m. Bemerkenswert ist ein Sturmflug von Botsch auf Darmstadt-„Edith“, bei welchem die Landung auf einem höheren Punkte erfolgte. Den ersten Gast-Segelflug machte Fokker auf Fokker-Doppeldecker. Weitere bedeutende Flüge wurden auf dem Eindecker des Flugtechnischen Vereins Stuttgart durch Brenner, dem Doppeldecker des Flugtechnischen Vereins Dresden durch Muttray, Spieß und Seiffert, dem Eindecker der Flugwissenschaftlichen Gruppe des Hannoverschen Vereins für Flugwesen „Greif“ durch Martens und Hentzen, dem Eindecker des jungen Tischlers Espenlaub durch Schrenk, den Harth-Messerschmitt-Eindeckern durch Harth, Freiherr v. Freyberg und Hirth ausgeführt. Die genannten Flugzeuge gehörten zu der Klasse der zugelassenen Segelflugzeuge. Von den zugelassenen Gleitflugzeugen flogen besonders die Flugzeuge „Roland-Festung“ und „Frohe Welt“ der Weltensegler-G. m. b. H. unter Stamer, die Doppeldecker des Rhönsegelflugvereines unter Student, der Flugwissenschaftlichen Vereinigung Aachen unter jungen Aachener Studenten. Von den Hängegleitern war Pelzner wieder am erfolgreichsten. Außer Wettbewerb flog Schulz auf Schulz-Eindecker erfolgreich. Besonders interessant waren noch die Flugzeuge von Klemperer „Ente“, Finsterwalder-München, v. Lößl, Dresden-Eindecker, Berlin. Das letzte Flugzeug war schwanzlos, die beiden vorletzten wurden flügelgesteuert. Die Typen v. Lößl und Dresden haben kurz nach der eigentlichen Veranstaltung gute Flüge ausgeführt.

Die Flüge während des dritten Rhön-Wettbewerbes zeigten ganz erhebliche Steigerung der Betriebssicherheit. Diese Steigerung hängt eng mit der zunehmenden Erfahrung im motor-

losen Flug zusammen. Den fliegerischen Fortschritt zeigte besonders der Ziellandungswettbewerb, bei dem möglichst nahe an einem etwa 2 km entfernten Punkt nur 80 m tiefer als die Startstelle gelandet werden mußte. Die Flugzeuge, besonders beteiligten sich Darmstadt und Hannover, wurden schließlich bis auf 4 m ans Ziel gebracht. Wer die bis dahin erzielten Flüge erlebt hat, kann den Fortschritt ermessen, den der Sommer 1922 brachte.

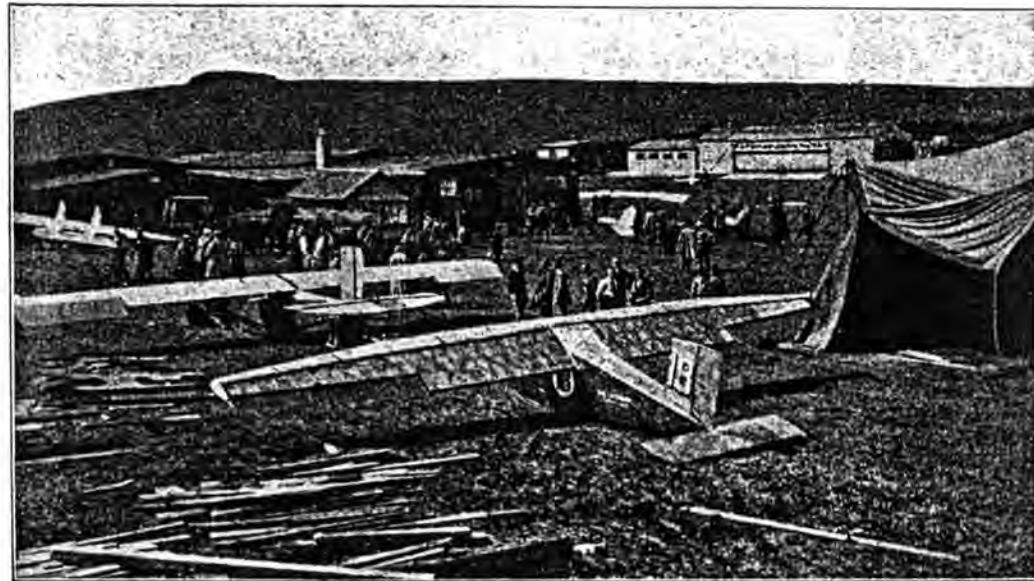


Fig. 17. Fliegerlager Wasserkuppe während des Rhön-Wettbewerbes 1922.  
Im Vordergrund Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ und „Edith“.

Auch der technische Fortschritt, der sich im Rhön-Wettbewerb 1922 zeigte, ist unverkennbar. Neben einer Verfeinerung der Konstruktionseinzelheiten ist planmäßiger Ausnutzung aller im Bau von Flugzeugen mit und ohne Motor gewonnenen Erfahrungen festzustellen. Die neuen Richtlinien des deutschen Flugzeugbaues, vor allem peinliche Widerstandsverminderung, sind zu Grundsätzen des deutschen Segelflugzeugbaus geworden. Vor allem ist das planmäßige, enge Hand-in-Handarbeiten von Wissenschaftlern, Technikern und Sportsleuten hervorzuheben, das Miteinanderarbeiten ohne Alters- oder Standesgrenzen.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> W. v. Langsdorff, Der 3. Segelflug-Wettbewerb in der Rhön. I. F. W. 1922. Die neuen Segelflugzeuge, Motorwagen 1922, Segelflugzeuge. Techn. Blatt 1922.

Vergleichen wir die drei Rhön-Segelflug-Wettbewerbe und die deutschen Segelflüge überhaupt, miteinander, so erkennt man das wachsende Interesse schon allein an der wachsenden Bewerberzahl. Meldeten 1920 25 Bewerber, so stieg diese Zahl 1921 auf 45, 1922 auf 53. Die Zahl der zum eigentlichen Wettbewerb nach eingehender technischer und fliegerischer Prüfung zugelassenen Flugzeuge stieg von 7 auf 11 und 19, die Zahl der Wettbewerbsflüge von 44 auf 119 bzw. 110. Die Gesamtflugstrecke betrug während des Rhön-Wettbewerbes 1920 7,78 km, 1921 60,42 km, 1922 137,51 km. Ein Flug dauerte 1920 im Durchschnitt etwa 16 s, 1921 56 s, 1922 7 min 43 s. 1920 wurden insgesamt 11 min 43 s geflogen; 1921 1 h 51 min 7 s, 1922 14 h 10 min 48 s. Die durchschnittliche Länge eines Fluges steigerte sich von 0,18 km 1920 auf 0,51 km 1921 und 1,25 km 1922. Die längste Flugstrecke betrug 1920 1,83 km, 1921 3,9 km; nach dem Wettbewerb 1921 wurde sie auf 7,5 km erhöht und stieg 1922 auf 10 km. Die Höchstleistung an Dauer stieg von 2 min 24 s 1920 auf 5 min 33 s 1921 im Wettbewerb, 21 min 37 s nach dem Wettbewerb auf 3 h 10 min 1922.

Der Nachweis des statischen Segelfluges — die Mehrzahl der Rhönflüge fand im aufsteigenden Luftstrom an der Luv-Seite des Gebirges statt — ist während des Rhön-Wettbewerbes 1922 endgültig gelungen. Er gelang auch später bei verschiedenen ähnlichen Veranstaltungen des Auslandes. Der erste Wettbewerb des Auslandes war ein Anfängerkurs in Gstaad (Schweiz), in welchem der Deutsche Pelzner-Nürnberg als Sieger hervorging. An der Veranstaltung waren nur Gleitflugzeuge beteiligt, die nur Gleitflüge ausführten. Der zweite Wettbewerb war in Frankreich auf die deutschen Erfolge des Jahres 1921 hin ins Leben gerufen worden und fand in der Zeit vom 6. bis 21. August 1922 in der Auvergne bei Clermont Ferrand statt. Obwohl mit weit größeren Mitteln in Szene gesetzt, als die deutschen Rhönflüge, blieben die Leistungen weit hinter denen der Rhön zurück. Von 50 gemeldeten Flugzeugen flogen nur 19. Die größte Flugdauer erzielte Bossoutrot auf Farman mit 5 min 18 s. Zweitbester wurde Coupet auf Coupet mit 4 min 50 s. Die größte Flugweite erzielte Douchy auf Potez, Zweiter wurde Bossoutrot auf Farman. Die größte Gesamtflugdauer wurde auf Farman (Führer Bossoutrot und Paulhan) mit 49 min 55 s erzielt. Die größte Höhe über der Abflugstelle erreichte Bossoutrot auf Farman, ebenso die geringste Sinkge-

schwindigkeit von 0,47 m/s. Auch beim Ziellandungswettbewerb und dem wagerechten Wellenflug blieb Boss out rot Sieger. Unter den geflogenen Flugzeugen befinden sich hauptsächlich die Bauarten De Monge, Neßler, Dewoitine, Coupet, Deshayes, Chardon, Farman, Potez, Peyret, Bellanger-Denhaut, Landes et Derouin, Allen, Clément, Levasseur-Abrial, Bonnet und Verrimest-Maneyrol. Während der Veranstaltung verunglückte Fé tu auf Bellanger-Denhaut-Doppeldecker durch Überziehen tödlich. In technischer Beziehung zeigten die erschienenen Flugzeuge fast durchweg starke Anlehnung an das Motorflugzeug. Verschiedentlich sind tatsächlich normale Motorflugzeuge nach Ausbau des Motors geflogen worden, z. B. Farman. Die verhältnismäßig geringen französischen Leistungen sind vorwiegend der geringen Erfahrung im Bau und Betrieb von Segelflugzeugen, z. T. aber auch den für den statischen Segelflug nicht sehr günstigen Geländeverhältnissen zuzuschreiben. Die französischen Leistungen wurden bald nach dem Wettbewerb mit einem 20 Minutenflug des Dewoitine-Eindeckers (Führer Barbot) verbessert, allerdings handelt es sich hier um einen reinen Gleitflug mit sehr großem Höhenverlust.<sup>1)</sup>

Nach dem Rhönsegelflug gewann besonders der englische Segelflugwettbewerb von Itford Hill vom 16. bis 21. Oktober 1922 an Bedeutung. Für den Wettbewerb waren 35 Flugzeuge gemeldet, von denen allerdings nur ein kleinerer Bruchteil tatsächlich am Start erschien, darunter auch ein Flugzeug deutscher Herkunft (Aachen, „Blaue Maus“), geführt von dem Engländer Jeyes. Dieses Flugzeug machte aber nach einer Gesamtflugzeit von 5 min 48 s restlos Bruch. Die besten Zeiten erzielte der Franzose Maneyrol auf Peyret mit 3 h 21 min 7 s. Er brach mit diesem Dauerflug den deutschen Rekord. Bezuglich der Gesamtflugzeit ergibt sich folgende Reihenfolge: Raynham auf Handasyde 3 h 33 min 2 s, Olley auf Fokker-Zweisitzer 1 h 31 min 8 s, Gray auf Gray-Buchanan 1 h 4 s, Fokker auf Fokker 44 min 9 s. Kürzere Flüge von mehreren Minuten erzielten Gordon-England auf Gordon-England, Jeyes auf Aachen, Stokken auf Airdisco, Herne, Broad auf de Havilland. Außerdem der Dauerflug von Maneyrol ist besonders ein Flug von Raynham (1 h 53 min 2 s) und Gray (1 h 4 s) bemerkenswert. Grade der Flug von Gray beweist, daß die

englischen Leistungen in erster Linie der hervorragenden Eig-  
nung des Geländes für den statischen Segelflug zuzuschreiben  
sind. Gray benutzte nämlich ein leer 225 kg wiegendes pro-  
visorisches Segelflugzeug, hergestellt mit 18½ sh. Unkosten,  
aus den Flügeln eines alten deutschen Jagdeinsitzers Fokker  
DVII und dem Rumpf eines alten englischen Erkundungs-Zwei-  
sitzers Bristol-Fighter.<sup>1)</sup>

In technischer Beziehung finden wir starke Anlehnung an  
deutsche Vorbilder, besonders an die Hochdeckerbauart Han-  
nover-Darmstadt. In aerodynamischer Beziehung war die  
Mehrzahl der Flugzeuge deutschen Bauarten zweifellos unter-  
legen. Das gilt besonders von dem siegreichen Peyret-Ein-  
decker. Die sportlich sicher beachtenswerten Leistungen des  
englischen Wettbewerbes haben die Lösung des dynamischen  
Segelfluges wenig gefördert, nachdem der statische Segelflug  
in der Rhön bereits gezeigt worden war.<sup>2)</sup>

Außer diesen Wettbewerben ist noch eine Segelflugveran-  
staltung zu erwähnen, welche im Rahmen der Zürcher Flug-  
woche stattfinden sollte. Klemperer versuchte auf Aachen-  
Eindecker den Start vom Fesselballon, stürzte aber ab und  
beschädigte sein Flugzeug schwer.

Die erste Segelflugveranstaltung des Jahres 1923 war die  
Segelflugwoche in St. Andreasberg im Harz, welche unter  
außerordentlich schlechter Witterung zu leiden hatte. Flüge  
wurden von Martens und Schwarz auf Hannover-„Vampyr“ und Förster auf Zeise-Nesemann-Eindecker ausgeführt.  
Besonders interessant war der Start von der Schneedecke,  
über welchen bisher in Deutschland wenig Erfahrungen vor-  
lagen.<sup>3)</sup>

Im Mai 1923 fand auf der Kurischen Nehrung unweit  
Rossitten eine vom Ostpreußischen Verein für Luftfahrt  
unter dem Ehrenschutz der Wissenschaftlichen Gesellschaft für  
Luftfahrt ins Leben gerufene Veranstaltung unter dem Namen  
„Erster deutscher Küsten-Segelflug“ statt. Hier wurden erst-  
malig eingehendere Versuche mit Wasser-Segelflugzeugen  
unternommen. Die besten Leistungen wurden von Schulz  
erzielt. Bemerkenswert ist besonders ein Flug von Schulz  
auf Schulz längs der Küste nach Pillkoppken von etwa 6 km

<sup>1)</sup> A. R. Weyl, Engl. Segelflugwettbewerb Z. F. M. 1922.

<sup>2)</sup> W. v. Langsdorff, Die Segelflugwettbewerbe im Ausland. F.-N.-Sport 1922.  
Ausländische Segelflugzeuge, Luftfahrt 1923.

<sup>3)</sup> W. v. Langsdorff, Segelflugwoche St. Andreasberg, Luftfahrt 1923. Start  
von Segelflugzeugen, Techn. Blatt 1923.

Länge. Weitere Flüge wurden von Berr auf Peijean und Ruhnau ausgeführt, ebenso von Freiherr v. Freyberg auf Messerschmitt, Tank auf „Teufelchen“ der Akademischen Fliegergruppe der Technischen Hochschule Berlin-Charlotten-

### Motorlose Flugzeuge 1895—1921.

Typ	Bau-jahr	Zahl der Decken	Spann-weite m	Flügel-tiefe m	Trag-fläche m <sup>2</sup>	Länge m	Leer-gewicht kg	Gesamt-gewicht kg	Flächen-belastung kg/m <sup>2</sup>
Lilienthal I . . . . .	1895	1	7,0	3,0	14,0	5,5	20,0	85,0	6,1
Lilienthal II . . . . .	1895	2	—	—	18,0	—	25,0	90,0	5,0
Pilcher III . . . . .	1897	1	7,0	3,0	16,0	5,5	23,0	88,0	5,5
Chanute-Herring II	1896	2	—	—	12,5	—	11,0	76,0	6,1
Wright I . . . . .	1900	2	5,6	—	15,6	—	21,8	86,8	5,6
Wright II . . . . .	1901	2	6,7	2,1	27,1	—	45,0	100,0	3,7
Wright III . . . . .	1902	2	9,7	—	24,8	—	53,0	118,0	4,7
Ferber I . . . . .	1901	1	8,0	—	15,0	—	30,0	95,0	6,3
Ferber III . . . . .	1902	2	9,5	—	33,0	—	50,0	115,0	3,5
Erich-Wels I . . . . .	1907	1	10,0	—	38,0	—	99,0	164,0	4,3
Offermann II . . . . .	1909	2	10,0	1,5	30,0	—	—	—	—
Offermann III . . . . .	1912	1	13,0	2,0	24,0	—	—	—	—
Darmstadt F.S.V. 1	1909	1	6,0	2,0	12,0	6,4	16,0	76,0	6,3
Darmstadt F.S.V. 2	1909	2	7,0	2,0	30,0	5,2	25,0	85,0	2,8
Darmstadt F.S.V. 3	1909	1	7,8	2,0	12,0	6,0	27,0	87,0	7,3
Darmstadt F.S.V. 4	1909	1	6,8	3,0	18,0	6,2	25,0	85,0	4,7
Darmstadt F.S.V. 5	1910	2	6,0	1,7	10,2	4,6	20,0	80,0	7,8
Darmstadt F.S.V. 6	1910	1	6,4	2,0	9,5	5,4	20,0	80,0	8,4
Darmstadt F.S.V. 7	1910	1	7,4	2,0	10,0	6,2	23,0	83,0	8,3
Darmstadt F.S.V. 8	1912	2	10,0	1,5	22,4	8,0	44,0	104,0	4,2
Harth-Messerschmitt S8	1921	1	11,0	1,5	19,0	4,5	80,0	150,0	7,9

burg und Lorenz auf Lorenz. Schulz flog außer zwei eigenen Flugzeugen ein drittes dem Ostpreußischen Verein für Luftfahrt, Königsberg gehöriges. Die Flüge in Rossitten wurden nicht durch gute Winde begünstigt und litten viel unter Flauten.<sup>1)</sup> Bei einer Segelflugveranstaltung in Biskra

<sup>1)</sup> W. v. Langsdorff, Küsten-Segelflug Rossitten, I. F. W. 1923. Wasser-Segelflugzeuge, Motorwagen 1923.

in Algerien 1923 wurden statische Dauerflüge bis 8 h 36 min 56 s ausgeführt (Barbot auf Dewoitine), Thoret flog auf Hanriot-Doppeldecker mit abgestelltem Motor mit Fluggast 1 h 9 min.

Erfolgreiche Flüge mit Hilfsmotor wurden 1923 durch den Deutschen Budig auf Budig und dem Franzosen Barbot auf Dewoitine ausgeführt.

Wir erkennen bei Betrachtung der Geschichte des Segelfluges den großen Einfluß der von Deutschen geleisteten Arbeit. Es wird auch heute im Ausland rückhaltlos anerkannt, daß die ersten Versuche sich auf den klassischen Arbeiten der Deutschen Otto Lilienthal aufbauen. Die Wieder-Aufnahme der Versuche mit motorlosen Flugzeugen ist ebenfalls auf deutsche Initiative zurückzuführen. Der Beweis der Möglichkeit des statischen Segelfluges ist von Deutschen erbracht. Die Lösung des Problemes des dynamischen Segelfluges liegt noch vor uns.

### B. Allgemeine Betrachtungen.

Vorstehend wurde kurz auf die für den motorlosen Flug grundlegenden Bedingungen hingewiesen. Beim Entwurf eines motorlosen Flugzeuges muß man sich zunächst darüber klar sein, welche Art des motorlosen Fluges vorwiegend betrieben werden soll. Augenscheinlich stellt der reine Gleitflug die geringsten Anforderungen an Flugzeug und Flieger, der dynamische Segelflug hingegen die größten. Hiermit hängt es zusammen, daß mit dem reinen Gleitflug begonnen, zunächst der statische Segelflug gelöst wurde. Es ist verständlich, daß der Mensch an der Stelle zu arbeiten begann, an welcher er die geringsten Schwierigkeiten überwinden zu müssen glaubte. So ist die Mehrzahl der bis zum Jahre 1921 gebauten motorlosen Flugzeuge als reine Gleiter aufzufassen. Bei den später gebauten Flugzeugen handelt es sich bei der überwiegenden Mehrheit ebenfalls höchstens um den Anforderungen des statischen Segelfluges entsprechende Flugzeuge. Das vorwiegend zur Ausnutzung der Turbulenz des Windes befähigte Segelflugzeug scheint noch nicht gefunden. Die endgültige Lösung eines Segelflugzeuges, welches unter allen Umständen segelfähig ist, scheint in einem Kompromiß beider Bauarten zu liegen.

Es ist verschiedentlich versucht worden, die bestehenden Bauarten motorloser Flugzeuge in einzelne Klassen ein-

zuteilen, etwa unter Zugrundelegung der Sinkgeschwindigkeit als Maßstab der Segelfähigkeit. Von einer solchen Einteilung ist im vorliegenden Falle absichtlich Abstand genommen worden, da die Grenzen nicht klar gezogen werden können. Es ist eher zweckmäßig die Flugzeuge nach der Art ihrer Steuerung zu unterscheiden. Man erhält dann vor allem drei Gruppen:

1. Flugzeuge gesteuert durch Gewichtsverlegung,
2. Flugzeuge gesteuert durch Schwanzrudern,
3. Flugzeuge gesteuert durch die Tragflächen selbst.

Die erstgenannte Art, allgemein bekannt unter dem Namen Hängegleiter, war zu Beginn der Entwicklung des motorlosen Flugzeuges weit verbreitet. Im praktischen Betrieb hat es sich gezeigt, daß mit derartigen Flugzeugen nur kleinere Flüge ausgeführt werden können. Da außerdem schon bei mittleren Windstärken die Steuerfähigkeit nicht ausreicht, kommen diese Flugzeuge heute zur Lösung des Problemes des Segelfluges nicht in Betracht. Sie sind in der vorliegenden Arbeit besonders aus dem Grunde mit berücksichtigt, weil die Hängegleiter besonderen Einfluß auf die Anfangsentwicklung des motorlosen Flugzeuges gehabt haben. Der Hängegleiter ist heute lediglich zu Schul- und Sportzwecken verwendbar. Seine Entwicklung kann als abgeschlossen gelten. Technisch stellt er an seinen Erbauer die geringsten Anforderungen.

Die zweite Gruppe motorloser Flugzeuge ist in mehr oder minder enger Anlehnung an Vorbilder aus dem Motorflugzeugbau entstanden. Bei ihrem Entwurf sind vielfach neue Konstruktionsgrundlagen nicht geschaffen worden. Da zwischen Motorflug und Segelflug bedeutende Gegensätze bestehen, konnten in diesem Falle keine restlos befriedigenden Leistungen erzielt werden. Beim Motorflugzeug gibt bekanntlich die Stärke des Motors die Fluggeschwindigkeit und die Flugleistung überhaupt an. Jede Böe und Windströmung bedeutet einen unangenehmen Eingriff in die durch die Propellerachse gegebene Flugrichtung. Da beim Segelflugzeug aber die Energie sich im Winde und nicht im Flugzeuge befindet, bietet der Wind die Grundlage für den Segelflug. Im Motorflug ist man bestrebt, jede Böe mit Hilfe des Kraftüberschusses des Motors unschädlich zu machen, während man beim Segelflug grade beabsichtigt, die innere Energie der Luft längs der Flugbahn zu schwächen.

Der Unterschied der in den beiden letzten Gruppen zusammengefaßten Bauarten besteht in erster Linie darin, daß

die Zeit, welche von dem Augenblick vergeht, in welchem der Flugzeugführer eine Veränderung des Anstellwinkels der Tragfläche beabsichtigt, bis zu dem Augenblick, in welchem diese tatsächlich eintritt, verkürzt wird. Bei schwanzgesteuertem Flugzeug muß eine Bewegung des ganzen Flugzeuges zur Veränderung des Anstellwinkels des Flügels eingeleitet werden, während bei flügelgesteuertem Flugzeug die Veränderung des Anstellwinkels unmittelbar erfolgt. Berücksichtigen wir die Geschwindigkeit des Flugzeuges relativ zur Luftströmung, so erkennen wir, daß es besonders dann von Wichtigkeit ist, den oben skizzierten Zeitverlust zu kürzen, wenn es sich darum handelt, vorwiegend die Turbulenz der Luft auszunutzen. Nur so ist es möglich die Tragfläche jeweils unter dem günstigsten Verhältnis von Auftrieb zu Widerstand rechtzeitig einzustellen. Es kommt also darauf an, den Flügel genügend beweglich um seine Querachse zu machen. Bei Verwendung gewöhnlicher Schwanzsteuerung und starr am Rumpf befestigter Tragflächen hat man deshalb versucht zur Erhöhung dieser Beweglichkeit die Rumpflänge entsprechend zu verkürzen. Man gibt deshalb motorlosen Flugzeugen verhältnismäßig kurze Rümpfe und ist teilweise dazu übergegangen, die Steuerflächen so dicht an die eigentliche Tragfläche zu rücken, daß von schwanzloser Bauart gesprochen werden kann. Vielfach ist man bestrebt, Steuerflächen überhaupt wegzulassen und die ganze Steuerfähigkeit in der Tragfläche selbst zu bewirken. Man geht von der Erfahrungstatsache aus, daß in vielen Fällen die Tragfläche sich bereits wieder in anderer Luftströmung befindet, als die mehrere Meter entfernte Schwanzfläche. Die rechtzeitige Ausnutzung einer Böe oder Windströmung hängt aber außer von der Bauart des Flugzeuges von der Schnelligkeit ab, mit welcher der Führer die Böe erkennt und durch entsprechende Steuerbetätigung ausnutzt. Es muß deshalb danach gestrebt werden, ein Mittel zu finden, um dem Führer rechtzeitig Anschwellungen oder Richtungsänderungen des Windes bekannt zu geben. Die vielfach vorgeschlagenen Windfühler und Windsichter fehlen bisher. Man hat sich in verschiedenen Fällen dadurch zu helfen versucht, daß man die Steuerfläche möglichst weit vor der Tragfläche anordnete (Entenbauart). Auf die Mittel zur Erhöhung der für den Segelflug besonders wichtigen Steuerbarkeit von motorlosen Flugzeugen ist weiter unten näher eingegangen.

Zur Erreichung des Segelfluges kann grundsätzlich entweder derart verfahren werden, daß man einem guten Flieger ein

sehr wendiges, steuerbares Flugzeug in die Hand gibt, oder ein Flugzeug baut, welches auf Grund irgendwelcher Erfahrungen oder Überlegungen die im Winde vorhandene Energie selbsttätig ausnutzen kann. Der letzte Weg führt zum automatisch fliegenden Flugzeug und ist bereits verschiedentlich beschritten worden, z. B. von Wright. Stabilisatoren, welche die Arbeit der Gleichgewichtserhaltung unter möglichster Ausschaltung menschlicher Betätigung verrichten sollen, haben bisher infolge ihres verwickelten Aufbaues, verbunden mit zu großem Gewicht, sich nicht einführen können. Zur Erzielung möglichst selbsttätiger Energieentnahme aus dem Wind sind Flügel nötig, welche sich in allen Teilen möglichst den Luftströmungen anpassen. Dies ist etwa erreichbar dadurch, daß man dem Flügel weitgehende Elastizität gibt. Ahlbom schlägt zu diesem Zwecke außer den Tragflächen, die so gebaut sind, daß sie den einmal gegebenen Anstellwinkel auch während des Fluges dauernd beibehalten, Triebflügel vor, deren Anstellwinkel unter der Einwirkung der in der Luft enthaltenen Kräfte automatisch veränderlich ist. Hierzu ist Elastizität des Materials Bedingung. Der Triebflügel soll der Länge nach steif, aber federnd verdrehbar sein. Seine Elastizität muß in den Profilen rutenartig gegen den Hinterrand nachgiebiger werden. Er empfiehlt die elastische Biegsamkeit der Profile gegen die Spitze des Triebflügels zunehmend weich, gegen die Basis zunehmend steif zu machen, um sowohl schwache, wie starke Böen zur Auswirkung kommen zu lassen.

Harth, Messerschmitt, v. Lößl u. a. erreichen eine gewisse Anpassungsfähigkeit des Flügels durch drehbare Lagerung desselben z. T. bei gleichzeitiger möglichst großer Elastizität der Innenkonstruktion der Fläche. v. Lößl baute 1922 in seine Flugzeuge automatische Flügelsteuerung ein. Er legte die Flügeldrehachse weit vor das Auftriebsmittel, so daß ein ständiges Drehmoment um die Drehachse entsteht. Dieses wird durch zwei an der Vorderkante der Flügel angreifende Spiralfedern aufgenommen, welche derart unter Vorspannung gewickelt sind, daß sie beim Normalflug gerade noch nicht gestreckt werden. Bei der kleinsten Böe von unten wird der Flügel gedreht, nicht aber bei einer von oben auftretenden Böe. Die Flügel werden automatisch gesteuert, ohne daß dem Führer die Möglichkeit zusätzlicher Verdrehungen genommen wird. Bei dem Typ Sb 3 liegt der Drehpunkt der Fläche nicht fest am Rumpf, sondern die beiden Schenkel des U-förmigen Anschlußhebels vom Steuerknüppel greifen an den beiden Flügelhälften an.

Eine gewisse Anpassungsfähigkeit kann auch durch geeignete Steueranordnung wie z. B. beim Tandem-Eindecker von Peyret erfolgen. Hier bilden beide hintereinander liegenden Flächen ohne besonderes Höhensteuer am Schwanz gleichsam eine biegsame Fläche. Die Möglichkeiten sind damit nicht erschöpft. Es handelt sich in jedem Falle darum, die Ausgestaltung einer mechanischen Segelfläche nicht unter sklavischer Nachahmung des Vogelfluges vorzunehmen, obwohl zweifellos die Versuche Hand in Hand mit der Erforschung des Vogelfluges gehen müssen. Es haben sich bekanntlich auch auf anderen technischen Gebieten regelmäßig Abweichungen der menschlichen Neuschöpfungen gegenüber den natürlichen Vorbildern ergeben.

Der erstgenannte Weg, einem guten Flieger ein gut steuerbares Flugzeug in die Hand zu geben, ist von der Mehrzahl der Konstrukteure beschritten worden. Es ist verständlich, daß man zunächst überhaupt zum Fluge kommen wollte, um erst praktische Erfahrungen im Fliegen motorloser Flugzeuge zu gewinnen. Vielfach war man z. B. der Ansicht, daß es weniger auf die Schaffung eines besonderen Segelflugzeuges, als vielmehr darauf ankomme, einmal Segelfliegen zu lernen. Diese Ansicht mag besonders dann Berechtigung haben, wenn es sich um die Ausübung des rein statischen Segelfluges handelt. Will man sich von der normalen Motorflugzeugbauart nicht trennen, beabsichtigt man also nur ein „motorloses Motorflugzeug“ zu schaffen, so sollte wenigstens mit allen Mitteln Erhöhung der Steuerfähigkeit angestrebt werden. Der Flugzeugführer muß auch bei geringer Fluggeschwindigkeit seine Maschine unbedingt in der Hand haben. So ist verschiedentlich, z. B. auch bei Hannover-„Vampyr“, die Anpassung der in sich starren Tragflächen an die Strömungsschwankungen durch Indifferenz des Flugzeuges zu erreichen versucht worden. Das Prinzip des indifferenten Flugzeuges ohne Schwanzflosse ist bereits von Eugen v. Lößl bei seinem Doppeldecker 1920 angewendet worden. Zur Erreichung derart empfindlicher Flugzeuge sind starre Tragflächen besonders geeignet.

Daß ein vorwiegend im Hinblick auf die Ausübung des statischen Segelfluges entworfenes Flugzeug, auf diesem Wege erzielt, befriedigende Ergebnisse bringen kann, haben z. B. die Erfolge des Hannover-Typs gezeigt. Beim Entwurf eines solchen Flugzeuges muß besonders auf geringe Sinkgeschwindigkeit hingearbeitet werden. Nur dann ist es möglich, auch geringer aufsteigende Windkomponenten ausnutzen zu können.

Zur Verringerung der Sinkgeschwindigkeit gelangt man, abgesehen von der Wahl eines geeigneten Profiles mit hohem  $c_a^3/c_w^2$ , durch Herabsetzung der Flächenbelastung bei gleichzeitiger Verkleinerung der schädlichen Widerstände. Die heutigen Segelflugzeuge sind meist einer dieser beiden Hauptforderungen besonders angepaßt.

Als Beispiel für ein im Hinblick auf geringe Flächenbelastung entworfenes Flugzeug kann der Fokker-Zweisitzer 1922 gelten, bei welchem die Forderung der Vermeidung aller

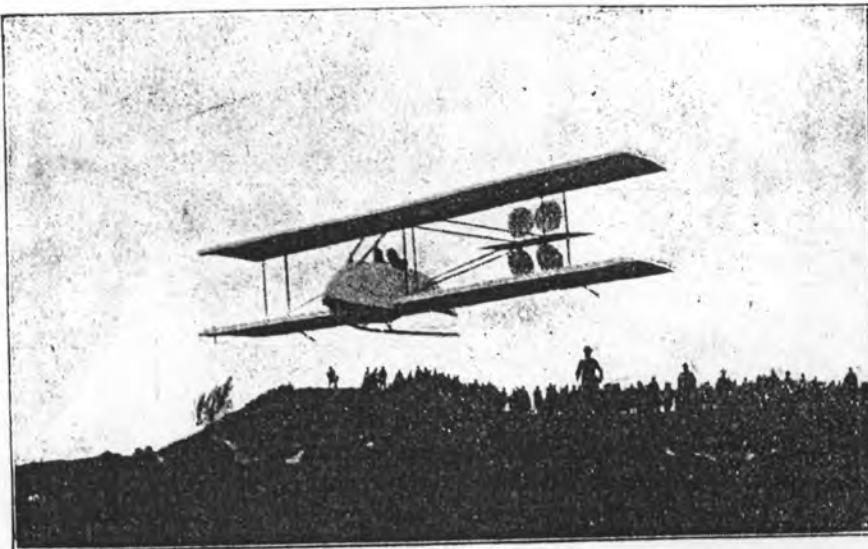


Fig. 18. Fokker-Zweisitzer 1922. Leichtes, verspanntes Gitterschwanzflugzeug. Mittelkufe. Startseil ist noch nicht gelöst.

schädlichen Widerstände stark in den Hintergrund trat, während alles auf Erzielung geringen Baugewichtes abgestimmt wurde. Wird die Sinkgeschwindigkeit als Hauptmaßstab zur Bewertung eines Segelflugzeuges angenommen, so würde ein möglichst leicht gebautes, mit vielen im freien Luftstrom liegenden, also nur schädlichen Widerstand, nicht zugleich Auftrieb, erzeugenden Elementen als gut erscheinen. Infolge der durch Widerstandserhöhung bedingten starken Herabsetzung der Geschwindigkeit könnte aber ein solches Flugzeug schon bei verhältnismäßig geringem Gegenwind nicht mehr vorwärts kommen. Es könnten also Fälle vorkommen, in welchen Stellen ungünstiger vertikaler Luftbewegung nicht schnell genug überwunden werden. Ein solches Flugzeug würde im dynamischen

Segelflug bei jeder Erhöhung der Geschwindigkeit den Überschuß sofort abgeben, wäre also für diesen Fall unbrauchbar. Diese Verhältnisse machen sich schon beim statischen Segelflug bei den unvermeidlichen Geschwindigkeitsschwankungen bemerkbar. Da es aber beim Segelfliegen nicht nur auf kleine Sinkgeschwindigkeit ankommt, sondern in manchen Lagen auch auf große Horizontalgeschwindigkeit bei immer noch geringer Sinkgeschwindigkeit, so spielt die Verringerung der Widerstände auch hier eine bedeutende Rolle.

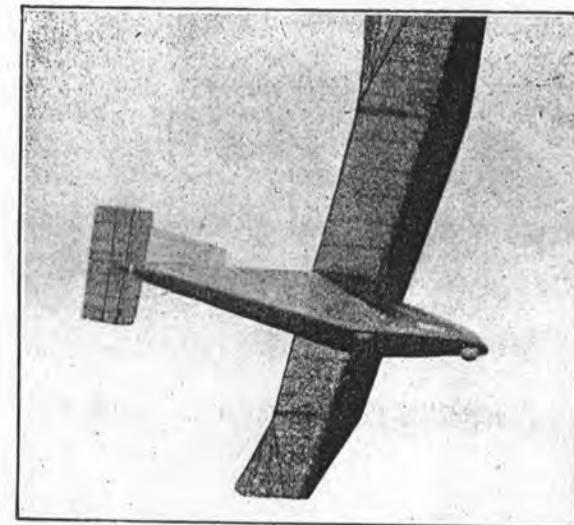


Fig. 19. Hannover-Eindecker „Vampyr“ 1922. Hochdecker mit freitragenden, dicken Flügeln. Schwanzsteuerung. Sperrholzrumpf. Räder durch Drehbälle ersetzt.

Als Beispiel eines auf geringen Luftwiderstand hin entwickelten Flugzeuges kann der Hannover-Eindecker „Vampyr“ gelten, welcher geringen Luftwiderstand bei bedeutend höherer spezifischer Flächenbelastung, als der Fokker-Doppeldecker aufweist. Durch Erhöhung der Flächenbelastung, also Erhöhung des Gewichtes bei gleichbleibender Fläche oder durch Verkleinerung der Fläche bei gleichbleibendem Gewicht, kann bekanntlich die Horizontalgeschwindigkeit wesentlich gesteigert werden, man würde auf diese Weise aber Flugzeuge erhalten, welche wohl bei Sturm segeln können, ohne rationell geringe Windenergien auszunutzen. Aus diesem Grunde wird allgemein dem mittelschweren Flugzeug der Vorzug gegeben. Man versucht durch peinliche Durchkonstruk-

tion der Einzelteile geringes Baugewicht zu erzielen und macht sich zugleich zur Herabsetzung der äußeren Widerstände die freitragende, verspannungslose Junkersche Bauart zunutze. Diese besteht bekanntlich in erster Linie darin, daß die Brückenkonstruktion zur Versteifung der Flügel in die Fläche selbst verlegt wird. Zugleich versucht man Rumpf- und Steuerflächen möglichst günstige Form zu geben. Hier sind die Bestrebungen zu erwähnen, welche zugleich Totgewichte aller Art vermeiden wollen. So sollen z. B. Dämpfungsflossen als tragende oder gelegentlich tragende Flossen ausgebildet werden. Dies erscheint besonders wichtig, da entsprechend der geringen Fluggeschwindigkeit verhältnismäßig größere Ruder für Segelflugzeuge, als für Motorflugzeuge verwendet werden müssen. Der Größe der Steuerflächen wird aber durch Baugewicht und Luftwiderstand eine Grenze gesetzt, so daß das Bedürfnis, die Ruderflächen zu tragenden Flügeln zu machen, beim Segelflugzeug besonders stark ist.

Auf die Wichtigkeit der Herabsetzung der Oberflächenreibung sei auch an dieser Stelle hingewiesen. Soll vorwiegend dynamisch gesegelt werden, so tritt die Frage der Sinkgeschwindigkeit etwas in den Hintergrund, obwohl es natürlich auch dann immer angenehm sein wird, ein Flugzeug mit geringer Sinkgeschwindigkeit zu besitzen. Entwickelt man ein Flugzeug aber nur auf geringe Sinkgeschwindigkeit hin, so erhält man lange, aber verhältnismäßig breite Flügel. Damit wird das Seitenverhältnis ungünstig, welches aber von größtem Einfluß auf den indizierten Widerstand des Flugzeuges ist. Von besonderer Wichtigkeit ist hier vor allem geringes Trägheitsmoment des Flugzeuges um die horizontale Achse quer zur Flugrichtung. Dieses bedingt verhältnismäßig schmale, lange Tragflächen, also günstiges Seitenverhältnis mit geringem indizierten Widerstand. Aus theoretischen Betrachtungen geht hervor, daß der dynamische Segelflug um so eher ausführbar ist, je stärker die Böenschwankungen und je geringer die mittlere fortschreitende Geschwindigkeit des Flugzeuges ist. Es erscheint deshalb vorteilhaft, Flugzeuge mit geringer Geschwindigkeit und geringer Flächenbelastung zu bauen, wenn dem nicht die oben skizzierten Gründe gegenüberstehen. Es muß augenscheinlich hier ein Kompromiß gezüchtet werden, der auf Grund verschiedenartiger Abwägung der einzelnen Forderungen entsteht. Zweifellos muß sich das Baugewicht in bestimmten Grenzen halten, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß entsprechend der Beanspruchung bei starkem Wind

die Bauweise schwerer gehalten werden muß, als wenn nur bei schwachem Wind gesegelt werden soll. Soll die Bauweise zur Ausnutzung der Windunterschiede zweckdienlich sein, so werden Flugzeuge mit weitgehender Veränderungsmöglichkeit der Flügel nötig.

Auch wenn wir besonders an die Anforderungen des statischen Fluges denken, kommen wir auf eine ähnliche Forderung. So braucht ein schnelleres Flugzeug mehr Aufwind, als ein langsameres, dagegen ist wieder größere Geschwindigkeit zur schnellen Überwindung von Flauten wünschenswert. Eine solche Veränderungsmöglichkeit des Flügels kann in einer Vergrößerung bzw. Verkleinerung des Flächeninhaltes oder in einer Veränderung des Profils bestehen. Die erste Art ist verschiedentlich in der Weise zu lösen versucht worden, daß man die Flügelenden im Flug zusammenfaltbar mache, oder teleskopartige Ansatzstücke seitlich herausschob. Keine solche Lösung hat bisher befriedigt. Auch das Verstellprofil bietet konstruktiv nicht geringe Schwierigkeiten. Meist erfolgt die Betätigung durch ein innerhalb der Fläche liegendes Gestänge oder dergl. Die in ihrem vorderen oder rückwärtigen Teil elastisch deformierbaren Rippen des Flügels können eine entsprechend stärkere oder geringere Wölbung erhalten, durch welche die Beiwerte  $c_a$  und  $c_w$  des Profils verändert werden. Bekanntlich hat eine Vergrößerung des Verhältnisses  $c_a^3/c_w^2$  eine Verbesserung der Gleitzahl zur Folge, ebenso hängt die geringst mögliche Gleitgeschwindigkeit z. B. eng mit diesem Verhältnis zusammen. Man erkennt schon hieraus, welche Bedeutung systematische Versuche mit Segelflugzeugen für den Motorflugzeugbau gewinnen können, wenn man an die Schwierigkeiten denkt, welche das für den Luftverkehr so überaus wichtige Problem der Geschwindigkeitsspannung verursacht.

Auf die im Motorflugzeugbau, für Segelflugzeuge aber noch zu wenig, erprobte Vorrichtung des Lachmannschen Düsenflügels sei in diesem Zusammenhang hingewiesen. Der Spaltflügel sieht Unterteilung quer zur Flugrichtung vor und Verteilung der einzelnen Teile gegeneinander, ausgehend von der Beobachtung, daß ein oder mehrere spaltförmige Kanäle zur Verbindung der Ober- und Unterseite eines Flügels eine eigenartige Änderung des relativen Strömungsverlaufes der Luft hervorrufen. Bei großen Anstellwinkeln reißt die Strömung nicht wie sonst ab, so daß der Anstellwinkel und damit der Auftriebsbeiwert höher als bei gewöhnlichem Flügel gesteigert werden kann. Mit anderen Worten, das Flugzeug

kann weit mehr überzogen werden, ohne über den Flügel abzustürzen. Das ist bei den verhältnismäßig geringen Geschwindigkeiten motorloser Flugzeuge von besonderer Wichtigkeit. Man erhält also unter verschiedenen Anstellwinkeln gute Auftriebsverhältnisse. Das ist gerade für den dynamischen Segelflug von Bedeutung. Als Nachteil der bisherigen Spaltflügel ist vor allem der verhältnismäßig große Widerstand zu nennen, welcher nicht nur durch die Strömung um die Fläche, sondern auch durch die Reibung auf derselben hervorgerufen wird.

Verschiedentlich finden wir die Wölbungsveränderung des Profils konstruktiv derart gelöst, daß ein Teil der Fläche als Klappe ausgebildet ist. Eine derartige Bauart ist aus dem Motorflugzeugbau bekannt (Wright-Dayton-Renn-Eindecker 1920). Hier sind Flügelnase und Hinterteil als Klappen ausgebildet. Eine ebenfalls nur nach unten bewegliche Klappe sieht Schulz bei seinem Eindecker 1923 vor, während andere Konstrukteure die Klappen beweglich nach oben und unten anordnen. In jedem Falle erscheint natürlich die Vermeidung aller Knicke und Spalten im Profil wesentlich, etwa unter Verwendung elastischer Flügelrippen. Es besteht aber auch dann leicht die Gefahr, daß feststehendes und bewegliches Stück des Flügels nicht ein jeweilig gutes, geschlossenes Gesamtprofil geben. Bei der Mehrzahl der bisher bekannt gewordenen Verstellprofile erscheint vielmehr das Profil in jeder Stellung gestört, also nicht wesentlich günstig zu sein.

Man erkennt aus der Skizzierung dieser Hauptgesichtspunkte, daß die unter besonderer Berücksichtigung des statischen Segelfluges an ein Flugzeug zu stellenden Anforderungen sich nicht immer mit den zur Erreichung des dynamischen Fluges wichtigen decken und daß wir im heutigen Segelflugzeug noch keineswegs eine endgültige, restlose Lösung zu sehen haben. Zweifellos wird noch viel wissenschaftliche, praktisch-technische und fliegerische Arbeit nötig sein, bis die Entwicklung des Segelflugzeuges in den großen Zügen als abgeschlossen gelten kann. Es ist begreiflich, daß Maschinen, mit denen man Kräfte gewinnen will, deren Ursprung noch nicht genügend geklärt ist, die größten Anforderungen an Konstrukteur und Flieger stellen. Aus diesem Grunde ist es zweckmäßig, und sei hier ausdrücklich betont, nicht mit schwierigen Neukonstruktionen zu beginnen, solange die Grundlagen, auf welchen weitergearbeitet werden kann, noch nicht vorhanden sind. Bei fast sämtlichen Segelflugveranstaltungen des

In- und Auslandes fiel von vornherein ein verhältnismäßig großer Prozentsatz von Flugzeugen dadurch aus, daß ihre Erbauer sich konstruktiv zu viel zugemutet hatten, daß sie Dinge schaffen wollten, welche zu kompliziert waren im Verhältnis zu den vorhandenen Mitteln. Bei richtiger Selbstbeschränkung hätte viel Geld und Zeit gespart werden können. Es ist praktisch sicher von höherem Wert, ein Flugzeug für geringere Leistungen zu bauen, das wirklich flugfähig ist, als eine Hochleistungsmaschine, welche beim ersten Flug infolge technischer Mängel verloren gehen muß. Auf Grund der mit einem solchen einfacheren Flugzeug gesammelten Erfahrungen



Fig. 20. Moebius-Pocher-Eindecker 1922. Verspannter, leichter Sitzgleiter zu Übungs- und Sportzwecken. Geringe Baukosten. Leicht zusammenlegbar.

kann dann an die Verwirklichung schwierigerer Aufgaben gegangen werden. Für den Anfänger im Bau und Betrieb von motorlosen Flugzeugen ist es also empfehlenswert mit einem Flugzeugtyp zu beginnen, der baulich leicht und billig herstellbar, schnell und mit geringen Mitteln reparaturfähig und leicht zu fliegen ist. Die zu erzielenden Leistungen können ruhig sich in engeren Grenzen halten als bei einem Hochleistungsflyzeug. So ist es empfehlenswert als Vorschule für den Segelflug mit dem Gleitflug zu beginnen. Es ist nicht grade nötig, unbedingt einen Hängegleiter zu bauen, da die Steuerung zu verschieden von Hebelsteuerung ist. Ein leichter Sitzgleiter ist aber mit verhältnismäßig geringen Kosten zu bauen und kann im Betrieb wichtige Vorkenntnisse vermitteln. Als Beispiel eines solchen Flugzeuges kann der weiter unten beschriebene Nürnberg-Doppeldecker dienen. Es kommt hier weniger auf

aerodynamisch günstige, als vielmehr übersichtliche Bauweise an. Es genügt, wenn das Flugzeug zunächst nur gleitflug-, nicht segelflugtüchtig ist. Handelt es sich vorwiegend um die Ausbildung von Flugschülern, besonders solcher, welche nicht Motorflugzeugführer sind, so ist der geringeren Geschicklichkeit konstruktiv durch stärkere Bauart des Flugzeuges Rechnung zu tragen. Es ist zweckmäßig, aber natürlich nicht unbedingt nötig, vor Benutzung eines Hochleistungsflugzeuges den Schüler auf ein segelfähiges Flugzeug geringerer Leistungen umschulen zu lassen.

Auf die Bestrebungen, das Segelflugzeug mit einem Hilfsmotor auszustatten, ist bereits hingewiesen worden. Der Gedanke liegt nahe, daß die Kraft eines verhältnismäßig schwachen Motors genügen wird, um ein gutes Segelflugzeug auch bei Windstille im horizontalen Schwebeflug zu erhalten. So können Flauten ohne Höhenverlust überwunden werden. Praktisch würden für die bisherigen Segelflugzeuge etwa 5 bis 8 PS genügen, um noch Steigreserve zu erübrigen. In konstruktiver Hinsicht ergeben sich hier allerdings noch verschiedene Schwierigkeiten. Der gewöhnliche Propeller kann nicht als ideale Antriebsvorrichtung bezeichnet werden. Die bisher fast allgemeine Anordnung, bei welcher Motor und Propeller vorn am Flugzeug liegen, stellt keine günstige Lösung dar. Die Stärke des Motors hängt ab von der zum selbständigen Start nötigen PS-Leistung. Besitzt ein solcher Motor aber 5 bis 8 PS, und ist einwandfreier Start möglich, so ist der Motor zum Fliegen um etwa 20 bis 40 Prozent stärker, als unbedingt nötig ist. Infolge des von Luftschaube und Motor herührenden größeren zusätzlichen Widerstandes ist erhebliche Vergrößerung der Sinkgeschwindigkeit zu erwarten, selbst wenn das zusätzliche Mehrgewicht durch Erleichterung der Konstruktion ausgeglichen werden könnte. Bei Verwendung rotierenden Antriebes, also der üblichen Luftschauben, sind diese Widerstände auch durch Umstellbarkeit der Schrauben oder Verkleidung der stillstehenden Propellerflügel so erheblich, daß ein Flug ohne dauernde Motorbenutzung, also ein tatsächlicher Segelflug recht aussichtslos erscheint. Solche Bauarten stellen die später beschriebenen Typen von Budig, Dewoitine usw. dar. Sie haben sich aus dem Segelflugzeug entwickelt, stehen aber in mancher Beziehung dem Motorflugzeug näher. Sie können eher als ideales, leichtes Motorflugzeug zu Sportzwecken, statt als wirkliches Segelflugzeug mit Hilfsmotor angesprochen werden. Der verschiedentlich

vorgeschlagene und auch versuchte Schwingenantrieb ist bisher deshalb technisch schwer ausführbar gewesen, weil die hin- und hergehende Bewegung des Antriebes für schnelllaufende Motoren, schon wegen der großen Massenwirkungen, schwer ausführbar ist.

### C. Der konstruktive Aufbau.

Vergleichen wir die einzelnen Segelflugzeugbauarten der verschiedenen Entwicklungsperioden miteinander, so erkennen wir einen ähnlichen Entwicklungsgang, wie im Motorflugwesen. Aus der leichten, starkverspannten Bauart der Anfangsjahre entwickelt sich allmählich ein Flugzeug, welches unter peinlichster Vermeidung aller schädlichen Widerstände aerodynamisch immer hochwertiger wird. Aus der mehrstieligen Mehrdecker-Bauart entwickelt sich zunächst der dreistielige Doppeldecker, der schließlich vom Einstieler abgelöst wird. Der Einfluß neuzeitlicher Konstruktionsgrundsätze läßt im freien Luftstrom liegende Verspannungselemente immer mehr verschwinden, bei gleichzeitigem kräftigerem Innenaufbau der Flügel. Die Verwendung dicker Profile ermöglicht zunächst Verspannungen, schließlich auch Stiele fortfallen zu lassen. In diesem Augenblick treten die aerodynamischen Vorteile des Eindeckers dem Mehrdecker gegenüber klar hervor. Wir finden daher steigende Verbreitung des Eindeckers mit freitragenden Flügeln. Gleichzeitig werden die Rumpfformen stetig verbessert, das ganze Flugzeug erhält flüssigere Linienführung.

Hand in Hand hiermit geht wesentliche Verbesserung der werkstattmäßigen Ausführung, welche nicht nur geringsten Widerstand verbürgt, sondern auch bei gut durchgearbeiteter Konstruktion das Baugewicht so gering als möglich zu halten erlaubt. Das Baugewicht ist aber schon deshalb gerade im Segelflugzeugbau von großer Wichtigkeit, weil die Sinkgeschwindigkeit der Quadratwurzel aus der Flächenbelastung proportional ist. Zudem ist geringes Baugewicht auch für die Festigkeitsverhältnisse günstig und ermöglicht es, die Abmessungen der Flügelholme usw. in mäßigen Grenzen zu halten.

Der erste Mehrdecker ist wohl von Wenham verwirklicht worden, während Lilienthal den ersten Doppeldecker baute. Der Start mit Zugseil stammt von Pilcher, Chanute benutzte zum ersten Mal die Brückenkonstruktion für Doppeldecker und verwandte den ersten Gitterrumpf. Wright löste die von

Lilienthal erstmalig verwendete hängende Führeranordnung durch sitzende Stellung auf dem Tragdeck ab und schuf damit den Sitzgleiter. Er sah auch erstmalig ein verstellbares Höhensteuer vor und schuf zur Regelung des seitlichen Gleichgewichtes die Verwindung, welche heute fast ausschließlich, z. T. durch Verwindungsklappen umgangen, benutzt wird. Einer der ersten Hochdecker mit geschlossenem Rumpf stammt von Offermann. Die neue, Junkersche Schule des Flugzeugbaus fand erstmalig durch das Klemperersche Aachen-Flugzeug in den Segelflugzeugbau Eingang.

### 1. Die Baustoffe.

Der augenblicklich im Segelflugzeugbau bevorzugte Baustoff ist das Holz. Je nach Art und Größe der Beanspruchung werden leichtere Hölzer, wie Pappel und Spruce, neben schwereren, aber zäheren, wie Nußbaum und Esche verwendet. Von Metallen kommt vorwiegend Stahl und Duraluminium zur Verwendung, allein infolge der etwas schwierigeren Bearbeitung in geringerem Maße als Holz.

Die zunächst wichtigste Eigenschaft für die Beurteilung eines Baustoffes im Flugzeugbau ist das Verhältnis seiner Festigkeitseigenschaften zu seinem spezifischen Gewicht. Es verdient also der Baustoff den Vorzug, welcher bei gleichem Aufwand an Gewicht eine größere Festigkeit oder bei gleicher Festigkeit geringeres Gewicht besitzt. Die Festigkeit des Holzes ist selbst bei ein und derselben Sorte, ja oft bei verschiedenen Stücken ein und desselben Stammes sehr verschieden. Beispielsweise gibt es fehlerfreie Kiefernholzstücke, die kaum die Hälfte der allgemein gerechneten Festigkeitsziffern erreichen. Dazu beträgt die Festigkeit quer zur Faser nur einen Bruchteil derselben in der Faserrichtung. Noch weitere Verringerung der Festigkeit von Hölzern wird durch Astbildung usw. hervorgerufen. Weiter hängen die Eigenschaften der Hölzer eng mit Ursprungsort, Zeitpunkt des Schlagens, Art und Dauer der Lagerung zusammen, so daß beim Holzbau stets die Möglichkeit besteht, daß Stücke unzureichender Festigkeit mitverarbeitet werden. Bei der Konstruktion im Holz darf daher nur mit verhältnismäßig geringen Festigkeitswerten gerechnet werden, so daß das Material nicht voll ausgenutzt wird. Außerdem kann man bei Holz die Festigkeit des Materials nur bei vollem Querschnitt ganz ausnutzen, welcher aber im Flugzeugbau nur verhältnismäßig selten verwendet wird. Hinzu kommt

noch die geringe Schubfestigkeit des Holzes, welche die Beanspruchung bei schwierigeren Querschnitten nicht gleichmäßig über den ganzen Querschnitt zu verteilen gestattet. Die Verbindung einzelner Bauglieder erfolgt meist durch Verleimungen. Auch hier ist die Festigkeit stark durch Alter und Temperatur des Leimes schwankend. Dazu gibt es keinen unbedingt witterbeständigen Leim und Verleimungen über Hirni sind ausgeschlossen. Man hat ferner nie die Gewähr, daß über die ganze Leimstelle der Leim tatsächlich verteilt ist. Es dürfen verleimte Stellen also nicht zur Übertragung stärkerer Kräfte herangezogen werden. Hinzu kommt schließlich die verhältnismäßig geringe Dauerhaftigkeit und Witterungsbeständigkeit des Holzes, selbst bei besonderen Lackierungen. Alle diese Gründe lassen das Metall, vor allem ist hier an das im Motorflugzeugbau bewährte Duraluminium zu denken, als Baustoff für Segelflugzeuge für geeignet erscheinen.

Die Verbindung metallener Bauteile erfolgt meist durch Schrauben oder Nieten, deren Festigkeit der Konstrukteur einwandfrei rechnerisch vorausbestimmen kann. Die Festigkeit des Materials ist der Rechnung eher zugänglich, dünne Querschnitte sind besser herstellbar, die Materialausnutzung kann also weit besser erfolgen. Dazu kommt Erhöhung der Witterungsbeständigkeit. Ermüdungserscheinungen sind bei der im Flugzeugbau verhältnismäßig geringen Belastung des Materials erfahrungsgemäß nicht zu erwarten. Die Oxidationsgefahr, welche meist überschätzt wird, ist durch Schutzanstrich leicht vollkommen zu beseitigen.

Erfahrungsgemäß kann in Metall ebenso leicht konstruiert werden wie in Holz. Allerdings stellt Metall als Baustoff höhere Anforderungen an Konstruktion und Bau als Holz. Das kann als Hauptgrund dafür genannt werden, daß gerade im Segelflugzeugbau dem Holz heute noch der Vorzug gegeben wird.

### 2. Die Tragflächen.

Die Tragflächen haben den Zweck der Erzeugung und Aufnahme der Lufterdruckkräfte. Ihre Abmessungen müssen derart gehalten sein, daß das Eigengewicht des Flugzeuges zuzüglich der geforderten Nutzlast aufgenommen werden kann. Die Größe der Tragfläche steht dabei in Abhängigkeit von der Fluggeschwindigkeit. Bekanntlich nimmt der Auftrieb mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zu. Wird also eine Fläche mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen die Luft bewegt

und dadurch ein bestimmter Auftrieb erhalten, so läßt sich durch Verdoppelung der Fluggeschwindigkeit bei gleichem Anstellwinkel der vierfache Auftrieb erzielen. Steigert man die Geschwindigkeit derselben Fläche auf die dreifache der ersten, so erhalten wir den neunfachen Auftrieb. Bei gleichbleibendem Auftrieb verringert sich also die Tragflächengröße mit dem Quadrat der wachsenden Geschwindigkeit. Bei gleichbleibender Geschwindigkeit muß demnach die Fläche um so größer sein, je größer das Flugzeuggewicht ist. Beabsichtigt der Konstrukteur also ein Segelflugzeug für geringere Windgeschwindigkeiten zu bauen, so wird er die Flächenbelastung, das Verhältnis des Gesamtgewichtes zum Flächeninhalt, geringer halten müssen, als es für ein nur bei starkem Wind segelfähiges Flugzeug nötig ist. Wie weit hier gegangen werden kann, erkennt man z. B. bei dem Fokker-Doppeldecker 1922, dessen spezifische Flächenbelastung von nur 4,5 m, leichten Start bei wenig Wind ermöglichte. Bei starkem Wind war dagegen dieses Flugzeug nur bei wesentlicher Erhöhung der Flächenbelastung zu fliegen. Die Flugfähigkeit eines gering belasteten Flugzeuges hängt zudem mit dem Stirnwiderstand zusammen. Durchschnittlich kann heute für motorlose Flugzeuge für geringere Windgeschwindigkeiten mit einer Flächenbelastung von etwa 4 bis 6 kg/qm, für größere Windgeschwindigkeiten mit 8 bis 12 kg/qm gerechnet werden. Im Vergleich hierzu sei die durchschnittliche Flächenbelastung für Motorflugzeuge mit 40 kg/qm angegeben. Ausnahmsweise geht der Motorflugzeugkonstrukteur sogar bis zu 80 kg/qm.

Die Spannweite schwankt in der Regel bei den heutigen Segelflugzeugen zwischen 6 und 14 m. Nur in seltenen Fällen werden diese Abmessungen wesentlich überschritten. Ein Unterschreiten der unteren Grenze ist schlecht möglich, da sonst zur Erzielung ausreichenden Flächeninhaltes mehrere Flächen angeordnet werden müssen. Entsprechend dem Vogelflügel ist man heute bestrebt, der Tragfläche möglichst günstiges Seitenverhältnis zu geben. Bei Segelvögeln beträgt das Verhältnis von Tiefe zu Spannweite der Flügel etwa 1:10 bis 1:15. Je geringer die Flügeltiefe, desto günstiger liegen die Verhältnisse für Luftwiderstand, Druckpunktswanderung und Beweglichkeit in der Querachse. Der letzte Punkt ist besonders dann sehr wichtig, wenn man die Ausübung des dynamischen Segelfluges beabsichtigt. Im Segelflugzeugbau sind praktisch Flügel mit einem Seitenverhältnis von 1:18 ausgeführt worden (Espenlaub).

Die Grundrißform der Tragflächen ist heute meist trapezförmlich oder rechteckig, vielfach mit anschließendem Kreisbogen. Oft verjüngt sich der Flügel nach den Enden hin. Schwanzlose Flugzeuge oder solche, bei denen besonderer Wert auf hohe Eigenstabilität gelegt wird, erhalten oft zurückgezogene Flächenenden (Weltensegler, Zeise-Nesemann) oder starke Pfeilform.

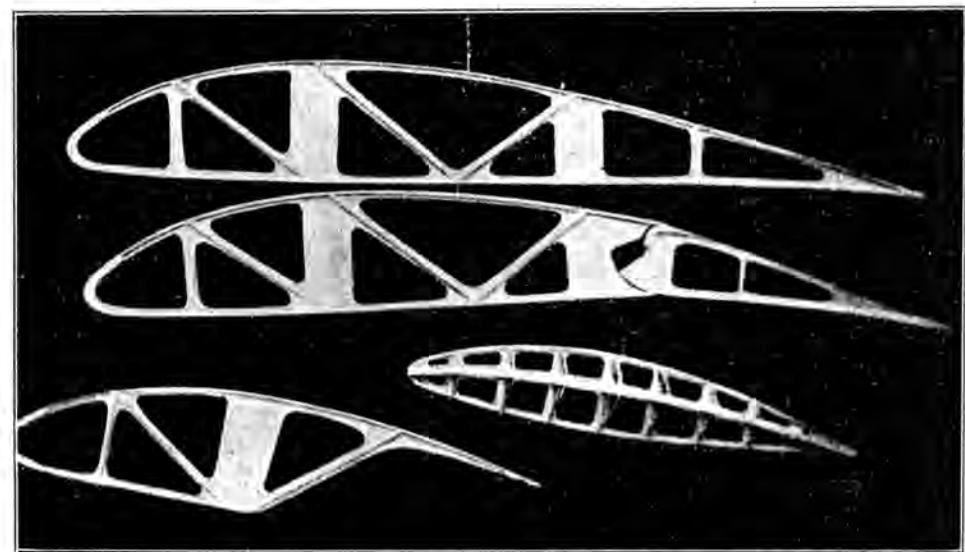


Fig. 21. Flächenrppen-Profile der akad. Flieger-Gruppe Darmstadt.

Wesentlich für die Flugeigenschaften ist der verwendete Flügelquerschnitt. Im Motorflugzeugbau wurden anfangs hauptsächlich dünne Profile mit scharfer Schneide verwendet, später solche mit großer Höhe und großer Rundung der Vorderkante. Letztere haben auch im Segelflugzeugbau, besonders in Deutschland, Eingang gefunden. Es kann gesagt werden, daß fast alle bisherigen hochwertigen Segelflugzeuge dickes Profil besaßen. Besonders oft treffen wir das Profil 441 der Göttinger Untersuchungen an. Dieses bietet z. B. den Vorteil hoher Auftriebswerte. Man kann die Fläche hoch beladen und kommt also mit einer kleinen Tragfläche aus. Die Kurve  $c_a^3/c_w^2$  hat ein verhältnismäßig hohes und vor allem breites Maximum, weshalb die Sinkgeschwindigkeit innerhalb eines großen Anstellwinkelbereiches wenig veränderlich ist.

Es ist zweifellos übertrieben, dem Profil eine allein aus-

schlaggebende Rolle zuzuschreiben, wie dies verschiedentlich der Fall ist. Es sollte nicht vergessen werden, daß ein an und für sich günstiges Profil nicht für alle Bauarten das einzige Mögliche ist, vielmehr hängt die Wahl eng mit der übrigen Ausbildung des Flugzeuges zusammen. Es scheint verfehlt, das Profil als solches ohne Rücksicht auf die allgemeine Bauart des Flugzeuges auszuwählen, vielmehr sollte der Flügelquerschnitt nur als, allerdings sehr wesentlicher Bestandteil des ganzen Flugzeugs gewertet werden.

Die Beurteilung eines Profils auf aerodynamische Eignung richtet sich nach dem Verhältnis der Funktion  $c_a^3/c_w^2$ , die mit den Beiwerthen des betreffenden Profils aufgestellt wird. Die Werte dieser Funktion werden um so größer, je höher die Auftriebsbeiwerthe dieses Profils ansteigen und je kleiner der Widerstand des ganzen Flugzeugs bei hohem Auftriebsbeiwert ist. Von großer Bedeutung für die praktische Ausübung des Segelfluges ist die Ausdehnung des Anstellwinkelbereiches, innerhalb deren die Sinkgeschwindigkeit gering bleibt. Hier ist die Überlegenheit des dicken Profiles dem dünnen gegenüber wesentlich, besonders bei hohem Seitenverhältnis. Bei dickem Profil ist also die Sicherheit gegen Überziehen größer als bei dünnem Flügelquerschnitt. Die Gefahr des Überziehens ist beim Segelflugzeug durch die ständigen Richtungsänderungen des Windes verhältnismäßig größer als beim Motorflugzeug. In dieser Beziehung kann das unterteilte Flügelprofil von Lachmann vielleicht von Bedeutung werden. Bekanntlich besitzt hier die Fläche mehrere Spaltöffnungen, durch welche erreicht werden soll, daß man den Flügel bis zu wesentlich höheren Anstellwinkeln benutzen kann und dabei größere Auftriebsziffern erzielt. Die Versuche mit Spaltflügeln sind auch in Segelflugzeugen (Klemperer-„Ente“) durchgeführt worden, aber bisher noch nicht abgeschlossen.

In baulicher Beziehung bietet das dicke Profil besonders den Vorteil, die für die erforderliche Festigkeit des Flügels nötigen Verspannungen und Versteifungen in die Fläche selbst legen zu können. Hierdurch wird an nicht tragenden, im freien Luftstrom liegenden, also nur schädlichen Widerstand bietenden Teilen gespart. Bei Verwendung dünner Flügelquerschnitte erfordert der Eindecker zur Versteifung von außen entweder eine Art übergelagerter Brückenkonstruktion, oder oben und unten liegende Spanntürme, von denen aus zugfeste Organe die Fläche in verschiedenen Punkten unterstützen. Solche übergelagerten Konstruktionen bzw. die langen Spannkabel bieten

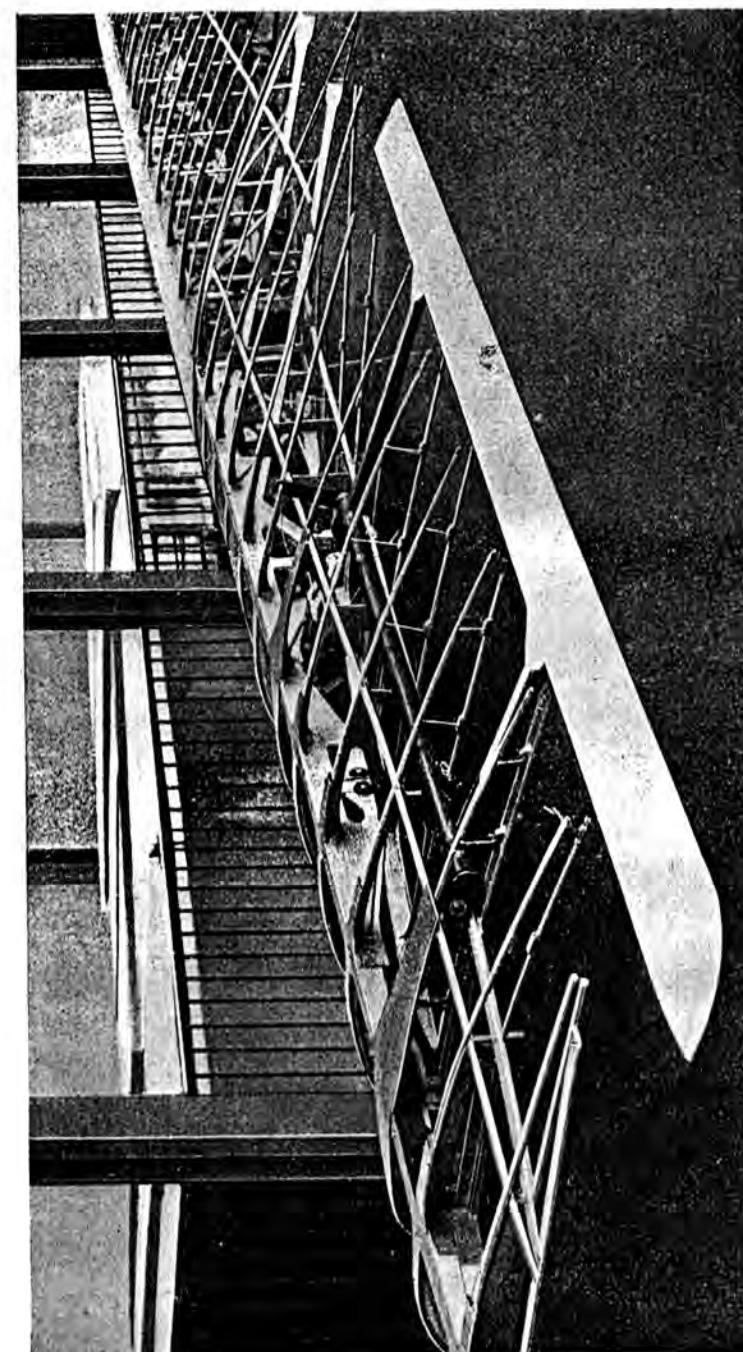


Fig. 22. Flügelgerippe des Hannover-„Vampyr“. Freitragende Bauart, Einholmig.

sehr großen zusätzlichen Widerstand, da viele lange und infolge des unter flachem Winkel erfolgenden Kräfteangriffs starke Organe verwendet werden müssen.

Eine solche Fläche baut sich etwa folgendermaßen auf. Die Grundfestigkeit wird durch die Holme gebildet. Bei dünnem Profil werden in der Regel zwei Holme verwendet, die etwa senkrecht zur Flugrichtung laufen. Als Hauptmaterial für Holme dient Holz von hohem Elastizitätsmodul, großer Festigkeit und verhältnismäßig hohem Gewicht. Gerade hier ist eingehende Prüfung des zu verwendenden Holzes besonders wichtig, da die Eigenschaften ein und derselben Holzart, ja selbst von Stücken ein und desselben Stammes vielfach stark verschieden sind. Die Holmhöhe ist abhängig von der Wahl der Profilhöhe. Die Berechnung der Holmquerschnitte bei verspannten Flächen ist besonders deshalb schwierig, weil die Holme durch die Verspannungskabel auf Knickung und durch den am Flügel angreifenden Luftdruck auf Biegung beansprucht werden. Schwierig ist auch die Versteifung der Holme gegeneinander innerhalb des Flügels selbst zu berechnen.

Die Holme werden vielfach als T-Träger ausgebildet, die leicht herstellbar sind. In England wird oft massives Spruceholz oder verleimtes Holz verwendet, in Frankreich T-Querschnitt mit seitlichen Furnierwänden und Leinwandbekleidung. Bei kastenförmigem Querschnitt werden die massiven Seitenwände vielfach ausgefräst. Da der Querschnitt hier gewöhnlich aus zwei Hälften zusammengeleimt ist, ergibt sich der Vorzug verschieden gerichteter Faserstruktur, die ein Werfen des Holzes erschwert. Zudem können Schubkräfte besser aufgenommen werden. Zur Ersparnis an Holz und damit an Gewicht werden meistens die Seitenwände bei Kastenholmen aus Sperrholz gebildet (z. B. L. F. G. „Phönix“). Dann sind Ausfrässungen unnötig, aber die Festigkeit des Holmes ist mehr von der Güte der Ausführung abhängig.

Die den Abstand der Holme voneinander bestimmenden Distanzrohre bzw. Streben bestehen vielfach aus Stahlrohr und werden dann in Rohrbuchsen eingesetzt, an deren Unterseite Laschen angeschweißt sind. Diese dienen sowohl zur Verschraubung der Rohrbuchsen auf den die Tragflächenrippen haltenden Holmen, als auch zum Anschluß der Diagonal-Verspannungen, mit denen die so gebildeten Flächenfelder ausgekreuzt sind.

Der vordere Abschluß der Fläche wird durch eine Stirnleiste, der hintere durch eine Abschlußleiste, vielfach aber

auch durch eine Abschlußschnur, gebildet. Von der Nasenleiste zum hinteren Abschluß führen die Flügelrippen. Ihre Formgebung richtet sich ganz nach der Wahl des Flügelquerschnittes. Die Rippen dienen zur Aufnahme des auf der Flächenbespannung liegenden Luftdruckes und zur Übertragung desselben auf die Holme. Sie stellen also Konstruktionsteile dar, bei denen die Beanspruchung des Holzes als Zug-, Druck-,

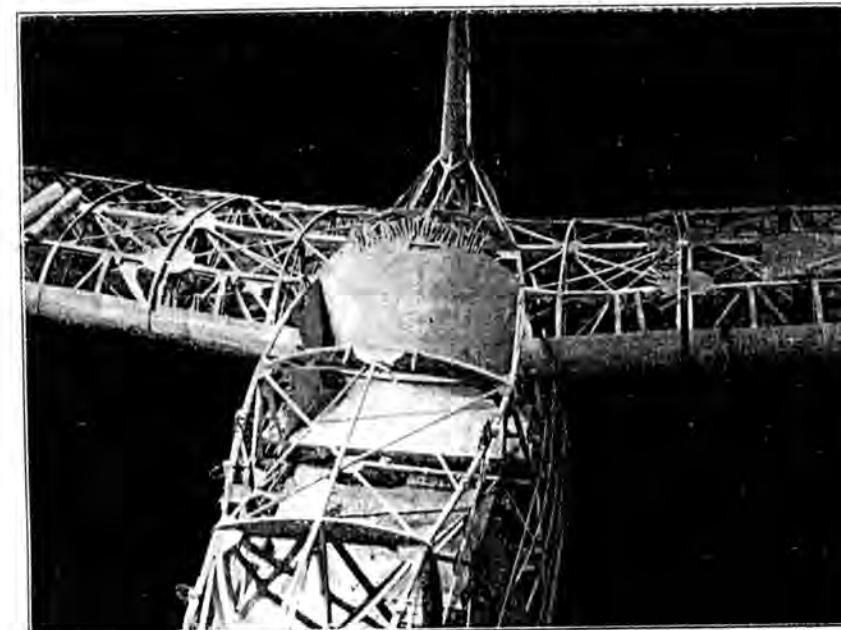


Fig. 23. Flügel- und Rumpfgerippe der Klemperer-Ente (Aachen) Zweisitzer.

Biegeungs- und Schwerkraft auftreten kann. Ihre Konstruktionsstärke wird durch Belastungsproben gefunden, wenn es sich nicht um große Rippen mit Fachwerk handelt, die berechnet werden können.

Die Spiern bestehen meistens bei T-förmigem Querschnitt aus Ober- und Untergurt. Die Flanschen gehen über die Holme hinweg. Zur Erleichterung werden die Rippenstücke an weniger beanspruchten Stellen ausgeschnitten. Zwischen Ober- und Untergurt sitzt ein Steg aus Vollholz oder Sperrholz. Besonders stark werden die Rippen ausgebildet, die größere Kräfte aufzunehmen haben. Es handelt sich hier hauptsächlich um die am Rumpf anliegende letzte Rippe oder um die an

den Angriffsstellen der Flächenstiele sitzenden Spieren. Dieselben bestehen dann meist aus vier kastenförmig zusammengesetzten Brettchen, zu deren Versteifung Eckleisten dienen.

Als Baumaterial für Rippengurte kommt Kiefer und Esche, für die Rippenstege Ahorn, Erle und Linde in Betracht. Außerdem werden die verschiedensten Sperrholzarten verwendet.

An der Stelle, an welcher die Rippe am Holm angeschlossen wird, ist bei geringen Materialstärken eine Verstärkung notwendig. Meist werden deshalb senkrechte oder wagrechte, am Holm liegende Halteleisten, oft mit Leinwand überklebt, vorgesehen. Bei anderen Konstruktionen findet man statt dessen Verbreiterungen der Rippengurte unmittelbar unter oder über dem Holm. Diese Verstärkungen sollen hauptsächlich zur Aufnahme der hohen Querkräfte dienen, die in der Rippe am Holm auftreten. Außerdem sollen sie diese Kräfte auf den Holm übertragen.

Zwischen die eigentlichen Rippen werden vielfach besonders von der Stirnleiste zum Vorderholm Hilfsrippen eingeschaltet, deren Hauptzweck darin besteht, für glatte Lage des Be- spannungsstoffes zu sorgen. Immer mehr nimmt aber im Segelflugzeugbau die Verwendung einer besonders versteiften Flügelnase aus Sperrholz oder Pappe zu, welche eine viel gleichmäßige, einheitlichere Formgebung des Flügelvorderteiles ermöglicht. Man kann bei genügend großer Holmhöhe dann das Flächenvorderteil mit Hilfe der Sperrholznase leicht zu einer torsionsfesten Röhre ausgestalten.

Alle Rippenstege besitzen rechteckige Ausschnitte, mit denen sie beim Zusammenbau über die Holme gesteckt werden. Nachdem die richtige Verteilung vorgenommen ist, werden zu beiden Seiten jeder Rippe auf jede der vier Holmflächen dreieckige Leisten geleimt, die den Rippen den nötigen Halt geben. Vorn sind die Gurten in ausgefräste Nuten der Nasenleiste eingelassen und mit dieser verleimt. Am Hinterende der Rippe stoßen Ober- und Untergurt zusammen.

Der innere Halt des Flügels wird durch Diagonalverspannung erreicht, so daß ein Gitterträger entsteht. Meist dienen zur Verspannung Drähte, seltener Kabel. Die Anschlußbeschläge werden an den Holmen durch Schrauben befestigt. Dieselben führen durch den Holm hindurch, um an der anderen Seite verschraubt und gesichert zu werden. Es ist konstruktiv nicht leicht, das in der Rechnung beabsichtigte Bild des Raumfachwerkes zu verwirklichen. Theoretisch sollten sich die Wirkungslinien der Holme, Stiele und Kabel in einem

Punkte schneiden. Dieser Schnittpunkt ist aber wegen der räumlichen Ausdehnung des Holmes nicht unmittelbar zugänglich. Konstruktiv wäre es günstig, Beschläge zu verwenden, bei denen die Angriffspunkte der einzelnen Organe nahe beieinander liegen. Solche Beschläge erfordern aber eine senkrechte Durchbohrung der Holme, welche am Knotenpunkt vollen Querschnitt besitzen, bedeuten also eine Herabsetzung der Festigkeit. Außerdem werden größere Knotenpunkts-

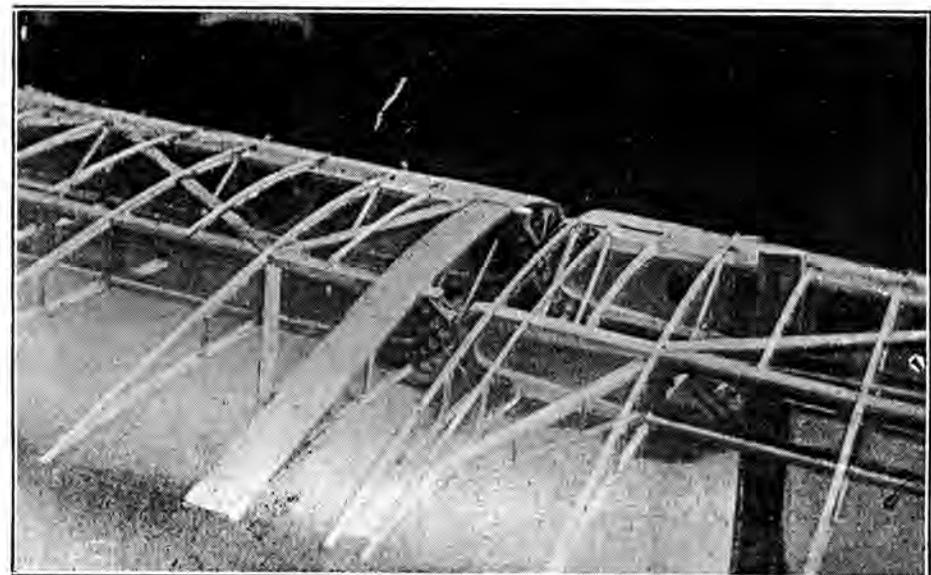


Fig. 24. Flügel-Anschluß des Darmstadt-Eindeckers „Edith“ 1922.  
Zweiholmige Bauart.

momente auf die Holme übertragen. Das geometrische Bild des Fachwerkes wird erst durch umfassende Beschläge erfüllt. Auch hier ist eine Durchbohrung des Holmes, allerdings nur in wagrechter Richtung nötig. Beschläge dieser Art sind sehr ausgedehnt und müssen mit großen Querschnitten ausgeführt werden. Der Kraftangriff an den beiderseits des Holmes hochkommenden Blechen zwingt meist dazu, beide Flanschen durch einen Bolzen zu verbinden, der stark auf Biegung beansprucht wird. Auch ist die Abdichtung der Flügelhaut an den Austrittstellen der Bleche nicht so leicht, wie bei Verwendung der ersten Beschlagart.

Der Anschluß der Flügel an den Rumpf oder den Spannturm wird durch Holmschuhe erreicht, welche Druck- und

Zugkräfte auf den Holm übertragen. Die Befestigungsart kann durch Kugelgelenk oder Einhaken oder Verbolzung beweglich in einer Gabel erfolgen. Vielfach ist das Holmstück auch keilförmig ausgebildet und ruht beweglich in einem Bolzen oder trägt einen bügelförmigen Beschlag mit Gabel und Bolzen. Bei manchen Ausführungen wird der Holm in ein bügelförmiges Eisen eingeschoben, an welchem er durch Bolzen gehalten wird.

Verspannte Doppeldecker erhalten zwischen den Tragflächen Flächenstiele zur Festlegung des Abstandes und der Lage. Die Fußpunkte dieser Stiele liegen auf den Holmen, ebenso wie die Knotenpunkte der Verstrebungen bei verspannungslosen Flugzeugen, deren dünnes Flügelprofil keine vollkommen freitragende Bauart der Fläche gestattet. Am Stielknotenpunkt trifft der Stiel mit dem Holm und den verschiedenen Kabelpunkten bzw. auch mit dem Innenstiel in der Fläche zusammen. Ohne den Holm unnötig zu schwächen, sollen diese Verbindungen gelenkartig wirken. Die Kabel müssen nach Möglichkeit zentrisch am Beschlagmittelpunkt angreifen. Ist das aus irgend einem Grunde nicht möglich, so ist dafür zu sorgen, daß die Horizontalkomponente der Durchbiegung entgegenwirkt. Entweder läßt man allgemein die Kräfte an einem Eisenblech, welches schellenartig um den Holm gelegt ist, oder an einer durch Bolzen am Holm befestigten Platte angreifen. Es ist zweckmäßig, die Bolzen in die neutrale Faser des Holmes zu legen.

Bekanntlich unterscheidet man bei Mehrdeckern Bauarten der Zelle nach der Anzahl der drucksteifen Gliederpaare, welche zusammen mit den Holmen und diagonalen Kabelverspannungen ein statisch zu berechnendes Raumgefüge bilden. Zur Herabsetzung des Stirnwiderstandes wird man mit einer möglichst kleinen Anzahl von Stielen auskommen wollen. Die hintereinander liegenden Stielpaare werden verschiedentlich durch U-, I-, Z- oder K-förmige Einzelstile oder Doppelstile in V-, N-, X- oder Rahmenform ersetzt. Der Gewinn an Gewicht und Widerstand ist aber selbst bei gleichzeitigem Fortfall von Spannkabeln bzw. Drähten nicht sehr wesentlich. Bei größeren Flugzeugen werden die Stiele, wie im Motorflugzeugbau, mitunter aus Stahlrohr, meist jedoch aus Holz hergestellt. Auch hier, wie möglichst bei allen dem freien Luftstrom ausgesetzten Streben, soll nach Möglichkeit für den Querschnitt die Form des Stromlinienkörpers gewählt werden. Bei rundem Stahlrohrquerschnitt werden oft Verkleidungen aus Holz, gewöhnlich aber nicht tragend vorgesehen. Zur Gewichtserleich-

terung wird nach Möglichkeit der volle Querschnitt ausgefräst und event. mit schwachen Stahlrohreinlagen versehen, welche zum Anschluß an den Holmbeschlag dienen.

Zur Verspannung der Flügel können Stahldrähte, besser aber Stahlkabel bzw. Stahlseile dienen. Letztere, bestehend aus einer Anzahl aus mehreren Einzeldrähten zusammengesetzten Litzen, sind elastischer und dehnbarer als Stahlkabel, welche aus einem zusammengewundenen Drahtbündel zusammengesetzt sind. Zu Zwecken der Verspannung sind demnach Kabel, für Steuerzüge auch Seile zweckmäßig. Jedenfalls sollten Seile nur für Teile des Flugzeuges zur Verwendung kommen, welche auf der Erde die Lasten aufnehmen, so daß die Eigenschaft des Federns der Seile mit für die Landung ausgenutzt werden kann. Für kleinere Flugzeuge, also etwa Hängegleiter und leichte Sitzgleiter, werden fast immer Stahldrähte benutzt.

Als wichtiges Organ der Verspannung sei das in jedem Kabel sitzende Spannschloß erwähnt, das aus einem Mittelstück besteht und zwei Bolzen, von denen der eine rechtsgängiges, der andere linksgängiges Gewinde trägt. Durch Drehung des Mittelstückes werden die Bolzen hinein- bzw. herausbewegt, das Spannschloß also verlängert oder verkürzt, damit das Kabel bzw. der Draht nach Wunsch gespannt. Sicherung der Spannschlösser muß im praktischen Betrieb selbstverständlich sein, ebenso Ersatz verbogener Bolzen durch neue, also nicht Geradebiegen der alten, wie dies leider oft genug zu beobachten ist.

Die Bekleidung der Tragfläche erfolgt in der Regel mit Stoff. Nur für die Flügelnase wird vielfach Sperrholz genommen (z. B. Darmstadt „Edith“). Bei Beplankung der ganzen Fläche mit Sperrholz kann die Flügelhaut mit zum Tragen herangezogen werden. Als Bespannungsstoff wird besonders häufig Baumwollstoff benutzt. Auf möglichst große Festigkeit und geringe Dehnung ist zu achten. Der Stoff hat so auf die Fläche gespannt zu werden, daß die Kette in Richtung der Längsachse des Flugzeuges liegt. Die Aufbringung des Stoffes kann durch Aufnageln oder Aufnähen erfolgen. Im letzten Falle werden oft besondere Bänder oder Schnüren auf den Rippen zwischengeschaltet, an denen der Stoff festgenäht werden kann. Die Zellonierung bzw. Imprägnierung des Bespannungsstoffes ruft straffes Anliegen und glatte Oberfläche hervor. Bei Segelflugzeugen wird vielfach nicht die ganze Tragfläche imprägniert, etwa um Dehnbarkeit des Stoffes an zu verwindenden Stellen zu behalten.

Besitzt der Flügel verhältnismäßig hohes Profil, so ist es zweckmäßig und üblich, alle zur Versteifung der Tragfläche nötigen Elemente in das Innere der Fläche selbst zu verlegen. Bekanntlich ist diese Bauweise im Motorflugzeugbau durch Prof. Junkers-Dessau eingeführt worden und hat sich im deutschen Flugzeugbau, einschließlich des Segelflugzeugbaues, fast vollkommen durchgesetzt. Die mit Annäherung an den Rumpf zunehmenden Biegungsmomente, welche auf die Tragflächenquerschnitte wirken, werden zweckmäßig auch nach der Mitte wachsende Widerstandsmomente entgegengesetzt. Man verstärkt aus diesem Grunde vielfach das Profil bei gleichzeitiger Zunahme der Flügeltiefe nach der Mitte. Derartige im Grundriß rautenförmige Tragflächen sind rechteckigen Flügeln von gleichem mittleren Seitenverhältnis aerodynamisch nicht wesentlich unterlegen. Der Vorteil besteht darin, daß bei geometrisch ähnlichen Querschnitten die Biegungsmomente sowohl durch Querschnittserhöhung nach der Mitte, als auch durch Anordnung von Hilfsholmen gut aufgenommen werden können.

Die freitragende Bauart ist besonders geeignet für Eindecker, da hier die zusätzlichen, durch die Verspannung hervorgerufenen Widerstände verhältnismäßig größer sind, als bei Mehrdeckern. Hier kann die Versteifung durch von außen angreifende Organe mit geringerem Aufwand an Gewicht und Widerstand ausgeführt werden. Dadurch ist es zu erklären, daß die Mehrzahl der motorlosen Mehrdecken, in der Regel handelt es sich um Doppeldecker, verspannt ausgeführt sind. Da die aerodynamischen Vorzüge des Eindeckers in dem Augenblick voll zur Geltung kommen, in welchem äußere Verspannungen unnötig werden, ist die überwiegende Mehrheit der Segelflugzeuge als Eindecker gebaut.

Vielfach werden freitragende Flügel einholmig ausgeführt. So besitzt der Hannover-Eindecker „Vampyr“ 1921 einen in der Druckmittellinie liegenden Holm in Verbindung mit einem drehfesten Vorderteil. Der Holm ist als I-Träger mit Kiefernholzgurten ausgebildet. Der Druckgurt ist besonders verstärkt. Der Sperrholzsteg ist als Brückenträger mit gitterartigen Aussparungen gebaut. Bei seiner Dimensionierung mußte auf die beim Umkippen auf den Flügel bei der Landung auftretenden Kräfte Rücksicht genommen werden. Der Vorderteil der Tragfläche bis zum Holm ist mit Sperrholz bekleidet, so daß eine torsionsfeste Röhre entsteht, welche die Beanspruchungen im Sturzflug aufnimmt. In anderen Flugzuständen wird durch die Sperrholzhaut die Festigkeit des Holmes wesent-

lich erhöht. Man erzielt mit dieser Bauart neben der erforderlichen Festigkeit und Starrheit des Flügels bei verhältnismäßig geringem Gewicht glatte und feste Anlaufseite und gute Erhaltung der gewählten Profilform. Die Haupttragrippen sind in je 0,5 m Abstand über den Flügel verteilt. Sie erhalten entsprechend der Verteilung der Flächenbeanspruchung im Vorderteil eine oder mehrere Hilfsrippen zwischengeschaltet, die teilweise auch nach hinten weitergeführt sind.

Zweiholmig ist beispielsweise die verspannungslose, aber durch seitliche Streben abgefangene Fläche des Darmstadt-Eindeckers „Edith“ gebaut, wieder unter Verwendung einer Sperrholznase. Ebenfalls zwei Holme, diesmal in Kastenbauart auch mit Sperrholzvorderkante der Fläche sieht Handasyde 1922 vor. Zur Erhöhung der Festigkeit ist hier außerdem der mittlere Teil der Fläche zwischen den Holmen seitlich vom Rumpf und über demselben mit Sperrholz bekleidet.

Eine Bauart mit drei Holmen weist der Aachen-Eindecker 1920 auf. Hier sind Vorder- und Hinterholm als Doppel-T-Träger ausgeführt, der mittlere Hauptholm als ausgesparter Sperrholzkastenträger. Die nur aus starren Teilen bestehende, völlig freitragende Fläche ist im Dreiecksverband ausgeführt. Die Flügelnase ist mit Pappe versteift, allerdings nicht so ausreichend, wie wir das bei den oben erwähnten Konstruktionen mit Sperrholznase finden.

Verschiedentlich finden wir auch bei freitragender Fläche nur einen Rundholm, z. B. Zeise-Eindecker 1921. Hier besitzt der Holm an der dicksten Stelle etwa 18 bis 20 cm Durchmesser bei 10 mm Wandstärke und ist aus Sperrholz gebildet. Bei derartigen Bauarten besteht aber leicht die Gefahr geringer Torsionsfestigkeit, die ein Hintenaufdrehen der Fläche zur Folge haben kann. Handelt es sich um eine verspannte Bauart, so kann dieses Bestreben der Fläche durch die Verspannungen bzw. Verstrebungen aufgenommen werden.

Da Beplankung der Flächen mit Leichtmetallen oder Sperrholz nur in beschränktem Maße für motorlose Flugzeuge bisher in Betracht kamen, ist die Flügelhaut nur selten tragend ausgebildet worden. Es ist auch fraglich, ob künftig Flügel mit tragender Haut im Segelflugzeugbau ebenso allgemein werden, wie im Motorflugzeugbau, da für Motorflugzeuge nach Möglichkeit starre, für Segelflugzeuge vielfach aber elastische Flügel angestrebt werden. Biegsamkeit der Fläche ist aber bei tragender Haut schwer erreichbar. Als Vorzug bei Anwendung einer Flügelhaut aus Sperrholz oder Leicht-

metallblechen kann die Möglichkeit gelten, die Oberfläche des Flügels glatt zu halten, also den reibungslosen Luftfluß zu fördern. Zu diesem Zwecke werden die Außenseiten der Sperrholzbeplankung lackiert und damit gleichzeitig witterungsbeständiger gemacht.

Die Befestigung der Tragflächen am Rumpf richtet sich danach, ob eine starre Verbindung zwischen Rumpf und Fläche beabsichtigt ist, oder ob der Flügel drehbar gelagert werden soll, mit anderen Worten danach, ob es sich um ein flügel- oder



Fig. 25. Darmstadt-Eindecker „Edith“ 1922. Verspannungsloser Hochdecker mit Schwanzsteuerung. Sperrholzrumpf mit Mittelkufe.

schwanzgesteuertes Flugzeug handelt. Eine Rolle spielt ferner die Lage des Flügels zum Rumpf. Soll die Fläche seitlich starr angeschlossen werden, so kommen Verbindungen in Betracht, wie sie weiter oben kurz erwähnt wurden. Es handelt sich dann meist um zweiteilig ausgeführte Flächen, welche nach oben und unten liegenden Spanntürmen verspannt oder durch seitliche Streben abgestützt sind. Die Flügel sind in diesem Falle meist in Höhe der oberen oder der unteren Rumpfholme angesetzt. Ein Beispiel mit einteiliger Fläche in ähnlicher Anordnung zeigt der L. F. G.-Eindecker „Phönix“, bei welchem die Rumpfoberseite ein Aussparung in Größe des Mittelholmes der Fläche besitzt. Der Flügel ist in der Mitte auf Rumpfbreite unterbrochen, derart, daß nach dem Einsetzen, das leicht und sicher durchführbar ist, die Oberseiten des Flügels in gleicher Höhe mit der Oberkante des Rumpfes liegen.

Eine sehr ähnliche Bauart finden wir schon früher beim Stuttgart-Eindecker 1922. Auch hier ist in der Mitte die Fläche

bis auf den Holmquerschnitt ausgeschnitten. Der dadurch freigelegte Flügelholm ist in einen gleichgroßen Einschnitt der Rumpfoberseite eingelassen. Die Befestigung erfolgt durch vier Spannbänder, welche die beiden Hauptspannen des Rumpfes gegen die Seitenwände des Flächenholmes, und letzteren außerdem an die beiden oberen Rumpfholme drücken. Die Verbindung der Spannbänder erfolgt durch umklappbare Magnetspannschlösser.

Aus Gründen der Festigkeit ist es angenehm, die Tragfläche aus einem Stück mit durchlaufendem Holm auszuführen. Die sich hierdurch bietenden Vorteile werden aber durch die außerordentlich erhöhten Transportschwierigkeiten wieder aufgehoben. Diese machen sich um so erschwerender bemerkbar, je größer die Spannweite des Flügels ist. Der Transport auf dem Fluggelände, auch der Transport aus dem Tal, läßt sich schließlich bei ruhigem Wetter bei Tag noch durchführen, wird aber schon wesentlich schwieriger bei starkem Wind. Die Schwierigkeiten des Eisenbahntransports und die bedeutend erhöhten Transportkosten lassen es aber als ratsam erscheinen, bei dem ersten Entwurf eines Segelflugzeuges bereits leichte Zerlegbarkeit des Ganzen in genügend kleine Einzelteile anzustreben.

Aus diesem Grunde sind vielfach die Flügel dreiteilig ausgeführt worden. So weist der Hannover-Eindecker „Vampyr“ Dreiteilung des Flügels auf. Das Mittelstück hat 6,6 m Spannweite. Seitlich schließen sich Enden von je 3 m Länge an. Die Anschlüsse der Flügelenden sind derart gewölbt, daß seitliche Landungsstöße bei Berührung der Flügel spitze mit dem Erdboden und im Sturzflug auftretende Torsionskräfte durch besondere Endrippen aus dem Röhrenholm nach drei Punkten, und zwar dem Nasenholm und den beiden Gurten des I-Trägers, abgeleitet werden. Gurte und Steg des letzteren werden durch einen Beschlag zusammengefaßt, welcher die Biegungsbeanspruchungen und Querkräfte an je einem Bolzen abgibt, der in Höhe der Holmgurte liegt. Zur Übertragung des Stirndruckes und der Torsionskräfte ist ein zweiter Beschlag mit einem Bolzen am Nasenholm vorgesehen zur Unterstützung des Hauptbeschlagens. Zur Erleichterung des Auf- und Abbaus und zur ermöglichen einer leichten Kontrolle sind Klappen vorgesehen.

Mehr als dreiteilig den Flügel auszuführen erscheint bei den verhältnismäßig geringen Abmessungen der heutigen Segelflugzeuge nicht nötig. Zur Befestigung der Flächenhälften über dem Rumpf werden bei Doppeldeckern oder Hochdeckern gewöhnlich pyramiden- oder keilförmige Strebenkonstruktionen

vorgesehen, wenn von einem mittleren Baldachinstück, streng genommen also Dreiteilung des Flügels, abgesehen werden soll. Ein solches Strebengebilde wird zur Herabsetzung des Widerstandes bei dem Darmstadt-Eindecker „Edith“ z. B. mit Sperrholz bekleidet und in den Rumpf einbezogen. So entsteht ein dachförmiger Aufbau von hoher Festigkeit, den andere Konstrukteure, z. B. Peijean, zur Gewichtersparnis unverkleidet lassen.

Handelt es sich um die starre Befestigung einer durchlaufenden Fläche oder eines größeren Flächenmittelstückes, so legt man in der Regel das Tragdeck bei Hochdeckern unmittelbar auf die Oberseite des Rumpfes. Diese Bauart zeigt z. B. Hannover „Vampyr“. Hier ist Wert auf Verschiebbarkeit des Flügels zum Ausgleich etwaiger Lastigkeit gelegt. Der Flächen-I-Träger wird in Rumpf und Flügelmitte mit dem Hauptrumpfspant durch einen Beschlag verbunden mit Hilfe eines in der Flugrichtung liegenden Bolzens. Rückwärtig werden zwei verstärkte Rippen mit den oberen Rumpfholmen durch zwei weitere Beschläge verbunden. Die an einem Spant angebrachten Rumpfbeschläge besitzen je einen quer zur Flugrichtung liegenden Bolzen, welcher durch entsprechende Klappen zugänglich ist. Zur Sicherung der auf schmaler Basis liegenden Anschlüsse werden kurze seitliche Fangstiele eingezogen.

Für eine derartige Lagerung der Fläche ist gerade Rumpfoberseite Bedingung. Eine ungeteilte Tragfläche in fester Verbindung mit dem Rumpfvorderteil und dem Fahrgestell besitzt der Aachen-Eindecker 1920. Zur Erleichterung des Transportes ist hier dafür der Rumpf geteilt ausgebildet.

Die Lagerung der Tragflächen flügelgesteuerter Segelflugzeuge erfolgt in der Regel so, daß der Anstellwinkel des Flügels innerhalb gewisser Grenzen veränderlich ist. Die Fläche kann auch dann in ähnlicher Weise, wie beim Hannover „Vampyr“ auf der geradlinigen Rumpfoberseite gelagert werden. Dies ist z. B. beim Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ der Fall. Bei dem Dresden-Eindecker 1922 liegt die geteilte Tragfläche über dem Rumpf. Der bei gegenläufiger Verdrehung beider Flügelhälften entstehende Schlitz wird durch ein 0,2 m breites Mittelstück vermieden. Dieses ist als sperrholzbeplankter Rumpfaufbau mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet. Jeder Flügelteil wird durch zwei Streben abgestützt, welche sich treffend, an der Unterseite der Fläche gelenkartig geschlossen sind. Bei dem Eindecker S b 2 1922 von v. Lößl sind die beiden äußeren Flächenknotenpunkte nach den beiden

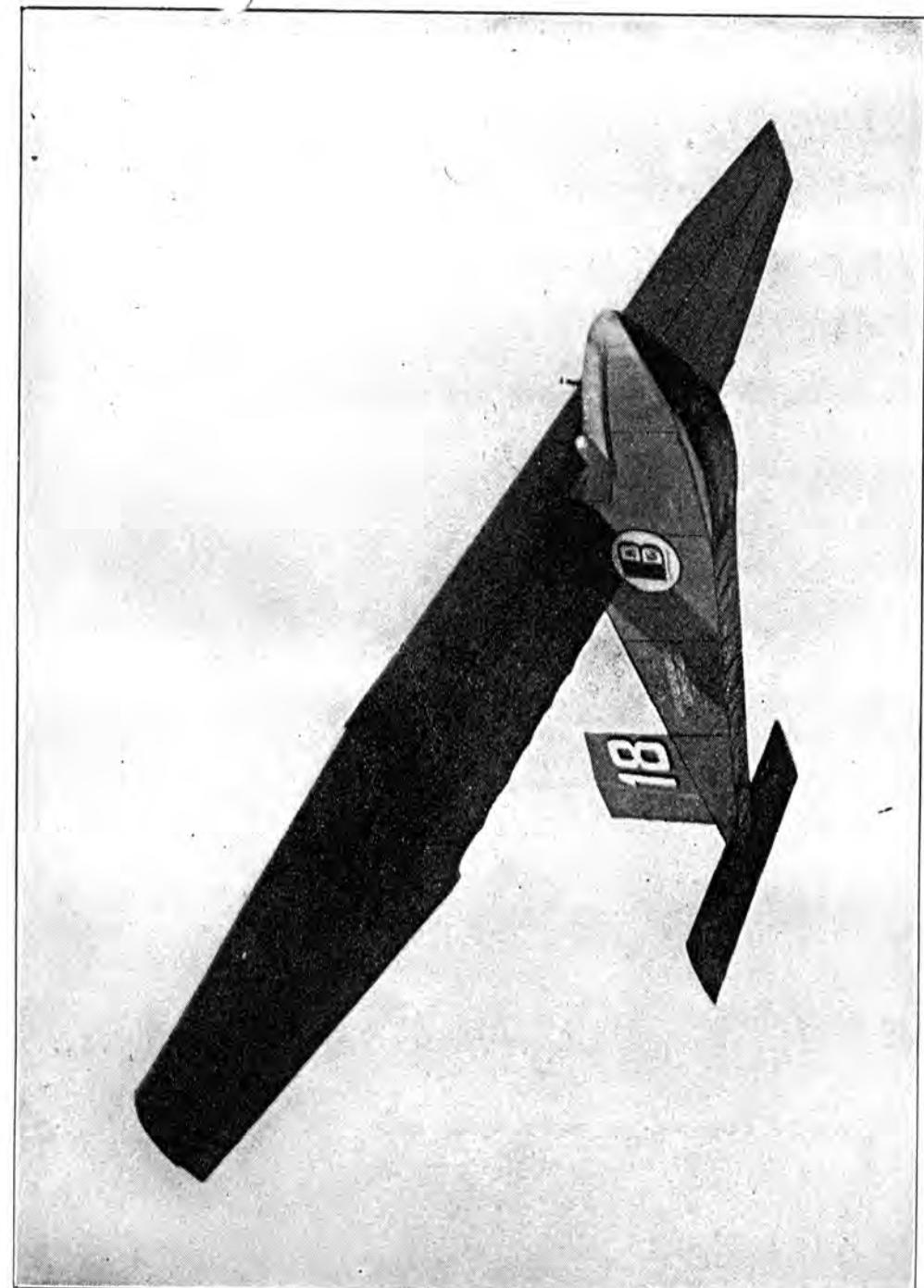


Fig. 26. Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ 1922. Freitragender, flügelgesteuerter Hochdecker mit verstellbarer Schwanzflosse. Sperrholzrumpf mit Doppelküpfen „Luftkissen“

Strebenfußpunkten verspannt. Bei dem Caspar-Eindecker 1922 von v. Lößl werden die Flügelaußenpunkte nur durch breite T-Stiele abgesteift. Außerdem ist der Flügel federnd aufgehängt. Beim München-Eindecker 1921 ist ein Tragbolzen vorhanden, an welchem die Flügel hängen und sich drehen. Die Fläche wird mittels Kabel nach Spanntürmen über und unter dem Flügel verspannt. Ein schmales Flächenmittelstück als Teil des Dreiecks, welches das eigentliche Rückgrat des statischen Aufbaues bildet, ist zwischen beiden Flügelhälften stehen geblieben. Bei dem München-Eindecker 1922 liegt der Flügel drehbar auf zwei V-Streben über dem Rumpf. Harth-Messerschmitt verwenden elastische einholmige Flügel. Jede Flügelhälfte ist an einem Punkt drehbar gelagert und außen ebenfalls mit Gelenk abgestützt. Der Drehpunkt liegt in dem einen Holm, so daß jede Flügelhälfte um diese Holmachse bewegt wird. Vom hinteren Fußpunkt der beiden die Flächen tragenden V-Strebenpaare ist zu beiden Seiten nach den Flügeln ein Fangstiel gezogen.

### 3. Die Steuerung.

Der Aufbau der Steuerflächen gleicht grundsätzlich dem der Tragflächen. Die Gestaltung des Leitwerks hat im Hinblick auf ausreichende Wirksamkeit und möglichst geringen Widerstand zu erfolgen. Als Grundform der Ruderflächen setzt sich das schmale Rechteck, dessen Längsseite senkrecht zur Flugrichtung liegt, immer mehr durch, welches sich bei Modellversuchen als aerodynamisch sehr wirksam zeigte. Die rechteckige Form ist baulich verhältnismäßig leicht ausführbar. Die Ecken werden meist etwas abgerundet. Zur Verminderung des Widerstandes ist es günstig, auf sanfte Übergänge vom Rumpf zum Leitwerk zu achten. Vielfach läßt man die Steuerflächen in ähnlicher Weise aus dem Rumpf hervorwachsen, wie dies oft bei Tragflächen geschieht. In jedem Falle sollte aber frei tragende Bauart der Steuerflächen durchgeführt werden.

Die zur Erhaltung des Längsgleichgewichtes und des seitlichen Gleichgewichtes sowie zur Änderung der Flugrichtung benötigten Steuerorgane sind für motorlose Flugzeuge im allgemeinen nicht wesentlich von den im Motorflugzeugbau üblichen unterschieden. Grundsätzlich besteht eine Verschiedenheit aber in ihren Abmessungen, da entsprechend der viel geringeren Fluggeschwindigkeit das motorlose Flugzeug mit verhältnismäßig größeren Steuerflächen ausgestattet werden muß als ein mit großer Geschwindigkeit fliegendes Motorflugzeug.

Durch zu kleine Steuerorgane wird geringe Steuerbarkeit hervorgerufen. An unzureichender Steuerbarkeit ist aber die Mehrzahl der motorlosen Flugzeuge gescheitert. Man muß sich unbedingt darüber klar sein, daß zum mindesten der statische Segelflug im aufsteigenden Luftstrom infolge der meist engen örtlichen Begrenzung nur mit einer gut steuerbaren Maschine möglich ist. Das Problem der Steuerbarkeit spielt jedenfalls im heutigen Segelflugzeugbau eine bedeutende Rolle. Man erkennt die Unterschätzung dieser Frage daran, daß die Mehrzahl aller zu den Veranstaltungen in der Rhön, in St. Andreasberg, in Rositten, in Clermont Ferrand und Itfort Hill am Start erschienenen Segelflugzeuge aus Mangel an Steuerbarkeit entweder bei ihrem ersten Auftreten ausscheiden oder bald die ursprünglichen Leitflächen wesentlich vergrößern mußten.

Als Organ zur Erhaltung des Längsgleichgewichtes dient in der Regel das am Rumpfende liegende Höhensteuer. Der Kopftyp besitzt eine solche Fläche vor der Haupttragfläche. Bei schwanzlosen Flugzeugen wird diese horizontale Steuerfläche meist an die Enden der pfeilförmig zurückgezogenen Flügel angelenkt. Ist der Anstellwinkel der Haupttragflächen veränderlich, so können besondere Höhensteuerflächen fortfallen.

Das Höhenruder wird vielfach durch eine beigeordnete Dämpfungsfläche unterstützt. Es ist wichtig nicht nur für das Gleichgewicht in der Längsrichtung, sondern für die Stabilität dieses Gleichgewichtes zu sorgen. Es muß dafür gesorgt sein, daß kleine Störungen, etwa durch Änderungen der Stärke und Richtung des Windes, nicht automatisch stark vergrößert werden, da sonst das Fliegen außerordentlich erschwert würde. Wird diese Stabilität allerdings zu stark, so wird das Flugzeug in Pendelbewegungen versetzt. Die Erreichung des Gleichgewichtes wird damit verzögert. Man bringt deshalb meist das Längsgleichgewicht der Indifferenz nahe. Das ist praktisch leicht möglich, da der Luftstrom eine verdrehende Kraft auf den Flügel ausübt, die im Sinne einer Verkleinerung des Anstellwinkels wirkend bestrebt ist, den Flügel vorn zu senken, hinten zu heben. Um dieser Kraft entgegenzuwirken, werden die oben genannten kleinen Hilfsflächen vor oder hinter der Tragfläche mit entsprechendem positiven oder negativen Anstellwinkel angebracht.

Als Beispiel für eine Kopfbauart kann die Klemperer-„Ente“ dienen. Bei dieser liegt etwa 4,3 m vor dem Hauptholm eine 3,9 m große Steuerfläche, welche in einem Punkte kugelig gelagert, gleichzeitig der Höhen- und Seitensteuerung

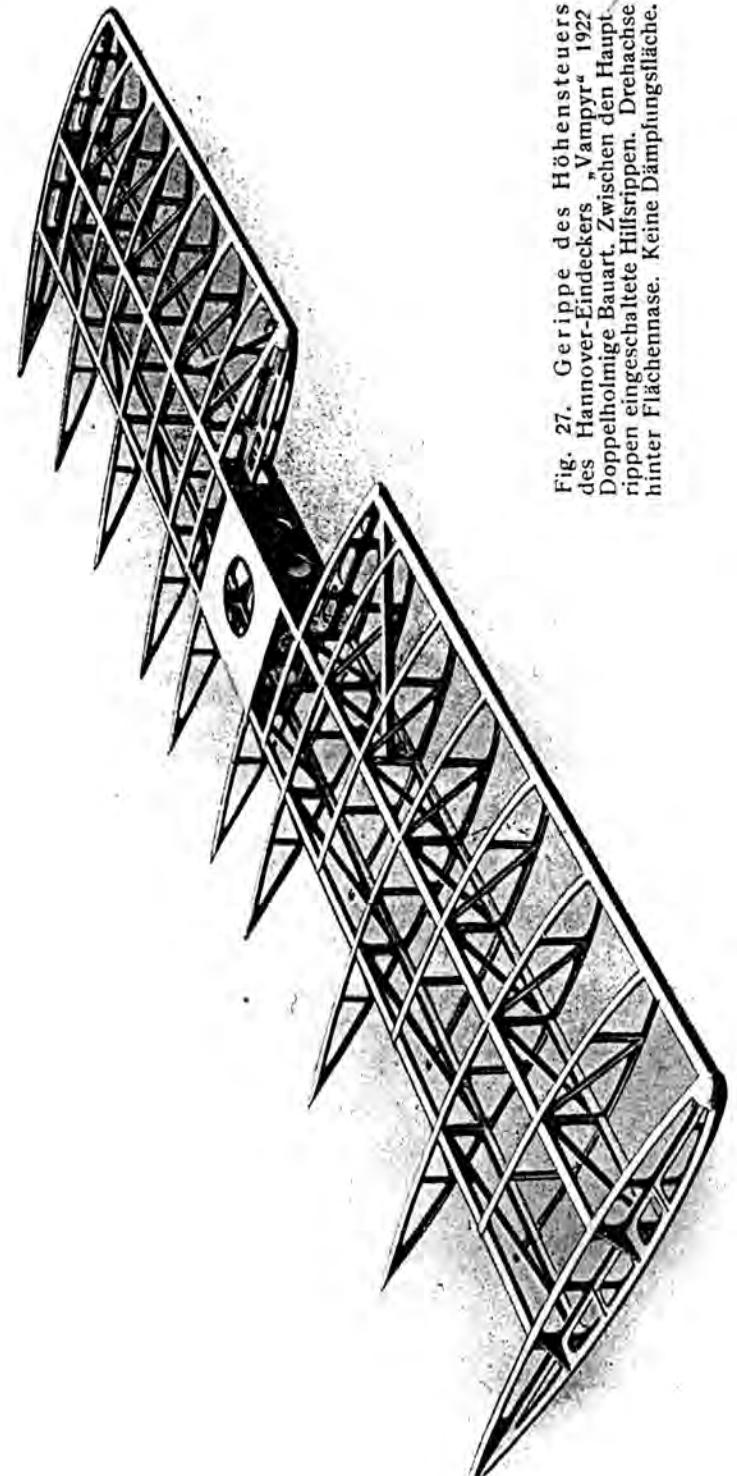


Fig. 27. Gerippe des Höhensteuers des Hannover-Eindeckers "Vampyr" 1922. Doppelholmige Bauart. Zwischen den Hauptrippen eingeschaltete Hilfsrippen. Drehachse hinter Flächennase. Keine Dämpfungsfläche.

dient. Erstere wird durch einen Knüppel, letztere durch einen Fußhebel bedient. Die seitliche Schwenkung der Steuerfläche wird durch kleine Verwindungsklappen, die an der Fläche angebracht sind, unterstützt.

Besitzen die Steuerflächen besondere Dämpfungsflächen, so werden die Ruder in der Regel hinter dem Hinterholm der feststehenden Fläche drehbar gelagert. Im Anschluß an eine horizontale Dämpfungsfläche kann das Höhenruder geteilt oder ungeteilt ausgeführt werden. Im ersten Falle erfolgt meist eine Teilung, um die Drehung des Seitensteuers zu ermöglichen, im zweiten Falle dagegen wird gewöhnlich das Seitensteuer über das Höhensteuer gelegt, entweder weit genug nach vorn verschoben oder derart geformt, daß der Ausschlag des Höhenruders nicht beeinträchtigt wird.

Bei Fortfall einer vorgelagerten Dämpfungsfläche wird das Höhenruder meistens ausgeglichen bzw. entlastet. Man legt dann die Drehachse nicht an den vorderen Rand des Ruders, sondern weiter zurück. Auf diese Weise erhält man Ausgleichslappen, welche allerdings nur geringe Wirkung haben, da sie mit ihrem kleinen Hebelarm keine ausreichenden Momente liefern können. Allgemein sind bei einem motorlosen Flugzeug aber die Kräfte so gering, daß von besonderen Steuerflossen, wie im Motorflugzeugbau verwendet, abgesehen werden kann. Statt dieser Zurückverlegung der Achse für die Drehung, durch die also einfach eine Veränderung des Anstellwinkels der Steuerfläche erzielt wird, werden verschiedentlich übergreifende Ruderteile vorgesehen mit etwa der gleichen Wirkung.

Aerodynamisch günstiger als klappenförmige Ausbildung der Steuerflächen ist elastische Bauart, bei welcher z. B. die Rippen aus Bambus ohne steife Sperrholzwand bestehen können (z. B. Zeise-Nesemann „Senator“).

Bekanntlich ist, besonders zur Erzielung dynamischer Segelleffekte, große Beweglichkeit des Segelflugzeuges in der Flugrichtung erwünscht. Ist das Flugzeug mit normaler Schwanzsteuerung ausgestattet, so vergeht eine bestimmte Zeitspanne, bis eine vom Führer gewollte Anstellwinkelveränderung der Tragfläche tatsächlich eintritt. Der Flügel wird sich in vielen Fällen bereits wieder in anderer Luftströmung befinden, als die etwa 4 bis 5 m entfernte Steuerfläche. Bedenkt man außerdem, daß der Führer, der gewöhnlich dicht vor der Tragfläche sitzt, zunächst eine ankommende Böe fühlen muß und daß die zur Ausnutzung dieser Windverstärkung notwendige

Veränderung des Anstellwinkels des Tragdecks erst durch entsprechende Betätigung des Steuerknüppels durch Ausschlag einer Steuerfläche, welche erst eine Drehung des ganzen Flugzeuges um seine Querachse hervorruft, erfolgt, so wird es verständlich, daß selbst bei sehr schnellen Steuermanövern des Führers von einer tatsächlichen Böenausnutzung mittels Schwanzsteuerung kaum die Rede sein kann. Der Kopftyp, bei welchem die Steuerfläche etwa 4 bis 5 m vor der Tragfläche liegt, erscheint in dieser Beziehung schon günstiger. Nahe liegend ist es aber, den Umweg über mehr oder weniger entfernt liegende Steuerorgane zu sparen und statt dessen die Anstellwinkelveränderung der Tragfläche unmittelbar vorzunehmen durch drehbare Lagerung des Flügels.

Es gibt hier verschiedene Möglichkeiten, je nachdem, ob nur eine gemeinsame, gleichsinnige Verdrehung beider Flügelhälften oder außerdem noch eine Verdrehung in entgegengesetztem Sinne erfolgen soll. Im ersten Falle kann die Fläche starr ausgeführt werden, wie beim Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“, bei welchem gegenläufige Verdrehung des Flügels ausgeschlossen ist. Hier dient die Veränderung des Anstellwinkels also lediglich der Höhensteuerung und damit der Erhaltung des Längsgleichgewichtes, nicht zugleich der Quersteuerung. Ihre Wirkung wird durch die Verstellbarkeit der Schwanzflosse wesentlich erhöht.

Soll auch das seitliche Gleichgewicht mit beeinflußt werden, so kann die Tragfläche in der Mitte geteilt werden. Eine solche Teilung bei starren Flügelhälften finden wir bei dem München-Eindecker 1921, bei welchem die um eine, auf etwa  $\frac{1}{3}$  der Flügeltiefe gelegte Achse, schwenkbare Tragfläche, gleichsinnig und im entgegengesetzten Sinne verdreht werden kann. Die erzielte Wirkung ähnelt der des Harth-Messerschmitt-Flügels, der in sich stark verwindbar ist. Infolge der bei der Verdrehung in sich sanfteren Übergänge ist diese letztere Bauart vom aerodynamischen Standpunkt aus günstiger, technisch allerdings weniger leicht ausführbar. Bei Harth-Messerschmitt ist die Flügelneigung derart differenziert, daß der Außenrand der Fläche mehr geneigt wird als der innere. Die Flügelneigung erfolgt bei S 13 zu  $\frac{1}{3}$  der Fläche parallel, während die übrigen  $\frac{2}{3}$  des Flügels verwindbar und differenziert neigbar sind. Diese Differentiation der Flügelneigung ist durch besondere Führung der Steuerseite erreicht.

Die Steuerung des Dresden-Eindeckers 1922, des v. Lößl S b 2 und S b 3 und des Gotha-Eindeckers 1922 ist ähnlich der

Steuerung des München-Eindeckers ausgeführt, sieht also eine starre Teilung mit schroffem Übergang vor. Bei v. Lößl und Deshayes ist die Fläche federnd gelagert, bzw. es sind Gummizüge eingeschaltet.

Der München-Eindecker 1922 sieht Trennung der Decks für Höhen- und Quersteuerung vor. Die Höhensteuerung erfolgt durch Veränderung des Anstellwinkels des Flächenmittelteiles, der freitragend, nur dicht am Rumpf abgestützt ist.

Auch bei den Flugzeugen von Allen und Peyret dienen die Flügelruder dem doppelten Zweck der Quer- und Höhensteuerung. Bei Allen erstrecken sich die Klappen fast über die ganze Spannweite des Flügels, ähnlich bei dem Schulz-Eindecker 1923, mit dem Unterschied, daß sie bei ersterem nach oben und unten, bei letzterem nur nach unten ausgeschlagen werden können. Schulz beabsichtigt also weniger eine der Veränderung des Anstellwinkels ähnliche Wirkung, wie Allen, sondern verstellbares Profil. Allen kann die Klappen in entgegengesetztem, aber auch in gleichem Sinne betätigen. Bei Peyret, dessen Eindecker zwei hintereinander liegende gleichgroße Tragflächen besitzt, ist ähnliche Steuerung vorgesehen. Die Wirkung der Klappen der vorderen Fläche wird hier durch Klappen am hinteren Tragdeck ergänzt. Im Gegensatz zu der mittelbaren Steuerwirkung bei normalem Schwanzleitwerk wird hier eine ähnlich der Flügelsteuerung unmittelbare, also raschere Ruderwirkung erzielt. Bei einem Höhensteuerausschlag werden die Klappen der hintereinander liegenden Flügel in entgegengesetztem Sinne ausgeschlagen. Bei gewöhnlicher Schwanzsteuerung wird beim Ziehen z. B. lediglich das Schwanzruder nach oben bewegt, der Schwanz damit nach unten gedrückt und der Rumpf dadurch die schräg nach aufwärts gerichtete Stellung gegeben. Bei Peyret wird diese Wirkung der Schwanzruder noch durch die nach unten gezogenen Vorderklappen verstärkt, das Flugzeug also vorn zugleich gehoben. Die Quersteuerung erfolgt durch gleichsinnigen Ausschlag der Ruder jeder Flügelseite. Wir erhalten bei dieser Bauart gleichsam eine große, in sich schmiegsame Fläche.

In gewisser Beziehung nicht unähnlich ist diese Steuerung der Steuerart, die bei dem schwanzlosen Typ von Wenk angewandt wird. Hier sind beide Flächen zu einem Flügel zusammengezogen worden, der allerdings technisch wesentlich schwieriger ausführbar ist. Der Weltensegler-Eindecker besitzt an einem mittleren tragenden Teil zwei äußere Teile, welche

mit gleichzeitiger Verringerung des Anstellwinkels nach rückwärts gezogen sind. Außer Höhen- und Quersteuerung wird bei dieser Bauart durch die Tragfläche bzw. ihre Ausleger auch noch die Seitensteuerung besorgt. Zur Erzielung der Höhensteuerung werden die Flächenenden gleichsinnig, zur Erzielung der Quer- und Seitensteuerung in entgegengesetztem Sinne bewegt. Bei dem Weltensegler-Eindecker 1921 sollten die Steuerzüge nur zum Niedergehen des Flugzeuges in Tätigkeit kommen, während zum Aufstieg eine Gegenfeder wirken sollte. Bei der Bauart 1922 soll eine Torsion des Flügelsystems durch den Ausschlag kleiner ausgeglichener Ruder an den Flächenenden bewirkt werden.

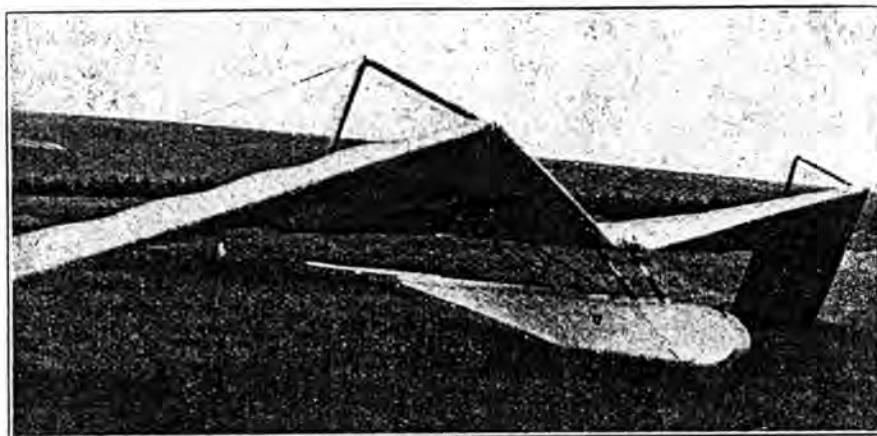


Fig. 28. Weltensegler-Eindecker 1921. Schwanzloser Hochdecker mit starker V- und Pfeilform.

Durch pfeilförmige Verdrehung der beiden Flügelhälften gegeneinander, wie dies bei der Wenkschen Bauart z. T. erfolgt, können die Tragflächen gezwungen werden, sich selbst in gewissen Grenzen im Gleichgewicht zu halten. Man gibt dann meist den vornliegenden inneren Teilen größere Anstellwinkel als den hinteren äußeren, so daß die Flügel spitze gleichsam an Stelle einer besonderen Kopfflosse tritt. Nach ähnlichen Grundsätzen waren bereits früher die Flugzeuge von Dunne und Wels-Etrich gebaut, neuerdings auch die Typen von der Akademischen Fliegergruppe der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg 1922 und in gewissem Sinne auch von Zeise-Nesemann, welche bekanntlich normale Taubenflügel verwenden.

Die Form des Zanoniassamens, ähnlich dem Taubenflügel,

wird aber in erster Linie zur Erhöhung der seitlichen Stabilität angewendet. Die starke Seitenlabilität der Flugzeuge kann durch negative Anstellwinkel der Flügel spitzen herabgesetzt werden, allerdings unter Verlust an Auftrieb. Ähnliche Wirkung kann durch V-Stellung der Flügel erreicht werden. Sehr starke V-Form kann die Verwendung irgend welcher Hilfssteuer unötig machen, bringt aber den großen Nachteil starker Empfindlichkeit gegen seitliche Böen mit sich.

Meist begnügt man sich mit geringerer seitlicher Stabilität und sieht dafür verstellbare Hilfsflächen an den Flügelenden vor. Am günstigsten ist auch hier wieder zur Erzielung sanfter Übergänge elastische Bauart des Flügels, also reine Flächenverwindung, welche allerdings baulich nicht so einfach ausgeführt werden kann, wie Klappensteuerung. Zeise-Nesemann verwendet zum Bau der leichtverwindbaren Flächenenden Bambusrippen ohne steife Sperrholzwand, welche im letzten Drittel nur einseitig bespannt werden.

Anders ist die Biegsamkeit bei Hannover-„Vampyr“ 1922 erreicht. Hier ist der größte Teil der äußeren Flügelenden verwindbar gehalten. Dies wird erreicht durch eine Rippenkonstruktion, bei welcher die Spierengurtenden aufeinander schleifen. Hier liegt ebenso, wie bei dem Eindecker der Akademischen Fliegergruppe Berlin 1923 das die Verdrehung hervorruende Organ innerhalb der Fläche. Bei dem letztgenannten Flugzeug wird das ganze Flügelende zum Zwecke der Quersteuerung um eine Querachse gedreht und von einem Stahlrohrholm getragen. Auf diesem ist nur die letzte Flügelrippe starr befestigt und wird bei einer Drehung des Rohres so geschwenkt, daß das Ende der Flügelvorderkante mit bewegt wird. Die übrigen Rippen schleifen lose auf dem Holm.

Werden zur Regelung der seitlichen Stabilität Klappen vorgesehen, so lenkt man diese in der Regel an einen Flügelholm an. Die sich zwischen Flügel und Klappe bildenden Spalten werden meist durch eine von vorn übergreifende Nase verschlossen, können aber auch, wie die Klempner-„Ente“ 1923 zeigt, als Lachmannschlitz ausgebildet werden. Ausgeglichene Querruder finden wir bei motorlosen Flugzeugen verhältnismäßig selten.

Besonders groß sind die Querruder bei dem Espenlaub-Eindecker 1922 gehalten. An den Flügelenden bildet die vorliegende Fläche eigentlich nur noch einen Stützholm zur Anlenkung. Noch etwas weiter ist bei den Eindeckern München 1922 und Schulz 1922 gegangen. Ersterer besitzt zwei beson-

dere seitliche Steuerdecks, ebenso wie letzterer, mit dem Unterschied, daß im ersten Falle die Bewegung zwangsläufig entgegengesetzt für jede Flächenhälfte erfolgt. Schulz dagegen verzichtet auf Kuppelung der Querruder, welche er zugleich zur Seitensteuerung heranzieht. Er vermeidet auf diese Weise bei Betätigung der Steuerung Momente, welche bremsend, das



Fig. 29. Schulz-Eindecker 1922. Leichter, verspannter Sitzgleiter.  
Billige Bauart. Klappensteuerung.

Flugzeug entgegen der beabsichtigten Richtung herumziehen. Die anfänglich von Schulz verwendeten Klappen haben die Form etwa dreieckiger ausgeglichener Ruder und sind nur seitlich an den Flügel angesetzt, werden aber später in der für normale Querruder üblichen Weise an das Ende des Flügelholmes angelenkt. Ihre Form nähert sich einem 5-Eck..

Auf die gleichzeitige Verwendung der drehbaren Lagerung der Tragfläche zu Zwecken der Höhensteuerung und Quersteuerung bei flügelgesteuerten Flugzeugen wurde vorhin hingewiesen, ebenso auf die Steuerarten von Allen und Peyret. Erwähnt sei noch die vielfach in England verwendete Differentialsteuerung von de Havilland, welche ähnliche Wirkung

erzielen soll, wie die Schulzschen Klappen. Die Querruder werden hier derart miteinander gekuppelt, daß der Winkelweg des hochgezogenen Ruders größer ist, als der des herabgezogenen. Die Wirkung soll etwa der eines Düsenschlitzes entsprechen, ist also besonders für den überzogenen Flug zugeschnitten.

Seitliche Richtungsänderungen im Fluge werden bei der überwiegenden Mehrheit motorloser Flugzeuge ebenso durch eine vertikale, bewegliche Fläche hervorgerufen wie bei den Motorflugzeugen. Die Seitensteuerung wird mit der Quersteuerung aber bei flügelgesteuerten Flugzeugen gern verbunden. Der München-Eindecker 1921 besaß anfangs Bremsklappen an den Enden der Tragflächen, ebenso wie auch das Harth-Messerschmitt-Flugzeug. Die Wirkung solcher Bremsklappen kommt aber offenbar nicht an die Wirkung eines gewöhnlichen Seitensteuers heran, weshalb die Bremsklappen in beiden angeführten Fällen wieder verlassen wurden.

Das Seitenruder wird meist entsprechend der Form des Höhensteuers zwischen den beiden Teilen des Höhenruders gelagert oder über demselben. Ist eine Kielflosse vorhanden, so legt man meist diese unmittelbar vor das Seitenruder, lenkt dieses also in Klappenform an die Kielflosse an. Wesentlich für die Steuerwirkung ist die Form des Seitenruders. Wie bereits bemerkt, ist ein Rechteck mit günstigem Seitenverhältnis besonders geeignet. Wird ein Ausgleich gegenüber dem Moment der am Ruder angreifenden Luftkräfte angestrebt, so läßt man meist ein Teil des Ruders übergreifen.

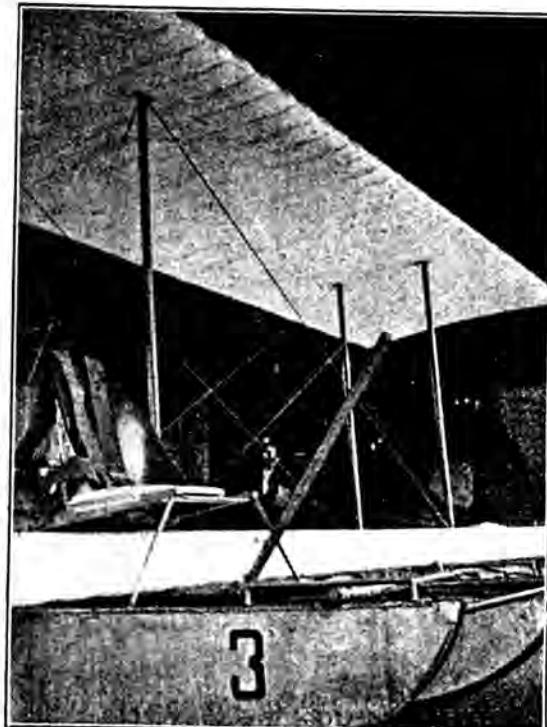
Seltener ordnet man Seitenruder und Kielflosse getrennt voneinander an. Nur vereinzelt finden wir etwa auf der Haupttragfläche liegende Vertikalfächen. Bei entsprechender Formgebung des geschlossenen Rumpfes braucht die Kursbeständigkeit des Flugzeuges nicht durch eine besondere Kielflosse erzielt zu werden. Läßt man z. B. den Rumpf in eine vertikale Schneide rückwärtig auslaufen, so können gerade Rumpfwände Kielflossen ersetzen. Bei derartiger Bauart ergibt sich allerdings bei Seitenwind leicht stärkere Abtrift als bei offenen Rümpfen ohne senkrechte Kielflossen. Eine Reihe von Konstrukteuren ist deshalb bestrebt, möglichst ohne Kielflosse oder sonstige senkrechte Flächen auszukommen und rundet auch die Rumpfflächen nach Möglichkeit ab. Vollkommener Fortfall einer schwenkbaren Vertikalfäche ist z. B. bei der Schulzschen Klappensteuerung möglich, ebenso, wie Flügelsteuerung ein besonderes weiteres Höhensteuer unnötig macht.

Entsprechend den Steuerflächen sind im Führersitz die nötigen Betätigungsgeräte angebracht. Am meisten verbreitet ist die gewöhnliche Steuerung, wie sie aus dem Motorflugzeugbau bekannt ist. Bei Knüppelsteuerung ist die Steuersäule in doppeltem Gelenk derart beweglich gelagert, daß Bewegung sowohl in Flugrichtung zur Betätigung des Höhensteuers, als auch in seitlicher Richtung zur Betätigung der Quersteuerung erfolgen kann. Bei der Handradsteuerung trägt die Steuersäule oben ein vertikal, quer zur Flugrichtung stehendes Handrad, das mit einer Seilführungs scheibe in Verbindung steht, über welche die von der Quersteuerung kommenden Steuerseile führen. Hier wird also lediglich die seitliche Schwenkb arkeit des Hebels durch Drehung des Handrades ersetzt.

Bei Knüppelsteuerung kann die Lagerung der Säule derart erfolgen, daß die Steuerwelle senkrecht zur Flugrichtung sitzt. Bei Betätigung des Höhensteuers wird dann die Welle gedreht. Liegt die Welle in Flugrichtung, so erfolgt Drehung der Steuerwelle nur bei Betätigung der Quersteuerung. Die Lagerung der Steuersäule kann derart erfolgen, daß die Steuersäule aufgeschlitzt über die Welle gestreift wird, oder derart, daß sie sich in einem entsprechenden Schlitz der Welle bewegt. Der Drehpunkt liegt dann meist in Höhe der Welle, verschiedentlich aber auch tiefer, wie z. B. bei dem Merriam-Eindecker. Der Aachen-Eindecker 1920 zeigt allseitig bewegliche

Fig. 30.  
Offener Führersitz im Fokker-Einsitzer 1922.  
Knüppelsteuer. Doppelkufenfahrgestell.

Bei Betätigung des Höhensteuers wird dann die Welle gedreht. Liegt die Welle in Flugrichtung, so erfolgt Drehung der Steuerwelle nur bei Betätigung der Quersteuerung. Die Lagerung der Steuersäule kann derart erfolgen, daß die Steuersäule aufgeschlitzt über die Welle gestreift wird, oder derart, daß sie sich in einem entsprechenden Schlitz der Welle bewegt. Der Drehpunkt liegt dann meist in Höhe der Welle, verschiedentlich aber auch tiefer, wie z. B. bei dem Merriam-Eindecker. Der Aachen-Eindecker 1920 zeigt allseitig bewegliche



Lagerung des Knüppels mit einer hohlen Stahlkugel in einem aus Aluminiumlegierung herausgearbeiteten Hohlkugelschalen ring. Dieses Gelenk ist an einem pyramidenartigen Sperrholzträger am Vorderholm befestigt.

Die zur Übertragung der Kräfte dienenden Organe können unmittelbar an der Steuersäule angreifen oder an besonderen Hebeln, welche auf die Steuerwelle aufgesetzt werden. Liegt die Welle senkrecht zur Flugrichtung, so läßt man meist an den Hilfshebeln die zur Bewegung des Höhenruders dienenden Organe angreifen, während die Kabel für die Querruder dann meist am unteren Ende der Steuersäule befestigt werden. Liegt dagegen die Steuerwelle parallel zur Flugrichtung, so werden die Betätigungsorgane umgekehrt angeschlossen. Verschiedentlich kann man auch die Organe oberhalb der Welle unmittelbar an der Steuersäule angreifen sehen. Es ist dann aber besonders, wie auch sonst immer darauf zu achten, daß die entsprechenden Übertragungsorgane nicht durch eine Bewegung des Führers im Fluge verletzt oder in der Bewegung behindert werden können.

Zur Betätigung der Ruder werden oft zug- und druckfeste Organe verwendet, welche natürlich mit wachsender Länge immer mehr der Knickgefahr ausgesetzt sind. So besitzt der Hannover-Eindecker „Vampyr“ z. B. eine Stoßstange zur Betätigung des Höhenruders. Auch für die Quersteuerung werden oft ähnliche Organe eingebaut. Am häufigsten findet man im Inneren des Flügels parallel zur Stirnleiste laufende Rohre, auf denen entweder unmittelbar die Querruder befestigt sind, oder welche Hebel tragen zur Betätigung dieser Ruder. Beim Eindecker Berlin-„Teufelchen“ ist dieses Rohr mit der letzten Flügelrippe starr verbunden. Die Verdrehung des Flügelendes erfolgt durch Schwenkung des Rohres im Flügel. Auch bei flügelgesteuerten Maschinen wird die Veränderung des Anstellwinkels der Tragfläche durch Stoßstangen vielfach erzielt. So führt beim Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ eine Stoßstange vom Steuerknüppel unter dem Führersitz entlang, eine zweite hinter dem Führer zum Tragdeck.

Bei der Verwendung von Zugorganen (Drähten oder Seilen) werden auf die Ruderachse meist doppelarme Hebel aufgesetzt, an welchen die Kabel angeschlossen werden. Solche Zugorgane müssen auf möglichst gerader Linie event. über Rollen mit hinreichend großem Durchmesser geführt werden zur Vermeidung von Klemmungen. Es ist wichtig auch auf genügend große Austrittsöffnungen aus dem Rumpf oder den

Flächen zu achten, da durch Verschleiß die Sicherheit bald gefährdet wird. Im Interesse der Herabsetzung aller schädlichen Widerstände wird man auch hier die Übertragungsorgane innerhalb des Rumpfes oder der Fläche führen. So werden sie auch vor fahrlässigen Beschädigungen geschützt, sind aber schwerer zu kontrollieren. Auf jeden Fall sollten Klappen zum mindesten die Steueranschlüsse leicht zugänglich machen.

Radsteuerung wird im allgemeinen für motorlose Flugzeuge nicht verwendet, da die Steuerräder zu viel Platz einnehmen.

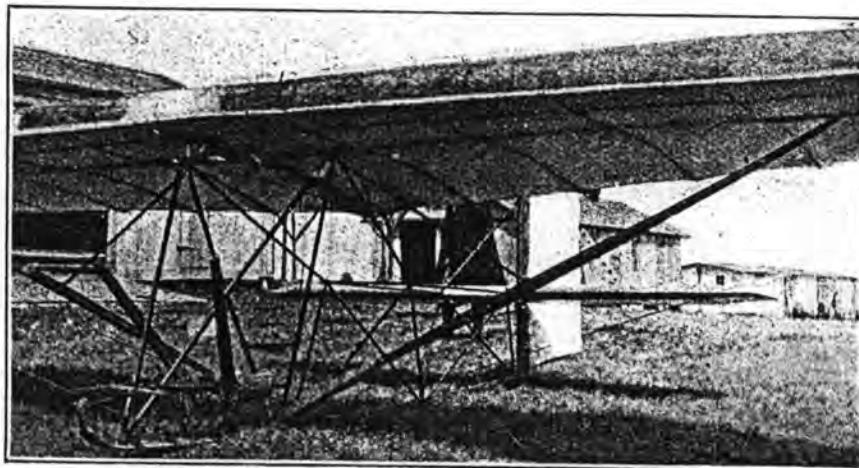


Fig. 31. Offener Führersitz in Harth-Messerschmitt-Eindecker S 10.  
2 Handhebel. 1 Fußhebel. Flügelsteuerung. Mittelkufe. Gitterrumpf.

Oft hilft man sich dadurch, daß man das ganze Rad durch kleine Radsegmente ersetzt. Fast allgemein hat sich die Einteilung durchgesetzt, nach welcher der Handhebel für Höhen- und Quersteuerung, ein Fußhebel für die Seitensteuerung benutzt werden. Eine Ausnahme hierin bilden z. B. Harth-Messerschmitt, welche zwei Handhebel einbauen. Bei gleichsinniger Bewegung in Flugrichtung erfolgt Höhensteuerung, sonst Quersteuerung. Neuerdings baut Messerschmitt nur noch einen Normalknüppel ein, welcher drehbar auf der Mittelkufe vor dem Führersitz liegt. Durch Schwinghebel aus Stahlblech werden Steuerseile für die Verwindung und Stoßstangen für die Höhensteuerung betätigt. Die Seitensteuerung erfolgt durch den üblichen Fußhebel.

Schulz verwendet in seinem Eindecker 1922 zwei in dem über dem Führersitz liegenden Tragdeck schwingende Hand-

hebel, durch welche die Flügelklappen für Quer- und Seitensteuerung unabhängig voneinander bewegt werden. Durch gleichmäßigen Zug beider Hebel vor oder zurück wird der Höhensteuerausschlag bewirkt. Im Ostpreußen-Eindecker 1923 hat Schulz zwei gekreuzte Handhebel angeordnet, welche sich im Rumpf um eine quer zur Flugrichtung liegende Welle schwingen lassen. Auch hier fehlt ein Fußhebel für das Seitensteuer.

Der Marion-Doppeldecker besitzt als Ersatz eines solchen Fußhebels ein kleines Rad am Knüppel, welches mit Hilfe einer Seilscheibe die Seitensteuerfläche bewegt. Beim Zeise-Nesemann-Eindecker „Senator“ 1923 sind Seitensteuer und Querruder in ähnlicher Weise miteinander gekuppelt, wie wir dies von den ältesten Wrightflugzeugen her kennen. Der Handasyde-Eindecker 1922 besitzt an der rechten Rumpfseite einen Hebel für das Höhenruder. Die Querruder sind durch ein vor dem Führer am Vorderholm der Tragfläche entlanglaufendes Seil miteinander gekuppelt. Die Steuerbetätigung erfolgt durch Hin- und Herziehen dieses Seiles. Diese Bauart hat sich ebensowenig bewährt, wie alle verschiedenen anderen, von der Normalsteuerung wesentlich abweichenden. Praktisch ist tatsächlich kein Grund vorhanden, eine andere, mehr sinnfällige Steuerungsart als die gewöhnliche Knüppelsteuerung einzuführen.

Der Peyret-Eindecker weist zur Erzielung der Ruderbetätigung ein am Knüppel angebrachtes Kegelraddifferential auf, in ähnlicher Weise, wie es im Kraftwagenbau verwendet wird. Die Steuersäule ist hier auf einer in Flugrichtung liegenden Welle befestigt, welche auf einer zweiten quer zur Flugrichtung liegenden Welle gedreht wird. Letztere ist geteilt und trägt zu beiden Seiten des Knüppels ein Kegelrad, in welches ein vorderes, etwa rechtwinklig liegendes drittes Kegelrad eingreift. Bei gradliniger Vor- und Zurückbewegung des Knüppels wird die quer zur Flugrichtung liegende Welle gleichmäßig verdreht, bei seitlicher Bewegung des Knüppels hingegen ungleichmäßig bzw. in entgegengesetztem Sinne.

Für Hängegleiter, steuerbar durch Verschiebung des Gewichtes des Fliegers, fallen naturgemäß sämtliche Steuerruder weg. Eine Ausnahme macht nur das Seitensteuer. Die zu seiner Betätigung nötigen Seile laufen meist bis zu der Stelle, an welcher beim Flug die Hände des Führers ruhen und werden dort mit einer Schlinge versehen, da der Bewegungs-

bereich der Hände im Fluge mit einem Hängegleiter stark begrenzt ist.

Es ist wichtig, beim Entwurf der Steuerung, besonders wenn es sich um ein flügelgesteuertes Flugzeug handelt, auf richtiges Hebelverhältnis zu achten, damit die im Steuerknüppel

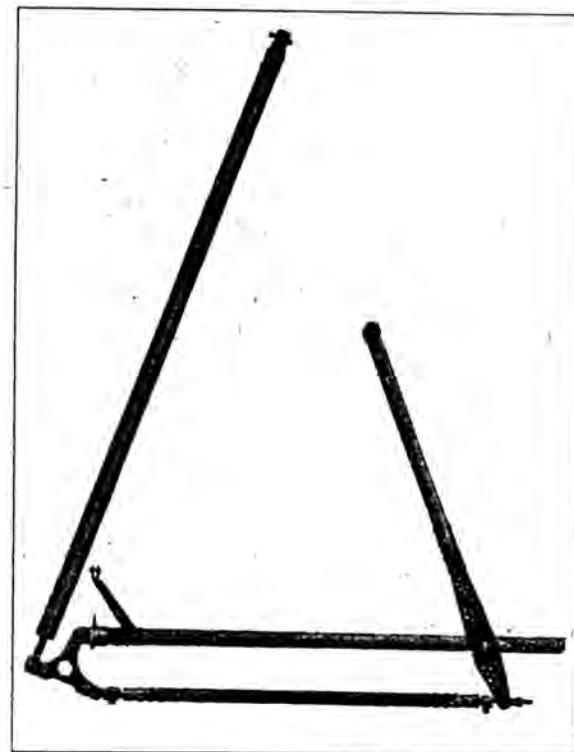


Fig. 32. Steuerknüppel mit Stoßstangen im Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“.

auftretenden Kräfte in keinem Falle zu groß werden können. Bei falschem Hebelverhältnis besteht gerade bei Flugzeugen mit drehbar gelagerter Tragfläche die Gefahr, daß bei starken Böenwirkungen die Kraft des Führers nicht mehr ausreicht, die Flügel zu halten. Messerschmitt sieht deshalb bei seinem Eindecker S 13 1923 eine, beispielsweise beim Drücken, also dem Auftreten größerer Momente, wachsende Untersetzung der Steuerung vor, so daß auch beim Drücken keine wesentliche Zunahme des Druckes im Hebel zu bemerken ist.

Auf die Steueranordnung im Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ sei hier noch einmal hingewiesen. Die Veränderung des

Anstellwinkels der Tragfläche wird hier durch einen Knüppel erzielt, während die rückwärtige horizontale Dämpfungsflösse durch einen kleinen, seitlichen Hebel betätigt wird, derart, daß die Flösse mechanisch feststellbar ist. Es handelt sich hier um einen Versuch, das Flugzeug für einen größeren Bereich der Windgeschwindigkeit verwendbar zu machen, der durchaus befriedigt hat.

Die Lagerung der Steuerflächen erfolgt meist ähnlich wie bei Motorflugzeugen etwa mit Lagerschellen und -bolzen, oft aber, entsprechend den geringeren Kräften mit Hilfe einfacherer Scharniere. Eine einfache Bauart zeigte der Doppeldecker des Flugtechnischen Vereins Darmstadt 1921, bei welchem die Hinter- bzw. Vorderkantleisten dreikantig bearbeitet, eine kleine Nut an der Spitze tragen, in der ein etwa 4 mm starkes Seil die ganze Vorderkante der Fläche entlang läuft. Durch Umschnürung ist dieses Seil abwechselnd an den beiden Leisten befestigt.

#### 4. Der Rumpf.

Der Rumpf dient zur Verbindung zwischen Schwanzflächen und Haupt-Tragflächen. In den meisten Fällen werden in ihm die Sitze mit der Steuerung untergebracht. Bei schwanzlosen Maschinen dient der Rumpf nur zur Aufnahme der Sitzanlage. Für alle Rümpfe, gleichgültig welcher Bauart das Flugzeug angehört, sollte die geringen Luftwiderstand erzeugende Tropfenform nach Möglichkeit für die Formgebung maßgebend sein. Aus diesem Grunde ist man im Motorflugzeugbau heute von der Gitterrumpfart fast ganz abgekommen. Wie dort wird auch im Segelflugzeugbau der Sperrholzrumpf immer mehr verwendet.

Bei dieser Ausführungsform wird der gesamte Körper durchweg aus Holz aufgebaut. Auch zur äußeren Verkleidung wird Sperrholz verwendet. Vielfach dienen die Sperrholzplatten dann selbst als tragendes Konstruktionselement. Meist werden vier Hauptholme verwendet und außerdem noch zwei an den senkrechten Wänden sitzende Zwischenholme und Zwischenstützen. Da die sonst von Spannträgern aufzunehmenden Kräfte der Holzverkleidung aufgenommen werden, kommt man hier meist ohne besondere Diagonalverspannung aus.

Bekanntlich bildet der Rumpf das Fundament des Flugzeuges, auf welchem das ganze System ruht. Die Spanten stellen die eigentlichen Träger in diesem Grundbau dar, haben also im wesentlichen alle auftretenden Kräfte aufzunehmen. Infolge der ungleichmäßigen Beanspruchung der einzelnen Spanten

kann ihr Querschnitt verschieden sein. Besonders schwere Belastungen haben die vorderen Spanten aufzunehmen, welche die Sitzanlage und die Flügel zu tragen haben. Sie sind deshalb besonders kräftig auszubilden. Dagegen wird der sich rückwärtig verjüngende Schwanzteil des Rumpfes weniger beansprucht. Er hat hauptsächlich sich selbst zu tragen und die Knickbeanspruchungen bei der Landung und der Steuerbetätigung

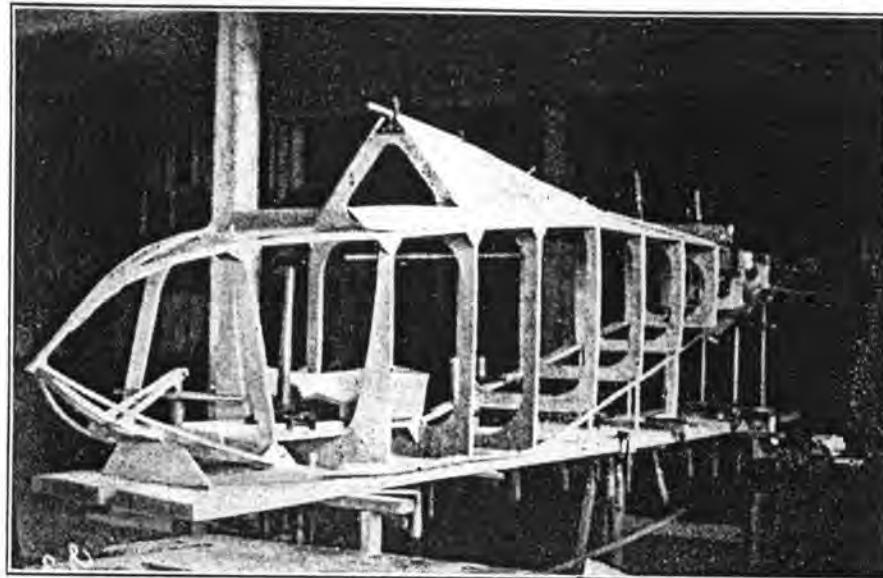


Fig. 33. Sperrholzrumpf auf der Helling. Darmstadt-Eindecker „Edith“. Dachförmiger Rumpfaufbau schon mit Sperrholz beplankt.

gung aufzunehmen. Da diesen Beanspruchungen mehr von den Holmen als von den Spanten entgegentreten wird, können letztere in diesem Rumpfteil schwächer bemessen werden.

An den besonderen Beanspruchungen ausgesetzten Rumpfteilen verwendet man massive Spanten, sonst „gebaute“ Spanten. Hilfsspanen können besonders leicht ausgeführt werden, da sie lediglich zur Wahrung der Rumpfform dienen, ohne zur Aufnahme größerer Kräfte bestimmt zu sein.

Massive Spanten werden aus mehreren Holzdichten zusammengeleimt, derart, daß bei je zwei aufeinanderfolgenden Dichten die Faserrichtungen des Holzes zueinander senkrecht stehen. So kann wesentliches Verziehen des Holzes vermieden werden. Gebaute Spanten werden nicht mehr in vollem Holz gehalten, sondern setzen sich aus einem Strebengerippe zu-

sammen, das auf beiden Seiten mit mehrfach verleimtem Furnierholz abgedeckt ist. Diese Konstruktion ist leichter, gleicht aber äußerlich der massiven Bauart.

Die Spanten sollen den Kräften Widerstand leisten, welche den Rumpf zusammendrücken wollen. Die Holme dagegen haben alle Kräfte aufzunehmen, welche die Längsachse des Rumpfes zu verbiegen drohen. Als Material für Holme kommt hauptsächlich Kiefernholz in Betracht. Teile, die besonders widerstandsfähig sein müssen, können aus Esche hergestellt werden. Sorgfalt ist den Verbindungsstellen zwischen Esche und Kiefer zuzuwenden, damit eine verlässlich durchgehende Tragkonstruktion entsteht. Man stellt diese Verbindung, wie fast alle Holzverbindungen im Flugzeugbau, durch Schäften her. Jedes der beiden zu vereinigenden Holzenden wird keilförmig zugespitzt, die schrägen Keilflächen werden aufeinander gelegt, kräftig verleimt und mit Leinwand umwickelt. Die Leimstelle muß hier im Verhältnis von wenigstens 1:12 gehalten werden, sie muß also mindestens 12 mal so lang sein, als das zu leimende Holz stark ist. Solche Schaftverbindungen sind außerordentlich dauerhaft. Erfahrungsgemäß brechen die Holme eher im Holz als an solchen Leimstellen.

Es ist zweckmäßig, Holme und alle anderen Holzteile in der Nähe der Sitzanlage mit Leinenband zu umwickeln. Man gibt damit dem Holz größere Festigkeit und verhütet bei Bruchlandungen Zersplittern des Holzes (Verletzungen der Insassen!). Für Spanten und Streben kommt Lindenholz in Betracht. An allen Stoß- und Kreuzungsstellen der Spanten und Streben mit den Holmen können erstere mit Sperrholz verstiftet werden.

Am Rumpfende münden die Holme in ein Endstück, welches meist aus Lindenholz hergestellt wird. Je nachdem, ob man den Rumpf in eine horizontale oder vertikale Schneide enden läßt, kann das Abschlußholz gleichzeitig zur Aufnahme des Seiten- oder Höhenruders dienen. Bei senkrechter Schneide kann ein nach oben gehender Steg zur Befestigung einer Kielflosse aufgesetzt werden. Eine entsprechende Verlängerung nach unten kann als Stütze für den Schwanzsporn ausgebildet werden. Vielfach finden wir Sperrholzbeplankung der Kielflosse, statt Stoffbespannung derselben, besonders, wenn Wert auf gutes Herauswachsen der Flächen aus dem Rumpf gelegt wird.

Zum Aufbau der Sperrholzrumpfe werden Hellinge verwendet, die hier einfach aus einem schmalen hölzernen Tisch bestehen könnten, der einen formenden Kiel trägt. Letzterer schreibt die Unterlinie des Rumpfes vor. Man unterscheidet

hängen in den als Strebenschuhe ausgebildeten Beschlägen. Es ist empfehlenswert, solche Schuhe zu verwenden, die keine Durchbohrung und damit Schwächung der Längsholme benötigen.

Das hintere Abschlußstück des Rumpfes kann durch Sperrholzbeplankung versteift werden. Es dient als Stützpunkt für die Schwanzflächen. Für den Rumpfholm verwendet man Fichte, Esche oder auch Spruce. Die Festigkeit kann durch Leinwandumwickelung erhöht werden.

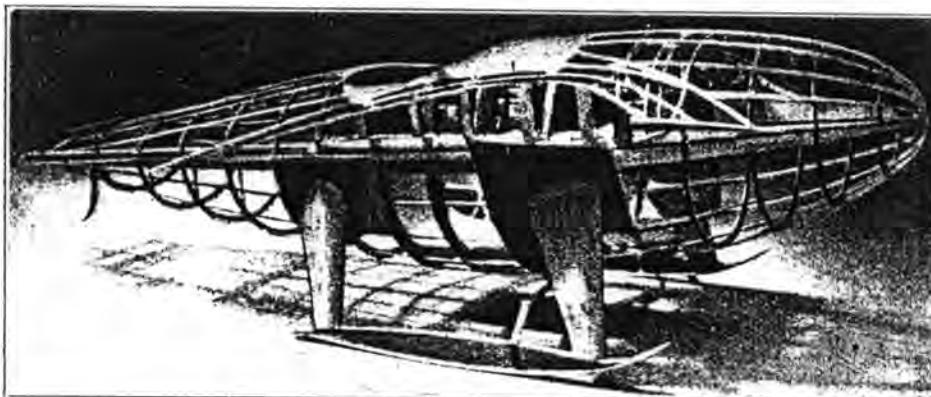


Fig. 34. Rumpfgerüst vor Aufbringung der Stoffbespannung.  
Zeise-Eindecker 1921. Doppelkufenfahrgestell.

Zur Herabsetzung des Luftwiderstandes wird der Rumpf möglichst allseitig mit Stoff bespannt. Um straffes Aufliegen des Stoffes zu erzielen, imprägniert man diesen mit Lösungen von Cellon, welche die Eigenschaft besitzen, die Gewebefasern durch Aufquellen zu verkürzen und dadurch zu straffen.

Es ist verhältnismäßig schwierig, bei dieser an und für sich einfachen Rumpfbauart den Rumpfwandungen stärkere Wölbungen zur Erzielung einer Stromlinienform zu geben. Vielfach verwendet man deshalb zur Umschalung des Rumpfvorderteils Aluminiumblech oder Sperrholz. Leichte Wölbung der Seitenwände ist durch entsprechend geformte Hilfsleisten zu erreichen.

Bei der verspannten Gitterbauart steht dem Vorteil großer Leichtigkeit der Nachteil entgegen, daß die Stoffbespannung des Rumpfes diesem keine ausreichende Versteifung geben kann, so daß der Rumpf schon in sich genügend steif gebaut werden muß. Da Holz z. B. gegen Feuchtigkeit sehr empfind-

lich ist und unter dem wechselnden Einfluß der Witterung dazu neigt sich zu verziehen, müssen die in die Querfelder des Rumpfes eingezogenen Drähte so verspannt sein, daß sie das Bootsgerippe dauernd gegen Torsion sichern können. Dies erfordert sorgfältige Aufbringung der Beschläge, in denen die Verspannungsdrähte verankert werden. Vor dem Bespannen mit Stoff muß das Rumpfgerippe genau ausgerichtet werden. Das Nachspannen erfolgt bei horizontalgestelltem Rumpf. Gegenüberliegende Felder werden immer gleichzeitig verspannt. Da hierbei den Drähten eine gewisse Vorspannung gegeben werden muß, das Drahtmaterial aber nach längerem Gebrauch durch Ermüdungserscheinungen an Spannung verliert, sind mit der Zeit Formveränderungen des Rumpfes und damit erneute Nachspannungen der Felder unvermeidbar. Auch besitzt die gleichzeitige Verwendung von Holz und Stahl zu voneinander abhängigen Bauteilen den Nachteil, daß man den Witterungseinflüssen und Kräftebeanspruchungen zwei Baumaterialien entgegenstellt, die sich hierin ungleichartig verhalten.

Für leichtere Flugzeuge können Rümpfe in einfacherster Weise als Kastenholme ausgeführt werden. So besitzt der v. Lößl-Eindecker S b 3 1922 und der Schulz-Eindecker 1923 einen als Sperrholzkastenträger ausgebildeten Rumpf, welcher allerdings lediglich als Verbindung von Schwanz und Tragfläche, nicht zur Aufnahme der Sitzanlage dient. v. Lößl legt vielmehr den Führersitz auf den Rumpfträger, während ihn Schulz unter die Tragfläche legt. Beide wenden zur Erleichterung des Luftabflusses Verkleidungen an. Schulz formt dieselbe bootsähnlich, v. Lößl profilförmig. Letzterer bildet das Bootsgerippe aus 5 mm Eisendrähten, während Schulz das Bootsgerippe in Holz aufbaut. Die v. Lößlsche Bauart ist leicht herstellbar, splittersicher und wird bei Bruchlandungen höchstens verbogen. Weltensegler „Roland“ besitzt zwei Kastenholmrümpfe.

Bei leichten Sitzgleitern sieht man meist von einer besonderen Verkleidung des Führersitzes ab. Das hat besonders dann seine Berechtigung, wenn das Flugzeug zu Schulflügen verwendet werden soll. Dann haben aerodynamische Fragen hinter der Forderung leichten Aufbaues und schnellster Ausbesserungsmöglichkeit zurückzutreten. Deshalb legt Schulz bei seinem Eindecker 1922 den Sitz frei über die Unterkufe, ähnlich wie bei den Gitterschwanz-Eindeckern von Harth-Messerschmitt und München, bzw. v. Lößl. Beim München-Eindecker 1922

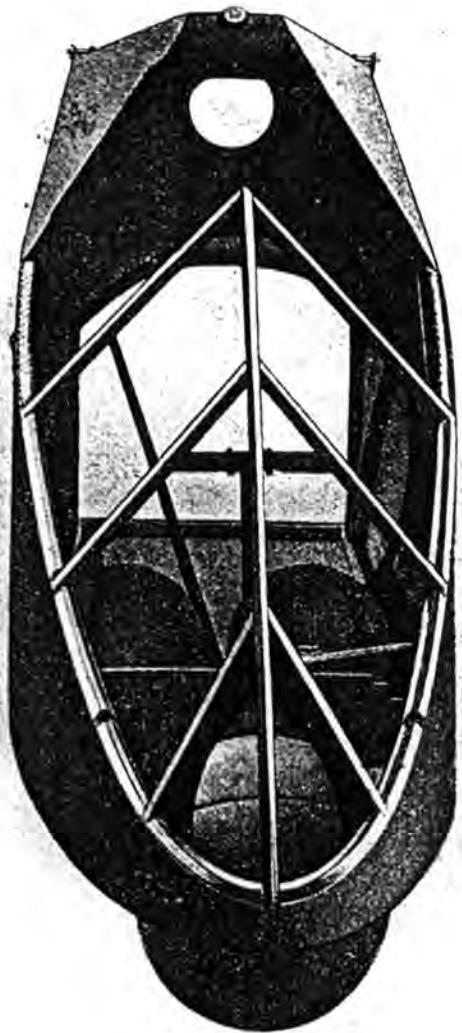


Fig. 35. Rumpf-Gerüst des Hannover-Eindeckers „Vampyr“ von vorn gesehen. Zum Teil bereits Sperrholzbeplankung. Drehbare Lagerung der Rollbälle in der Rumpfspitze.

ist ein kleiner Luftabfluß aus Sperrholz hinter dem Rücken des Führers vorgesehen. Der Sitz selbst liegt unmittelbar auf der Mittelkufe wenige Zentimeter über dem Erdboden, so daß der Führer bei der Landung leicht schon durch verhältnismäßig niedrige Hindernisse verletzt wird.

Für reine Segelflugzeuge wird man natürlich bestrebt sein, den Führersitz und event. auch den Gastsitz möglichst gut zu verkleiden und wenn möglich in Rumpf und Flächen mit einzubeziehen. Hier darf aber, wie die Erfahrung zeigt, wenigstens zunächst, nicht so weit gegangen werden wie im Motorflugbau, da es beim Segelflugzeug ganz besonders auf gute Sicht ankommt. Es hat sich z. B. im Betrieb mit dem Hannover-Eindecker „Greif“ und der Darmstadt-„Edith“ gezeigt, daß es zweckmäßig ist, den Kopf des Führers im freien Luftstrom zu belassen. Bei ersterem befindet sich der Kopf in einer Aussparung des Nasenholmes der Tragfläche. Die Verkleidung der Rumpfsitze ist derart geformt, daß der Luftstrom über den Kopf des Führers hinweggelenkt wird. Bei dem Eindecker von Peyret sitzt der Führer hinter der vorderen Tragfläche im Rumpf. Derselbe besitzt fünfeckigen Querschnitt. Der obere Rumpfholm ist über dem Kopf des Führers durchgeführt. Vor und hinter dem Sitz liegen dreieckige Rumpfaufbauten, so daß der Ausblick unmittelbar nach vorn beschränkt ist. Das ist natürlich sehr wenig günstig, wird allerdings dadurch etwas gebessert, daß Peyret die Flächen dieses Aufsatzes nach innen eindrückt.

Der durchgeführte obere Rumpfholm erhöht natürlich die allgemeine Festigkeit und bildet außerdem einen Schutz für den Führer bei einem etwaigen Überschlag. Es muß dann aber für genügende Abpolsterungen aller der Stellen gesorgt werden, mit denen der Kopf des Führers bei einem Bruch am leichtesten zusammentreffen kann. So sind besonders in Nähe des Kopfes hervorstehende Schrauben usw. zu verkleiden. Auch auf genügende Auspolsterung der Rückenlehne sollte geachtet werden. Ebenso dürfen Polsterwulste um den Karosserieausschnitt am Sitz nicht fehlen. Vor allem aber sollte auf genügende Geräumigkeit der Sitzanlage geachtet werden. Wiederholt konnte man Flugzeuge bemerken, in denen der Führer die Steuerung nur unter Gliederverrenkungen erreichen konnte. Vielfach ist die vom Führer einzunehmende Körperstellung derart unbequem, daß ein längerer Flug so gut wie ausgeschlossen ist. Es ist hier besonders an eine Bauart gedacht, bei welcher der Führer seine Beine zwischen zwei Schrägstreben hindurchstecken mußte. Die Bewegung seiner Arme war durch Streben ebenfalls gehemmt und der Kopf lag in einem zu weit vorn angebrachten Ausschnitt der Flügelnase, der nicht einmal abgepolstert war, so daß der Führer kaum aufrecht sitzen konnte. Es ist einleuchtend, daß solch falscher Ausbau des Führer-

sitzes schon bei leichter Bruchlandung schwere Verletzungen des Führers verursachen kann. Aus diesem Grunde sollten vor allem auch die in Nähe des Kopfes vorbeilaufenden Streben und Stiele, die vielfach profiliert sind, abgepolstert werden.

Die Sitze selbst sind bei motorlosen Flugzeugen meist nicht federnd gelagert, vielfach nicht einmal abgepolstert. Dies erscheint auch nicht unbedingt nötig. Beim Einbau des Sitzes sollte aber auf genügende Befestigung Rücksicht genommen werden. Zur Verschiebung des Schwerpunktes werden vielfach Rollsitze verwendet, für deren leichte und unbedingt sichere Feststellbarkeit zu sorgen ist. Eine ungewollte Verschiebung des Sitzes im Fluge kann zu durch Steuerausschläge nicht ausgleichbaren Verschiebungen des Schwerpunktes führen. Auch die Möglichkeit, den Anschnallgurt leicht befestigen zu können, darf nicht vergessen werden. Um einen festen Sitz des Führers zu ermöglichen, sind besonders bei offenen Sitzgleitern, das gilt also auch für Sitz-Doppeldecker, bei denen meist der Sitz auf einem Schlitten gelagert wird, Fußrasten anzubringen, zumal wenn, wie bei dem Schulz-Eindecker, die Füße nicht auf einem Fußhebel ruhen.

Ein Rumpf mit rechteckigem Querschnitt stellt die einfachste Bauform dar. Zur Herabsetzung des Stirnwiderstandes ist man aber bestrebt, alle scharfen Kanten zu vermeiden. Für reine Segelflugzeuge kommen nur geschlossene Rümpfe in Betracht, deren Form mehr oder weniger der eines fallenden Tropfens nachgebildet ist, dessen größter Durchmesser etwa  $\frac{1}{5}$  bis  $\frac{1}{6}$  der Länge beträgt. Zweckmäßig beträgt die Länge des vorderen Teiles bis zum größten Durchmesser etwa  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{5}$  der Gesamtlänge. — Sperrholzrümpfe sind schwerer zu berechnen als Gitterrümpfe, so daß ihre Herstellung zum großen Teil auf Erfahrung beruht. Diese läßt allerdings die sparsamste Ausgestaltung kaum zu. Besonders schwierig ist die Herstellung von zweifach starkgekrümmten Flächen. Ein Vorteil der eckigen, rückwärtig in eine senkrechte Schneide auslaufenden Rümpfe besteht darin, daß durch die Flächenwirkung derselben eine besondere vertikale Kielflosse entbehrt werden kann.

Offene Rümpfe bieten dem Seitenwind weniger Widerstand. Sie sind für Schulflugzeuge vor allen Dingen deshalb empfehlenswert, weil sie leichtes Auffinden etwaiger Bruchschäden und schnelle Ausbesserung ermöglichen. Bei geschlossenen Rümpfen ist es oft nicht leicht, die genaue Lage der Beschädigungen im Innern festzustellen.

Im allgemeinen baut man bei teilbaren Flügeln, vielfach aber auch bei durchlaufenden Tragflächen geringerer Spannweite, unteilbare Rümpfe. Eine sehr übersichtliche Konstruktion eines geteilten Rumpfes finden wir beim Aachen-Eindecker 1920, bei

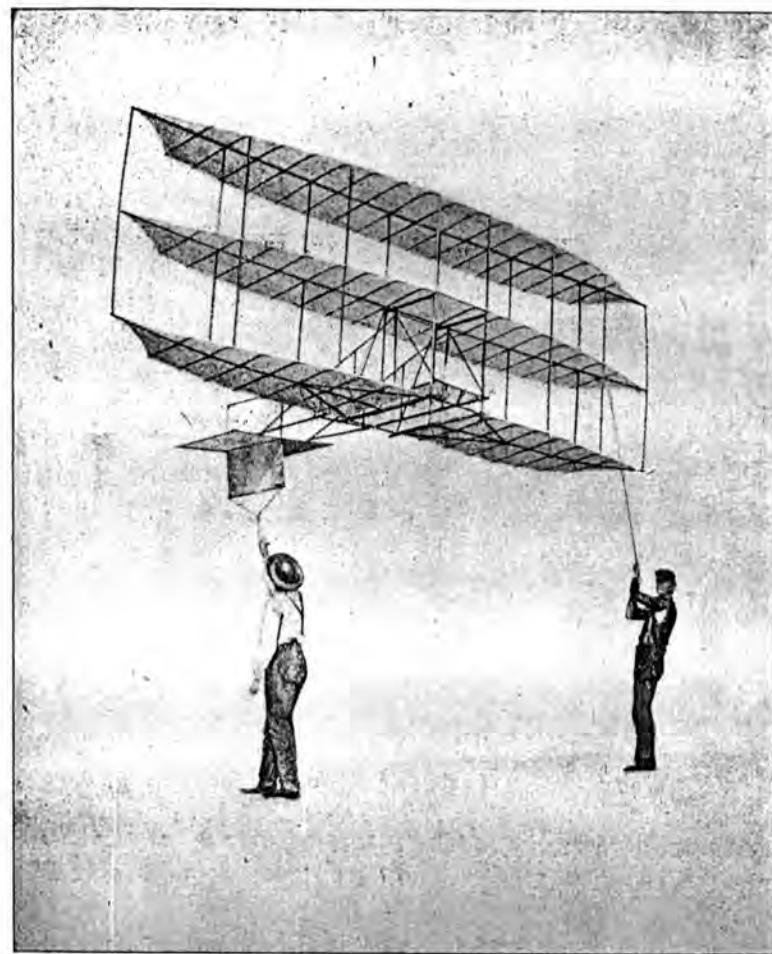


Fig. 36. Chanute-Dreidecker 1902. Offener, verspannter Gitterrumpf.  
Aus Moedebecks Taschenbuch, 4. Aufl.

welchem Rumpfvorderteil und Flügel der größeren Festigkeit und des geringeren Gewichtes wegen ungeteilt durchgeführt wurden. Hier endigt der Rumpfvorderteil in einem Sperrholztrennspant. Die Verbindung der beiden Rumpfhälften erfolgt durch Schellen. — Bei geteilten Rümpfen müssen naturgemäß auch die Steuerzüge trennbar sein. Die Steuerseile werden bei

der obenerwähnten Maschine trennbar an Karabinerhaken befestigt. An den Steuerschwingen können sie durch sicherheitsnadelartige stählerne Zapfen gelöst werden.

Wird der Rumpf gleichzeitig für Wasserflugzeuge als Schwimmkörper benutzt, so ist für gute Abdichtung zu sorgen. Aus diesem Grund eignen sich Sperrholzrümpfe zu diesem Zwecke besser als gewöhnliche Gitterrümpfe. Das L. F. G.-



Fig. 37. Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ nach dem Start.

Flugboot besitzt an der Unterseite verstärkte Sperrholzwände, die zur Abdichtung mit Leinewand beklebt und gestrichen sind. Das Peijean-Flugboot dagegen weist nur stoffbespannte Wände auf und ist dementsprechend für stärkeren Wellengang nicht geeignet. Zur Abdichtung ist hier die Stoffbespannung imprägniert. Auf diese Fragen sowie die Formgebung der Boote usw. ist an anderer Stelle näher eingegangen.

Wichtig für die Ausbildung des Führersitzes bei motorlosen Wasserflugzeugen ist ein genügend bemessener Rumpfausschnitt. Schon für Landflugzeuge ist es nicht günstig, die Rumpföffnung, wie man dies zuweilen findet, so eng zu bemessen, daß der Körper nur mit Mühe hindurchgezwängt werden kann. Bei Wasserflugzeugen muß es dem Führer im

Falle des Kenterns leicht möglich sein, seinen Sitz zu verlassen. Sind Verkleidungen vorhanden, so müssen diese leicht abnehmbar sein. Solche Verkleidungen aus Sperrholz finden wir z. B. bei dem Darmstadt-Eindecker „Edith“, aus Stoff bei Hannover „Vampyr“. Leicht herausstoßbare Verschalungen sind schon deshalb für Wasserflugzeuge empfehlenswert, weil beim Schwimmen auf dem Wasser bei Seegang leicht Wasser in das Innere des verhältnismäßig niedrigen Bootes schlägt.

### 5. Das Landungsgestell.

Bei Start und Landung reicht infolge der geringen Geschwindigkeit der Auftrieb, den die Tragflächen erleiden, zum Tragen des Flugzeuges nicht aus. Ein Teil des Flugzeuggewichtes muß deshalb durch die Erdoberfläche aufgenommen werden. Dieser Stützung des Flugzeuges dient das Fahrwerk. Allgemein ist zu sagen, daß infolge der verhältnismäßig geringen Geschwindigkeit der heutigen motorlosen Flugzeuge die Fahrgestellausbildung nicht derart schwierig ist, wie im Motorflugzeugbau, bei welchem Landegeschwindigkeiten von 180 km/Std. praktisch vorkommen.

Bekanntlich kann eine ruhende Masse gegenüber der Eranziehung durch drei druckfeste Organe statisch abgenutzt werden. Diese drei Stützpunkte können auch zur dynamisch sicheren Abstützung gegen die Beschleunigungskräfte beim Start und gegen die Verzögerungskräfte bei der Landung genügen bei zweckmäßiger Lage zum Schwerpunkt und zueinander. Je nachdem, ob das Flugzeug auf festem Erdboden, der Schneedecke oder der Wasserfläche starten oder niedergehen soll, werden diese drei Stützpunkte in Form von Rädern, Kufen oder Schwimmkörpern ausgeführt. Im Motorflugzeugbau ist es üblich, den größten Teil der Last durch zwei zu beiden Seiten der Symmetrieebene liegende Punkte aufzunehmen zu lassen. Der dritte Punkt wird meist nur als Hilfsstütze betrachtet und in der Symmetrieebene angeordnet. Die Bauart mit hintenliegendem Hilfsstützpunkt wird heute meist bevorzugt. Seine Formgebung erfolgt mit Rücksicht auf den Auslauf möglichst so, daß der Bodenwiderstand für die Bremsung nutzbar gemacht wird. Beim Start wird der hintere Stützpunkt durch das Höhenleitwerk entlastet. Bei vornliegendem Stützpunkt ist hohe Sicherheit gegen Kippgefahr erreichbar. Im Gegensatz zu der vorigen Bauart wird der Auflagedruck hier beim Auslauf in jedem Falle erhöht, also die Bremswirkung

unterstützt. Die Sicherheit gegen Überschlag gibt auch neuerdings wieder Veranlassung im Segelflugzeugbau, die bis in die ersten Anfänge der Fliegerei zurückgehenden Versuche mit dem Kopftyp, den „Enten“ weiter fortzusetzen.

Den geringeren Start- und Landegeschwindigkeiten entsprechend und im Hinblick auf das wesentlich geringere Gewicht des heutigen motorlosen Flugzeuges wird im allgemeinen das Fahrwerk leichter als im Motorflugzeugbau üblich ausgebildet. Als allgemeine Anforderung an das Fahrwerk können hinreichende Festigkeit bei geringem Gewicht, leichte Ausbesserungsmöglichkeit, also einfachste Konstruktion, und möglichst geringer Luftwiderstand genannt werden.

Für Start und Landung auf festem Erdboden werden im Motorflugzeugbau meist Räder verwendet. Im Segelflugzeugbau ist man vielfach zu der leicht ausführbaren und aerodynamisch günstigen Kufe zurückgekehrt, die in den ersten Jahren des Motorflugzeugbaues eine größere Rolle spielte. Diese Rückkehr wurde begünstigt durch die verhältnismäßig geringe Anlaufgeschwindigkeit, die zum Start eines motorlosen Flugzeuges benötigt wird.

Die Form der Kufe hängt eng mit der Wahl der Startart zusammen. Ihre Abmessung muß derart sein, daß ein bestimmter Auflagedruck nicht überschritten wird. Der spezifische Flächendruck kann für Holz ohne Metallbeschlag mit 0,1 bis 0,2 kg/qm angenommen werden. Es ist wesentlich, daß es nicht allein auf die Länge der Kufe ankommt, sondern auch auf die Breite. In der Praxis konnte oft die Erfahrung gemacht werden, daß Flugzeuge mit höherer Flächenbelastung aber breiterer Kufe etwa von sandigem Boden leichter freikamen, als solche mit relativ geringerer Flächenbelastung, aber zu schmaler Kufe.

Gerade Kufen sind meist nur bei flügelgesteuerten Segelflugzeugen zu verwenden. Besitzen die Flügel keinen veränderlichen Anstellwinkel, so spielt die Beweglichkeit des ganzen Flugzeuges auf der Erde in der Flugrichtung eine große Rolle. Hier liegt der wesentlichsste Teil der Kufe hinter dem Schwerpunkt, wenn in der Ruhelage der Anstellwinkel der Flügel 0 Grad ist. Der Wirkung des Höhenruders stellt sich sonst beim Start ein hinderndes Moment entgegen. Ist die Kufe verhältnismäßig lang und greift das Gewicht des Flugzeuges etwa in der Mitte der Kufe an, so wird eine Änderung des Anstellwinkels bei starr mit dem Rumpf verbundener Fläche schwer möglich sein. Selbst wenn der dynamische Druck des

Höhenruders ausreichen würde, das Flugzeug unter Überwindung des hindernden Momentes um die hintere Kante der Kufe zu kippen, so ist mit einem Freikommen des Flugzeuges doch nicht zu rechnen. Die Bodenreibung wächst in diesem Augenblick stark, da keine Fläche zu ihrer Aufnahme mehr vorhanden ist. Die Reibungsarbeit wird so groß, daß die erzielte Geschwindigkeit sofort stark herabgesetzt wird. Das Flugzeug kippt also in die frühere Lage zurück.

Theoretisch muß deshalb, wenn wir von flügelgesteuerten Flugzeugen absehen, die Kufe in jeder Lage des Flugzeuges senkrecht zur Richtung der Schwerkraft stehen, die Kufe müßte also vom Schnittpunkt mit der Schwerkraft ab kreisförmig verlaufen. Praktisch legt man den Mittelpunkt dieses Kreises mit Rücksicht auf dämpfende Momente etwas hinter den Schwerpunkt. Ebenso wird man meist zur Dämpfung der Kippbewegung die Kufe nicht kreisförmig, sondern etwa parabolisch ausführen. Als zweckmäßig hat sich eine Form aus zwei parabelähnlichen Kurven erwiesen. Eine derart geformte Kufe ermöglicht leichte Veränderung des Anstellwinkels in den erforderlichen Grenzen bei richtiger Fahrgestellhöhe und Lage.

Die sich bei Verwendung einer gebogenen Kufe ergebende höhere Reibung ist praktisch von geringerer Bedeutung, da sich die gebogene Kufe in die Grasnarbe eindrückt, so daß der Druck sich auf ein mehr oder weniger großes Kufensegment verteilt.

Bei starr mit dem Flugzeugkörper verbundenen Flügeln ist auch dann die Verwendung gerader Kufen wenig empfehlenswert, wenn die Anordnung derart getroffen ist, daß die Flügel zwangsläufig ihren maximalen Anstellwinkel erhalten. In diesem Falle kommt zwar das Flugzeug wohl frei, der Führer hat aber den Zeitpunkt, in dem dieses Freikommen zu erfolgen hat, nicht in der Hand. Da das Flugzeug in diesem Falle auf Tiefensteuer nicht reagiert, kann der Führer erst im Fluge den Anstellwinkel verändern.

Bei flügelgesteuerten Flugzeugen kann die Kufe gradlinig ausgeführt werden, da eine Veränderung des Anstellwinkels der Flügel, infolge der drehbaren Lagerung derselben, keine Beweglichkeit des ganzen Flugzeuges um die Längsachse voraussetzt.

Günstig ist es, von einer starren Kufe ganz abzusehen und diese durch eine federnde Kufe zu ersetzen, die sich dem Boden besser anschmiegt. Das ist leicht möglich, wenn die Kufe selbst nicht zum statischen Aufbau des Fahrgestells mit herangezogen

wird. Sieht man eine „blinde Kufe“ und verschiebbare Knotenpunkte vor, so kann die Kufe selbst sich innerhalb gewisser Grenzen strecken. Eine solche Anordnung ist leicht federnd auszuführen. Eine günstige konstruktive Lösung in dieser Hinsicht zeigte schon der Aachen-Eindecker 1920. Gut bewährt hat sich auch eine Kufenform (Fokker), bei der das hintere Ende der Kufe freitragend, federnd ausgeführt ist. Bei richtiger Lage der Kufe ist es hier möglich, durch geringe Verschiebung des Körpergewichtes ein Senken bzw. Heben des Schwanzes und damit eine Veränderung des Flügelanstellwinkels in den erforderlichen Grenzen zu erzielen.

Von einer beweglichen Lagerung der Kufe, drehbar um eine quer zur Flugrichtung liegende wagrechte Achse wird meist verzichtet. Eine solche Bauart ist dann von Vorteil, wenn aus bestimmten Gründen etwa an der aus dem Motorflugzeugbau bekannten Fahrgestellart mittels zweier nach oben offenen Bügeln festgehalten werden soll. Die Kufen treten dann unmittelbar an die Stelle von Rädern und müssen durch schwache, sehr elastische Zugorgane in einer bestimmten Lage, etwa wagrecht im Fluge gehalten werden.

Verbreiterte Kufen, etwa in der Art von Schneeschuhen, sind unter Umständen besonders bei sandigem Boden oder Schnee zu empfehlen. Je nach der Schneedecke, ob weich oder hart, können schmale, lange oder breite, kurze Kufen verwendet werden. Zur Vermeidung des Spurens der Kufe kann der Querschnitt nach unten etwas gewölbt werden, bei gleichzeitigem starken Brechen der Kanten. Als besonders zweckmäßig hat sich die Bügelform des Darmstadt-Eindeckers „Edith“ erwiesen. Hier ist eine breite Mittelkufe mit L-Querschnitt vorgesehen, die vorn am Rumpf fest angeschlossen, in ziemlich großer Krümmung über ein Stück Rumpf läuft und sowohl an ihrem hinteren Ende, wie auch dazwischen geführt ist. Beim Dresden-Doppeldecker 1921 bestehen die Kufen aus zwei Teilen, die vorn und hinten befestigt, dazwischen an der tiefsten Stelle durch eine gebogene Querrippe miteinander verbunden sind.

Wesentlich ist die Lage der Kufen. Die Lage nach vorn muß die Kippgefahr auch bei größerer Landegeschwindigkeit klein halten. Es ist empfehlenswert, die Knotenpunkte so zu legen, daß bei normaler Schwanzlandung das Segelflugzeug auf dem Kufenbogen aufsetzt, so daß kein Knotenpunkt einen unmittelbaren Stoß erhält. Genügende vordere Aufbiegung der Kufe kann leichtes Einbohren in kleinere Hindernisse verhindern.

dern. Kurze, schuhförmige Kufen verwendet Drude. Er bildet dieselben als Sperrholzkästen aus und lagert sie, ähnlich Rädern um eine wagrechte, quer zur Flugrichtung liegende Achse schwingbar.

Das in den ersten Jahren des Motorflugzeugbaus übliche Kufenfahrgestell setzte sich in der Regel aus zwei parallel nebeneinander liegenden Kufen zusammen. Eine ähnliche Bauart finden wir häufig im heutigen Segelflugzeugbau. Für Sitzgleiter lassen sich Untergestell und Führersitz zu einem Schlitten vereinigen. Ein Vorzug der Doppelkufenbauart liegt darin, daß das Flugzeug in der Ruhelage nicht auf einem Flügel schräg aufliegt. Dafür ist das Fahrgestell aber bei Schiebelandungen mit Seitenwind wieder recht gefährdet. Besonders hiermit hängt es zusammen, daß die Mittelkufe recht viel verwendet wird. Diese bietet den Vorteil, daß beim Angleiten das Flugzeug in der Querlage sehr beweglich ist. In der Ruhelage liegt zwar, wie schon bemerkt, das Flugzeug auf einem Flügel auf, bei hinreichend fester Ausbildung der Flügelkonstruktion braucht aber eine zu starke Beanspruchung der Flächen bei einer normalen Landung nicht befürchtet zu werden, da die Geschwindigkeit eines Segelflugzeuges beim Ausschweben nur gering zu sein pflegt. Beim Start werden die Flügelenden durch je einen Startmann unterstützt. Läuft derselbe in loser Fühlung mit, bis genügende Anlaufgeschwindigkeit erreicht ist, so kann die Quersteuerung meist frei betätigt werden. Praktisch ist es bei Stillstand des Flugzeuges schon bei geringer Windgeschwindigkeit möglich mit Hilfe der Verwindung das Flugzeug im Gleichgewicht zu halten. Beim Start ist Schleifenlassen eines Flügelendes aber unbedingt zu vermeiden, da sonst ein Drehmoment entsteht und Beschädigungen der Flügelenden wahrscheinlich sind.

Ein Schutz der Flügelenden hat sich als unnötig erwiesen. Meist werden nur bei sehr tiefliegenden Tragflächen Schutzbügel verwendet. So sieht Fokker Stahlrohrbügel, Zeise-Nesemann abgefederte Schleifkufen vor. Bei der letztgenannten Bauart dienen die Kufen besonders zum Schutz der Verwindungshebel. Der Hannover-Eindecker „Vampyr“ besaß anfangs luftgepolsterte Stoßsäcke in Form halber Fußbälle. Fast allgemein wird heute aber von seitlichen Hilfsstützen auch bei Einkufenfahrgestell oder schmalspuriger Doppelkufenbauart abgesehen. Daß auch bei geringer Spurweite und tiefliegendem Tragdeck Schutzbügel unter den Flügelenden unnötig sind, haben die Betriebserfahrungen mit den Dresden- und Nürnberg-Doppeldeckern gezeigt.

Rückwärtige Stützkufen, nach Art der im Motorflugzeugbau üblichen Schleifsporne, können bei genügend langen Kufen vermieden werden. Sie sollen vor allem die Schwanzflächen mit den Ruderhebeln schützen. Nach Möglichkeit wird man sie so ausbilden, daß bei vollkommen herabgeklapptem Höhensteuer die Fläche nicht mit dem Erdboden in Berührung kommt. Die Höhe der Hinterkufe muß aber genügende Beweglichkeit in der Längsrichtung gewährleisten. Eine Abfederung der Kufe

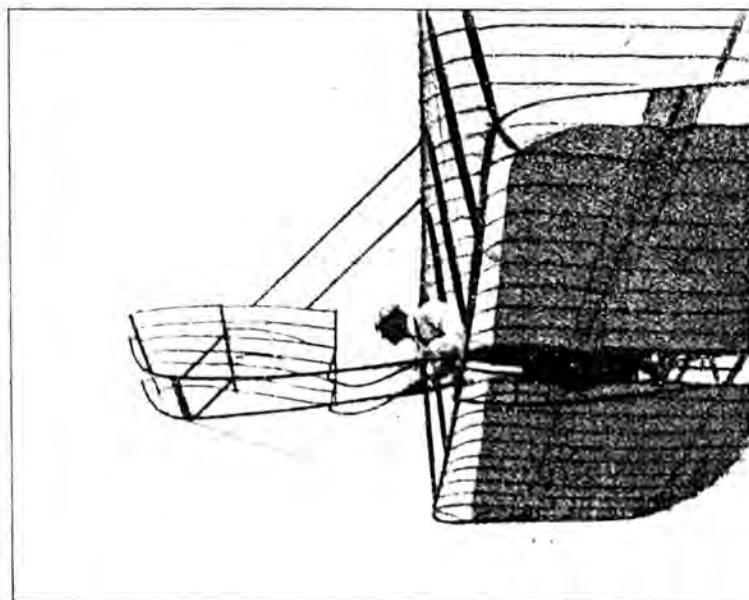


Fig. 38. Wright Doppeldecker 1900. Vorderes Höhensteuer durch Kufen geschützt. Doppelkufen-Landungsgestell. Führer in Liegestellung auf dem unteren Tragdeck. Aus Moedebecks Taschenbuch, 4. Aufl.

erscheint nicht unbedingt nötig. Bei drehbarer Lagerung des Sporns unter Verwendung von Gummi- oder Spiralfederzügen ist eine Abfederung leicht ausführbar. Wird der Sporn zur Verringerung des Luftwiderstandes z. T. innerhalb des Rumpfes gelagert, so empfiehlt es sich auf leichte Zugänglichkeit durch Anbringung von Klappen zu achten bei Verwendung von Sperrholzrumpfen oder auf Aufschnürbarkeit bei stoffbespannten Rümpfen. Die Möglichkeit, in bestimmten Grenzen seitlich ausweichen zu können, ist von Wichtigkeit für die Haltbarkeit des Spornes.

Radfahrgestelle werden für Segelflugzeuge fast nur im Ausland verwendet. Die Bauart der Fahrgestelle lehnt sich dann

meist wesentlich an die im Motorflugzeugbau übliche an, so daß auf sie nicht näher eingegangen zu werden braucht. Entsprechend der Zweikufenbauart finden wir meist zwei nebeneinanderliegende Räder. Zur Federung sind dieselben im Ausland meist gummitbereift, in Deutschland verzichtet man auf Gummibereifung (Espenlaub). Die Abfederungen der Achsen unterscheiden sich nicht sehr von denen der Motorflugzeuge. Beim Espenlaub-Eindecker 1922 ist die Achse im Rumpf lie-

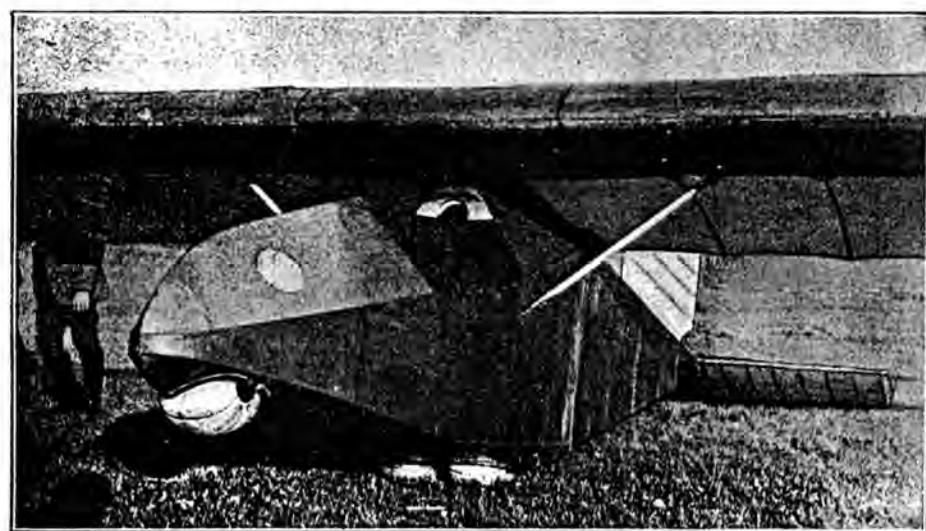


Fig. 39. Fahrgestell des Hannover-Eindeckers 1921. Drehbargelagerte Bälle z. T. im Rumpf versenkt. Führersitz stoffverkleidet unter Flügelnase. Sperrholzrumpf. Flügelnase mit Sperrholz beplankt.

gend durch Spiralfedern nachgiebig gelagert. Eine solche Lage der Radachse ist zur Herabsetzung des Luftwiderstandes sehr zweckmäßig. Jedenfalls ist es konstruktiv wenig geschickt, die Achse ohne besonderen Grund in geringem Abstand unter dem Rumpf zu lagern, wie dies z. B. Peyret tut. Vielmehr ist es auch bei der Verwendung von Kufen zweckmäßig, das Fahrgestell möglichst niedrig zu halten. Das ist, infolge Fehlens der Luftschaube, bei Segelflugzeugen besonders leicht möglich. Zur Verringerung des Stirnwiderstandes werden deshalb regelrechte Fahrgestelle, wie wir sie z. B. bei den Stuttgart-Eindeckern finden, immer seltener. Statt dessen legt man die Kufen höchstens unter Zwischenschaltung ganz kurzer Streben unmittelbar unter den Rumpf. Das ist besonders dann leicht möglich, wenn es sich um einen Hochdecker mit tiefliegendem

Rumpf handelt, also etwa bei einem Flugzeug vom Hannover-Typ.

Bei letzteren Eindeckern wurden die Anlaufräder in hübscher Weise dadurch umgangen, daß Walzen, in Form großer Fußbälle mit Lederhaut und Gummiblase, drehbar unter den Rumpf gelegt wurden. Der Hannover-Eindecker „Vampyr“ trägt zwei



Fig. 40. Darmstadt - Eindecker „Geheimrat“ beim Start. Das Startseil ist gefallen, das Flugzeug übersteigt die Startmannschaft

solcher Bälle nebeneinander mit im Rumpf liegenden Achsen. Hier liegen also nur die Unterseiten der Bälle im freien Luftstrom und bieten auch dann, infolge ihrer runden Fläche, nur geringen Widerstand. Ein dritter Ball ersetzt eine Stoßkufe unter der Rumpfspitze. Hannover-„Greif“ besitzt nur zwei hintereinander liegende Drehbälle. Diese Konstruktion ist als sehr glücklich zu bezeichnen. Die Bälle sichern gute Federung, ermöglichen leichtes Abkommen, bieten denkbar geringen Widerstand und sind ziemlich unempfindlich gegen Schiebelandungen. Sie haben sich sowohl im Betrieb auf der Grasnarbe als auch auf weichem Schnee bewährt.

Ein glücklicher Ersatz ist bei dem Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ gefunden. Hier ist der Raum zwischen den

beiden in Rumpfbreite nebeneinander liegenden Kufen und dem Rumpf durch ein Luftpölster ausgefüllt, das mit Dur-aluminiumblech verkleidet wurde. Diese Konstruktion ergibt allerdings, ebenso wie die der Hannover-Flugzeuge, den Nachteil, dicht über dem Erdboden liegende Bauteile zu besitzen. Die überaus einfache Bauart rechtfertigt es aber, diesen Nachteil in Kauf zu nehmen. Ist allerdings aus irgend welchen Gründen nicht von einem besonderen Fahrgestell abzusehen, so sollten nach Möglichkeit tiefliegende Querstreben oder Achsen vermieden werden, da sie leicht Beschädigungen durch kleinere Hindernisse ausgesetzt sind. Deshalb werden verschiedentlich in der Mitte hochgezogene Achsen verwendet.

Ein Fahrgestell unter Vermeidung einer Achse, ähnlich dem Fahrgestell des deutschen Motorflugzeuges Dornier „Falke“, besitzt der Deshayes-Eindecker. Hier sind lediglich kurze Achsstummel vorhanden. Ein kräftiges Kufenfahrgestell mit stromlinienförmiger Verkleidung der Streben besitzt der Aachen-Eindecker 1921. Espenlaub hat bei seinem Eindecker 1923 die Räder zum großen Teil im Rumpf versenkt, um an Widerstand zu sparen. Vollkommen ohne Fahrgestell glauben Pejean und Gray-Buchanan auskommen zu können. Start und Landung sollen hier einfach auf der Unterseite des tiefliegenden Rumpfes erfolgen. Pejean hält sogar eine besondere Beplankung des Rumpfbodens mit Sperrholz oder dgl. für unnötig und sieht lediglich einige Versteifungslatten vor, da der Rumpf nur mit zellonierter Leinwand bespannt wurde. Wiederholt sind ihm ohne Radgestell von sandigem Gelände (Dünen) Starts gelungen. Gray-Buchanan dagegen verwendet zum Start einen auf der Erde zurückbleibenden Startkarren.

Als Flugzeugräder werden meist die aus dem Motorflugwesen bekannten Bauarten, allerdings den geringeren Flugzeuggewichten entsprechend leichter gehalten, verwendet. In einigen Fällen sind aber, besonders in Deutschland zur Vermeidung großer Umläufe, von den einzelnen Segelflugzeugbauern Räder selbst hergestellt worden. Hier ist z. B. eine Bauart von Schalk-Drude-Schlack 1920 zu erwähnen, deren Spanten aus 4 mm Sperrholz hergestellt sind. Die Nabe ist aus Hartholz gedreht, der Laufkranz ist aus 20 Segmenten mit trapezförmigem Querschnitt gebildet. Das Ganze ist außen durch Sperrholz verkleidet. Ähnlich sind die Räder des Espenlaub-Eindeckers 1922 unter Verwendung alter Sperrholz-Stuhlsitze entstanden. Beide Konstruktionen haben sich im Betrieb bestens bewährt.

Als Baumaterialien für Fahrgestelle von Segelflugzeugen kommen vorwiegend Eschenholz, außerdem Stahlrohr oder Dur-aluminium in Betracht. Hohle Metallstreben werden vielfach mit Holzeinlage gefüllt. Auch hier ist man wieder bestrebt, alle im freien Luftstrom liegenden Streben tropfenförmig zu verkleiden bzw. ihnen tropfenförmigen Querschnitt zu geben. Besonders schwierig ist dies bei Stahlrohr-Achsen. Die im Motorflugzeugbau übliche flächenförmige Verkleidung der Radachsen sollte für motorlose Flugzeuge nur dann angewendet werden, wenn es ausgeschlossen ist, die Radachse mit in den Rumpf einzubeziehen. Es darf nicht vergessen werden, daß dicht über dem Erdboden liegende Fahrgestellachsen bzw.-Flächen leicht Beschädigungen ausgesetzt sind.

Zur Unterstützung des Flugzeuges auf der Wasserfläche dient in der Regel der statische Auftrieb geschlossener Hohlkörper. Die Formgebung derselben ist möglichst derart, daß beim Gleiten der dynamische Auftrieb an möglichst gleicher Stelle wirkt, wie der statische. Die Aufgaben der Schwimmkörper bestehen darin, Abflug und Landung auf der Wasserfläche zu ermöglichen und das Flugzeug sicher zu tragen. Wie beim Motor-Wasserflugzeug unterscheiden wir auch beim motorlosen die beiden Arten der Schwimmerflugzeuge und Flugboote. Bei ersteren werden die drei Stützpunkte durch drei voneinander getrennte Hohlkörper geliefert, während bei letzterem die ganze Last durch ein einziges Boot getragen wird. Die weitgehende Bevorzugung des Schwimmertyps mit Motor hängt mit der größeren Seefähigkeit der bis 1918 gebauten Schwimmerflugzeuge zusammen. Da eine ähnliche Seefähigkeit in gleichem Maße nicht für Segelflugzeuge erforderlich zu sein scheint, hat sich die Mehrzahl der Konstrukteure für motorlose Flugboote entschieden.

Wichtig für die Formgebung der Schwimmer bzw. des Bootes ist außer geringem Gleitwiderstand, geringer Luftwiderstand, Kursbeständigkeit bei fast ausgetauchtem Schwimmkörper und leichtes Ablösen beim Gleiten. Im Hinblick auf die letzte Forderung werden vielfach die Boote, z. B. L. F. G. „Phönix“, wie im Motorflugzeugbau mit Stufen an der Unterseite ausgestattet. Zur Erleichterung des Ablösens des Wassers an der Stufe sind vielfach ebenfalls Luftzuführungsrohre vorgesehen.

Bei Flugbooten werden infolge der geringen natürlichen Seitenstabilität die Flügelenden meist durch kleine Hilfsschwimmer vor dem Eintauchen geschützt. Durch besondere

Formgebung lassen sich eigenstabile Boote bauen, welche seitliche Stützschwimmer unnötig machen. Durch Fortfall des bei Motorflugbooten meist hochliegenden Motors liegt der Druckmittelpunkt bei Segelflugbooten tiefer, so daß die Verhältnisse in dieser Beziehung beim motorlosen Flugzeug etwas günstiger sich gestalten.

Zur Erhöhung der Schwimmsicherheit ist es empfehlenswert und für seefähige Flugzeuge zu fordern, das Innere des



Fig. 41. Start mittels Hängegleiters. Chanute Dreidecker 1902. Offener Gitterrumpf. Aus Moedebecks Taschenbuch, 4. Aufl.

Schwimmkörpers bzw. des Bootes in verschiedene wasserdichte Abteilungen zu unterteilen. Eine solche Schotten-Unterteilung finden wir z. B. bei den L. F. G.-„Phönix“-Eindeckern. Peijean verzichtet auf dieselbe, da er von vornherein nur ein behelfsmäßiges Wasserflugzeug für gutes Wetter anstrebte. Aus diesem Grunde glaubt er auch sich mit einfach stoffbespannten Bootswänden begnügen zu können, während L. F. G. überall 2,5 mm starke, unten doppelte Sperrholzwände mit Stoffbespannung und Zellonierung verwendet. Auch bei Peijean ist der Stoff durch Zellonieren wasserdicht gemacht.

Der Start von Segelflugzeugen ist je nach der Bauart des Fahrgestells bzw. des Flugzeuges verschieden. Bei Hänge-

gleitern läuft der Führer selbst an und landet auf seinen Füßen. Hier ist Start ohne Hilfsmannschaft möglich, allein verschiedentlich werden seitliche Hilfsmannschaften verwendet. Handelt es sich um Flugzeuge mit besonderem Fahrgestell, so wird in der Regel heute der Zugstart angewandt. Nur selten, und dann nur bei Schnee, erhält das Flugzeug durch Hinabgleiten auf den Boden die nötige Fahrtgeschwindigkeit. Der Start ohne Hilfsmannschaft ist sonst in der Regel für größere Flugzeuge nur bei Beweglichkeit der Tragfläche um die Querachse möglich. Hier kommen vor allem flügelgesteuerte Flugzeuge in Betracht. So ist Harth wiederholt das Freikommen ohne fremde Hilfe geglückt.

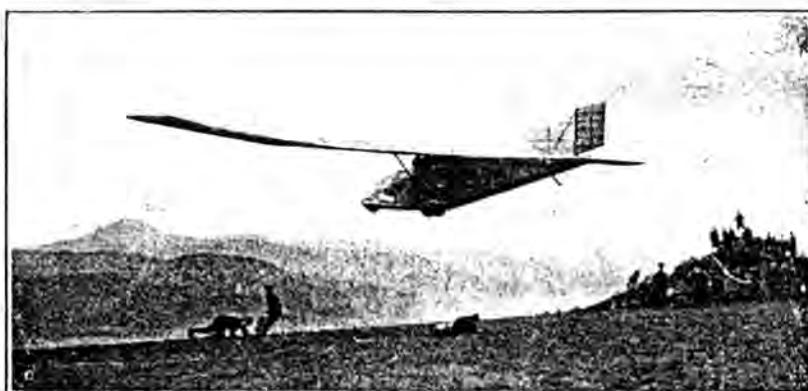


Fig. 42. Hannover-Eindecker „Vampyr“ beim Start. Augenblick des Lösen des Startseiles.

In der Weise, wie schon Pilcher startete, wird heute zumeist verfahren. Mit Hilfe eines Zugseiles wird das Flugzeug gegen den Wind gezogen. Die Größe der Startmannschaft (nicht weniger als zwei Mann) hängt ab von der Windstärke, welche auch die Laufweite beeinflußt. Es kommt darauf an, dem Flugzeug eine Sekundengeschwindigkeit gegen die Luft von etwa 6 m zu erteilen. Wichtig ist gleichmäßiges Anlaufen, da sonst schräges Freikommen und damit Fehlstart wahrscheinlich ist. Auch durch Sturz eines Startmannes kann leicht eine Beschädigung des Flugzeuges verursacht werden. Dies erfolgt besonders leicht bei verschneiter Anlauffläche. Die Startmannschaft läuft dann nur unsicher und erreicht schwerer die nötige Laufgeschwindigkeit. Oft ist ein Sturz der Startleute bei plötzlichem Einbrechen in verschneite Erdlöcher nicht zu vermeiden und zieht unliebsame Folgen nach sich.

Es ist deshalb wesentlich, die Anlaufstrecke, besonders im Hinblick auf den Start von der Schneedecke, zu verkürzen. Aus diesem Grunde werden verschiedentlich Zugseile aus Hanf verwendet, in welche Gummistücke eingeschaltet sind. Noch besser ist die Verwendung ganzer Gummiseile. Beim Start kann dann das Segelflugzeug noch festgehalten werden, während die Mannschaft bereits läuft. Erst wenn das Seil in seiner ganzen Länge ausgezogen ist, wird das Flugzeug freigegeben und schnellt mit verhältnismäßig hoher Anfangsgeschwindigkeit vorwärts. Bei genügender Länge und Dehnungsfähigkeit des Seiles kann so der Ablaufweg selbst bei geringer Windstärke gleich Null werden. Die Startmannschaft zieht das Seil weit ausgestrahlt, vollkommen aus und braucht kaum anzulaufen.

Wichtig ist richtige Lage des Befestigungspunktes des Startseiles am Flugzeug. Selbstverständlich muß dieser in der Mittellinie liegen, aber auch nicht zu weit vom Schwerpunkt entfernt, zur Vermeidung eines Drehmomentes. Gleichzeitig ist dieser Punkt so zu legen, daß leichtes Abkommen des Startseiles möglich und Hängenbleiben desselben vollkommen ausgeschlossen ist. Gewöhnlich wird der Starthaken aus diesem Grunde an die Rumpfspitze gelegt. Es handelt sich hier zweckmäßig um einen schmiedeeisernen Haken, dessen Öffnung nach unten gerichtet ist. Die Krümmung muß einerseits so stark sein, daß auch bei einem Zug schräg von unten, welcher beim Start vom geneigten Hang oft vorkommt, das Startseil nicht ungewollt abrutschen kann. Andererseits muß Krümmung und Öffnung leichtes Abgleiten des Seiles gewährleisten in dem Augenblick, in welchem das Seil gelockert wird. So selbstverständlich diese Forderungen scheinen, so viele leichtere und schwerere Unfälle haben sich aus ihrer ungenügenden Erfüllung ergeben. Es ist wiederholt vorgekommen, daß Startleute von dem vorzeitig abgleitenden, gespannten Gummiseil getroffen wurden. Der Flugzeugführer ist im allgemeinen hier nicht so sehr gefährdet, wenn von der Startmannschaft die Seilenden bis zuletzt festgehalten werden. Geschieht dies nicht, so sind auch Verletzungen des Führers leicht möglich.

Von großer Wichtigkeit ist auch die, ebenfalls selbstverständliche, Forderung, die Starthaken stark genug auszuführen und zu befestigen. Fälle, bei welchen ein Starthaken sich aufbiegt oder abgerissen wird, können zu schweren Betriebsstörungen führen und sind nur durch Fahrlässigkeit verschuldet. Es ist auch auf genügende Verkleidung etwa vorstehender

Flugzeugteile usw. zu achten, um ein Hängenbleiben des gelösten Seiles z. B. an den Kufenspitzen zu verhüten. Wie wichtig das ist, haben verschiedene Startunfälle gezeigt.

Verschiedentlich sind andere Befestigungsarten des Startseiles versucht worden. So startete Fokker derart, daß die Startmannschaft nur ein Seilende ergriff, während das zweite durch eine Öffnung der Karosserie hindurch geführt wurde.

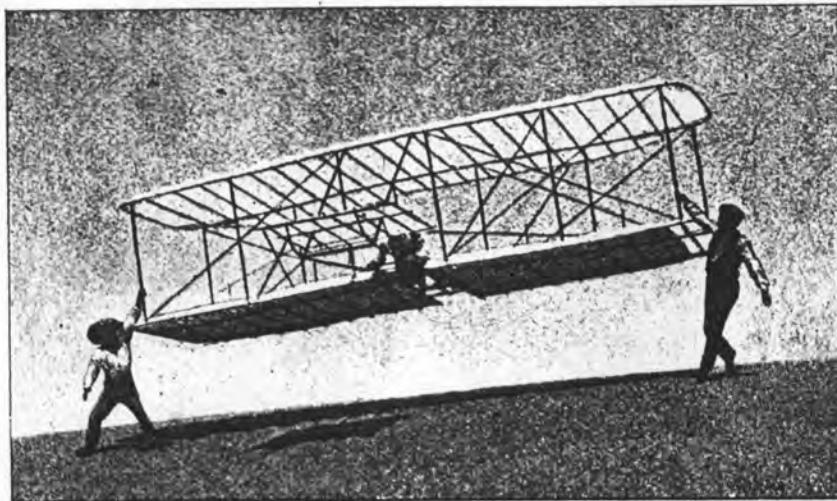


Fig. 43. Start mittels Lieggleiter Wright Doppeldecker 1901. Vorderes Höhensteuer. Stark verspannte Zelle. Aus Moedebecks Taschenbuch, 4. Aufl.

Der Führer behielt ein Seilende, welches zunächst mehrmals um eine Strebe vor dem Sitz geschlungen wurde, in der Hand und konnte beim Start so das Seil beliebig länger lassen. Es ergaben sich aber Schwierigkeiten beim Hinausrutschen des Seilendes aus der Karosserieöffnung, das Seil blieb hängen, der Start wurde gefährdet.

Soll auf gewöhnlicher Grasnarbe gestartet werden, so genügt ein Landungsgestell aus Kufen. Auch wenn nur eine Mittelkufe vorhanden ist, erübrigen sich meist seitliche Hilfsmannschaften, da der Führer schon geringem Wind mit Hilfe der Verwindung das Gleichgewicht halten kann. Soll auf weichem Sandboden oder Schnee usw. gestartet werden, so empfiehlt es sich vielfach besondere Startkarren zu verwenden. Man legt, sofern das Flugzeug nicht selbst Räder besitzt, unter den Rumpf einen kleinen Wagen, der beim Abflug auf dem Erdboden zurückbleibt. Es genügt nicht, das Startseil ledig-

lich am Flugzeug oder nur am Karren zu befestigen, da sonst entweder im Augenblick des Abhebens der Wagen zurückbleibt oder unter dem Flugzeug weggezogen wird. Doppelte Startseile für Flugzeug und Karren erscheinen zu kompliziert, vielmehr genügt es einen Anschlag am Flugzeug anzubringen, welcher die feste Lage des Karrens gewährleistet.

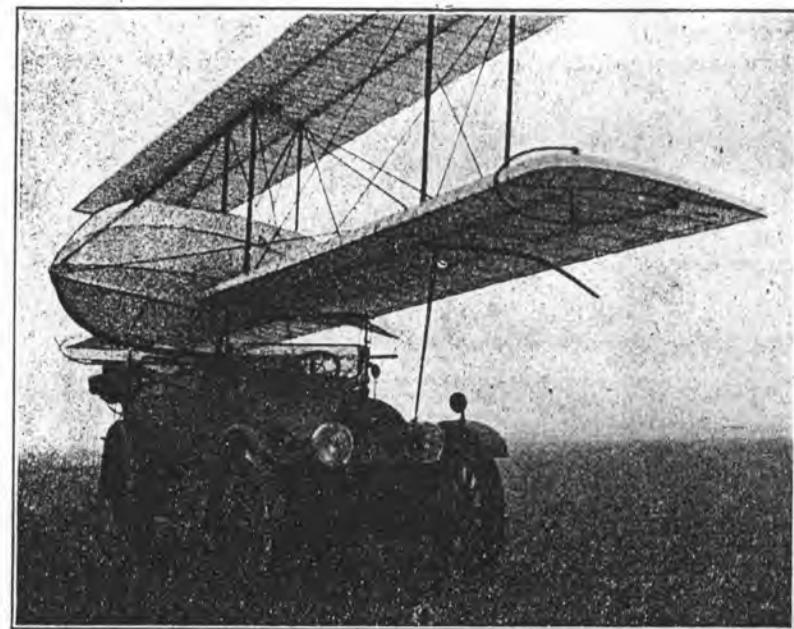


Fig. 44. Bergtransport eines teilweise zerlegten Flugzeuges von der Landestelle. Fokker-Zweisitzer 1922. Verkleidetes Rumpfboot. Verspannte Zelle. Mittelkufe und seitliche Schutzbügel.

In Verbindung mit solchen Startwagen werden vielfach besondere Startvorrichtungen verwendet. So baute Offermann 1910 bereits einen Hügel von etwa 12 m Höhe, dessen Plateau kreisrund war. Eine Startschiene konnte nach allen Seiten eingestellt werden. In der Mitte des Hügels befand sich ein aus starken Baumstämmen und Verschalung hergestellter Schacht von etwa 2 m Durchmesser zur Aufnahme des Fallgewichtes. Der Schacht war mit einer Winde zum Hochziehen des Gewichtes ausgerüstet. Die reine Fallhöhe desselben wurde durch Zwischenschaltung einer losen Rolle auf den für den Anlauf nötigen Hub von 18 m gebracht. Das Fallgewicht konnte der Windstärke entsprechend verändert werden. Es wurde durch eine Handwinde hochgezogen. Das Flugzeug wurde

zum Start am Ende der Schiene auf seinem Wagen in Stellung gebracht und blockiert. Der Wagen bestand aus einem Vierkantholz, an welchem die Lagerungen für zwei Rollen befestigt waren. Die Mittelkufe des Flugzeuges lag in entsprechenden U-förmigen Begrenzungen. Ein kleiner Anschlag verhinderte ein rückwärtiges Wegrutschen des Wagens. Die Schiene bestand aus einem Brett von etwa 1 Zoll Stärke. Dieses wurde durch entsprechend ausgebildete Füße in kurzen Abständen getragen und Hochkant gehalten. Das zum Fallgewicht laufende Seil, welches am Ende einen Ring trug, wurde mit diesem in einem Bolzen eingehängt. Beim Abheben rutschte das Seil vom Haken ab und das Flugzeug ließ den Wagen zurück.



Fig. 45. Start im Schlepp von der Wasserfläche. L.F.G.-Eindecker „Phoenix“ 1923.

Im Prinzip ähnlich war die Startvorrichtung, welche die Brüder Wright für ihre Motorflugzeuge anwendeten, bevor dieselben mit Rädern ausgestattet wurden. Hier war allerdings ein Turm für das Fallgewicht vorgesehen. Eine Startvorrichtung mittels Stahlfeder schlägt v. Parseval vor. Das Flugzeug soll an eine am Boden befestigte Feder angehängt und dann mittels einer Winde gegen einen Startpflock zurückgezogen werden, so daß die Feder gespannt wird. Die erzeugte Geschwindigkeit soll, bei Verwendung eines kleinen Karrens, auch bei geringen Windstärken für den Start genügen. Solche Startvorrichtungen sind zweckmäßig, wenn nicht genügend Startleute zur Verfügung stehen, oder Gleitflüge bei geringem Wind versucht werden. Es ist wichtig, die Schleuderkraft regulierbar zu gestalten. Im allgemeinen scheint für den Start im Gebirge eine künstliche Vorrichtung nicht erforderlich zu sein.

Für den Start von der Wasserfläche kommt hauptsächlich die Inschleppnahme durch ein Motorboot in Betracht. Infolge

der meist größeren Bordhöhe des Schleppbootes kann es zweckmäßig sein, den Starthaken auf der Rumpfoberfläche anzubringen. Wird Öffnung nach oben gewählt, so muß für leichte Schwenkbarkeit des Hakens gesorgt werden, wie wir dies bei dem L. F. G.-Flugzeug finden. Mit diesem Flugzeug sind auch Startversuche ohne Motorkraft; sei es im Flugzeug selber oder im Schleppboot, gelungen. Bei 12 m/s Windstärke gelang es das Flugzeug, nur gehalten durch eine kleine, als Treibanker wirkende Jolle abzuheben. Die Hauptschwierigkeit besteht darin, daß ein Wasserflugzeug nicht, wie ein Flugzeug, das vom Hügel herab startet, zunächst etwas sinken darf, sondern sofort die nötige Höhe gewinnen muß, um nicht von der nächsten Böe aufs Wasser zurückgedrängt zu werden. Da aufsteigende Luftströmungen, ähnlich der Hangwinde im Gebirge, fehlen, müssen Eigenschaften beim Wassersegelflugzeug gezüchtet werden, die es gestatten, dynamisch zu segeln. Steht ein Begleitboot zur Verfügung, so genügt es mit 1 bis 2 m/s anzuschleppen. Es kann aber auch genügen, das Segelflugzeug an einer etwa 150 m langen Schleppleine nach See treiben zu lassen. Bei starken Böen läßt sich das Flugzeug bei straffer Leine abheben, bei schwächeren wird die Leine entsprechend schnell eingeholt.

## D. Konstruktions-Beispiele.

### 1. Hängegleiter.

*Pelzner C. (1921).*

Konstruktion: W. Pelzner-Nürnberg.

Bauausführung: W. Pelzner-Nürnberg.

Bauart: Doppeldecker-Hängegleiter gesteuert durch Gewichtsverlegung. Die Zelle ist zweistielig und durch Drähte verspannt. Das obere Tragdeck überragt das untere seitlich und ist leicht vorwärts gestaffelt. In der Mitte des Unterflügels ist ein etwa 50 cm breiter Spalt gelassen, zu dessen beiden Seiten zwei leichte Stäbe nach hinten führen. Diese tragen die Stabilisierungsfläche und werden nach oben durch zwei weitere Streben gegen die beiden hinteren Innenstiele abgestützt. Die Flügel sind geteilt und mittels 4 Schrauben zusammengehalten. Vorder- und Hinterholm sind verkleidet. Die äußeren Stiele sind ausgefräst bis auf 2 mm Wandung. Die inneren 4 Stiele und die beiden Stützen sind massiv. Sie besitzen Fischform von den Ausmaßen  $0,2 \times 0,3$  cm. Die Hängeholme sind an der Hauptbeanspruchungsstelle  $0,4 \times 0,25$  cm bemessen und verjüngen sich gegen das Rumpfende

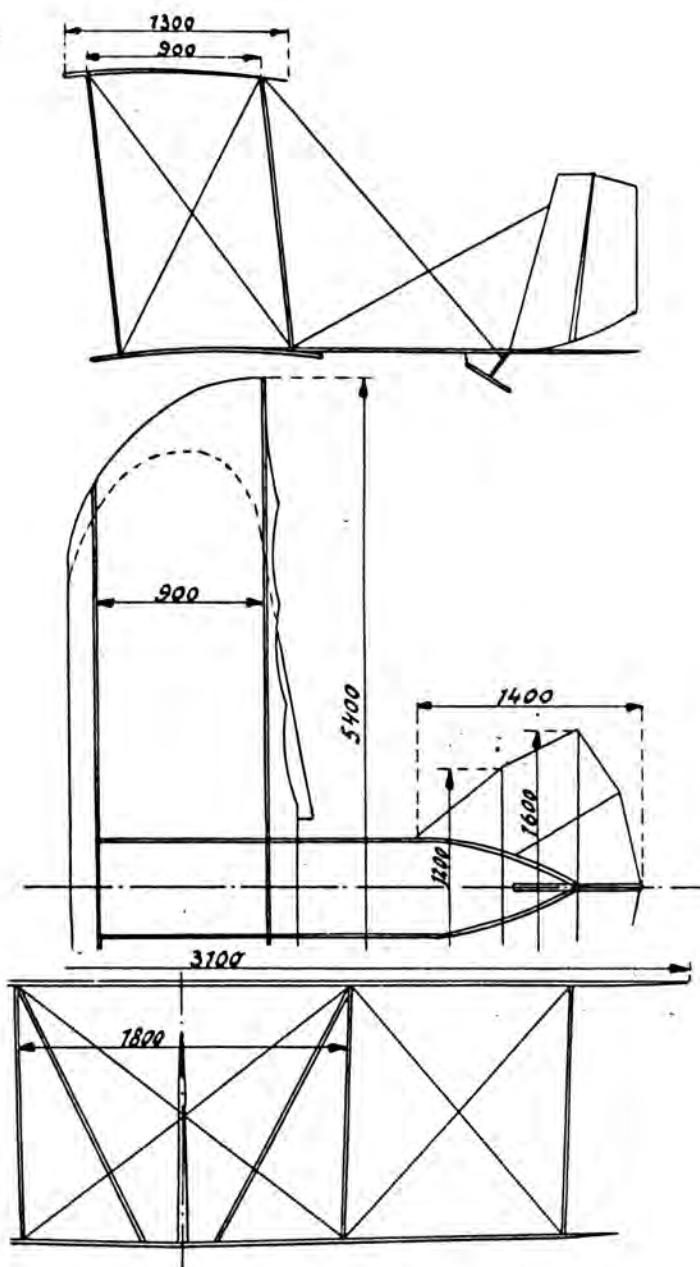


Fig. 46. Pelzner C 1921.

auf  $0,2 \times 0,05$  cm. Die Holmquerschnitte sind folgende: Vorderholm unten  $4 \times 0,5$  cm, Vorderholm oben  $4 \times 0,5$  cm, Hinterholm unten  $3,5 \times 0,8$  cm, Hinterholm oben  $3,6 \times 1,1$  cm.

Der Hauptholm der Dämpfungsfläche ist doppelt von den Ausmaßen  $2,8 \times 1,6$  cm bei 160 cm Ausdehnung. Das bewegliche Seitensteuer fehlte anfangs. Es schließt sich an eine senkrechte Kielflosse an. Die Betätigung erfolgt mit der rechten Hand mit Hilfe einer Schlinge. Im erforderlichen Falle wird durch Vorwärtsbewegen eine Linkskurve, durch Rückwärtsbewegen die entgegengesetzte Kurve bewirkt. Das Steuerseil gleitet vorn über eine Rolle. Die Stabilisations-

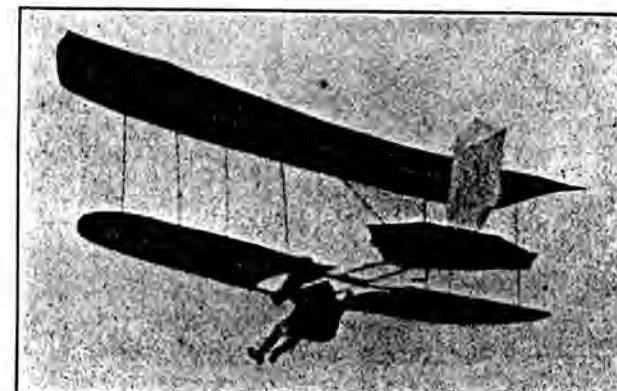


Fig. 47. Pelzner-Hängegleiter im Flug.  
Verspannter Gitterrumpf-Doppeldecker.

flächen sind doppelseitig bespannt. Die Abmessungen der einzelnen Doppeldecker schwankten zwischen 5,4 und 7 m, 14 bis 16,5 qm Flächeninhalt und 9,5—19 kg Gewicht.

Die Bauart 1922 besaß etwas größere Tragfläche, bessere Rumpfverstrebung und doppelseitig bespannte Flächen.

**Leistungen:** Sehr zahlreiche Flüge während des Rhön-Wettbewerbes 1921, des Flugkurs in Gstaat (Schweiz) und des Rhön-Wettbewerbes 1922, ebenso wie der Vorläufer-Typ beim Rhön-Wettbewerb 1920. Leichtes Flugzeug zu Sport- und Schulzwecken.

#### *Schulz (1921).*

**Konstruktion:** F. Schulz-Waldensee/Ostpr.

**Bauausführung:** F. Schulz-Waldensee/Ostpr.

**Bauart:** Doppeldecker-Hängegleiter gesteuert durch Gewichtsverlegung. Das Flugzeug ist normal verspannt und einstielig. Als Baumaterial dient vorzugsweise unbearbeitetes Rohholz. Die Fläche hat zwei dünne, runde Holme, auf denen statt der Rippen einfache Weidenruten derart be-

festigt sind, daß sie am Vorderholm oben, am Hinterholm unten angenagelt wurden. Die Kielflosse hat 0,5 qm Inhalt, das Seitensteuer 0,4 qm. Das Gewicht des Leitwerks beträgt 3,0 kg, das des Rumpfes 2,5 kg, das der Flügel 22,5 kg.

**Leistungen:** Zahlreiche glatte Flüge während des Rhön-Wettbewerbes 1921. Leichtes Flugzeug zu Sport- und Schulzwecken.

#### *Chardon (1922).*

**Konstruktion:** F. Chardon-Bern.

**Bauausführung:** F. Chardon-Bern.

**Bauart:** Im wesentlichen engste Anlehnung an Bauart Pelzner. Die ersten Flugzeuge entstanden unter Mitwirkung desselben.

**Leistungen:** Zahlreiche glatte Flüge während des Flugkurses in Gstaad (Schweiz) 1922 und während des französischen Wettbewerbes bei Clermont Ferrand 1922. Leichtes Flugzeug zu Sport- und Schulzwecken.

### 2. Schwanzgesteuerte Flugzeuge.

#### *Aachen (1922).*

**Konstruktion:** Nowack und Landmann.

**Bauausführung:** Flugwissensch. Ver. T. H. und Aachener Flugzeugbau, Aachen.

**Bauart:** Normal verspannter Sitzgleiter-Doppeldecker. Die beiden Schwanzträger sind als Kastenholme ausgeführt und vorne zu einem Schlitten ausgestaltet. Das Höhensteuer ist einflächig, das Seitensteuer besitzt Kielflosse. Es ist Knüppelsteuerung vorgesehen. Die Quersteuerung erfolgt durch Klappen. Das Unterdeck besitzt leichte V-Form und liegt dicht über der Erde.

**Leistungen:** Zahlreiche Schulflüge seit Sommer 1922. Gute Eignung zu Schulzwecken.

#### *Nürnberg D 14 (1921).*

**Konstruktion:** Ittner-Nürnberg.

**Bauausführung:** Nordbayr. Luftfahrerverband (Gruppe Nürnberg).

**Bauart:** Sitzgleiter-Doppeldecker für Schulzwecke. Die Zelle ist zweistielig. Die untere Tragfläche liegt dicht über dem Boden und besitzt leichte V-Form. Die seitlich überragende obere Fläche besitzt ausgeglichene Quersteuerungsklappen. Die doppelseitig bespannten Flächen besitzen folgende Holmquerschnitte: Vorderholm unten  $6 \times 0,8$  cm, Vorderholm oben  $7 \times 0,8$  cm, Hinterholm unten  $7 \times 0,8$  cm, Hinterholm oben  $5 \times 1,0$  cm, Hinterholm oben  $6 \times 1,2$  cm.

Die Stiele sind massiv, ihre Länge beträgt 1,2 m (innen) und 1,35 m (außen). Zur Verspannung dient 1,3 mm Stahldraht. Die Vorderkante der Fläche ist mit Pappe versteift. Der Gitterrumpf besteht aus vier Holmen und läuft rückwärtig in eine wagrechte Schneide aus. Sämtliche Verbindungen sind geschraubt. Das Leitwerk besteht aus einem ungeteilten Höhensteuer mit Dämpfungsfläche und einem darüberliegenden abgerundeten Seitensteuer mit Kielflosse. Der Führer sitzt zwischen den unteren Flächenhälften auf einem Schlitten. Er bedient gewöhnliche Knüppelsteuerung und Fußsteuer. Die Flügel wiegen 20 kg, Rumpf und Fahrgestell 12 kg, das Leitwerk 3 kg.



Fig. 48. Nürnberg-Doppeldecker D 14 1921. Verspannter Sitzgleiter mit offenem Führersitz, Schlittenfahrgestell, Gitterschwanzgerüst.

**Leistungen:** Zahlreiche Schul- und Übungsflüge von Herbst 1921 bis Herbst 1922 auf der Wasserkuppe (etwa 300). Gute Eignung als Schulflugzeug.

#### *Ruhnau (1923).*

**Konstruktion:** F. Ruhnau-Königsberg.

**Bauausführung:** F. Ruhnau-Königsberg.

**Bauart:** Verspannter Sitzgleiter-Hochdecker. Die 1,25 m tiefe Tragfläche ist bei 12,5 m Spannweite dreiteilig gehalten. Das Mittelstück spannt 6,5 m. Die Flächenenden sind leicht zurückgezogen. Zur Verspannung der Flächen ist ein oberer, 1 m hoher Spannturm aus 4 Streben gebildet. Die Fläche ist nach

oben durch 2, nach unten durch 3 Seile verspannt. Der Spierenabstand beträgt 0,4 m, die Flügelvorderkante ist mit Sperrholz verstärkt. Die Quersteuerung erfolgt durch Verwindungsklappen von je 3,0 m Spannweite und 0,4 m Breite. Die Schwanzflächen bestehen aus einem ausgeglichenen Höhensteuer von 0,73 m Tiefe und 2,9 m Spannweite und einem siebeneckigen, ausgeglichenen Seitensteuer. Letzteres besitzt eine 0,55 m hohe Kielflosse von 0,6 m Tiefe. Der offene Gitterrumpf ist dreikantig mit untenliegender Schneide ausgebildet. Dieselbe geht vorn in eine Mittelkupe über. Das Gerüst besitzt 12 Streben im Dreiecksverband. Die Stabverbindungen des Gerüsts sind durch



Fig. 49. Schulz F. S. 3 1922. Verspannter Sitzgleiter, Klappensteuerung.

aufgelegte Sperrholzecken eckensteif gemacht. Die Mittelkupe ist 0,5 m lang und 0,07 m breit. Der Sitz liegt 0,45 m über dem Erdboden. Der Steuerhebel für Höhen- und Quersteuerung ist im Tragdeck schwenkbar gelagert. Ein Fußhebel für das Seitensteuer liegt an der Kufenspitze. Es wurde verhältnismäßig flacher Flügelquerschnitt verwendet.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge unter Berr beim ersten Deutschen Küsten-Segelflug 1923. Eignung zu Schulzwecken.

#### Schulz F. S. 3 (1922).

**Konstruktion:** F. Schulz-Waldensee/Ostpr.

**Bauausführung:** F. Schulz-Waldensee/Ostpr.

**Bauart:** Verspannter Hochdecker. Die rechteckige Tragfläche besitzt zwei Holme in I-Form. Die Doppel-T-Träger haben 7 cm Höhe und liegen etwa gleich weit vom Druckmittel entfernt. Das Profil läuft vorn fast spitz zu und zeigt unten sehr starke Gegenwölbung. Die Steuerung besteht aus einem normalen Höhensteuer und je einer an den äußeren Flügelenden, unabhängig von der anderen zu betätigende Klappe unter Fortfall des Seitensteuers am Schwanz. Die Bauart mit zwei

ausgeglichenen Flügelklappen erinnert an den französischen Blériot-Eindecker 1906. Die Endklappen haben je 1,2 qm Flächeninhalt. Die Höhenflosse faßt 1,10 qm, das ungeteilte Höhenruder 0,90 qm. Unter demselben liegt eine starre, dreieckige, senkrechte Kielflosse. Der Rumpf besteht aus zwei übereinander liegenden Holmen, die nach dem ersten Innenverspannungsknotenpunkt verspannt sind. Der untere Holm läuft in eine Kufe aus. Zur Ermöglichung der starken Biegung wurde nur gewachsenes, geschältes Rundholz verwendet. Das Gewicht des offenen Rumpfgitterträgers beträgt, das Leitwerk eingeschlossen, 16,3 kg, das der Tragfläche 31 kg. Diese trägt oben einen Spannturm aus 2 Streben. Aus Geldmangel mußten für



Fig. 50. Schulz F. S. 5 1923. Sitzgleiter Eindecker mit Klappensteuerung. Geschlossener Bootsrumpf. Mittelkupe.

den Bau dieses Flugzeuges die einfachsten Mittel angewendet werden. So wurde auf Spannschlösser verzichtet usw. Die Verspannung geschieht durch 2½ und 2 mm Stahldraht in gewohnter Weise mit einem Knotenpunkt und oberem und unterem Spannturm. Der Führer sitzt frei unter der Fläche über der Kufe und bedient zwei sehr einfach angebrachte Handhebel.

**Leistungen:** Zahlreiche glatte Flüge während des Rhön-Wettbewerbes 1922 und des ersten Deutschen Küsten-Segelfluges Rossitten 1923 unter Schulz. Siegreiches Flugzeug Rossitten. Streckenflug Predienberg-Pillkoppen 6 km (Kurische Nehrung).

#### Schulz F. S. 5 (1923).

**Konstruktion:** F. Schulz-Waldensee/Ostpr.

**Bauausführung:** F. Schulz-Waldensee/Ostpr.

**Bauart:** Verspannungsloser Hochdecker. Die Tragfläche ist zur Veränderung der Profilwölbung in ihrem letzten Drittel als Klappe ausgebildet. Die Klappen von 0,44 m Tiefe erstrecken sich fast über die ganze Spannweite und können unabhängig voneinander nur nach abwärts bewegt werden. In Ruhelage hängen sie nach Art der früher üblichen Verwindungsklappen herab und werden im Fluge durch den Fahrwind in die Wagerechte gestellt. Die Klappe ist jeweils mit drei Schar-

nieren am Hinterholm der Tragfläche angelenkt. Die Flügelenden werden durch große ausgeglichenen unabhängig voneinander bewegliche Klappen von 1,3 qm Inhalt gebildet, durch welche Seiten- und Quersteuerung erfolgt. Das Tragdeck von 23 qm Inhalt ist in der Mitte geteilt und durch Schrägstiele abgefangen. Die Flügelvorderkante ist mit Sperrholz versteift. Der Rippenabstand beträgt 0,37 m, die gesamte Flügeltiefe 1,75 m. Das vorne abgerundete Profil ist unten sehr schwach, oben stark gewölbt. Seine größte Höhe beträgt 1,21 m. Profilhöhe und Tiefe verringern sich nach den Enden zu. Es sind zwei normale Gitterholme vorhanden. Die Tragfläche ist zweiteilig ausgeführt. Beim Flügelaufbau sind die Verbindungen durch aufgelegte Aluminiumblechecken eckensteif gemacht. Die Verbindung zwischen Schwanzfläche und Tragdeck wird durch einen normalen Sperrholz-Kastenholm gebildet, der bis zur Flügelvorderkante durchläuft. Bei rechteckigem Querschnitt ist er vorne 0,11 m hoch und 0,08 m breit, hinten 0,08 m hoch und 0,075 m breit. Das an der rückwärtigen Schneide des Rumpfes mittels Federbolzen befestigte Höhensteuer von 2 qm Inhalt ist ausgeglichen. Es hat 2,6 m Spannweite und 0,85 m Tiefe. Eine hintere Seitensteuerfläche fehlt. Die Steuerzüge laufen außerhalb des Rumpfes. Der Führer sitzt unter demselben unter der Tragfläche in einem in einfacher Weise aufgebautem Boot in Tropfenform. Die größte Bootshöhe beträgt 0,75 m, die größte Breite 0,6 m. Zur Bespannung dient Stoff, nur der Boden ist mit Sperrholz beplankt. Den Abschluß bildet eine gewölbte Mittelkufe. Seitliche oder rückwärtige Stützkufen fehlen. Das Boot ist in 0,4 m Abstand von der Tragfläche durch sechs Streben aufgehängt. Der Führer bedient zwei im Tragdeck drehbar gelagerte Handhebel, durch deren Seiten schwenken Quer- und Seitensteuerung, durch deren Bewegung in der Flugrichtung Höhensteuerung erfolgt. Bei 75 kg Leergewicht wiegen die Flügel 42 kg. Die Flächenbelastung beträgt etwa 6,9 kg/qm.

**Leistungen:** Versuchsflüge beim ersten Deutschen Küsten Segelflug 1923 unter Schulz.

#### *Weltensegler „Frohe Welt“ (1922).*

**Konstruktion:** F. Stamer-Bremen.

**Bauausführung:** Segelflugzeugwerke G. m. b. H. Baden-Baden.

**Bauart:** Sitzgleiter-Doppeldecker für Schulzwecke. Die Zelle ist einstielig in normaler Ausführung. Der Abstand der Flächen ist verhältnismäßig groß. Verwindungsklappen besitzt nur das Oberdeck. Höhen- und Seitensteuer besitzen Dämpfungsflächen. Ihre Verbindung mit der Zelle besteht aus einem niedrigen Schlitten im Unterdeck. Die Enden des unteren Tragdecks besitzen Schutzbügel.

**Leistungen:** Zahlreiche Schul- und Übungsflüge von Sommer 1922 bis Sommer 1923 auf der Wasserkuppe. Gute Eignung zu Schulzwecken.

#### *Weltensegler „Roland Festung“ (1922).*

**Konstruktion:** R. Eisenlohr-Karlsruhe.

**Bauausführung:** Segelflugzeugwerke G. m. b. H. Baden-Baden.

**Bauart:** Sitzgleiter-Eindecker für Schulzwecke. Das Flugzeug ist ohne Rücksicht auf Luftwiderstandersparnis möglichst kräftig, leicht zerlegbar und leicht ausbesserbar. Der

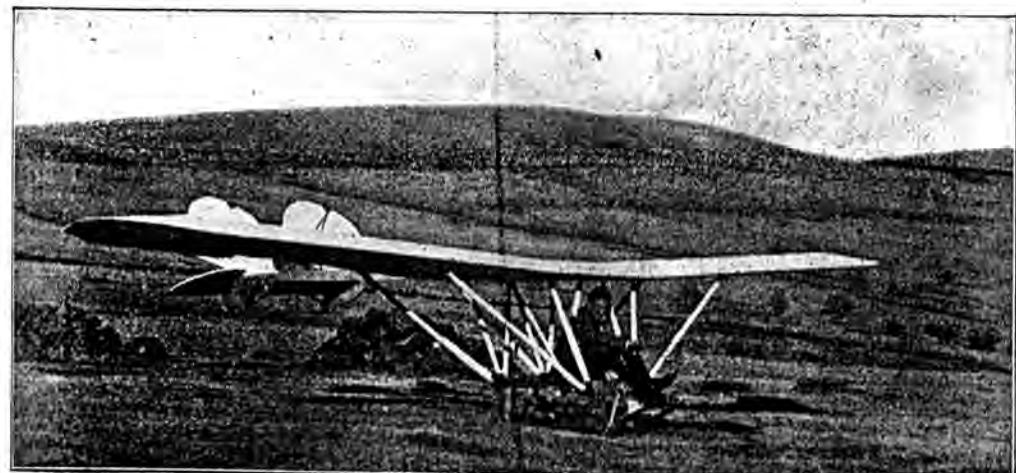


Fig. 51. Weltensegler „Roland Festung“ 1922. Verstreter Eindecker mit Schlittenfahrgestell.

Führersitz liegt auf einem Schlittengestell. Die Fläche ist dreiteilig und besitzt leichte V-Form. Das Mittelstück ist mit zwei V-förmigen Strebensystemen gegen den Schlitten verstrebtt. Der Rumpf besteht aus zwei Kastenholmen in Höhe des Flügels, die nach dem Schlitten zu abgestützt sind. Die zwischen gelagerte Dämpfungsfläche trägt das ungeteilte Höhensteuer, darüber liegend zwei Seitensteuer mit Kielflossen. Der Schwanz wird auf der Erde durch Doppelkufen getragen. Die Außenflügel sind durch je ein Strebennpaar abgefängt. Die Flügelrippen sind fast ganz starr. Die Quersteuerung erfolgt durch Klappen. Zur Abstrebung des Flügels gegenüber dem Kufen gestell dienen zwölf Streben. Hier treten also weitgehend starre Bauteile an Stelle von Kabeln.

**Leistungen:** Zahlreiche Wettbewerbs- und Schulflüge von Frühjahr 1922 bis Sommer 1923. Schwères Schulflugzeug mit Segleigenschaften für fortgeschrittene Schüler.

**Fokker (1922).**

Konstruktion: A. H. G. Fokker-Amsterdam.

Bauausführung: N. V. Nederl. Vliegtuigenfabriek Amsterdam.

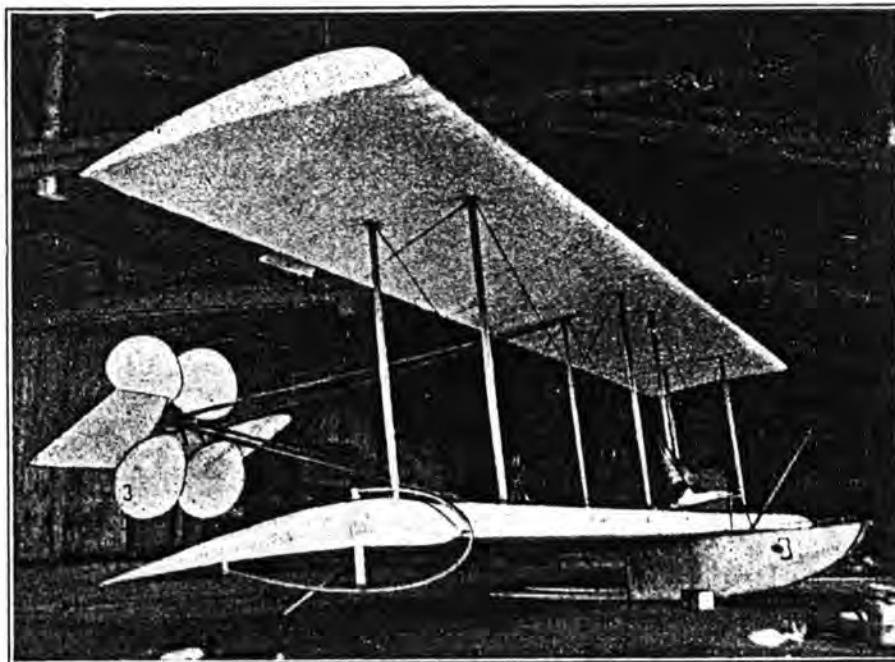


Fig. 52. Fokker-Einsitzer 1922. Verspannter Sitzgleiter mit Schlittenfahrgestell.

**Bauart:** Einstieliger Sitzgleiter-Doppeldecker. Beim Einsitzer ist der Sitz unverkleidet auf einem Schlitten auf der Vorderkante des Unterdecks angeordnet. Die Zelle besitzt vorne vier, hinten drei Stiele. Bei Betätigung der Flächenverwindung bleiben die vorderen Stiele stehen, während die hinteren auf und ab bewegt werden. Aus diesem Grund bleiben die in der Flugrichtung liegenden Felder unverspannt. Der hintere Mittelstiel bleibt ebenfalls stehen. An seinen Enden sind Rollen angeordnet, über welche die Steuerzüge geführt werden. Die Verbindung zwischen Schwanz und Zelle besteht aus vier Längsholmen aus Stahlrohr, welche rückwärtig zu einer wagrechten Schneide zusammengefaßt werden. Sie greifen vorne an den Knotenpunkten des hinteren Mittelstieles an, so daß eine senkrechte Schneide entsteht. Querversteifungen enthält das Gittergerüst nicht. Der Schwanz besteht aus einem angeglichenen

nichtgedämpften Höhensteuer und vier ovalen Seitensteuern, von denen je zwei über und unter dem Höhensteuer ohne Kielflossen nebeneinander liegen. Die vorne hochgezogenen Kufen sind rückwärtig auf verhältnismäßig große Länge freitragend und federn damit gut. Ein Schwanzsporn fehlt, dagegen besitzt die untere Tragfläche an den Enden Bügel und Sporne. Senkrechte Führungsflächen sind am Schlitten vorgesehen. Zur Verspannung dienen Kabel, zur Steuerung doppelte Drahtzüge.

**Leistungen:** Wenige kürzere Flüge in der Rhön 1922 und beim englischen Wettbewerb in Itford Hill 1922.

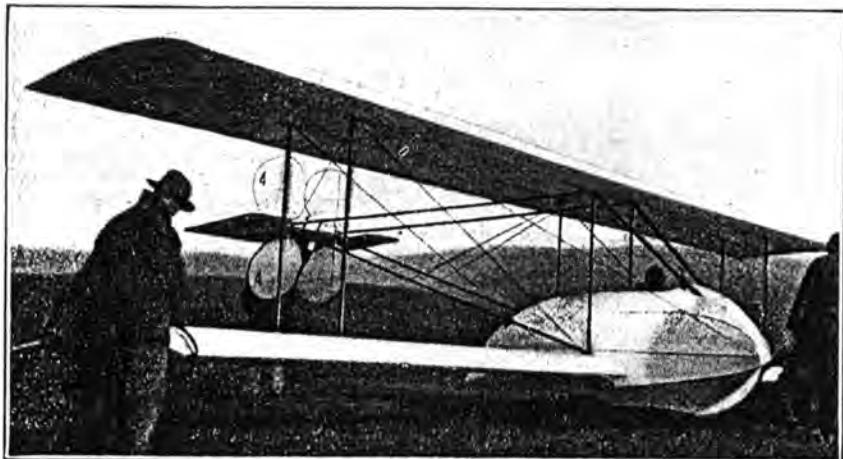


Fig. 53. Fokker Zweisitzer 1922. Verspannte Zelle. Verkleidetes Boot. Mittelkufe.

**Fokker (1922).**

Konstruktion: A. H. G. Fokker-Amsterdam.

Bauausführung: N. V. Nederl. Vliegtuigenfabriek Amsterdam.

**Bauart:** Einstieliger Sitzgleiter-Doppeldecker. Beim Zweisitzer liegen die Sitze auf der unteren Tragfläche hintereinander und sind tropfenförmig verkleidet. Das Fahrgestell besteht aus einer Mittelkufe und seitlichen Stützkufen. Die Mittelkufe ist z. T. freitragend und federnd. Die Zelle gleicht der des Einsitzers mit Ausnahme der Abmessungen. Das Schwangerüst ist leicht abnehmbar, seine Vorderenden greifen an den Knotenpunkten der beiden mittleren Vorderstiele an, rückwärtig wird eine wagrechte Schneide gebildet, die ähnliche Leitflächen wie beim Einsitzer trägt. Infolge der geringen Flächenbelastung ist das Flugzeug schon bei geringen Windgeschwindigkeiten segelfähig, für Flüge im starken Wind aber weniger geeignet. Die Entfernung des Druckmittelpunktes des

Seitenruders vom Schwerpunkt beträgt etwa 3,6 m. Das Höhenruder hat 2,0 qm, das Seitenruder 1,2 qm Inhalt. Das über die ganze Fläche gleichbleibende Profil ist vorn spitz, unten gewölbt und etwa 16 cm stark. Die Flügel haben 67 kg Gewicht, der Rumpf 11 kg, das Leitwerk 15 kg.

**Leistungen:** Ersten Gastsegelflug der Welt unter Fokker mit Seekatz 24. Aug. 1922. Gastflug von 13 min über der Wasserkuppe 1922. Glatte Flüge beim englischen Wettbewerb in Itfort Hill 1922, darunter ein Flug von 37 min 6 s, Führer Fokker. 49 min, Führer Olley. Gastflüge.

#### A. E. S.-Allen (1922).

**Konstruktion:** E. Allen, Koppen & E. P. Warner-New York.  
**Bauausführung:** Aeronautical Engineering Society U. S. A., New York.

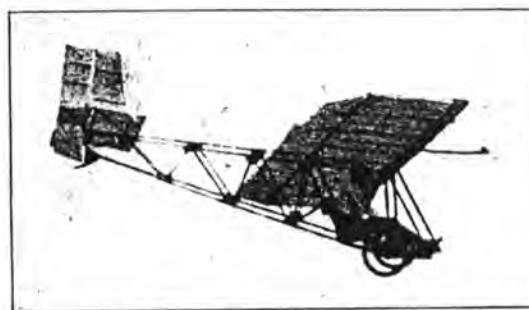


Fig. 54. A. E. S.-Allen-Eindecker 1922. Gitterrumpf. Radfahrgestell.

**Bauart:** Freitragender Hochdecker mit unverkleidetem Gitterrumpf. Der rechteckige Flügel ist im Mittelteil fest auf dem Rumpf gelagert. Die Außenteile sind mit Blechbeschlägen an den Holmen angesetzt. Das Seitenverhältnis beträgt 1:5. Das Martin-Profil hat spitze Vorderkante mit leichtem S-Schlag auf der Unterseite. Die beiden Flügelholme sind als Kastenträger ausgebildet und aus Sprucegurten mit Sperrholzstegen zusammengesetzt. Zwischen den Holmen ist eine Innenverspannung vorgesehen. Die Spieren bestehen aus dünnen Sprucelatten mit eckensteifen Sperrholzspreizen. Bei 90 kg Bruchfestigkeit unter verteilter Belastung wiegt die einzelne Rippe nur 128 g, der einzelne Holm 3,7 kg. Die Quersteuerung erfolgt durch Klappen. Das Höhensteuer ist geteilt, das Seitensteuer schmal und ebenfalls nicht ausgeglichen. Beide besitzen Kiel- bzw. Dämpfungsflächen. Der Rumpf stellt ein vierkantiges Holzgitterwerk ohne Verspannung dar und bleibt unverkleidet. Durch aufgelegte Sperrholzecken sind die Stabverbindungen des Gerüstes eckensteif gemacht. Der Führersitz

mit Knüppelsteuerung und Fußsteuer liegt ganz im Rumpf unter dem Flügel. Das Fahrgestell bestand anfangs aus zwei kurzen Kufen, später aus zwei Rädern, deren Achse in Höhe der Rumpfkante liegt.

**Leistungen:** Flüge unter Allen beim französischen Wettbewerb 1922.

#### Weltensegler „Hol's der Teufel“ (1923).

**Konstruktion:** A. Lippisch u. F. Stamer-Gersfeld.

**Bauausführung:** Segelflugzeug-Werke G. m. b. H., Baden-Baden.

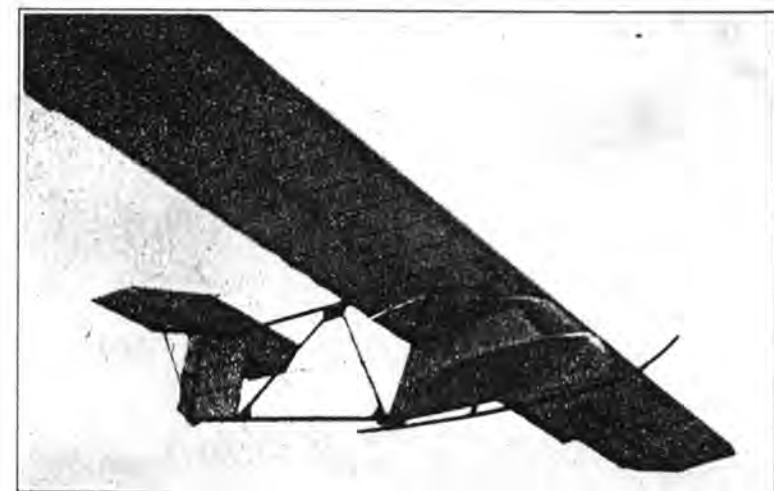


Fig. 55. Weltensegler-Eindecker „Hol's der Teufel“ 1923. Verspanntes Gitterrumpfflugzeug. Mittelkufe.

**Bauart:** Hochdecker. Die Tragflächen besitzen 2 Holme und haben etwa rechteckigen Grundriß. Ihre Enden tragen Verwindungsklappen. Das Leitwerk besteht aus einem geteilten Höhensteuer anschließend an eine trapezförmige, in Höhe der Tragfläche liegende Dämpfungsfläche und einem schmalen, rechteckigen Seitensteuer mit unter der Horizontalflosse liegender Kielfläche. Der Rumpf ist in einfacher Weise als unverkleidetes Gittergerüst ausgeführt. Die Strebenverbindungen sind durch aufgelegte Sperrholzecken verstieft. Der Führer sitzt unter dem Tragdeck in einer bootsähnlichen Verschalung. Die Steuerung ist normal. Unter dem Boot liegt eine Mittelkufe. Schwanz- und Flügel-Stützkufen fehlen.

**Leistungen:** Flüge 1923 unter Stamer und Lippisch.

*Aachen „Schwarzer Teufel“ (1920).*

Konstruktion: W. Klemperer-Aachen.

Bauausführung: Flugwissenschaftliche Ver. T. H. Aachen.

Bauart: Freitragender Tiefdecker. Die Fläche besitzt drei Holme und zwar je einen als Doppel-T-Träger ausgebildeten Vorder- und Hinterholm, sowie einen Hauptholm, als ausge sparter Sperrholzkastenträger an der Stelle der größten Profilhöhe. Das Profil nimmt nach außen stetig ab, ebenso die Flächentiefe. Der Flügel besteht nur aus starren Teilen und ist im Dreiecksverband hergestellt. Das Gesamtgewicht aller Rippen beträgt 3,75 kg. Sie werden durch Aussparungen der Holme hindurchgesteckt. Ihre Stege sind mit den Holmstegen mit besonderen Leistchen verleimt. Die Flügelnase ist mit Pappe verkleidet. Das ganze Flügelsystem wiegt nur 25 kg, bei rund 15 qm Flächeninhalt beträgt somit das Einheits gewicht 1,66 kg/qm. Die Flächen haben leichte Pfeilform und weisen bei geringer V-Form von vorn gesehen leichte Durchbiegung auf. Die Verwindungsklappen sind außen leicht auf gebogen. Sie haben bei 0,75 qm Inhalt ein Gewicht von nur je 870 g. Sie sind ohne Verspannung formstarr ausgeführt und werden an einem Hilfsholm angelenkt. Der Rumpf ist dreiteilig ausgeführt. Der Vorderteil ist aus Bambusstäben zum Schutz des Führers kräftig ausgebildet. Der mittlere Teil hängt starr mit den Flächen zusammen und endigt hinter der Flügel hinterkante in einem Trennspant aus Sperrholz. Der Rumpf hat runden Querschnitt, aus welchem Tragflächen und Leit werk in Rundungen herauswachsen. Letzteres besteht aus dem ungeteilten Höhensteuer und dem darüberliegenden, ebenfalls ungeteilten Seitensteuer. Beide besitzen Dämpfungsflächen bzw. Kielflossen. Sämtliche Steuerflächen sind nicht entlastet. Der Inhalt der Ruder für die Längssteuerung beträgt 1,5 qm, für die Seitensteuerung 0,5 qm, für die Quersteuerung 1,5 qm. Der Inhalt der Höhenflosse beträgt 1,8 qm, der Seitenflosse 0,6 qm. Die Momentenarme der Längssteuerung und Seitensteuerung betragen 4,3 qm, der Quersteuerung 3,6 qm. Das Gewicht des Höhenruders beträgt 1400 g, das des Seitensteuers 600 g. Beide Steuerflächen sind auf Duraluminiumbolzen in Duraluminumbüchsen gelagert und können leicht abgebaut werden. Der ganze Schwanz wiegt fertig nur 11 kg und ist leicht abnehmbar. Beim Auseinandernehmen brauchen die Spannschloßsicherungen der Steuerkabel aus Stahldraht nicht gelöst zu werden. Die Steuerseile sind an Karabinerhaken trennbar und können an den Steuerschwingen mit sicherheitsnadelartigen stählernen Zapfen gelöst werden. Der Steuernüppel besteht aus Duraluminiumrohr und ist mit einer hohlen Stahlkugel in einem aus Aluminiumlegierung herausgearbeiteten Hohlkugel schalenring beweglich gelagert. Das Gewicht des Knüppels

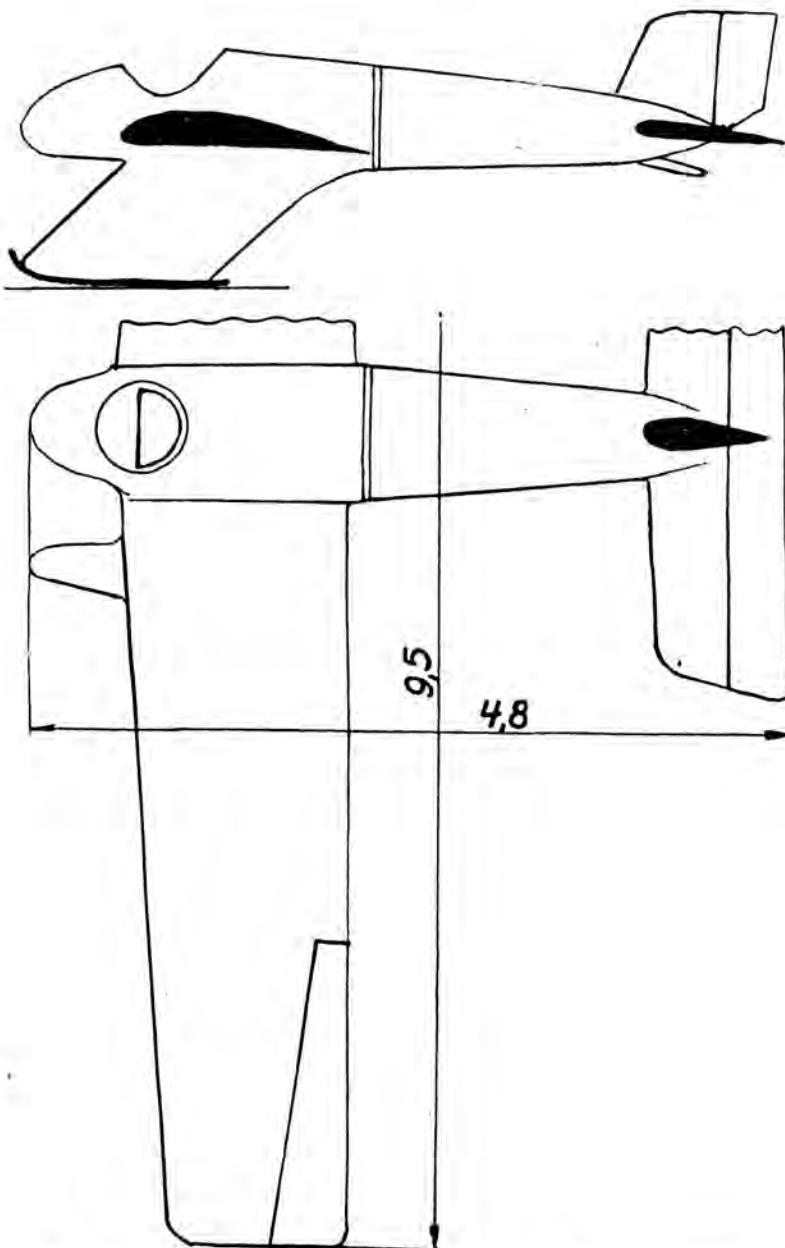


Fig. 56. Aachen-Eindecker „Schwarzer Teufel“ 1920.

beträgt 130 g, das der Stahlkugel 46 g, das des Schalenringes 32 g. Der Seitensteuerfußhebel wiegt 150 g. Er ist hohl zusammengebaut und besitzt Fußrasten aus Aluminiumblech. Das Gelenk für den Knüppel ist an einem pyramidenartigen Sperrholzträger am Vorderholm befestigt. Der Führersitz liegt ziemlich hoch und frei und gestattet gute Übersicht im Fluge. Er liegt zwischen Vorder- und Hauptholm. Das Flugzeug ruht auf zwei allseitig gummifederten Eschenkufen. Der Unterbau besteht aus zwei Stromlinienkörpern, die beiderseits des Rumpfes aus den Flügelansätzen nach unten herauswachsen. Dieselben sind etwa 0,65 m hoch und um 0,70 m vor die Flügeln vorderkante gezogen. Die Kufe wird nicht zum statischen Aufbau herangezogen, ihre Knotenpunkte liegen nicht unverschiebbar fest. Die eigentliche Gleitkufe ist an einer blinden Kufe derart befestigt, daß sie sich in gewissen Grenzen strecken kann und sich dem Erdboden anschmiegt. Die Kufen sind allseitig durch Gummi gefedert. Seitliche Abstützungen sind nicht vorhanden. Das gesamte Kufengestell ist tropfenförmig verkleidet. Als Hauptkonstruktionsmaterial dient Holz. Metallteile wurden weitgehend vermieden. Die Fachwerkkonstruktion aus Sperrholz benötigt keinen Spanndraht. Blechbeschläge wurden vermieden. Nur die Befestigung der Hinterkantenschnur des Flügels an den Rippenenden sowie die Schellen, mit denen der Schwanz vom Tragdeck getrennt wird, bestehen aus Aluminiumblech. Alle übrigen Verbindungen sind mit Kaltleim ausgeführt.

**Leistungen:** Zahlreiche glatte Flüge beim Rhön-Wettbewerb 1920 und 1921 unter Klemperer, Heffels, Bienen und Fromm. Entfernungsrekord 1920: 1,83 km in 2 min 22,6 s. Führer: Klemperer. Siegreiches Flugzeug im Rhön-Wettbewerb 1920.

#### Aachen „Blaue Maus“ (1921).

**Konstruktion:** W. Klemperer-Aachen.

**Bauausführung:** Wissenschaftl. Ver. T. H. Aachen.

**Bauart:** Freitragender Tiefdecker. Das Flugzeug unterscheidet sich im wesentlichen gering von dem Typ 1920, ist aber etwas leichter gehalten. Das Seitenverhältnis beträgt 1:5,6. Der Führersitz ist etwas tiefer eingebaut.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge in und nach dem Rhön-Wettbewerb 1921 unter Klemperer, Bienen, Fromm. Dauerrekord 1921: 13 Min. — Flug Klemperers vom Westhang der Wasserkuppe nach Gersfeld am 30. Aug. 1921. Mißglückter erster Start vom Fesselballon unter Klemperer bei der Flugwoche in Zürich 1922. Mehrere Flüge unter Jeyes beim englischen Wettbewerb in Itford Hill. Höchstdauer: 3 min 1 s.

#### Drude (1921).

**Konstruktion:** W. Drude-Berlin.

**Bauausführung:** W. Drude-Berlin.

**Bauart:** Tiefdecker. Der Rumpf ist in Sperrholzkonstruktion ausgeführt. Die Flächen zeigen zur Erzielung hoher Stabilität starke V-Form (ähnlich Fokker 1912). Das Seitenverhältnis ist gering. Die Flächen werden verwunden. Ihr Gewicht beträgt 25 kg, das des normalen Leitwerkes 4 kg, das des Fahrgestells 21 kg. Letzteres ist in der aus dem

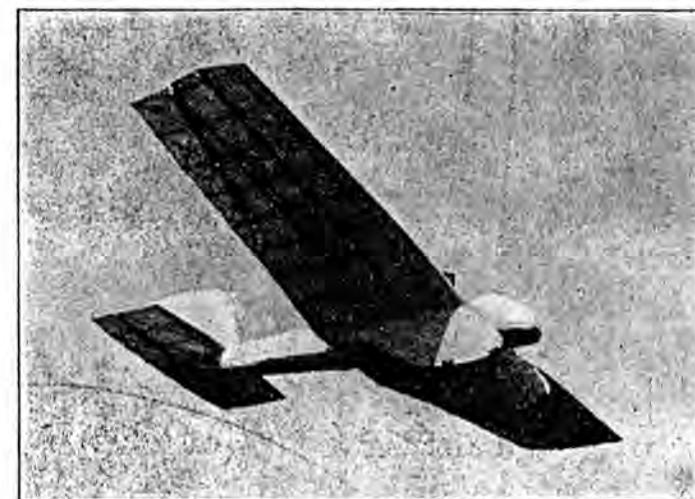


Fig. 57. Aachen-Eindecker „Blaue Maus“ 1921.

Motorflugzeugbau bekannten Bauart ausgeführt unter Verwendung von Duraluminiumstreben und besitzt an Stelle der Räder schwenkbare Schuhe. Diese sind aus Sperrholz kastenförmig gebaut, haben Schwimmerform und sind mit Aluminiumblech beschlagen. Die Querachse liegt tief über dem Erdboden und wurde später aufgebogen, um Hängenbleiben an kleineren Hindernissen zu vermeiden. Die Lage der Schuhe wurde im Fluge durch Gummizüge gesichert.

**Leistungen:** Mehrere Flüge unter Drude während des Rhön-Wettbewerbes 1921.

#### Stuttgart (1921).

**Konstruktion:** P. Brenner-Stuttgart u. M. Schrenk-Korntal.

**Bauausführung:** Flugtechn. Verein Stuttgart.

**Bauart:** Verspannungsloser Eindecker. Der Rumpf stellt ein festes Rahmenwerk dar. Er wird aus vier Holmen gebildet, zwischen die in regelmäßigen Abständen Querstäbe eingefügt sind.

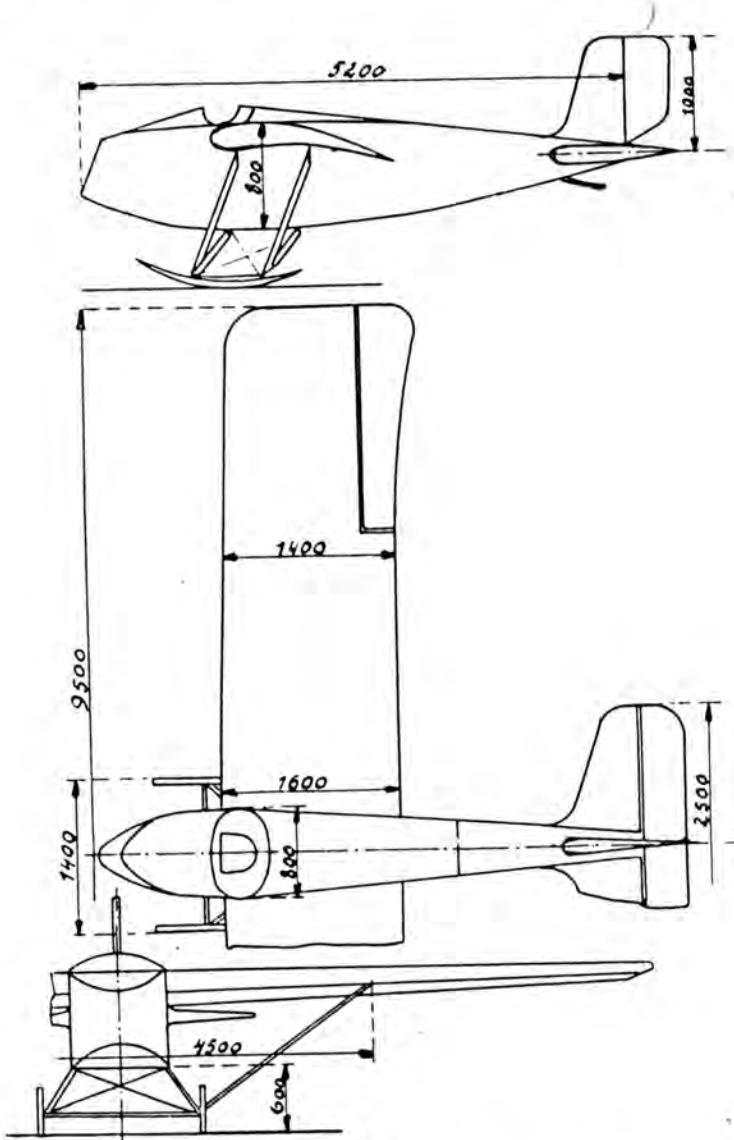


Fig. 58. Stuttgart-Eindecker 1921.

In die entstehenden Felder sind zur Erzielung der Dreh- und Biegefestigkeit Winkel aus Sperrholz eingeleimt. An der Stelle, an welcher Kufengestell und Tragflächen befestigt sind, ist der Rumpf durch kräftiges Strebenwerk verstärkt. Der vordere Teil des Rumpfes ist mit Sperrholz beplankt, der hintere Teil mit Stoff bespannt. Der Führer sitzt so tief im Rumpf, daß nur sein Kopf heraussieht. Mittels der üblichen Knüppel-

steuerung werden das ungeteilte Höhensteuer und die Verwindungsklappen bedient. Das Seitensteuer ist ebenso wie das Höhensteuer gedämpft. Höhenflosse und Kielflosse sind zur Vermeidung von Wirbelbildungen mit allmählichen Übergängen angesetzt. Der Rumpf ruht vorne auf zwei schneeschuhartigen Kufen, die durch vier starke, innen hohle Stützen mit dem Rumpf verbunden und untereinander mit Stahldrahtseil verspannt sind. Rückwärtig ist ein gefederter kardanisch gelagerter Sporn vorgesehen. Die beiden Holme sind innen hohl und

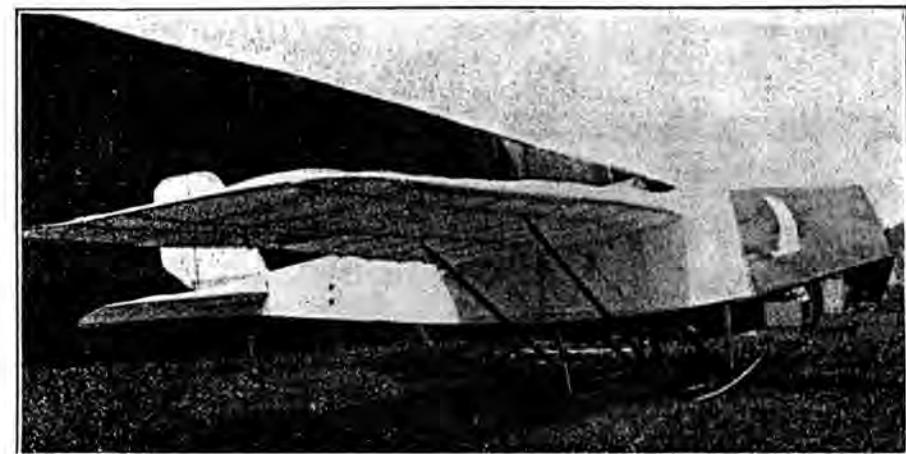


Fig. 59. Stuttgart-Eindecker 1921. Abgefangene Tragdecks. Doppelkufen-Fahrgestell. Sperrholz-Rumpfspitze.

besitzen zehnfache Sicherheit. Die Rippen sind aufgeleimt. Die Tragflächen liegen in Höhe der Oberholme des Rumpfes und sind durch schräg nach außen geneigte Stiele gegen das Fahrgestell abgestrebt. Durch Lösen weniger Schrauben kann der Rumpf in der Mitte auseinander genommen werden. Die Beschläge zur Verbindung der einzelnen Holzteile sind je nach Beanspruchung aus dünnem Stahlblech, Duraluminium oder gewöhnlichem Aluminiumblech hergestellt. Die Steuerruder bestehen aus autogen geschweißten Stahlrohrrahmen. Das Seitenverhältnis beträgt 1:5,5. Das Profil ist mitteldick und nimmt nach außen ab. Die Steuer sind nicht entlastet. Der Inhalt des Höhenruders beträgt 0,79 qm, der Höhenflosse 0,78 qm, des Seitenruders 0,19 qm, der Seitenflosse 0,40 qm, der nicht entlasteten Querruder 1,08 qm. Die Momentenarme der Längssteuerung betragen 3,68 m, der Seitensteuerung 3,68 m, der Quersteuerung 2,84 m. Das Gewicht der Flächen beträgt 20 kg, das des Leitwerkes 15 kg, das des Rumpfes einschließlich Kufengestell 25 kg. Es sei noch erwähnt, daß die elastische

Landungskufe an dem vorderen Knotenpunkt gelenkig, am hinteren Punkte unter Zwischenschaltung eines Schäkels, der mit seinem unteren Ende die Bewegung der federnden Kufe mitmacht, angeschlossen ist.

Leistungen: Zahlreiche glatte Wettbewerbsflüge im Rhön-Wettbewerb 1921 unter Brenner und Schrenk. Flüge im Herbst 1921 über Wasserkuppe unter Student.

*Stuttgart (1922).*

Konstruktion: P. Brenner-Stuttgart u. M. Schrenk-Korntal.  
Bauausführung: Flugtechn. Verein Stuttgart.

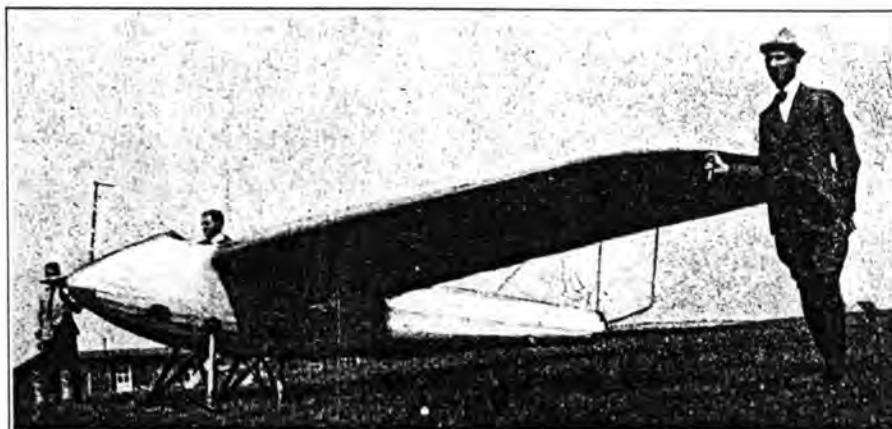


Fig. 60. Stuttgart-Eindecker 1922. Freitragende Flügel. Doppelkufen-Fahrgestell. Aluminium-Rumpfspitze.

Bauart: Freitragender Eindecker. Aus Transportrücksichten ist die Tragfläche dreiteilig ausgeführt. Sie besteht aus einem 4,8 m breiten Mittelstück, an dem mit Hilfe einfacher Beschläge die Außenflügel angeschlossen sind. Die Flügeldicke nimmt nach außen hin ab, ebenso wie die Flügeltiefe. Die Fläche besitzt einen Kastenholm mit in der Mitte quadratischem, nach außen hin rechteckigem Querschnitt. Die Sicherheit ist zum mindesten fünffach. Sie wird noch erhöht durch die Sperrholzverkleidung des Flügelvorderteils. Neuartig war die Verbindung von Fläche und Rumpf. Der Flügel ist in der Mitte bis auf den Holmquerschnitt ausgeschnitten. Der auf diese Weise freigelegte Flächenholm ist in einem gleichgroßen Einschnitt an der Rumpfoberseite eingelassen. Der Holm wird durch vier Spannbänder eingespannt. Nach Lösen der Spannbänder kann die Fläche leicht abgehoben werden. Der Rumpf hat Tropfenform und ist stoffbespannt. Das Gerippe wird von einem Vierkantrumpf mit aufgesteckten, senkrechten Spanten

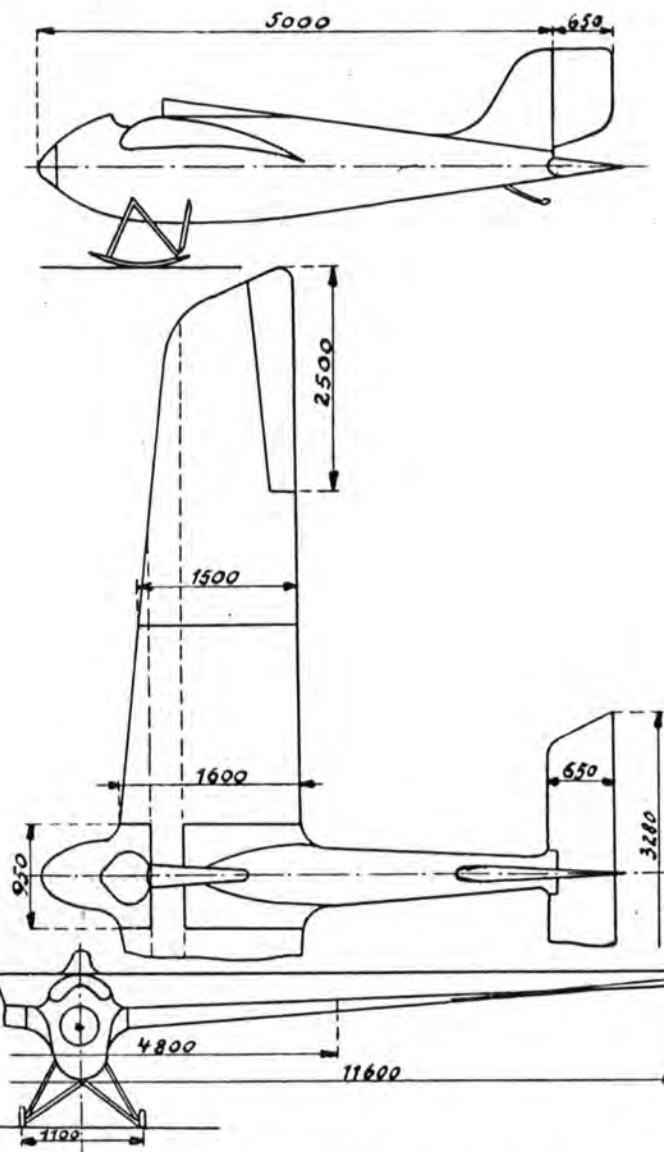


Fig. 61. Stuttgart-Eindecker 1922.

in ovaler Form gebildet. Der Vierkantrumpf stellt selbst ein Rahmenfachwerk dar. Dieses ist durch einzelne viereckige Felder unterteilt. Die Schubfestigkeit dieser Vierecke wird durch Aussteifen der Ecken mit Sperrholzwinkeln erreicht. Diese Bauart soll im Gegensatz zu den sonst üblichen Diagonalverstrebungen keinen absolut starren Aufbau, sondern gute elasti-

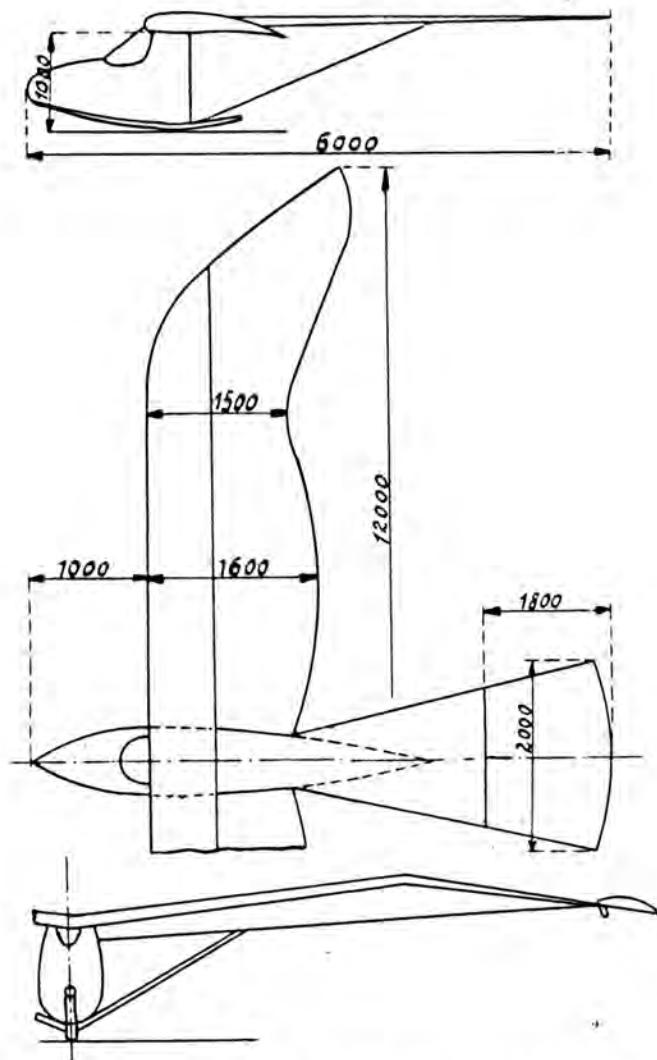


Fig. 62. Zeise-Nesemann-Eindecker „Senator“ 1923.

sche Nachgiebigkeit gewährleisten. Zur Erzielung einer ovalen Rumpfform sind an der Peripherie der einzelnen Spanten besondere Längsleisten befestigt. Die Rumpfspitze wird durch eine aus Aluminiumblech gedrückte, leicht abnehmbare Haube gebildet. Der Führersitz liegt unmittelbar vor dem Flügelholm. Hinter dem Kopf des Führers ist ein Luftabführungswulst vorgesehen, der zugleich als Schutzbügel bei Überschlag dient. Das Kufengestell erinnert an die Bauart 1921 mit zwei elastischen Kufen und einem Schwanzsporn. Die Verwindungs-

klappen sind nicht ausgeglichen, ebenso wie das Seitenrudern. Letzteres hat einen Inhalt von 0,55 qm, die Seitenflosse einen solchen von 0,65 qm. Der Inhalt des Höhenruders, das keine Dämpfungsfläche besitzt, beträgt 2,10 qm. Die Entfernung des Schwerpunktes vom Druckpunkt des Seitenruders wird mit 3,8 m angegeben. Das Profil zeigt vorne kräftige Abrundung und ist unten gewölbt. Seine Höhe beträgt 20 cm. Zugrunde lag das Göttinger Profil Nr. 441. Das Gewicht der Tragflächen beträgt 36,5 kg, das des Rumpfes 25 kg, das des Leitwerkes 8,7 kg.

**Leistungen:** Zahlreiche glatte Wettbewerbsflüge beim Rhön-Wettbewerb 1922 unter Brenner.



Fig. 63. Zeise-Nesemann-Eindecker „Senator“ 1923. Elastische Taubenflügel mit Sperrholznase. Sperrholzrumpf. Mittelkufe.

#### Zeise-Nesemann „Senator“ (1923).

**Konstruktion:** A. Nesemann-Pinneberg/Holst.

**Bauausführung:** A. Nesemann-Pinneberg/Holst.

**Bauart:** Verspannungsloser Hochdecker mit elastischen Tragflächen. Das Flugzeug war zunächst als offener Sitzgleiter mit Doppelhebelsteuerung ausgebildet, wurde dann mit einem Rumpf versehen. Dieser besitzt einen Rundholm aus Sperrholz, Wickelholm. An diesen schließen sich die Spantenn an, welche die Sperrholzbeplankung tragen. Unten läuft der Rumpf in eine Mittelkufe aus. Die Flächen zeigen typische Zanoniaform (ähnlich dem deutschen Taubtyp 1910—14). Das Tragdeck ist dreiteilig ausgeführt. Das Mittelstück hat 0,8 m Breite und ist mit dem Rumpf fest verbunden. Die beiden Flächenhälften setzen sich mit V-Form seitlich an, außerdem ist die Fläche von vorne gesehen nach Art des Vogelflügels durchgebogen. Sie besitzt einen Rundholm. Die Nase ist mit Sperrholz verstieft, vom Holm werden zur Kufe zwei schräge Stiele geführt. Das Tragdeck ist in seinem hinteren Drittel elastisch. Die Rippen sind hier aus Banibus hergestellt ohne steife Sperrholzwand. Das Leitwerk bestand anfangs ledig-

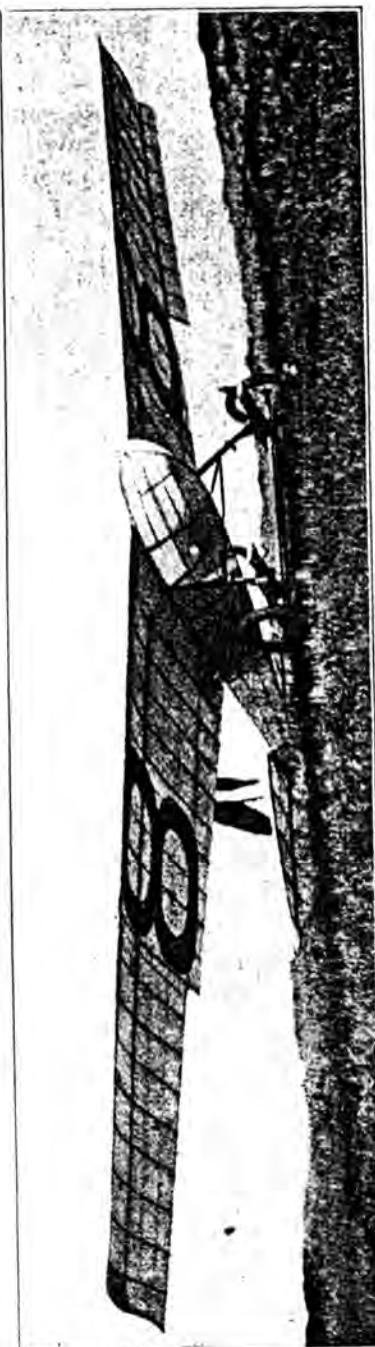


Fig. 64. Coupet-Eindecker 1922.

lich aus einer wagerechten Schwanzfläche in der bekannten Vogelschwanzform. Später wurde ein großes Seitensteuer mit Kielflosse zugefügt. Letzteres ruht in Scharnieren, während die übrigen Steuerorgane elastisch ausgeführt sind. Die Steuerseile laufen zum großen Teil außerhalb des Rumpfes. Die Flächenenden tragen gefederte Schleifbügel. Es ist Knüppelsteuerung vorgesehen, bei der Seitensteuer und Verwindung gekuppelt sind.

**Leistungen:** Flüge während der Segelflugwoche St. Andreasberg 1923. Sprünge über ebenem Gelände auf Flugplatz Fuhlsbüttel unter Förster. Versuchsfzeug.

#### Coupet (1922).

**Konstruktion:** L. Coupet-Paris.

**Bauausführung:** L. Coupet-Paris.

**Bauart:** Verspannungsloser Eindecker. Der freitragende Flügel hat ein Seitenverhältnis von etwa 1:6. Die Flächentiefe nimmt nach außen zu ab. Der Flügel hat zwei Holme und besitzt leichte V-Form. Die Quersteuerung erfolgt durch lange, schmale Klappen, Höhen- und Seitensteuerung durch die üblichen Schwanzflächen. Das Flugzeug ruht auf zwei Kufen, welche zum Erdtransport Räder erhalten. Rumpf und Flächen sind stoffbespannt. Das Flugzeug ist sehr leicht ausgeführt und besitzt eine Flächenbelastung von nur 5,5 kg/qm.

**Leistungen:** Flüge unter Coupet beim Wettbewerb von Clermont Ferrand 1922. Größte

Flugdauer: 4 min 50 s, Gesamtdauer 31 min 20 s. Größte Höhe über Abflugstelle 53 m. Sinkgeschwindigkeit 0,625 m/s. 3 min 15 s-Flug ohne Höhenverlust.

#### Dewoitine (1922).

**Konstruktion:** Dewoitine-Toulouse.

**Bauausführung:** Dewoitine-Toulouse.

**Bauart:** Freitragender Eindecker mit elastischen Tragflächen. Das Seitenverhältnis beträgt 1:10. Der Flügel ist am Rumpf geteilt, seine Hälften können für den Transport an

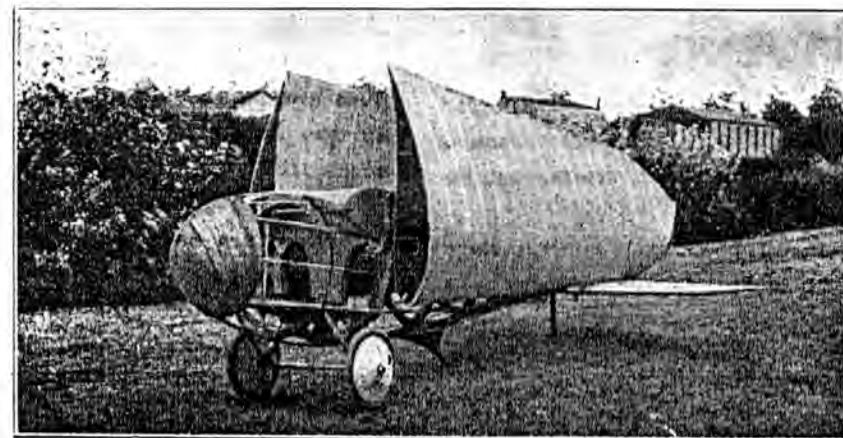


Fig. 65. Dewoitine-Eindecker 1922 mit beigecklappten Flügeln. Sperrholz-Rumpfspitze. Radfahrgestell.

den Rumpf herangeklappt werden, ohne ganz abgenommen werden zu müssen. Die Tragfläche hat einen hohen Hauptholm und verjüngt sich nach außen. Die Quersteuerung erfolgt durch normale Verwindung. Die hinteren beiden Drittel der Fläche sind elastisch ausgebildet, das vordere Drittel starr. Der Rumpf hat Stromlinienform und besteht aus ovalen Spanten, die durch leichte Holme miteinander verbunden sind. Die Rumpfspitze ist aus einer festen Kugelschale aus Sperrholz gebildet, um den Führersitz zu schützen. Letzterer liegt in der Vorderkante des Bügels so tief, daß nur der Kopf des Führers heraussieht. Das Fahrgestell bestand ursprünglich aus zwei Rädern, wurde aber später lediglich mit zwei kräftig gehaltenen langen Kufen ausgebildet. Rumpf und Flächen sind mit Stoff bespannt.

**Leistungen:** Kleinere Flüge unter Barbot beim französischen und englischen Wettbewerb 1922. Höchstdauer am Puy de Dôme 8 min 56 s. Länge 4,65 km bei 600 m Höhenunterschied. Flug von 20 min 31 s Dauer am 15. September 1922 von der

Hochebene von Super-Baguères (Pyrenäen). Höhenunterschied: 1200 m. Führer: Barbot. Gute Flüge unter Barbot in Biskra (Afrika) 1923 bis 8 h 36 min 56 s Dauer (inoffiziell).

### *Farman „Moustique“ (1922).*

Konstruktion: H. Farman-Billancourt (Seine).

Bauausführung: Farman frères, Billancourt (Seine).

Bauart: Verspannter Eindecker. Das Flugzeug ist aus dem 20 PS-Sporteinsitzer durch Ausbau des Motors entstanden. Zum Lastigkeitsausgleich wurde der Sitz dicht vor die Tragfläche in die Rumpfspitze verlegt. Der rechteckige Flügel wiegt 1,4 kg/qm und weist ein Seitenverhältnis von 1:6,7 auf. Die Tragfläche ist von 12 qm auf 15 qm vergrößert, ebenso die Ruder. Das Höhensteuer ist geteilt und besitzt eine Dämpfungsfläche. Der Rumpf ist sperrholzbeplankt und hat rechteckigen Querschnitt. Das Fahrgestell ist unverändert. Es trägt zwei Räder und einen rückwärtigen Sporn. Das Gewicht des Rumpfes beträgt 20 kg.

Leistungen: Zahlreiche Flüge im französischen Wettbewerb 1922 unter Bossoutrot. Größte Flugdauer: 5 min 18 s. Gesamtflugdauer: 48 min 55 s. Größte Überhöhung der Startstelle: 80 m. Sinkgeschwindigkeit 0,47 m/s. 3 min 30 s langer Flug ohne Höhenverlust.

### *Levasseur-Abrial (1922).*

Konstruktion: Abrial de Péga-St. Cyr.

Bauausführung: Institut Aéronautique de St. Cyr.

Bauart: Verspannungsloser Eindecker. Die Tragfläche besitzt zwei sich verjüngende Sperrholzholme mit ausgesparten Stegen und ist vollkommen freitragend durchgebildet. Profilhöhe und Tiefe nehmen nach den Enden hin ab. Die Quersteuerung erfolgt durch Klappen. Höhen- und Seitensteuer sind in der üblichen Weise ausgebildet. Das mittlere Seitenverhältnis des Flügels beträgt 1:6,3. Der vierkantige Rumpf ist als verspannungsloses Holzgitterwerk ausgeführt. Das Fahrgestell bestand anfangs aus zwei Eschenholzkufen, um dann nachträglich mit zwei Rädern ausgerüstet zu werden. Infolge der geringen Spurweite des Radgestelles sind unter den Flügelenden, obwohl die Flächenholme in Höhe der Rumpfoberkante liegen und die Radachse nicht unmittelbar unter der Unterkante des Rumpfes angebracht ist, verhältnismäßig große Schutzbügel angebracht zur Vermeidung von Beschädigungen beim Auf-den-Flügel-gehen.

Leistungen: Flüge unter Pitot beim französischen Wettbewerb 1922. Gleitzahl 1/15. Sinkgeschwindigkeit: 0,33 m/s.

### *Dresden (1921).*

Konstruktion: H. Muttray, R. Spies, R. Seifert-Dresden.  
Bauausführung: Flugtechn. Verein Dresden.

Bauart: Verspannter Rumpfdoppeldecker. Die Flächen haben Kastenholme von 6—9 cm Höhe bei 4 cm Breite. Beschläge sind möglichst vermieden und kommen nur für die Stielbefestigung und Aufhängung der Flügel in Betracht. Die untere Fläche liegt nur 25 cm über dem Rumpfboden und ist leicht V-förmig angestellt. Die obere Fläche setzt sich an ein

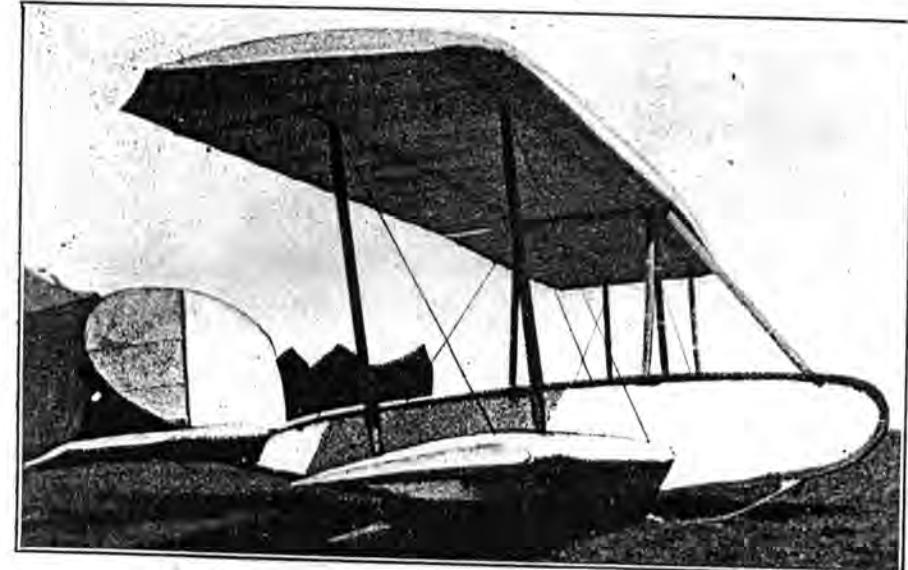


Fig. 66. Dresden-Doppeldecker 1921. Verspannte Zelle.  
Tief liegendes Unterdeck.

Profilmittelstück des aus sechs Streben gebildeten Spannturmes an. Die Streben sind hohl und tropfenförmig, sie werden nach doppelter Leimung umwickelt. Die Stirnkante wird durch zwei übereinander geleimte Sperrholzschichten gebildet. Die Flächen haben mitteldickes Profil und sind zelloniert. Ihr Seitenverhältnis beträgt 1:5,2, ihre Tiefe 1,45 m bzw. 1,20 m. Zur Längssteuerung dient ein nichtentlastetes, ungeteiltes Höhenruder von 2,8 m Spannweite bei 0,4 m Tiefe und einem Inhalt von 1,12 qm. Es schließt sich unmittelbar an eine 0,65 m tiefe Dämpfungsfläche von gleicher Spannweite und 1,82 qm Inhalt an. Der Momentenarm beträgt 2,7 m. Das nicht entlastete Seitenruder hat 0,4 qm Inhalt, ebenso wie die vorgelagerte Kielflosse. Der Momentenarm beträgt 2,7 m. Die Quersteuerung erfolgt durch Verwindung. Das obere Tragdeck

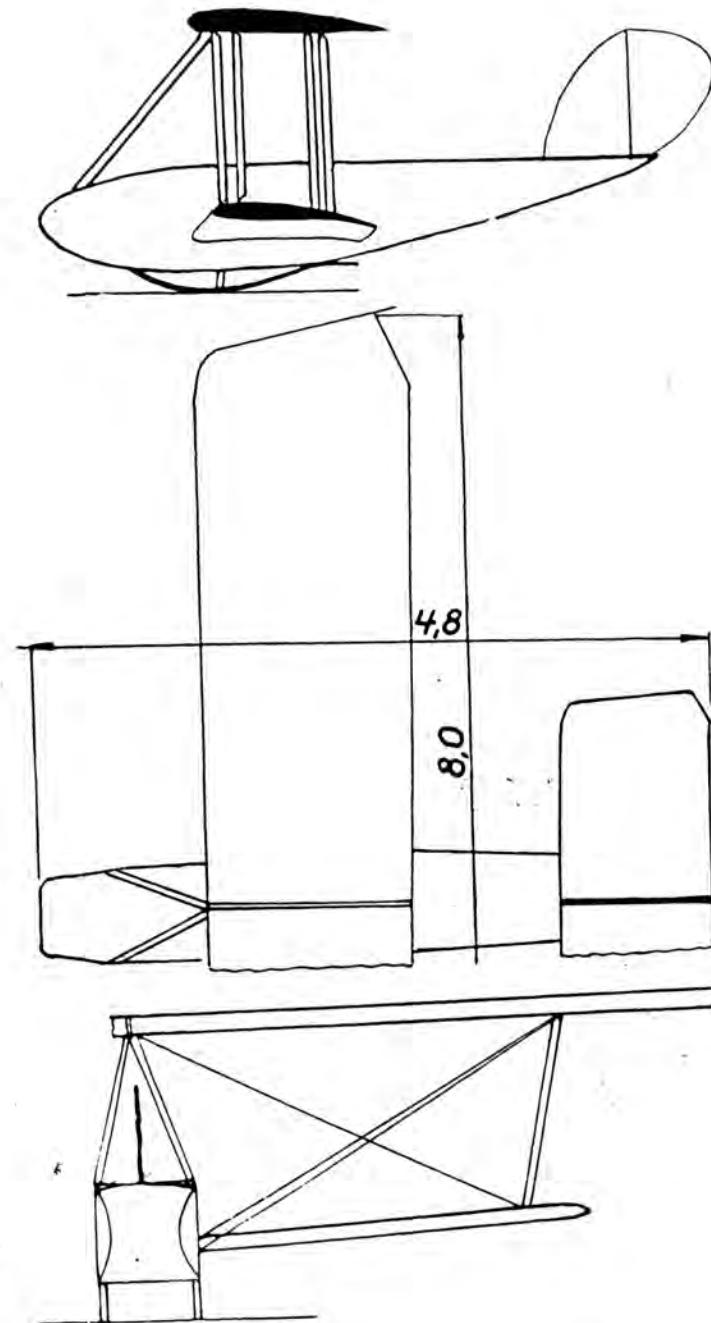


Fig. 67. Dresden-Doppeldecker 1921.

ist etwas zurückgestaffelt und hat geringeren Anstellwinkel als das Unterdeck. Letzteres ist auf 6 m Spannweite verkürzt. Beide Flächen weisen geringe Pfeilform auf. Der Rumpf hat quadratischen Querschnitt und verläuft rückwärtig in eine horizontale Schneide, auf welcher die Steuerflächen montiert sind. Die Dämpfungsfläche ist aus einem Stück hergestellt und kann leicht abgenommen werden. Verspannungskabel oder Stützstreben fehlen. Zur Unterbringung des Führers wurden die

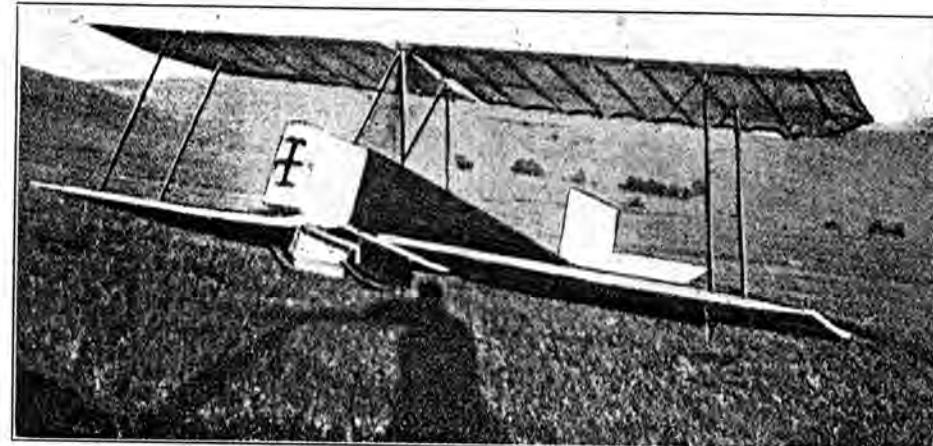


Fig. 68. v. Lößl-Doppeldecker 1920. Verspanntes Rumpfflugzeug mit Doppelkufen-Fahrgestell.

Rumpfspanten ausgespart. Obwohl an dieser Stelle die Diagonalstreben wegfielen, ist bei der hohen Breite des Rumpfes an dieser Stelle (0,70 m) der Rumpf torsionsfest gebaut. Der Führersitz liegt im Schwerpunkt. Die größte Rumpfhöhe beträgt 0,70 m. Die Spurweite ist ebenso groß. Das Fahrgestell besteht aus zwei Kufen. Seine Höhe beträgt etwa 0,3 m.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge im Rhön-Wettbewerb 1921 und 1922 und im Erzgebirge unter Muttray, Seifert und Spieß bis zu 10 min Dauer. Gute Eignung zu Schulzwecken.

#### v. Lößl (1920).

**Konstruktion:** Eugen v. Lößl-Darmstadt.  
**Bauausführung:** E. v. Lößl-Darmstadt.

**Bauart:** Einstieliger Rumpfdoppeldecker. Die rechteckigen Tragflächen sind ungleich lang und nicht gestaffelt. Die Stiele sind nach innen geneigt. Das Oberdeck ist geteilt und setzt sich an einen keilförmigen hohen Spannturm an. Das tiefliegende Unterdeck wird zu beiden Seiten des Rumpfunter-

holmes angeschlossen. Es ragt um Rumpfesbreite seitlich über das Oberdeck hinaus. Die schräge Neigung der Stiele nach innen ermöglicht oben und unten gleiche Feldlängen. Die Zelle ist normal verspannt. Der Rumpf hat viereckigen Querschnitt und trägt hinten das ungedämpfte, geteilte Höhensteuer, darüber das Seitensteuer ohne Kielflosse. Das niedrige Fahrgestell besteht aus zwei Kufen. Seine Spurweite ist etwa gleich der Rumpfbreite. Die Streben sind flächenförmig verkleidet.

**Leistungen:** Flüge während des Rhön-Wettbewerbes 1920 unter Eugen v. Lößl. Größte Flugstrecke 770 m in 80 s.

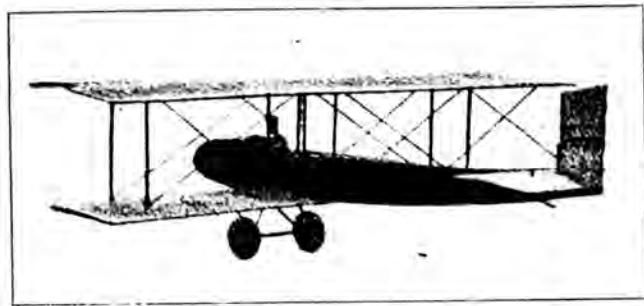


Fig. 69. Farman-Doppeldecker „Sport“ 1922. Verspanntes Rumpf-Motorflugzeug ohne Motor.

#### Farman „Sport“ (1922).

**Konstruktion:** H. Farman-Billancourt (Seine).

**Bauausführung:** Farman frères, Billancourt (Seine).

**Bauart:** Verspannter Rumpfdoppeldecker. Es handelt sich hier nur um ein umgebautes Motorflugzeug, bei welchem lediglich zum Lastigkeitsausgleich der Führersitz entsprechend weit nach vorne verschoben worden ist. Die Flächen sind rechteckig und ungestaffelt. Die Zelle ist einstielig gehalten und normal verspannt. Über dem Rumpf wird das Oberdeck durch vier Baldachinstreben getragen. Das Höhensteuer ist geteilt mit Dämpfungsfläche. Das Seitensteuer besitzt keine Kielflosse. Der Rumpf ist geschlossen. Das Fahrgestell wurde in der alten Form beibehalten. Es besitzt zwei Räder mit unter dem Rumpf liegender Achse.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge unter Bossoutrot und Paulhan beim französischen Wettbewerb 1922. Gesamtflugdauer: 49 min 55 s.

#### Potez (1922).

**Konstruktion:** H. Potez-Levallais-Perret (Seine).  
**Bauausführung:** H. Potez-Levallais-Perret (Seine).

**Bauart:** Einstieliger Rumpfdoppeldecker. Das Flugzeug ist in enger Anlehnung an den Typ Potez VIII P mit Motor entstanden. Die Flügel besitzen V-Form. Die geringe Staffelung des Oberdeckes ist zur Regelung der Lastigkeit verstellbar. Das Gewicht der Zelle beträgt 50 kg, das Einheitsgewicht somit 2,4 kg/qm. Der vierkantige Rumpf zeigt normale Sperrholzbauart. Der Führersitz liegt in der abgerundeten Rumpfspitze. Das Fahrgestell besteht aus einer festen Achse mit zwei Rädern, die Schwanzkufe ist abgefedert.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge am Puy de Combregasse 1922 unter Douchy.

#### Berlin „Teufelchen“ (1923).

**Konstruktion:** K. Tank-Potsdam.

**Bauausführung:** Akademische Fliegergruppe T. H. Berlin-Charlottenburg, Luftfahrzeug-Gesellschaft, Werft Stralsund.

**Bauart:** Verspannungsloser Hochdecker. Die zweiteilig ausgebildete Tragfläche hat 11,2 m Spannweite und 1,2 m Tiefe. Profil: Göttingen 441. Die Fläche besitzt zwei Kastenholme, von denen der vordere mit der Sperrholznase des Flügels eine torsionsfeste Röhre bildet. Der Spierenabstand beträgt 0,3 m. Das Flächenende ist verwindbar ausgebildet. Auf eine Spannweite von 1,6 m ist hier lediglich ein drehbarer Stahlrohrholm vorgesehen, auf dem nur die letzte Spiere starr befestigt ist. Diese wird bei der Drehung des Rohres derart geschwenkt, daß das Ende der Flügelnase auf und ab bewegt wird. Das ganze Flügelende wird hier um die Querachse gedreht, also nicht nur das Flügelende herabgezogen, sondern zugleich die Flügelspitze gehoben. Um die nach außen zunehmende Verdrehung der Fläche zu ermöglichen, ist von einer Zelloneierung des Flügelbespannungsstoffes z. T. abgesehen. Der Anschluß zwischen Flügelende und Tragfläche ist mit Sperrholz verkleidet. Das Verwindungsstahlrohr ist im Flügel gelagert. Seine Betätigung erfolgt mittels Knüppels unter Zwischenschaltung von Stoßstangen. Die Flächen haben im Grundriß rechteckige Form. Das Flügelprofil bleibt über die ganze Spannweite gleich. Die Fläche wird durch profilmäßige Verkleidungen aus Aluminiumblech seitlich abgeschlossen. Sie lagert unmittelbar auf der Rumpfoberseite. Diese ist dachförmig ausgebildet und kann derart entstanden gedacht werden, daß ein normaler Spannturm mit Sperrholzplatten verkleidet wurde. Der Rumpfquerschnitt ist rechteckig mit oberem Dreiecksaufbau, vor welchem der Führersitz liegt. Die größte Rumpfhöhe beträgt 1,25 m, die größte Rumpfbreite 0,82 m. Alle Wände bestehen aus Sperr-

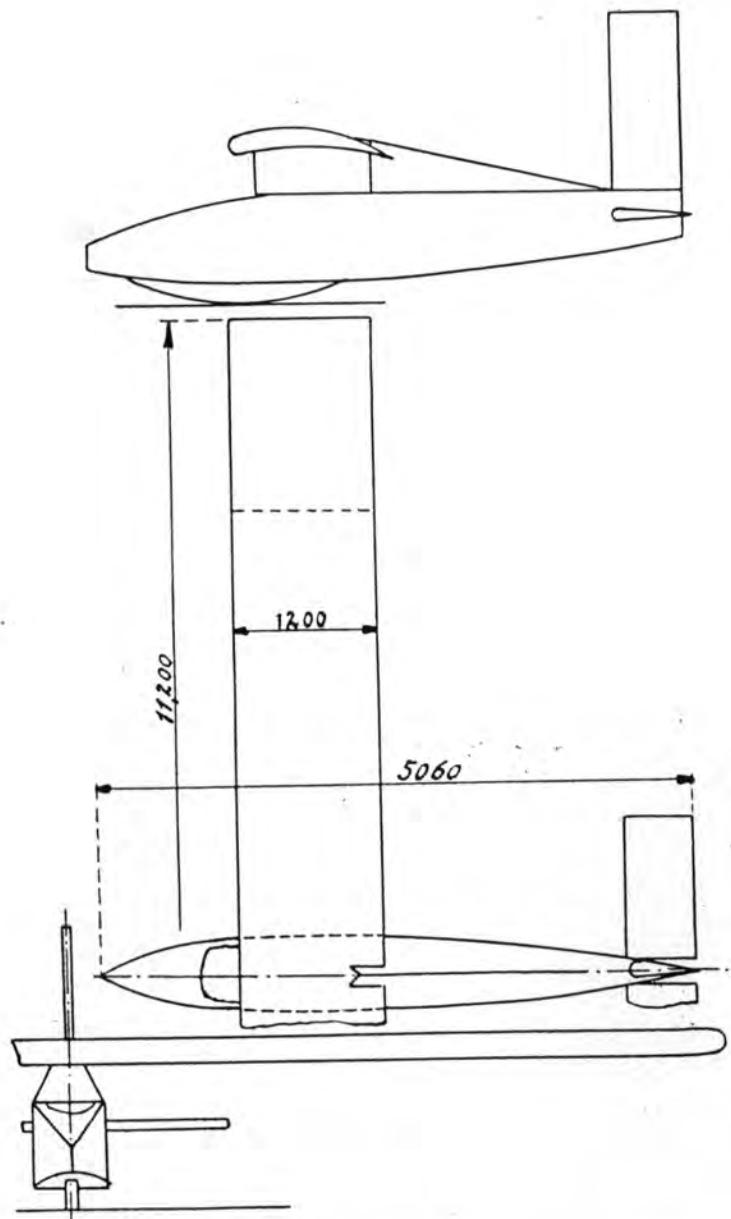


Fig. 70. Berlin-Eindecker „Teufelchen“ 1923.

holz. Rückwärts wird eine senkrechte Schneide gebildet, vor welcher die Leitflächen liegen. Das geteilte, um Grundriß rechteckige Höhensteuer ist ausgeglichen und besitzt keine Dämpfungsfläche. Sein Inhalt beträgt bei 0,6 m Tiefe und 2,8 m Spannweite 1,5 qm. Die Drehachse liegt 0,15 m hinter der Vorderkante. Das Seitenruder besitzt keine Kielflosse. Bei 1,6 m Höhe hat es 0,6 m Tiefe. Die Steuerzüge laufen innerhalb des Rumpfes bzw. der Flügel. Letztere sind in Nähe des Rumpfes mit Aluminiumblech verkleidet. Das Flügelgewicht beträgt etwa 50 kg. Die Fläche ist fast vollkommen freitragend ausgebildet und besitzt lediglich zwei kleine Fangstiele dicht am Rumpf.

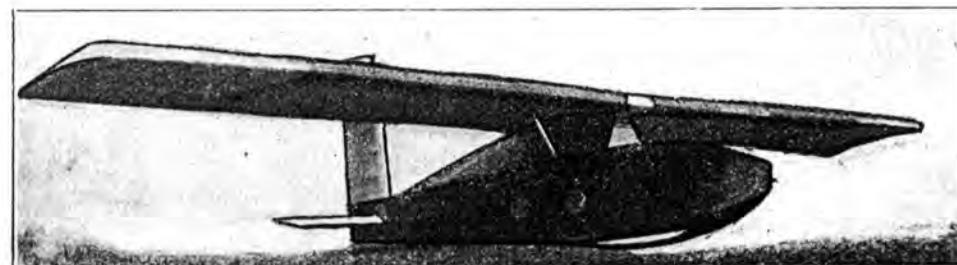


Fig. 71. Berlin-Eindecker „Teufelchen“ 1923.

Die Rumpfunterseite weist einen kräftigen Eschenbügel auf, dessen Enden dicht an der Rumpffläche anliegen. Das Rumpfgewicht beträgt 52 kg, das Leergewicht des ganzen Flugzeuges 106 kg. Bei etwa 13,5 qm Flächeninhalt beträgt die Flächenbelastung rund 13 kg/qm. Es sei noch erwähnt, daß dem Querschnitt der Leitflächen das Göttinger Profil 410 zugrunde liegt.

**Leistungen:** Versuchsflüge unter Tank beim ersten Deutschen Küstensegelflug 1923.

#### Darmstadt (1921).

**Konstruktion:** Akad. Fliegergruppe T. H.-Darmstadt.

**Bauausführung:** Akad. Fliegergruppe T. H.. Darmstadt.

**Bauart:** Freitragender Hochdecker. Die Tragflächen haben etwa rechteckige Grundrißform. Das Seitenverhältnis beträgt 1:6. Als mittleres Profil kam Göttingen Nr. 441 zur Verwendung, das nach innen zu etwas verdickt, nach außen zu etwas verflacht wurde. Die Fläche besitzt zwei Holme, von denen der Vorderholm als Doppel-T-Träger mit gitterförmigen, der Hinterholm als Kastenholm mit länglichen Aussparungen der Stege gebaut wurde. Zur Erzielung der nötigen Torsionsfestig-

keit dient ein zickzackförmig in der Flügelebene laufender Gitterverband, der in den äußeren Feldern durch Raumdiagonalbänder aus Sperrholz ersetzt wurde. Die Holmgurte bestehen aus Kiefer, die Holmstege aus Sperrholz, die Rippen aus gitterförmig ausgesparten Sperrholzplatten mit Kieferflanschleisten. Der Rippenabstand beträgt 0,5 m. Die Flügelnase wird aus Sperrholz gebildet, das in den inneren Feldern bis zum Vorderholm heraufgezogen ist. Zur Erleichterung des Auf- und Abbaues sind die Obergurte der Flügelholme direkt durch Scharniere verbunden. Die Untergurte bilden eine Art Achselhöhle, gehen im Bogen nach unten und schließen an die Holme des Rumpfkopfstückes an, so daß die Flügel zugleich die Seitenflächen des Rumpfes bilden. Der Anschluß des hinteren Rumpfteiles erfolgt an den Hinterholmen. Die Querruder sind als Klappen von 2 m Spannweite am Hinterholm in drei Scharnieren gelagert. Die Steuerkabel laufen im Inneren des Flügels. Die freitragende abnehmbare Dämpfungsfläche hat symmetrisches Profil und ist so bemessen, daß sich das Flugzeug im indifferenten Gleichgewicht befindet. Dämpfungsfläche und Höhensteuer bilden ein Rechteck von 3 m Länge und 0,9 m Tiefe. Das Höhensteuer besitzt  $\frac{2}{5}$  dieser Tiefe und ist in drei Scharnieren gelagert. Der Flächeninhalt des Seitenleitwerks beträgt 0,7 qm. Das Seitensteuer besitzt eine Kielflosse. Der vorne spitz zulaufende Rumpf trägt in Höhe der Flügelnase den Führersitz, ausgestattet mit normaler Knüppelsteuerung. Der Führer sitzt dicht vor dem Vorderholm derart, daß der Kopf in einem Ausschnitt der Flügelnase geborgen ist. Das Rumpfende, hinter den Hinterholmen angeschlossen, sollte ursprünglich runden Querschnitt erhalten, um dann aus baulichen Gründen als Dreikant ausgeführt zu werden. Es besteht aus drei durch Gitterverband verstieften Kastenholmen. Das Kufengestell bestand zunächst aus sehr dickem Tonkingrohr, wurde später aber durch Kufen verbreitert zur Herabsetzung der Bodenpressung beim Start. Die Kufen sind außer am vorderen Punkte nur noch einmal unter dem Führersitz durch ganz kurze, nach innen abgestrebte Stützen gelagert. Besondere Abfederung fehlt. Der Starthaken liegt vor und etwas unterhalb des Schwerpunktes. Das Gewicht der Tragfläche einschließlich des Rumpfmittelstückes und der Quersteuerung beträgt 24 kg, das des hinteren Rumpfteiles mit Beschlägen 4 kg, das des Rumpfkopfstückes, der Steuerung und des Landungsgestells 12 kg. Höhensteuer nebst Dämpfungsfläche wiegen 2 kg, Seitensteuer nebst Kielflosse 1 kg. Der Eindecker weist eine Bauhöhe von 1,2 m auf. Die Spurweite beträgt 1 m, die Fahrgestellhöhe 0,25 m.

**Leistungen:** Flüge im Wasserkuppengelände Herbst 1921 unter Hackmack, Galetschky und Tippke.

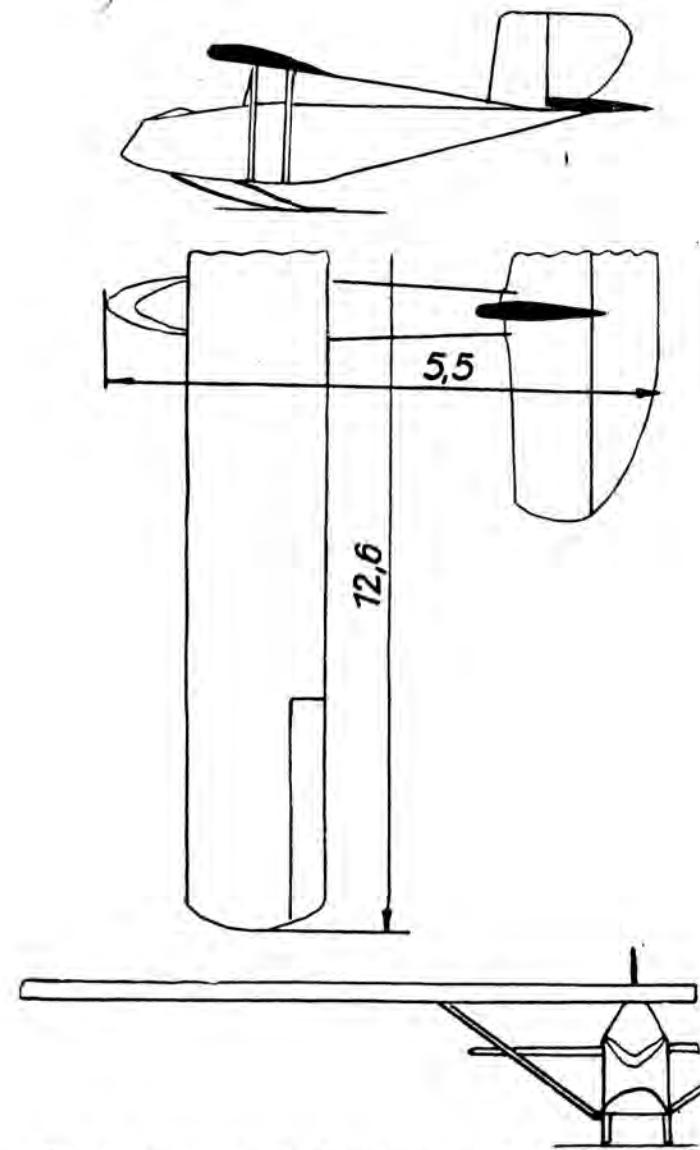


Fig. 72. Darmstadt-Eindecker „Edith“ 1922.

#### Darmstadt „Edith“ (1922).

Konstruktion: Akad. Fliegergruppe T. H.-Darmstadt.

Bauausführung: Akad. Fliegergruppe T. H.-Darmstadt.

Bauart: Verspannungsloser Hochdecker. Die Tragfläche ist im Grundriß rechteckig. Das Profil ist vorne kräftig gewölbt, besitzt unten geringe Wölbung. Seine Stärke von 0,17 m

nimmt nach den Enden nicht ab. Der Anstellwinkel beträgt auf die ganze Länge 6 Grad. Die Fläche ist in der Mitte geteilt, in 2 m Entfernung vom Rumpf ist sie durch je zwei Streben abgefangen. Der Rippenabstand beträgt 0,3 m, zwischen je zwei Rippen wurde eine Hilfsrippe eingeschaltet. Die Flügelnase ist mit Sperrholz bekleidet bis zum Vorderholm. Von dort ab ist die Fläche stoffbespannt. Zur Quersteuerung dienen Verwindungsklappen. Das Gewicht des Flügels beträgt 44 kg. Das 1,6 qm große Höhenruder ist ungeteilt und besitzt eine Dämpfungsfläche von 2,2 qm Inhalt. Das Seitenruder hat 0,40 qm,

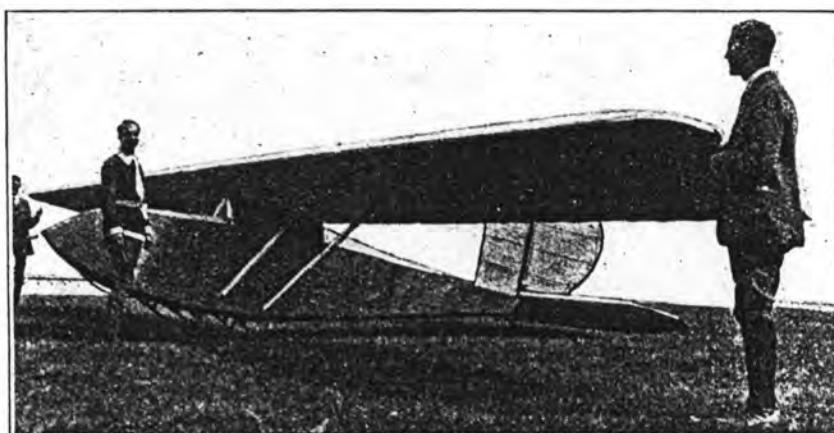


Fig. 73. Darmstadt-Eindecker „Edith“ 1922. 1. Ausführung mit Doppelkufen. Sperrholz-Rumpf.

die vorliegende Kielflosse 0,45 qm. Die Entfernung des Druckmittelpunktes des Seitenruders vom Schwerpunkt beträgt etwa 2,8 m. Der Sperrholzrumpf hat am Führersitz fünfeckigen Querschnitt und läuft weiter hinten in rechteckige Form über, um zuletzt in wagerechter Schneide zu enden. Die Tragfläche setzt sich an einen dachähnlichen Aufbau an, vor dem der Führersitz liegt. Dieser weist normale Knüppelsteuerung auf. Das Landegestell bestand anfangs aus zwei federnden Eschenkufen und hatte eine Gesamthöhe von etwa 0,2 m. Es wurde später durch eine einzige breite Mittelkufe mit L-Querschnitt ersetzt, die vorne am Rumpf festangeschlossen in ziemlich großer Krümmung über ein Stück des Rumpfes lief und dazwischen sowie an ihrem hinteren Ende geführt ist. Der Starthaken liegt an der Rumpfspitze.

Leistungen: Zahlreiche Flüge während und nach dem Rhön-Wettbewerb 1922 unter Botsch, Hübner, Plauth, Thomas usw. Zahlreiche Überlandflüge. Sturmflug von Botsch am 24. August 1922. Landung oberhalb der Abflugstelle.

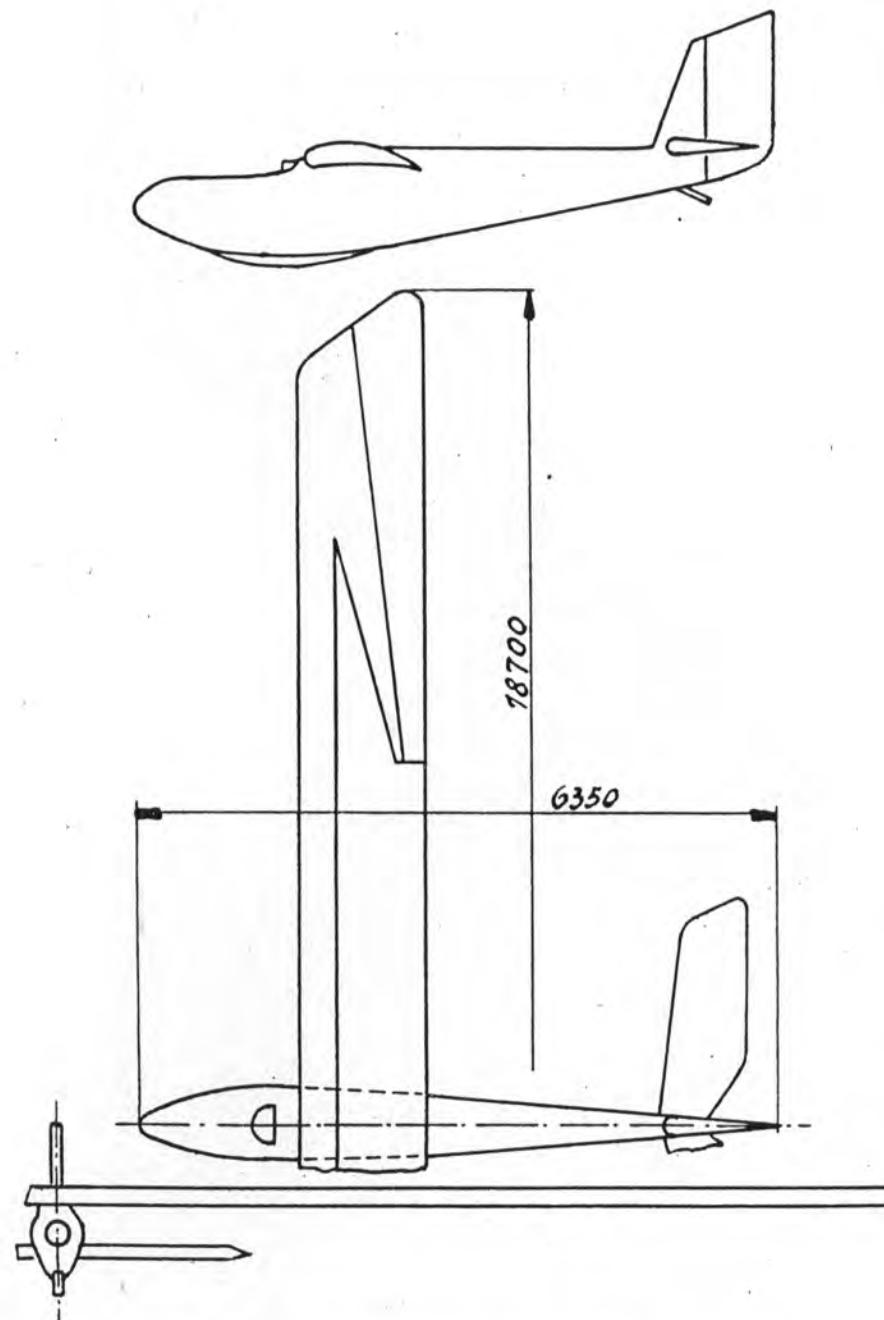


Fig. 74. Darmstadt-Eindecker „Konsul“ 1923.

*Darmstadt „Konsul“ (1923).*

**Konstruktion:** Akad. Fliegergruppe T. H.-Darmstadt.

**Bauausführung:** Bahnbedarf A. G.-Darmstadt.

**Bauart:** Freitragender Hochdecker. Der Flügel ist einhol mig mit Sperrholznase. Seine Spannweite beträgt 18,7 m. Als Profil kommt das Messerschmitt S. 13.-Profil (Göttingen 535) zur Verwendung. Die Flügeltiefe beträgt 1,2 m. Der Flächeninhalt 22 qm. Um bei der großen Spannweite noch genügende Steuerfähigkeit zu erzielen, ist die Verwindung derart eingerichtet, daß sie stets die Seitensteuerwirkung unterstützt. Wir finden hier eine Verquickung der Schulzschen Klappensteuerung mit Schwanzseitensteuerung: Der Sperrholzrumpf hat ovalen Querschnitt. Zur Verbesserung der Kielwirkung läuft die Form oben und unten spitz zu. Die Gesamtlänge des Flugzeuges beträgt 5,5 m. Eine gummigefederte Mittelkufe liegt unmittelbar unter dem Rumpf. Die Knüppelsteuerung ist normal. Das Leergewicht wird mit 130 kg, das Fluggewicht mit 200 kg veranschlagt. Es handelt sich hier um ein vorwiegend auf guten Gleitwinkel und geringe Sinkgeschwindigkeit hin gezüchtetes Segelflugzeug.

**Leistungen:** Versuche.

*Darmstadt „Piepmatz“ (1923).*

**Konstruktion:** Akad. Fliegergruppe T. H.-Darmstadt.

**Bauausführung:** Bahnbedarf A.-G., Darmstadt.

**Bauart:** Freitragender Eindecker. Da dieses Flugzeug auf Wendigkeit und praktisch verwertbare Geschwindigkeitsspannung hin entwickelt wurde, besitzt das Profil verstellbare Wölbung. Dieselbe wird durch Verdrehung der Flügelnase und des Hauptholmes erzielt. Die Verwindung erfolgt in ähnlicher Weise durch Verdrehung des sonst festliegenden Hilfsholmes. Zur Ermöglichung der Wölbungsveränderung des Joukowsky-Profiles sind elastische Flügelrippen verwendet. Die Tragfläche ist bei 11 m Spannweite und 1,2 m Flächentiefe einhol mig mit Sperrholznase ausgeführt. Zur Erhöhung der Wendigkeit bei kleinen Steuerflächen ist hier die Spannweite beschränkt. Die nachteilige Wirkung der geringen Spannweite wird durch Verkürzung des Rumpfes ausgeglichen. Letzterer ist in gewöhnlicher Sperrholzbauart im Querschnitt sechseckig ausgeführt. Das Landungsgestell besteht aus einer ungefederten Mittelkufe. Die Gesamtlänge des Flugzeuges beträgt 4,7 m, der Flächeninhalt 12 qm. Das Leergewicht wird mit 65 kg, das Gesamtgewicht mit 135 kg angegeben.

**Leistungen:** Versuche.

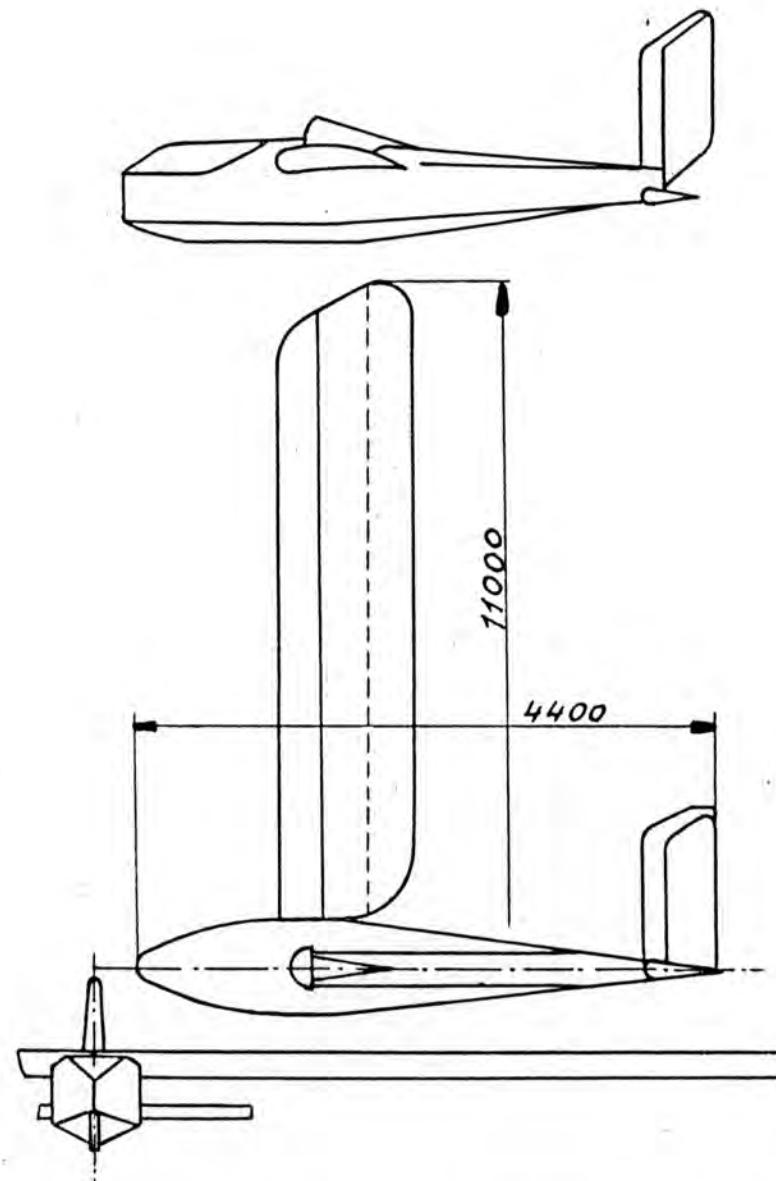


Fig. 75. Darmstadt-Eindecker „Piepmatz“ 1923.

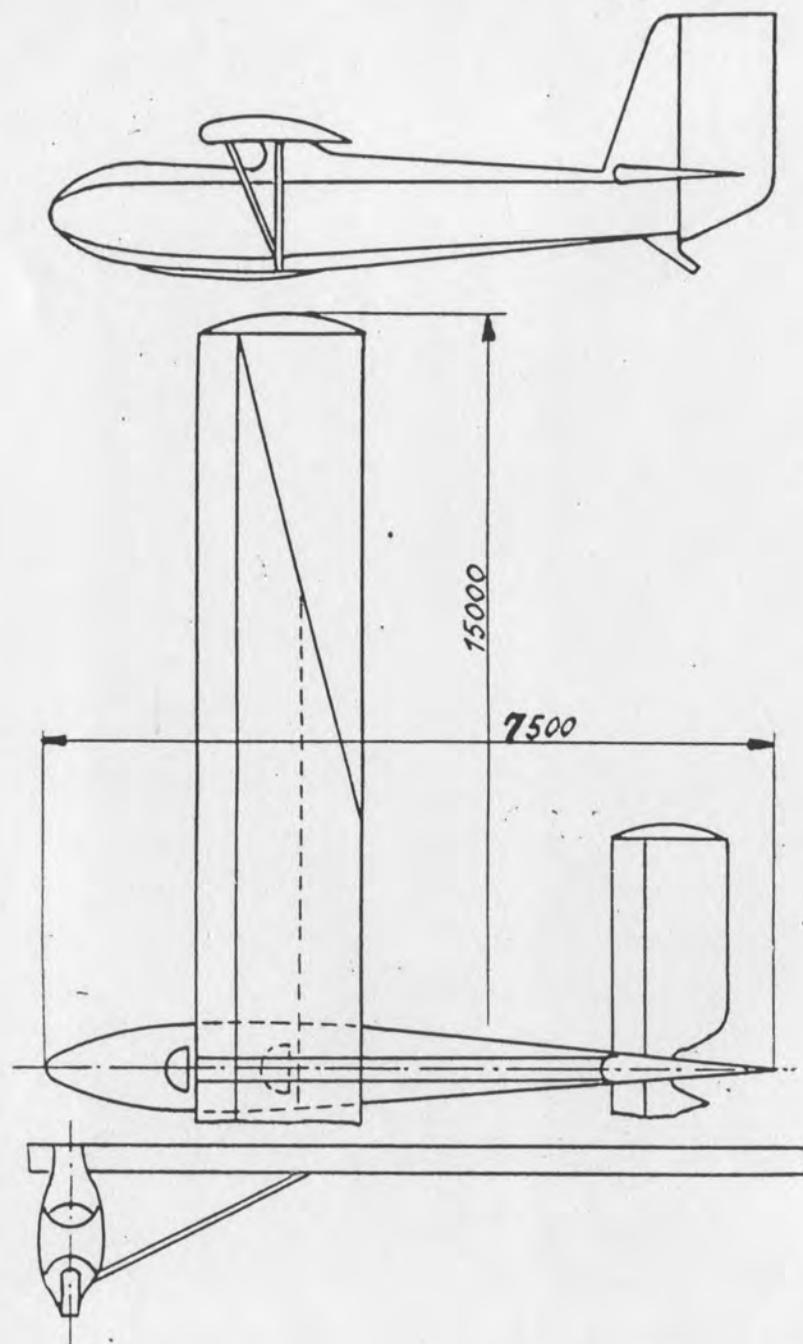


Fig. 76. Darmstadt-Eindecker „Margarethe“ 1923.

*Darmstadt „Margarete“ (1923).*

Konstruktion: Akad. Fliegergruppe T. H.-Darmstadt.

Bauausführung: Akad. Fliegergruppe T. H.-Darmstadt.

Bauart: Verspannungsloser Hochdecker. Die Tragflächen sind durch je einen V-Stiel abgestrebt. Der Flügel ist in der Mitte geteilt und besitzt 2 Holme. Der Flügelquerschnitt entspricht dem Profil Göttingen 533. Die Spannweite beträgt 15 m bei einer Flächentiefe von 1,65 m. Die Tragfläche hat 25 qm Inhalt. Die Quersteuerung erfolgt durch Klappen. Die Steuerung ist normal und doppelt ausgeführt, da das Flugzeug als Doppelsitzer zu Schulzwecken dienen soll. Die Flieger sitzen in der Rumpfspitze z. T. unter der Flügelnase. Der Rumpf zeigt Sperrholzbauart. Die Gesamtlänge des Flugzeuges beträgt 6,6 m. Das Fahrgestell besteht aus einer durch Luftkissen gefederten Mittelkufe. Das Leergewicht des Eindeckers beträgt etwa 180 kg, das Fluggewicht 320 kg.

Leistungen: Versuche.



Fig. 77. Espenlaub-Eindecker 3 1922. Rad- und Ballfahrgestell.

*Espenlaub 3 (1922).*

Konstruktion: G. Espenlaub-Balzhofz/Neuffen.

Bauausführung: Espenlaub, Flugzeugbau, Wasserkuppe (Rhön).

Bauart: Freitragender Hochdecker. Bei 17 m Spannweite und 0,95 m Flächentiefe hat der Flügel ein Seitenverhältnis von 1:18. Die Grundrissform stellt ein Trapez dar. Das dicke Profil hat an der Unterseite starke Wölbung. Der Flügel ist im Vorderteil mit Sperrholz beplankt, hinten stoffbespannt. Er besitzt drei Holme. Die Fläche ist leicht vogelähnlich durchgebogen und besitzt weder V- noch Pfeilstellung. Der Gitterrumpf ist mit Leinen bespannt und wird hinten in eine vertikale Schneide ausgezogen. Der Führer sitzt unter der Flügelnase. Das Höhensteuer wird vom Knüppel durch Bambusstoßstange bewegt, die großen, schmalen, seitlich überragenden, nicht-ausgeglichenen Verwindungsklappen werden durch Seilzug be-

tätigt. Ebenso das Seitensteuer, dessen Inhalt 0,6 qm beträgt. Das geteilte Höhensteuer besitzt wie das Seitensteuer keine Dämpfungsfläche. Bei 75 kg Flügelgewicht beträgt das Gewicht von Rumpf und Steuerflächen 35 kg. Das Fahrgestell weist zwei in einfachster Weise aus Stuhlsitzen gefertigte Räder auf, deren durchlaufende Achse im Rumpfnnern abgedeckt ist mit Spiralzügen. Das Flugzeug wurde mit den geringsten Hilfsmitteln von Espenlaub selbst hergestellt. Infolge Geldmangels mußten alle Einzelteile möglichst einfach hergestellt werden.

**Leistungen:** Zahlreiche Wettbewerbsflüge unter Schrenk Rhön 1922. Größere Flüge im Herbst 1922 unter Royce, Allen, Lorenz usw.



Fig. 78. Espenlaub-Eindecker 4 1923. Sperrholzrumpf, Rad- und Ballfahrgestell.

#### Espenlaub 4 (1923).

**Konstruktion:** G. Espenlaub-Gersfeld.

**Bauausführung:** Espenlaub, Flugzeugbau, Wasserkuppe (Rhön).

**Bauart:** Freitragender Hochdecker. Die 15 m spannende Tragfläche hat 1,4 m Tiefe. Sie besitzt einen Hölz, welcher mit der Füniernase eine torsionsfeste Röhre bildet. Der Rippenabstand beträgt 0,4 m, die größte Profilhöhe 0,27 m. Der Flügel ist dreiteilig ausgeführt. Das Mittelstück liegt unmittelbar auf der Oberseite des stark abgerundeten Rumpfes auf. Derselbe besitzt Spindelform mit ovalem Querschnitt. Seine größte Höhe beträgt 1,15 m, seine größte Breite 0,6 m. Die Rumpfbekleidung besteht aus Sperrholz. Die Rumpfspitze wird bei der Landung durch einen drehbar gelagerten Lederball, ähnlich den Rollwalzen der Hannover-Eindecker, geschützt. Das Fahrgestell besteht außerdem aus 2 nebeneinander liegenden Rädern, deren Achse zur Vermeidung schädlicher Widerstände im Rumpfnnern liegt. Die beiden stoffverkleideten Speichenräder besitzen Gummibereifung und sind durch Gummiwicklung abgedeckt. Sie liegen mit dem oberen Drittel innerhalb des Rumpfes. Das Fahrgestell liegt im Druckmittel. Der

Führer sitzt unter der Flügelnase. Der tiefe Sitzausschnitt wird für den Flug durch Stoffverkleidung verkleinert, so daß im Betrieb nur der Kopf des Führers herausschaut. Das Leitwerk besteht aus einem rechteckigen, ausgeglichenen Höhensteuer ohne Dämpfungsfläche und einer hohen, schmalen Seitensteuerfläche mit vorliegender Kielflosse. Das Rumpfende wird durch einen Sporn unterstützt. Die Gesamtlänge des Flugzeuges beträgt 5,3 m, die Gesamthöhe 1,65 m. Die normale Knüppelsteuerung betätigt Stoßstangen. Das Leergewicht beträgt 120 kg. Das Flugzeug ist unter großen Entbehrungen von dem jungen Tischler selbst gebaut. Es stellt in Anlehnung an den Hannover-typ eine aerodynamisch recht günstige Bauart dar.

**Leistungen:** Zahlreiche glatte Flüge unter A. v. Bismarck im Frühjahr und Sommer über dem Wasserkuppengelände. Beim 2. Flug 32 min und 300 m Höhe über der Startstelle, beim 3. Flug 42 min. Größte Flugstrecke bis 1. Juli 1923: 9 km. Gleitwinkel: 1:20.

#### Hannover „Vampyr“ (1921).

**Konstruktion:** G. Madelung, W. Blume, F. Hentzen, A. Martens-Hannover, Akad. Fliegergruppe T. H.-Hannover.

**Bauausführung:** Hannoversche Waggonfabrik, Hannover.

**Bauart:** Verspannungsloser Hochdecker. Die freitragende Fläche ist dreiteilig. Das Mittelstück hat gleichbleibendes Profil und 1,45 m Tiefe. Der Anstellwinkel zur Rumpfoberkante beträgt 0 Grad. Die Dicke des Mittelflügels ist 0,25 m, seine Spannweite 6,60 m. Die seitlichen Ansätze haben je 3 m Spannweite, abnehmendes Profil und nach den Enden abnehmende Tiefe. Diese beträgt an den Flügel spitzen nurmehr 0,75 m. Der Hauptholm wird durch einen in der Druckmittellinie liegenden I-Träger gebildet. Dieser hat besonders verstärkten Druckgurt und gewöhnlichen Gittersteg. Die Sicherheitszahl des Holmes ist mit Rücksicht auf die beim Umkippen des Flugzeuges an den Flächenenden auftretenden Beanspruchungen wenigstens gleich 5, an verschiedenen Stellen über 10 gewählt. Das vordere Flächen-drittel ist durch Anordnung einer Sperrholzhaut in Verbindung mit dem Hauptholm als torsionsfeste Röhre ausgebildet, deren Sicherheit wenigstens 2,5 fach ist. Die im Abstande von 0,5 m voneinander angeordneten Haupttragrippen haben 40 kg Bruchfestigkeit. Im Vorderteil und teilweise auch im Hinterteil der Fläche sind entsprechend der Verteilung der Flügelbeanspruchung eine oder mehrere erleichterte Hilfsrippen angeordnet. Die Haupttragrippen zeigen die übliche Ausführung. Der rückwärtige Teil der Fläche ist mit leichtem, festem Stoff bespannt. Die Lagerung der Fläche auf dem Rumpf erfolgt in drei Punkten derart, daß der vordere Hauptbeschlag in Rumpf und Flügelmitte den I-Träger der Fläche und den Haupttrumpe-

Langsdorff, Das Segelflugzeug.

spant verbindet unter Zuhilfenahme eines in der Flugrichtung liegenden Bolzens. Außerdem besteht eine Verbindung des Flügels an den hinteren Enden zweier verstärkter Rippen mit zwei vertikalen Rumpfstreben. Die verstärkten Rippen liegen auf dem oberen Längsholm des Rumpfes auf und fassen den drehfesten Vorderflügel. Als Verbindung dienen quer zur Flugrichtung liegende Bolzen, die durch Klappen zugänglich sind. Die überdimensionierten Beschläge sind so ausgebildet, daß nach Lösen der Bolzen eine

Verschiebung der Fläche auf einer Basis von 0,20 m nach vorne und hinten erfolgen kann, so daß genauer Gewichtsausgleich möglich ist. Zur Vermeidung von Überbeanspruchungen der auf schmaler Basis liegenden Anschlüsse bei seitlichen Schiebelandungen oder starkem Aufstoßen der Flügelenden sind kurze Streben zwischen Rumpfhauptspant und Flächenholm eingefügt. Die auftretenden Kräfte werden mit Hilfe besonderer Endrippen aus dem Röhrenholm nach drei Punkten (den beiden Gurten des I-Trägers und dem Nasenholm) abgeleitet, um eine sichere Verbindung der Anschlüsse der Flächenendstücke zu erhalten. Ein Beschlag faßt Gurte und Steg des I-Trägers zusammen und gibt die Biegungsbeanspruchungen und

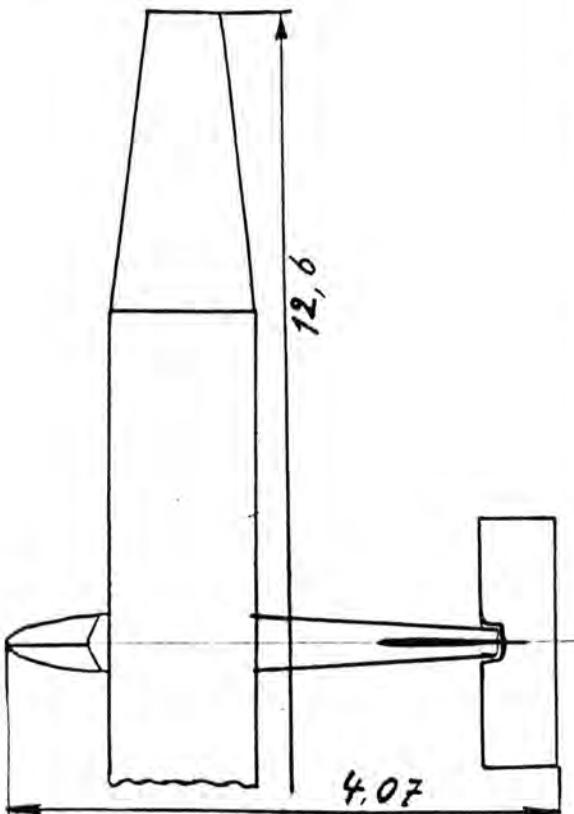


Fig. 79. Hannover-Eindecker „Vampyr“ 1921.

leitet, um eine sichere Verbindung der Anschlüsse der Flächenendstücke zu erhalten. Ein Beschlag faßt Gurte und Steg des I-Trägers zusammen und gibt die Biegungsbeanspruchungen und

Querkräfte an je einen in Höhe der Gurte des Holmes liegenden Bolzen ab. Der Stirndruck wird durch einen zweiten Beschlag mit einem Bolzen am Nasenholm übertragen, die Torsionskräfte im Verein mit dem Hauptholmbeschlag. Die Endstücke sind leicht abnehmbar, die Bolzen durch Klappen zugänglich. Die Querruder von je 0,82 qm Flächeninhalt werden durch Seilzüge betätigt. Anfangs war eine Kombination von Klappen und Verwindung vorgesehen. Das Höhenruder besitzt keine Dämpfungsfläche. Die Drachachse liegt in der Druckmittellinie, so daß die zur Betätigung dienende Stoßstange nur geringe Kräfte zu über-

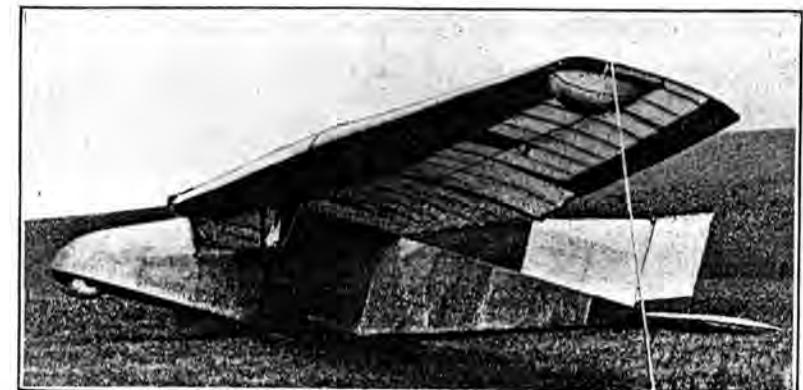


Fig. 80. Hannover-Eindecker „Vampyr“ 1921. 1. Ausführung mit Quersteuerungsklappen und seitlichen Schutzbällen.

tragen hat. Der Inhalt des Höhenruders beträgt 1,88 qm. Das Seitensteuer mit 0,48 qm Inhalt schließt sich an eine 0,8 qm große Kielflosse an und wird durch Seilzüge betätigt, welche ebenso wie die Stoßstange im Rumpfinnen liegen. Sämtliche Steuerflächen sind leicht abnehmbar. Im Führersitz ist Knüppelsteuerung eingebaut. Der Rumpf läuft vorne spitz zu, hinten in eine horizontale Schneide. Der Führersitz liegt derart unter der Flügelnase, daß freie Sicht gewährleistet ist. Die besonders fest ausgebildete Rumpfspitze besteht aus zwei starken Eschenbügeln, die von der Spitze zum Rumpfhauptspant reichen, so daß der Führersitz vollkommen eingeschlossen wird. In Verbindung mit zwei Querspannen bilden die Bügel das Gerippe des Vorderteils, welches vollkommen mit Sperrholz bekleidet ist. Zum Schutze der Bodenhaut gegen Steingeröll ist die Bekleidung unten besonders stark ausgeführt. Die Seitenwände sind mit Sperrholz bekleidet, Ober- und Unterseite sind mit Stoff bespannt. Am Führersitz ist der Rumpf weit ausgespart und mit einer abnehmbaren Stoffverkleidung versehen, derart, daß im Fluge nur die obere Kopfhälfte des Führers im

freien Luftstrom liegt. Das Fahrgestell besteht aus drei drehbar gelagerten Bällen, einem vorderen Stoßball und zwei nebeneinander zum größten Teil in der Rumpfunterseite verborgenen Hauptbällen. Ihre Achsen liegen leicht zugänglich im Rumpf. Da die Spurweite nicht größer als die halbe Rumpfbreite ist (etwa 0,3 m), kippt das Flugzeug bei der Landung leicht auf einen Flügel. Deshalb wurden die Flügelspitzen durch stromlinienförmige Luftkissen aus Leder geschützt. Vor den Schwanzflächen liegt ein kurzer Sporn. Das Seitenverhältnis beträgt 1:9,6, der Momentenarm der Längssteuerung 3,4 m, der Seitensteuerung 3,2 m, der Quersteuerung 5,3 m.

#### Hannover „Vampyr“ (1922).

**Umbau des Typs 1921.** Die Flügel laufen nicht mehr nach außen hin schmäler zu, sondern haben fast rechteckige Gestalt und sind etwas nach hinten gezogen. Die Quersteuerung ist durch Einsetzen beweglicher Rippen an den Flügelenden als reine Verwindung verbessert. Das Profil ist vorn gewölbt und trägt unten eine Wölbung. Das Gewicht der Flügel beträgt 75 kg, das des Rumpfes 25 kg, das des Leitwerkes 20 kg. Die Stoffbespannung ist zelloniert. Seitliche Stützbälle fehlen. Später wird ein ausgeglichenes Seitenruder verwendet.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge über der Wasserkuppe und bei der Segelflugwoche St. Andreasberg 1923 unter Martens, Blume, Hentzen und Schwarz. Beste Wettbewerbsleistung Rhön 1921:  $5\frac{1}{2}$  min — 3580 m. Führer Martens. Siegreiches Flugzeug Rhön 1921. Zahlreiche 10 Minutenflüge im Herbst 1921 unter Martens und Blume. Dauerrekord:  $15\frac{3}{4}$  min — 7,5 km am 4. September 1921 unter Martens. Nach Umbau zahlreiche Flüge 1922 beim Rhön-Wettbewerb unter Martens und Hentzen. 1 Stunde-Flug unter Martens am 18. August 1922, 2 Stunden-Flug am 19. unter Hentzen und Flug von 3 h 10 min am 24. August unter Hentzen. Siegerflugzeug Rhön 1922. Gewinner des Preises des Verbandes deutscher Luftfahrzeug-Industrieller.

#### Hannover „Greif“ (1922).

**Konstruktion:** A. Martens, F. Hentzen, A. Pröll u. H. Dorner. Flugwiss. Gruppe des Hann. Ver. f. Flugwesen.

**Bauausführung:** Hannoversche Waggonfabrik, Hannover.

**Bauart:** Freitragender Hochdecker. Die Tragfläche ist dreiteilig ausgeführt. Das 1,3 m breite Mittelstück ist fest mit dem Rumpf verbunden. Die anschließenden Enden sind 5,15 m lang. Die Flügelform ist die eines Trapezes. Flügeldicke und -tiefe nehmen nach den Enden hin ab. Die größte Tiefe beträgt in Rumpfnähe 1,8 m, die kleinste 1,0 m. Der vordere Teil des Flügels ist als torsionsfeste Röhre ausgebildet. Der Flügel besitzt einen Holm, der einen normalen Gitterträger mit Sperrholz-

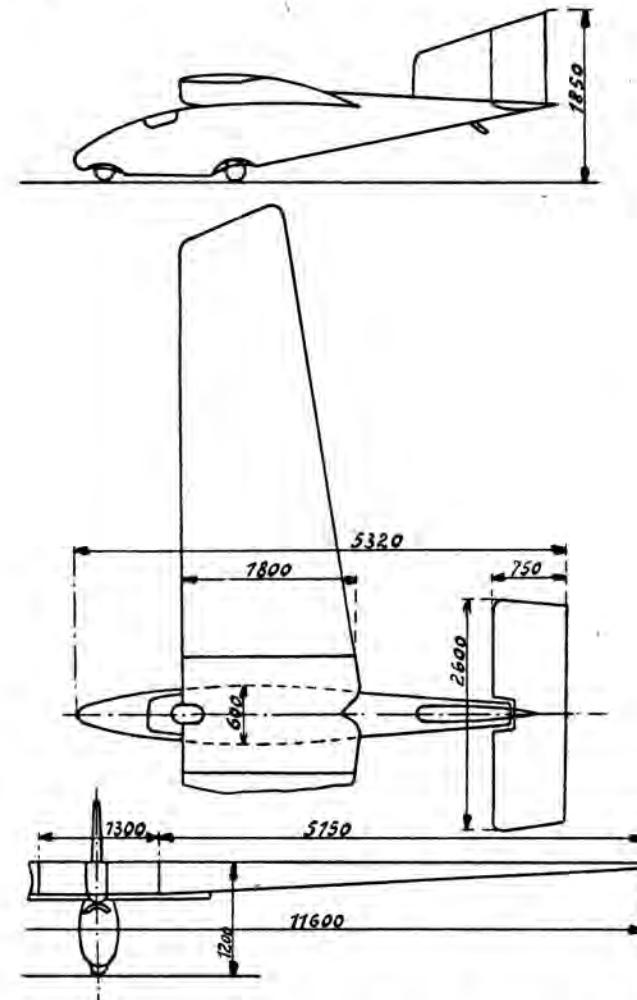


Fig. 81. Hannover-Eindecker „Greif“ 1922.

steg darstellt. Die Druckgurte und die Stäbe, die beim Durchschwingen der Flügel bei der Landung beansprucht werden, sind besonders verstärkt. Der Rippenabstand beträgt 0,4 m. An der Vorderseite des Profils sind erleichterte Hilfsrippen angeordnet. Die Sperrholzröhre, die zusammen mit dem Holm die Torsionskräfte im Sturzfluge aufnimmt, hört vor dem Flügelende auf, so daß dieses nicht mehr torsionssteif ist. Hier werden die Torsionskräfte durch ein parallel dem Holm laufendes Dur-aluminiumrohr, das am Ende des Holmes fest mit diesem verbunden ist, aufgenommen. Durch Verdrehung dieses Rohres ist

es möglich, die Flügelenden zu verwinden. Die Verbindung der Flügelenden mit dem Mittelstück der Fläche geschieht an drei Punkten, Nasenholm und Ober- und Untergurt des Hauptholmes. Diese drei Beschläge sind leicht zugänglich und schnell durch sich selbst sichernde Federbolzen verbunden oder gelöst. Die Verbindung der Quersteuerrohre geschieht durch eine Klauenkupplung, die sich selbst sichert. Die Flügelbespannung ist mit Ausnahme der Flügelenden zelloniert. Das Gewicht der Tragfläche beträgt 34 kg. Der Rumpf ist spindelförmig und so weit in den Flügel hineingezogen, als es die Unterbringung

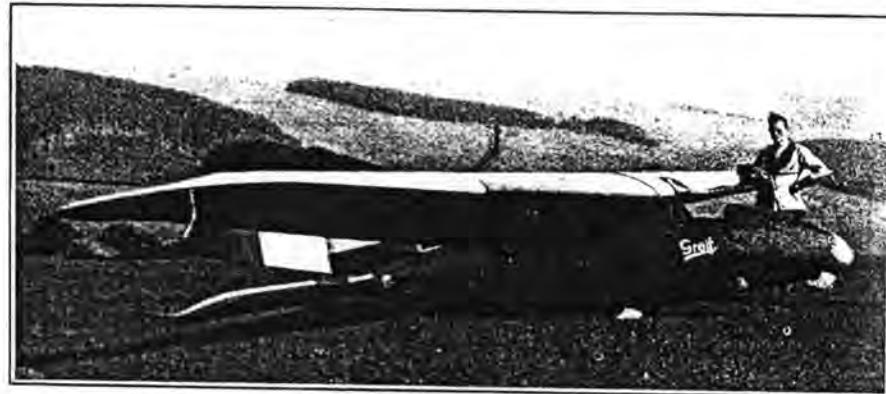


Fig. 82. Hannover-Eindecker „Greif“ 1922.  
Tief eingebauter Führersitz. Abgerundeter Rumpf.

des Führers gestattet. Die Rumpfspanten sitzen fest in vier kleinen Holmen. Die Aufnahme und Weiterleitung der Kräfte erfolgt fast ausschließlich durch die Sperrholzhaut. Der Führersitz in Höhe der Flügelnase. Sein Kopf ruht in einem Ausschnitt des Flügelmittelstückes. Bis zum Kopf ist der Führer aber ganz vom Rumpf eingeschlossen. Die Übergänge zwischen Rumpf und Flächen sind abgerundet. Die Kraftübertragung von der Fläche zum Rumpf erfolgt durch Stahlbänder, die von den Holmen ausgehend, strahlenförmig in der Rumpfhaut verlaufen. Der Flügelholm selbst ist mit dem Hauptspant des Rumpfes organisch verbunden. Durch einen weiteren (Hilfs-)Holm des Flächenmittelstückes werden die Kräfte ebenfalls auf einen kräftigen Rumpfspant übertragen. Das Fahrgestell besteht aus zwei hintereinander liegenden Rollbällen. Seitliche Schutzkissen unter den Flügelspitzen sind nicht vorhanden. Statt dessen wurde nur das hintere Flügelende mit Aluminiumblech verkleidet zur Vermeidung von Beschädigungen des Bespannungsstoffes durch Gestrüpp oder Steine usw. Das Flugzeug besitzt normale Knüppelsteuerung. Das ungedämpfte, entlastete Höhensteuer wird durch eine Stoßstange betätigt, das Seitensteuer im An-

schluß an eine Kielflosse durch Seilzug. Das Rumpfgewicht beträgt 46 kg, das der Steuer 6,4 kg. Das Höhenruder hat 1,8 qm Flächeninhalt, das Seitenruder 0,5 qm bei 0,6 qm Inhalt der Seitenflosse. Die Entfernung des Schwerpunktes vom Druckmittelpunkt des Seitenruders beträgt 3,1 m. Statt des Seitenruders mit Seitenflosse kann auch ein freies Seitensteuer angebracht werden. Das Profil ist vorn gewölbt und zeigt unten schwache Wölbung. Seine größte Höhe ist 0,28 m.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge im Rhön-Wettbewerb 1922 unter Martens und Hentzen. Überlandflüge nach Gersfeld usw.

#### Ostpreußen (1923).

**Konstruktion:** F. Schulz-Waldensee (Ostpr.).

**Bauausführung:** Ostpreußischer Verein für Luftfahrt, Königsberg und F. Schulz.



Fig. 83. Ostpreußen-Eindecker 1923.

**Bauart:** Verspannungsloser Hochdecker. Die Tragfläche hat 12 m Spannweite bei 1,4 m Tiefe. Sie ist dreiteilig ausgebildet. Das Mittelstück hat 6 m Spannweite. Die Höhe des Sperrholzkastenholmes beträgt 0,19 m. Die Flügelenden besitzen einsteckbare Holme. Der Rippenabstand beträgt 0,37 m. Die Flügelnase wird mit Sperrholz gebildet. Das Flügelende besteht aus je einer großen Klappe, in Form großer, ausgeglichener Verwindungsklappen, die aber nicht gegenläufig bewegt werden. Die Klappen sind an das Holmende auf eine Entfernung von 0,65 m angelenkt. Die Steuerseile liegen zum größten Teil innerhalb des Rumpfes, bzw. der Flügel, die vollkommen freitragend ausgebildet sind. Die Fläche liegt unmittelbar auf der Rumpfoberfläche auf. Hier trägt die Nase einen Ausschnitt von 0,4 m mal 0,6 m zur Aufnahme des Führers, dessen Sitz auf dem Rumpfboden lagert. Die Rumpfspitze ist mit einer Stoffhaube versehen, während sonst der Rumpf mit Sperrholz beplankt wurde. Der Rumpfquerschnitt ist rechteckig, bei einer größten Breite

*Airdisco (1922).*

Konstruktion: R. H. Stocken-London.

Bauausführung: Aircraft Disposal Co., London.

Bauart: Verspannter Hochdecker. Die Tragfläche hat nach unten gezogene, sichelförmige, geschweifte Vogelform. Sie liegt unter Zwischenschaltung von 4 Baldachinstreben über dem Rumpf. Letzterer ist verkleidet und trägt unter der Flügelnase den Führersitz. Die Fahrgestellachse der beiden Räder ist nicht mit in den Rumpf eingezogen. Die Flügelenden tragen Sporne, ebenso das Rumpfende. Die Querruder sind entlastet, wie das Höhensteuer, das keine Dämpfungsfläche besitzt. Das Seitensteuer schließt sich an eine große Kielflosse an und ist nicht ausgeglichen.

Leistungen: Flüge beim englischen Wettbewerb 1922 bis zu 3 min 18 s. Führer Stocken.

*C. W. S. (1922).*

Konstruktion: Courtney, Wright u. Sayers-London.

Bauausführung: Zentralflugzeugwerke, Kilburn.

Bauart: Verspannungsloser Hochdecker. Der Flügel hat ein Seitenverhältnis von 1:6,3. Die Flügelholme besitzen I-Querschnitt und bestehen aus einem Sperrholzsteg mit 4 Gurtlatten von quadratischem Querschnitt. An stärker beanspruchten Stellen ist der Holmquerschnitt rechteckig. Die Rippen sind als leichtes Holzgitterwerk im Dreiecksverbund ausgeführt. Die Fläche liegt auf der Rumpfoberseite. Die Rumpfform gleicht sehr dem deutschen Hannover-Typ. Als Baumaterial kommt weitgehend Sperrholz zur Verwendung. Das Höhenruder von 2,7 qm Inhalt ist entlastet und besitzt keine Dämpfungsfläche. Das nicht ausgeglichene Seitensteuer schließt sich an eine Kielflosse an. Die im Grundriß dreieckigen Querruder haben 0,83 qm Inhalt und fügen sich dem Flügelumriß ein. Ihre Drehachse liegt daher nicht senkrecht zur Längsachse in der Flügelebene. Es ist Differentialsteuerung eingebaut, bei welcher die Querruder derart mit einander gekuppelt sind, daß der Winkelweg des herabgedrückten Querruders kleiner ist, als der des hochgezogenen. Das Fahrgestell besteht aus 2 federnden Kufen. Ein kurzer Sporn stützt den Schwanz, ein Stoßbügel die Rumpfspitze und Schleifbügel die Flügelenden. Als Flügelschnitt kam das N.P.L.-Profil 64 zur Verwendung.

Leistungen: Kleinere Versuchsflüge beim englischen Wettbewerb 1922.

*Gordon-England „Sibylla“ (1922).*

Konstruktion: Gordon-England.

Bauausführung: George-England Ltd., Walton-on-Thames.

Bauart: Freitragender Hochdecker. Die Flügeldicke nimmt nach außen ab. Die Fläche liegt unmittelbar auf der Oberseite des Rumpfes, ihre Enden tragen Schutzbügel. Die normalen Querruder sind nicht entlastet. Der vierkantige, niedrige Rumpf ist mit Sperrholz beplankt. Das Höhenruder besitzt keine Dämpfungsfläche, das nicht entlastete Seitenruder eine Kielflosse. Das Fahrgestell besteht aus 2 im Innern des Rumpfes derart angeordneten Rädern, daß nur ein kleiner Teil im freien Luftstrom liegt.

Leistungen: Flüge in Itford Hill 1922 bis 4 min 32 s Dauer. Führer Gordon England.

*Gray-Buchanan (1922).*

Konstruktion: A. Gray und Buchanan-Aldershot.

Bauausführung: A. Gray und Buchanan-Aldershot.

Bauart: Freitragender Hochdecker. Dieses Flugzeug besteht aus der Tragfläche eines deutschen Jagdeinsitzers Fokker D VII und dem Rumpf eines englischen Erkundungs-Zweisitzers Bristol-„Fighter“. Lediglich der Rumpfvorderteil wurde abgedeckt, der Führersitz weit nach vorn geschoben und die Rumpfunterseite zur Ermöglichung einer Landung kräftiger beplankt. Der Start erfolgt auf einem Radgestell, das beim Flug zurückgelassen wird. Das freitragende Tragdeck ist durchlaufend und trägt ausgeglückte Verbindungsklappen. Der tropfenförmige Rumpf ist stoffbespannt. Das Höhensteuer ist geteilt mit Dämpfungsfläche, das Seitenruder besitzt 2 oberhalb und unterhalb des Rumpfes liegende Kielflossen.

Leistungen: Ein Flug unter Gray von 1 h 0 min 4 s beim englischen Wettbewerb 1922.

*Handasyde (1922).*

Konstruktion: F. P. Raynham-London.

Bauausführung: Handasyde Aircraft Co., London & Air Navigation Co.

Bauart: Freitragender Hochdecker. Der Flügel hat nach außen abnehmende Dicke und Tiefe. Das Profil Göttingen 441 kommt zur Verwendung. Das Seitenverhältnis beträgt 1:8. Die Tragfläche hat 2 Kastenholme mit Sprucegurte und Sperrholzstegen. Vorderholm und die sperrholzbeplankte Flügelvorderkante bildet eine torsionssteife Röhre. Der Flächenmittelteil ist außerdem zur Erhöhung der Festig-

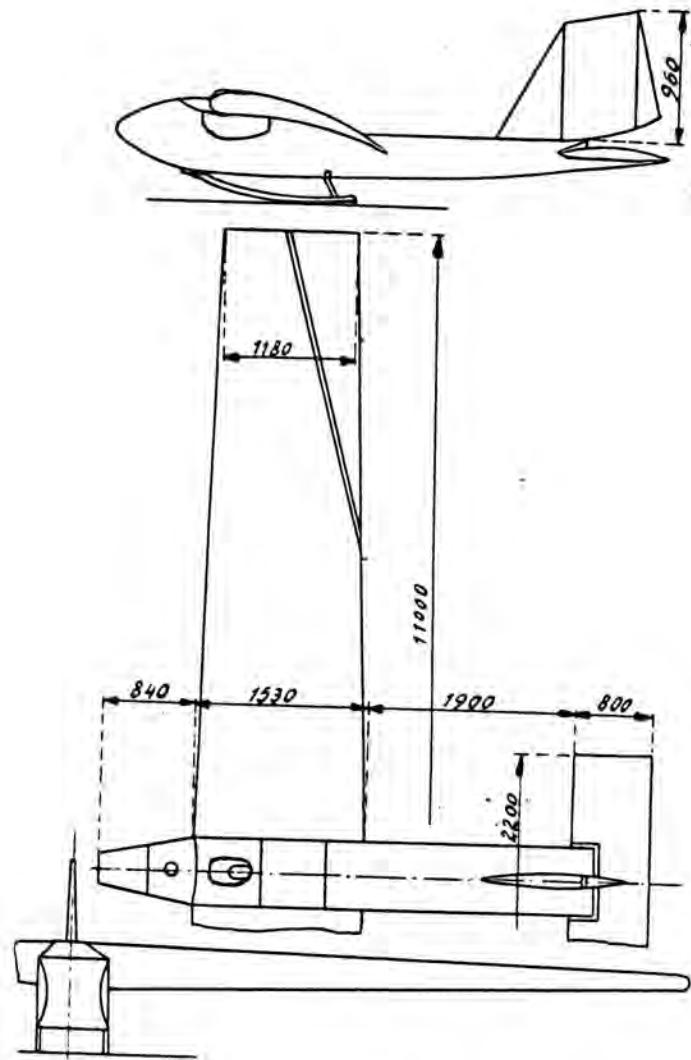


Fig. 85. Handasyde-Eindecker 1922.

keit neben und über dem Rumpf zwischen den Holmen mit Sperrholz bekleidet, während die sonstigen Flächenteile Stoffbespannung tragen. Da der Hinterholm vor der Flügelmitte liegt, konnte der hintere Teil der Fläche elastisch ausgeführt werden. Zur Versteifung der Innenkonstruktion der Fläche dienen leichte Latten. Der Flügel ist zweiteilig ausgeführt. Die dreieckigen Querruder sind an einen besonderen Hilfsholm angelenkt, der zwischen dem Ende des Hinterholmes

und einer verstärkten Spiere eingebaut wurde. Die Querruder werden durch ein am Vorderholm entlanglaufendes Zugseil durch Hin- und Herziehen vor dem Führersitz betätigt. Diese Steueranlage ist als sehr wenig zweckmäßig zu bezeichnen. Die Betätigung des entlasteten Höhenruders erfolgt durch einen Hebel an der rechten Rumpfseite, die des Seitenruders durch Pedale. Das Höhenruder hat 2,20 m Spannweite bei 0,80 m Tiefe und besitzt keine Dämpfungsfläche. Sein Inhalt beträgt 1,58 qm. Das nichtausgeglichene, rechteckige Seidenruder von 0,56 qm Flächeninhalt schließt sich an eine 0,33 qm große dreieckige Kielflosse an. Der Rumpf fällt durch seinen geringen Querschnitt auf. Er besitzt 4 Holme und besteht aus einem leichten Holzgerippe, das mit Sperrholz bekleidet ist. Die Beplankung ist zur Gewichtserleichterung mit kreisförmigen Aussparungen versehen. Die Löcher entsprechen in ihrem Durchmesser der Entfernung der Holme. Dieses Gerippe ist mit Stoff verkleidet. Der Rumpfquerschnitt ist, abgesehen von dem Aufbau für die unmittelbar auf der Oberseite angeordneten Tragflächen, quadratisch. Der Führersitz liegt zwischen den Flügelholmen und ist bis auf eine aufklappbare Verschalung, die nur den Kopf des Führers freiläßt, geschlossen. Das Fahrgestell besteht aus 2 niedrigen Kufen, deren Spurweite die Rumpfbreite unterschreitet. Die Flügelenden sind durch Bügel, die Schwanzflächen durch einen Sporn geschützt.

**Leistungen:** Zahlreiche gute Flüge unter Raynham beim Wettbewerb in Itfort Hill 1922. Größte Flugdauer: 1 h 53 min 2 s. Gesamtflugdauer 3 h 33 min 2 s.

#### *de Havilland (1922).*

**Konstruktion:** de Havilland u. Broad-London.

**Bauausführung:** de Havilland-Airco Ltd., London.

**Bauart:** Verspannter Hochdecker. Der gerade, normal verspannte Flügel hat R.A.F. 15-Profil und weist ein mittleres Seitenverhältnis von 1:11,1 auf. Zur Verspannung der Fläche dienen 16 Kabel. Der Flügel lagert auf einem dachförmigen Aufbau des Rumpfes und trägt auf der Oberseite einen besonderen Spannturm. Die Querruder besitzen Differentialsteuerung in der Art, wie sie von den de Havilland-Motorflugzeugen her bekannt ist. Durch besondere Art der Kuppelung der Querruder wird der Winkelweg bei Auf- und Abbewegung verschieden groß. Der Rumpf besitzt Flugbootform mit großem Ausschnitt für den Führersitz. Die Seitensteuerkabel sind außen bis zum Fußhebel am Rumpf entlang geführt. Höhensteuer und Seitensteuer sind nicht entlastet. Ersteres ist geteilt, letzteres schließt sich an eine

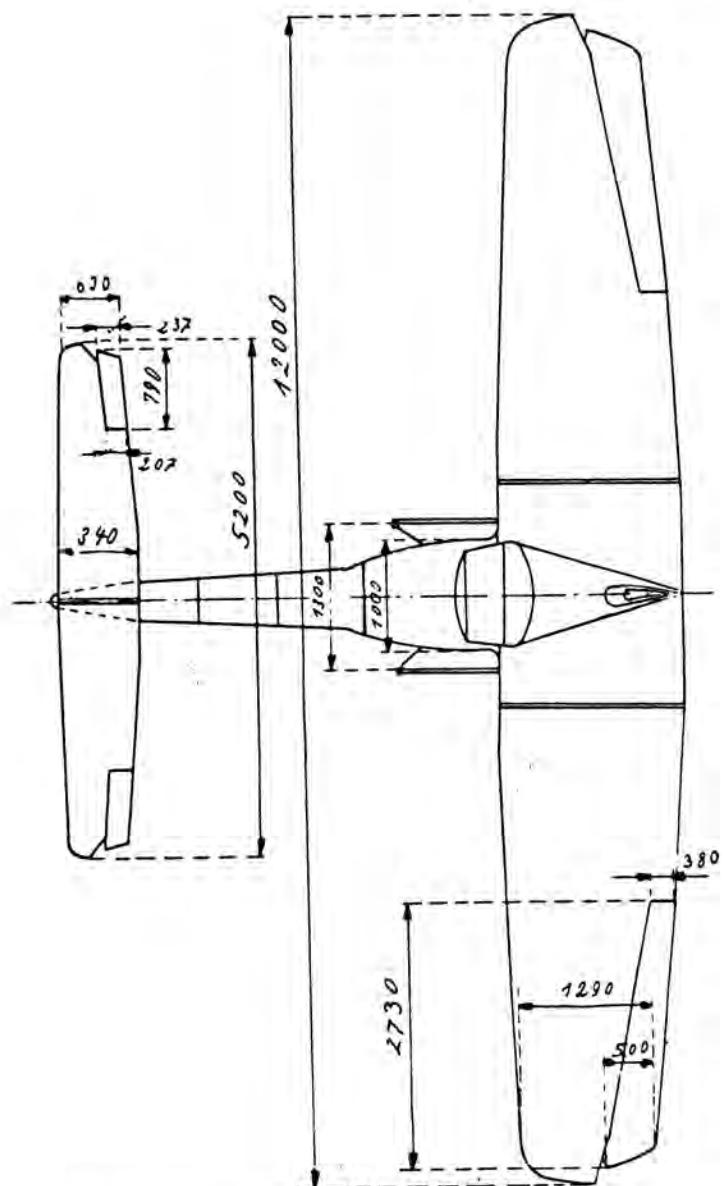


Fig. 86. Klemperer-Eindecker „Ente“ 1922.

dreieckige Kielflosse an. Das Fahrgestell besteht aus 2 Rädern, deren Achse in Höhe des Rumpfbodens liegt.

Leistungen: Versuchsfüge unter Herne und Broad beim englischen Wettbewerb 1922.

### *Merriam (1922).*

Konstruktion: F. W. Merriam-London.  
Bauausführung: F. W. Merriam-London.

Bauart: Verspannter Hochdecker. Profil: R.A.F. 15. Die im Grundriss trapezförmigen Tragflächen haben V-Stellung und liegen über dem Rumpf von 4 kurzen Baldachinstreben getragen. Die Spannkabel sind einerseits zur Rumpfunterkante gezogen, andererseits zu einem pyramidenförmigen Spannturm auf dem Oberdeck. Die Steuerzüge laufen z. T. außerhalb des vierkantigen, geschlossenen Rumpfes. Der Führer sitzt unter der Flügelvorderkante. Eigenartig ist die Lagerung des Steuerknüppels in einem geschlitzten Rohr. Hier sitzt die Steuerwelle senkrecht zur Flugrichtung und ist in der Mitte aufgeschlitzt. Der Knüppel schwingt um einen tiefer liegenden Punkt innerhalb dieses Schlitzes. Die Höhensteuerkabel greifen am Knüppel unmittelbar an, ebenso die Quersteuerungskabel, die durch das Rohr laufen und hinter der Lagerstelle desselben mit Hilfe von Rollen weitergeführt werden. Die Achse des zweirädrigen Fahrgestelles liegt im Rumpf, der an seinem Ende einen Sporn trägt.

Leistungen: Versuchsfüge unter Merriam in Itfort Hill 1922.

### *Klemperer-Ente (1922).*

Konstruktion: W. Klemperer-Friedrichshafen/B.  
Bauausführung: Aachener Flugzeugbau Aachen.

Bauart: Freitragender Eindecker mit Kopfflosse. Das Flugzeug erinnert an den Aachener Typ „Blaue Maus“. Der V-förmig angestellte Flügel besteht aus einem Mittelstück von 2,2 m Spannweite und 1,8 m Tiefe. Die anschließenden Flügelenden von je 4,7 m Länge verjüngen sich auf 1,29 m Tiefe. Die Fläche ist im Grundriss gesehen in der Mitte rechteckig, außen trapezförmlich mit stark abgerundeten Ecken. Das 0,38 m starke Flügelprofil ist vorn kräftig, unten schwach gewölbt. Seine Höhe nimmt nach den Flügelenden zu ab. Der geschlossene Rumpf ist ähnlich dem Typ „Blaue Maus“ ausgebildet, ebenso wie das organisch herauswachsende Kufengestell. Die Rumpfspitze trägt einen wagrechten Steuerflügel von 5,2 m Spannweite und 0,84 m Tiefe bei 3,9 qm Flächeninhalt. Diese Fläche ist in einem Punkte kugelig gelagert und dient als Höhen- und Seitensteuer. Die seitliche Schwenkung derselben wird durch kleine Verwindungsklappen von 0,21 m Tiefe, bei 0,79 m Länge und 0,175 qm Flächeninhalt unterstützt. Hinter der Tragfläche liegt eine feste Seitenflosse, an die später ein Kielruder angesetzt wurde, das mit der Verschwenkungsvorrichtung der

Kopffläche gekuppelt ist. Die Quersteuerung erfolgt durch Verwindungsklappen von je 1,2 qm Inhalt und 2,73 m Länge. Dieselben sind derart an den Flächenenden angebracht, daß zwischen Klappe und Fläche ein Schlitz ähnlich der Lachmanndüse entsteht. Das Flugzeug ist zweisitzig. Führer und Gast sitzen nebeneinander im Rumpf im Vorderteil der Fläche aber vor dem Hauptholmsystem. Der Aufbau der Fläche wird damit vereinfacht. Die Höhensteuerung erfolgt durch einen Knüppel, die Seitensteuerung durch Fußhebel. An den Sitzen ist der Rumpf auf 1 m Breite erweitert.

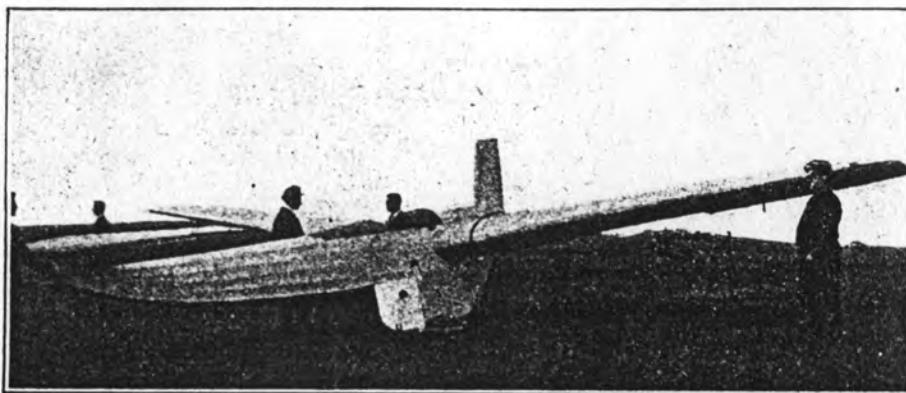


Fig. 87. Klemperer-Eindecker „Ente“ 1922.  
Vorn liegendes Höhensteuer. Doppelsitzer.

Das Gewicht des Rumpfes beträgt 50 kg, das der Fläche 38 kg, das der Steuer 6,5 kg. Die Entfernung des Schwerpunktes vom Druckmittelpunkt des Seitenruders beträgt 4,3 m. Die Spurweite des Fahrgestells beträgt 1,3 m.

Leistungen: Versuche in der Rhön 1922 unter Klemperer.

### 3. Flügelgesteuerte Flugzeuge.

#### Darmstadt „Geheimrat“ (1922).

Konstruktion: F. Nicolaus u. Hoffmann-Darmstadt.

Bauausführung: Bahnbedarf A.-G., Darmstadt, Akad. Fliegergruppe T. H. Darmstadt.

Bauart: Freitragender Hochdecker mit Flügelsteuerung. Die Tragfläche ist im Grundriß rechteckig im mittleren Teil, während die Flügelenden trapezförmig auslaufen. Das Profil ist vorn ziemlich scharf, unten schwach gewölbt und behält über den ganzen Mittel-Flügel seine Höhe von 0,24 m bei, die erst an den Flügelenden abnimmt. Der Flügel ist dreiteilig gebaut. Das im Grundriß rechteckige Mittelstück

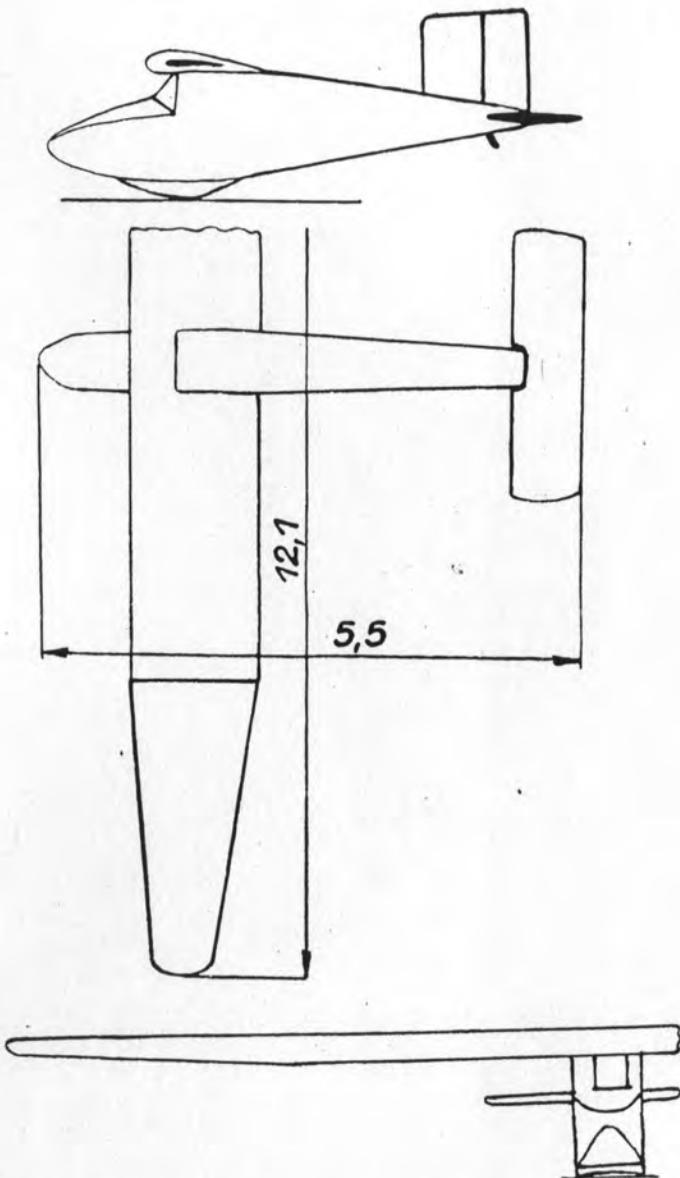


Fig. 88. Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ 1922.

von 6 m Spannweite besitzt einen Holm. Die Tiefe des Mittelstückes beträgt gleichbleibend 1,4 m. Bei den Flügelenden nimmt sie bis auf 0,67 m ab. Die Tragfläche ist zwecks Höhensteuerung um den Hauptholm drehbar gelagert. Die Quersteuerung erfolgt durch Verwindungsklappen. Die 0,47 qm große Seitenflosse lagert vor einem 0,53 qm großen etwa rechteckigen Seitensteuer am Rumpfende. Die Entfernung seines Druckmittelpunktes vom Schwerpunkt beträgt 3,4 m. Die ausgeglichene Höhenflosse von 1,4 qm Inhalt kann ebenfalls zur Höhensteuerung mit herangezogen werden und

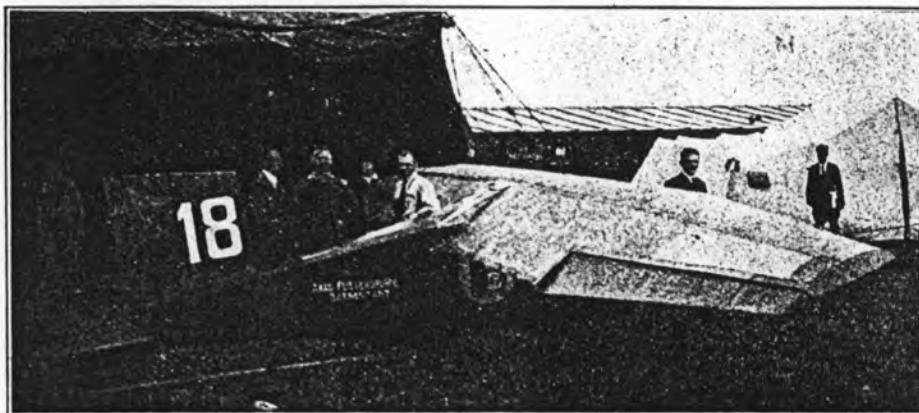


Fig. 89. Darmstadt-Eindecker „Geheimrat“ 1922.  
Flügelgesteuertes Rumpfflugzeug.

ist zu diesem Zwecke drehbar gelagert. Sie wird verstellt mit einem normalen Gashebel seitlich vom Führersitz durch Drahtzug. Die jeweilige Lage wird mechanisch innegehalten. Der Sperrholzrumpf läuft rückwärtig in eine wagrechte Schneide aus. Sein Querschnitt ist rechteckig, das Längsprofil tropfenförmig. Der Führer sitzt unter der Sperrholzbeplankten Flügelnase in der Rumpfspitze. Das Landungsgestell besteht aus 2 Kufen und hat nur geringe Höhe. Der Raum zwischen Kufen und Rumpf ist durch ein Luftpölster ausgefüllt, das mit Duraluminiumblech verkleidet ist. Auch der Übergang von der Oberseite der Tragfläche zur Oberseite des Rumpfes besteht aus Duralblech. Die Veränderung des Anstellwinkels des Flügels erfolgt durch Stoßstangen. Das Gewicht der Tragfläche beträgt 43 kg, das des Rumpfes 28 kg, das der Steuer usw. 19 kg.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge während und nach dem Rhön-Wettbewerb 1922 unter Hackmack, Botsch, Plauth usw. Flug von 1½ h unter Hackmack am 24. August 1922. Startstelle um 320 m überhöht.

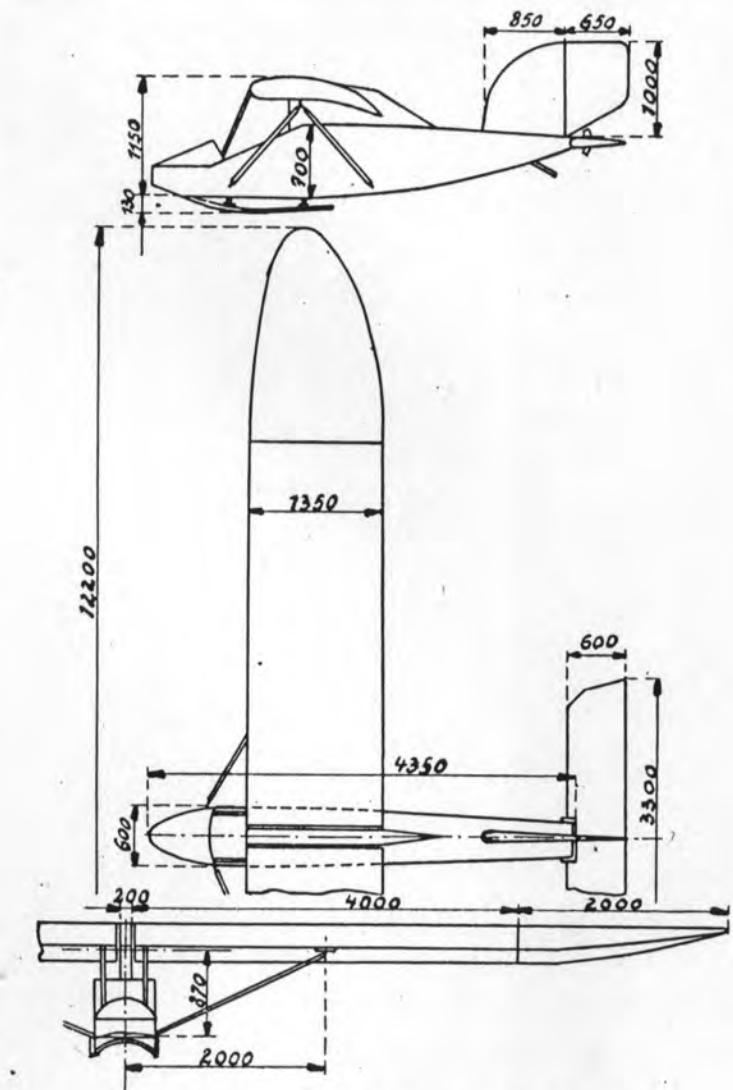


Fig. 90. Dresden-Eindecker 1922.

#### Dresden (1922).

Konstruktion: H. Muttray u. R. Seifert-Dresden.  
Bauausführung: Flugtechn. Verein Dresden.

Bauart: Verspannungsloser Hochdecker mit Flügelsteuerung. Die Fläche besteht aus zwei Teilen die am Rumpf zusammenstoßen. Jeder Flächenteil wird durch 2 Streben nach der Rumpfunterkante abgestützt. Die Streben sind am

Außenknotenpunkt des Flügelholmes gelenkig angeschlossen. Die Flügelteile sind an einem 0,3 m breiten festen Mittelstück des Rumpfes drehbar gelagert. Höhen- und Quersteuerung erfolgt durch gleichzeitiges bzw. gegenläufiges Verdrehen beider Flügelteile mit Hilfe von Stoßstangen. Außerdem ist eine verstellbare Höhenflosse vorgesehen, deren Betätigung mittels eines besonderen Handgriffes, der am Steuerknüppel befestigt ist, erfolgt. Das Höhensteuer am Schwanzende wird normalerweise nicht benutzt. Beim normalen Flug sind keine Kräfte im Steuerknüppel bemerkbar. Ein Kraftausgleich wird durch geeignete Zuordnung vom Flügeldrehpunkt zum Druckmittelpunkt und Schwerpunkt



Fig. 91. Dresden-Eindecker 1922. Flügelgesteuertes Rumpfflugzeug.

des Tragdecks erzielt. Bei großen Ausschlägen zeigen sich geringe Kräfte im Knüppel infolge der Druckpunktwanderung. Vertikale Schwankungen der Windrichtungen machen sich durch Kräfte im Knüppel bemerkbar. Die Höhenflosse hat 1,90 qm Inhalt, die Seitenflosse 0,66 qm, bei 0,55 qm Flächeninhalt des Seitenruders. Die Entfernung des Druckmittelpunktes des Seitensteuers vom Schwerpunkt beträgt 3 m. Das Profil ist vorne kräftig, unten ziemlich stark gewölbt. Seine größte Stärke beträgt 0,2 m. Sie nimmt nach außen hin ab. Die Grundrißform der Flügel ist rechteckig, an den Enden halb elliptisch. Das Seitenverhältnis beträgt 1:10. Der Rumpf besitzt einen bootsartigen Aufbau mit Kielabschluß zur Erzielung besserer Luftabführung von den Flügeln über den Rücken des Rumpfes. Seine größte Höhe beträgt 0,7 m. Das Kufen gestell besteht aus 2 flachen, dicht unterhalb des Rumpfes angeordneten Kufen. Abfederung erfolgt durch die Elastizität der Eschekufen und durch Gummiklötze. Zum Transport werden die Flügel abgenommen, die seitlichen Streben an den Rumpf hochgeklappt. Jeder Flügel ist an nur 2 Bolzen aufgehängt und setzt sich aus 2 Teilen zusammen: einem inneren Teil von 4 m und einem äußeren Teil von 2 m Länge. Da kein Einzelteil mehr als 4,5 m Länge besitzt, bietet der Transport im geschlossenen Eisenbahnwagen

keine Schwierigkeit. Das Gewicht des Flügels beträgt 55,2 kg, das des Rumpfes 45,1 kg, das des Leitwerkes 8,2 kg.

**Leistungen:** Zahlreiche glatte Flüge bei Geising im Erzgebirge unter Muttray und Seiffert vom Sommer 1922 bis Sommer 1923. Gleitwinkel: 1:14.

#### *Harth-Messerschmitt S 10 (1922).*

**Konstruktion:** F. Harth und W. Messerschmitt-Bamberg.

**Bauausführung:** Segelflugzeugbau Harth-Messerschmitt, Bamberg.



Fig. 92. Harth-Messerschmitt-Eindecker S. 10 1922.  
Flügelgesteuertes Flugzeug mit Gitterrumpf.

**Bauart:** Verspannter Hochdecker mit Flügelsteuerung. Die Tragfläche besitzt einen Holm und ist über dem Rumpf drehbar gelagert. Weiter außen ist sie nach einem Punkt ebenfalls mit Gelenk abgestützt. Dieser Punkt liegt in dem einen Holm, über dem sich der Flügel aufbaut; um diese Holmachse wird der Flügel geschwenkt. Die Verdrehung erfolgt durch Kabelzüge, die an 2 Hebeln angreifen und über Rollen führen zu den auf den Holmen sitzenden verstärkten Rippen. Vom hinteren Fußpunkt zweier, die Fläche tragenden V-förmigen Strebenpaare ist zu beiden Seiten ein Fangstiel nach den Flügeln gezogen. Dieser liegt nur in der Holmebene und ist nicht nach vorne verstrebt. Durch die Flügelverdrehung erfolgt Höhensteuerung und Quersteuerung. Letztere durch Verdrehung beider Flügelhälften im gegenläufigen Sinne um den Holm. Die Fläche selbst ist in weitgehendem Maße elastisch. An jeder Flügelseite greifen mehrfache Kabel an, die in ver-

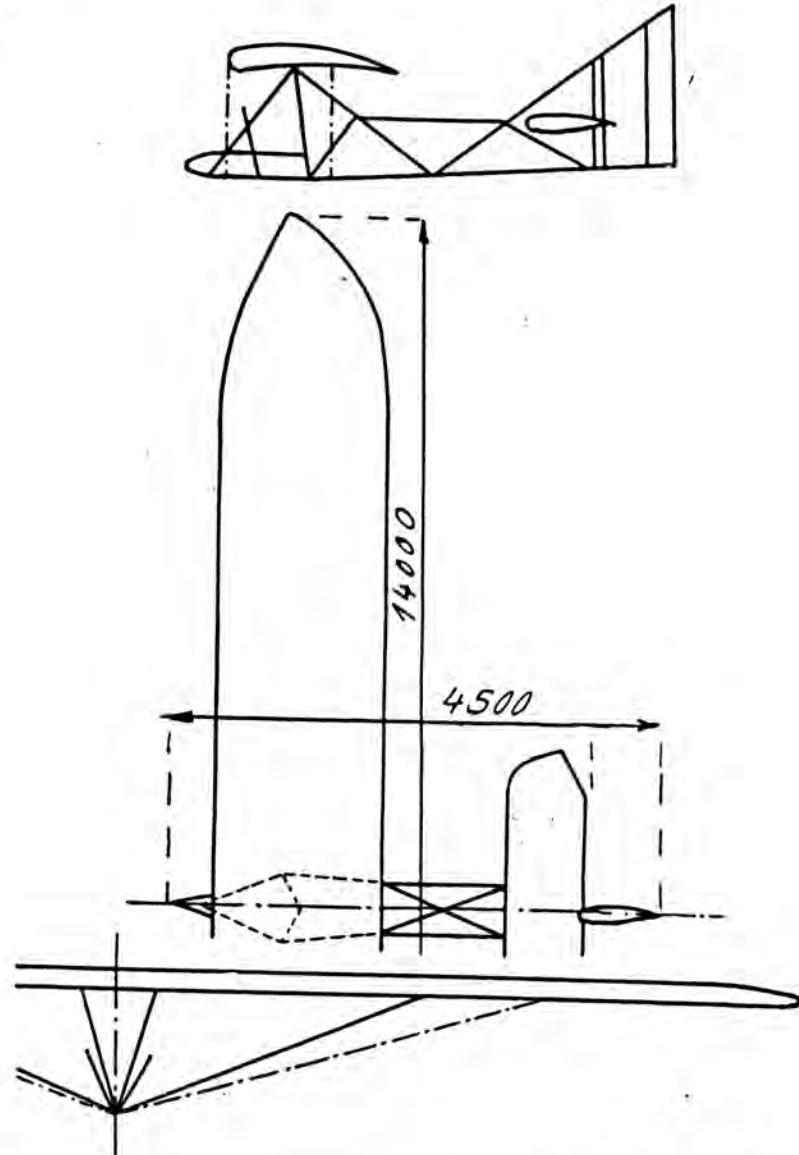


Fig. 93. Harth-Messerschmitt-Eindecker S. 10 1922.

schiedener Entfernung vom Rumpf angebracht sind, sodaß der Anstellwinkel der Flügel sich bei der Verdrehung ändert. Die Führung der Steuerseile bewirkt eine verschieden starke Verdrehung des Flügels innen und außen. Die Quersteuerung erfolgt durch ungleichmäßige Bewegung der Steuerhebel. Das ziemlich kräftige Profil besitzt bei den Typen S 8 und S 10 eine relativ scharfe Schnauze. Es ist in Anlehnung an

Profile von Vogelflügeln entworfen worden. Die Höhenflosse liegt unverändert fest. Der Rumpf baut sich auf einer langen Mittelkufe auf und ist als offener Dreieckgitterrumpf ausgeführt. Die Verbindung der einzelnen Stahlrohre erfolgt in einfachster Weise durch Verschraubungen. Ein Seitenruder, anfangs nicht vorhanden, wurde später hinter die Höhenflosse gelegt und mittels Fußhebels bedient. Verschiedentlich wurden auch vertikale Kielflossen, z. B. eine solche in Form eines Kammes aus Sperrholz auf dem Tragdeck versucht. Anfangs war der Flügel durch Kabel verspannt, wurde später dagegen durch Streben abgestützt. Der Führersitz liegt frei dicht über der Mittelkufe, etwa unter dem Flügelholm.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge vor, während und nach dem Rhön-Wettbewerb 1922 unter Harth, Hirth, Freiherr v. Freyberg, Schatzky usw. Eignung zu Schulzwecken. Start ohne Hilfsmannschaft.

#### *Harth-Messerschmitt S II (1922).*

**Konstruktion:** F. Harth und W. Messerschmitt-Bamberg.

**Bauausführung:** Segelflugzeugbau Harth-Messerschmitt, Bamberg.

**Bauart:** Verspannter Hochdecker mit Flügelsteuerung. Dieses Flugzeug gleicht äußerlich dem Typ S 10. Es ist mit Gitterrumpf ausgestattet. Auch das Seitenverhältnis beträgt wieder 1:9,3. Die Fläche ist weiter freitragend ausgebildet, bei gleichzeitiger Verstärkung der Holme. Im Gegensatz zum Typ S 10, bei dem die Entfernung des Stützpunktes der Fangstiele von der Längsachse des Flugzeuges 2,5 m beträgt, ist beim Typ S 11 dieser Abstand auf 2,0 m verkürzt. Ebenso ist der Angriffspunkt des äußersten Spannseiles von der Längsachse nicht mehr 3,5 m, sondern nur 3,0 m entfernt. Das über die letzte abgefangene Stelle hinausgehende freitragende Flügelstück ist hier also entsprechend größer.

**Leistungen:** Flüge unter Harth, Hirth usw.

#### *Harth-Messerschmitt S 12 (1922).*

**Konstruktion:** F. Harth und W. Messerschmitt-Bamberg.

**Bauausführung:** Segelflugzeugbau Harth-Messerschmitt, Bamberg.

**Bauart:** Verspannter Hochdecker mit Flügelsteuerung. Flügel und Strebenabstützung ähneln sehr dem Typ S 10. Das Profil wurde aber nach allgemeinen Gesichtspunkten verändert, so verschwand der scharfe Grat der Schnauze

und die Unterkante wurde hinten etwas mehr ausgehöhl. Die Fläche liegt drehbar um einen Kastenholm. Der Rumpf ist als Sperrholzboot ausgebildet, aus welchem unten eine lange Mittelkufe herauswächst. Am Ende ist die starre Höhenflosse mit darüberliegendem Seitensteuer angeordnet. Die Fläche ruht auf 2 breiten, hohlen Sperrholzstreben, durch welche die Steuerzüge laufen. Die Steuerhebel gleichen der bisherigen Ausführung. Auch die Flügelvorderkante ist wieder mit Sperrholz verkleidet.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge unter Hirth während und nach dem Rhön-Wettbewerb 1922.

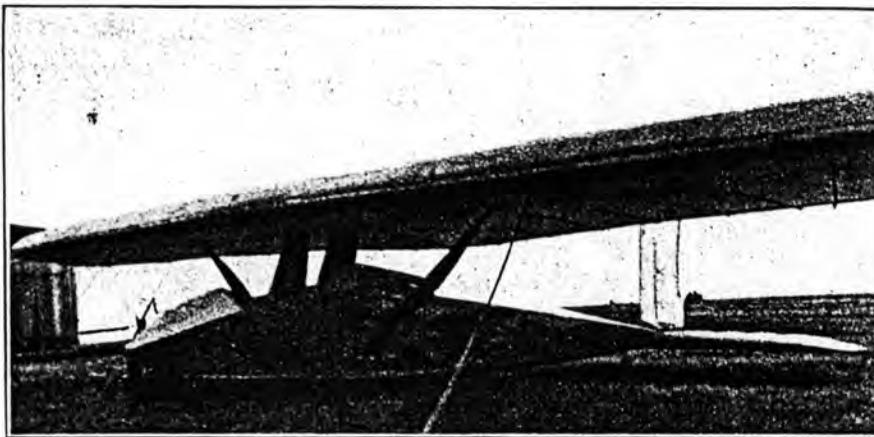


Fig. 94. Harth-Messerschmitt-Eindecker S 12 1922.  
Flügelgesteuertes Rumpfflugzeug.

#### *Harth „Pilotus“ (1923).*

**Konstruktion:** F. Harth-Bamberg.

**Bauausführung:** Segelflugzeugwerke G. m. b. H., Baden-Baden.

**Bauart:** Flügelgesteueter Hochdecker. Das Flugzeug ist in enger Anlehnung an den Typ S 10 entstanden, weist aber geringere Bauhöhe auf. Tragfläche, Rumpf, Fahrgestell usw. gleichen etwa der vorerwähnten Bauart. Der Schwanz trägt eine senkrechte Kielflosse. Die wagrechte bisher starr befestigte Dämpfungsfläche ist in beschränktem Grade beweglich. Ihre Anstellwinkelveränderung erfolgt durch Bewegung des Fußhebels für die Seitensteuerung nach unten. Die Normallage wird durch Federzug gesichert. Zur Seitensteuerung sind seitliche Bremsklappen auf der Oberseite des Flügels vorgesehen. Die Steuerung erfolgt durch 2 Handhebel und einen Fußhebel.

**Leistungen:** Versuche.

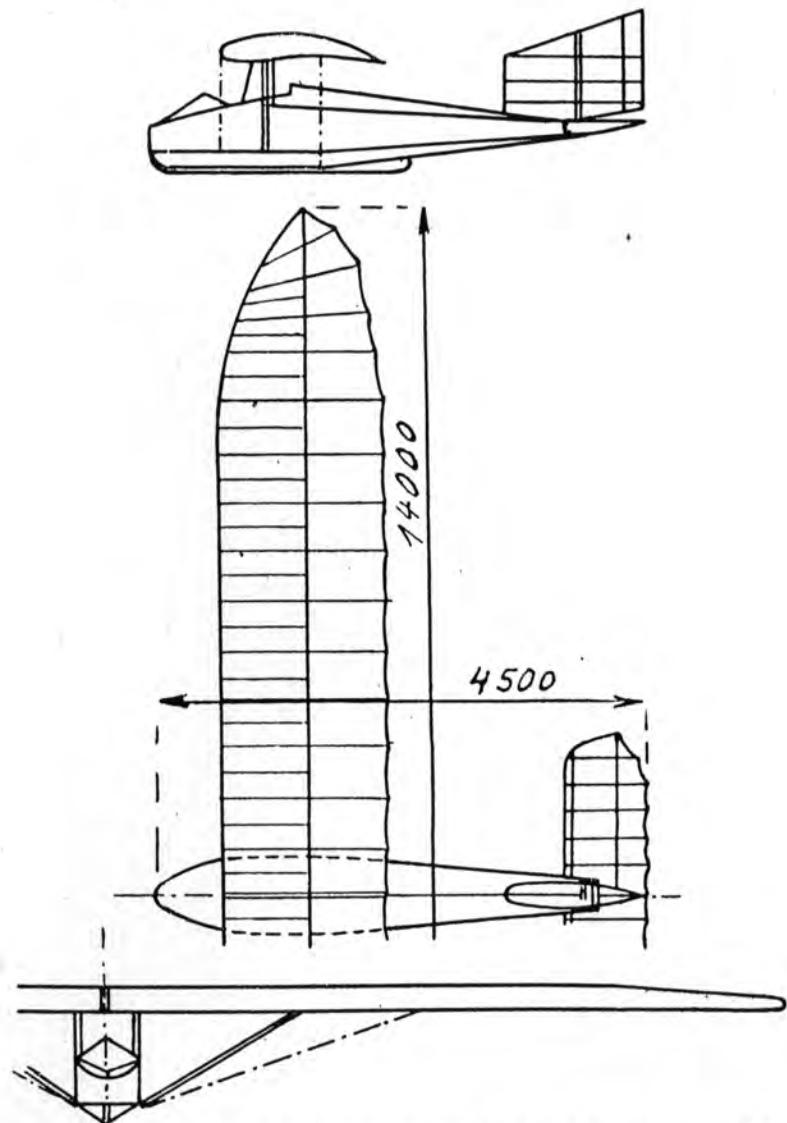


Fig. 95. Harth-Messerschmitt-Eindecker S 12 1922.

#### *v. Lößl Sb 2 (1922).*

**Konstruktion:** Ernst v. Lößl-Travemünde.

**Bauausführung:** Flugwiss. Ver. Aachen.

**Bauart:** Flügelgesteueter Hochdecker. Der Eindecker gleicht im wesentlichen dem Typ München 1921. Ein kräftiges Dreieck auf der Mittelkufe bildet das Rückgrat des statischen Aufbaues. Der Rumpf ist hier durch ein

starkes Gitterwerk ersetzt, das eine breite Metallkufe trägt. Die Flügel sind im Grundriß rechteckig, an den Enden dreieckig. Das Profil ist vorne gewölbt und weiß unten kräftige Gegenwölbung auf. Seine Stärke beträgt gleichbleibend 0,24 m. Die äußeren Flächenknotenpunkte sind nach den beiden Strebenfußpunkten verspannt. Der äußere Flächenpunkt wird hier also durch ein räumliches Fachwerk verstieft. Zur Betätigung der Flächeneinstellung dient eine Stoßstange nach der Flügelvorderkante. Die Höhensteuerung erfolgt durch gleichzeitige Änderung der Einstellwinkel der beiden Flügelteile, die Quersteuerung durch entgegengesetzte Drehung. Der drehbar gelagerte Holm ist ein fester Kastenholm. Das Flugzeug ist mit automatischer Flügelsteuerung ausgestattet, zu dem Zweck, durch selbsttätig wirkende Flügelfederung Boen auszunutzen. Die Höhenflosse ist starr, eine Seitenflosse fehlt. Das Seitenruder hat 0,3 qm Fläche, die Entfernung seines Druckmittelpunktes vom Schwerpunkt beträgt etwa 3,3 qm. Das Flügelgewicht beträgt 35 kg, das Gewicht des Rumpfes einschließlich der Steuer 20 kg.

**Leistungen:** Versuche beim Rhön-Wettbewerb 1922 Koller.

#### v. Lößl Sb 3 (1922).

**Konstruktion:** Ernst v. Lößl-Travemünde.

**Bauausführung:** Caspar-Werke m. b. H., Travemünde.

**Bauart:** Verspannungsloser Eindecker mit Flügelsteuerung. Die Flächen sind im Grundriß etwa trapezförmig und besitzen fast gleichbleibendes Profil. Die Flügelaußenpunkte werden durch breite T-Stiele abgesteift. Der Rumpf wird aus einem Kastenholm gebildet, auf welchem vorne zwischen den Flächen der Führersitz liegt. Derselbe ist mit einer tragdeckähnlichen Karosserie von 0,60 m Höhe und 0,55 m Breite verkleidet. Diese ist in einfachster Weise aus 5 mm Eisendrähten geformt und mit Stoff überzogen. Das Haupttragesystem ist in nur eine Fläche gelegt. Der Rumpf wird durch einen, auf einem Ski aufgesetzten U-Träger getragen. Der Flügel ist gefedert aufgehängt zur Abfederung der Landungsstöße und zur besseren Böenausnutzung (Automat). Die Flächen sind auf je 4,75 m Länge vollkommen freitragend. Die geteilte Höhenflosse hat bei 0,75 m Tiefe 3,9 m Spannweite. Das entlastete Seitensteuer ist 1,7 m hoch und 0,6 m tief. Die Flügel sind zur Höhen- und Quersteuerung gleichseitig und wechselseitig verstellbar.

**Leistungen:** Gute Flüge im Wasserkuppengelände Herbst 1922 unter Meyer.

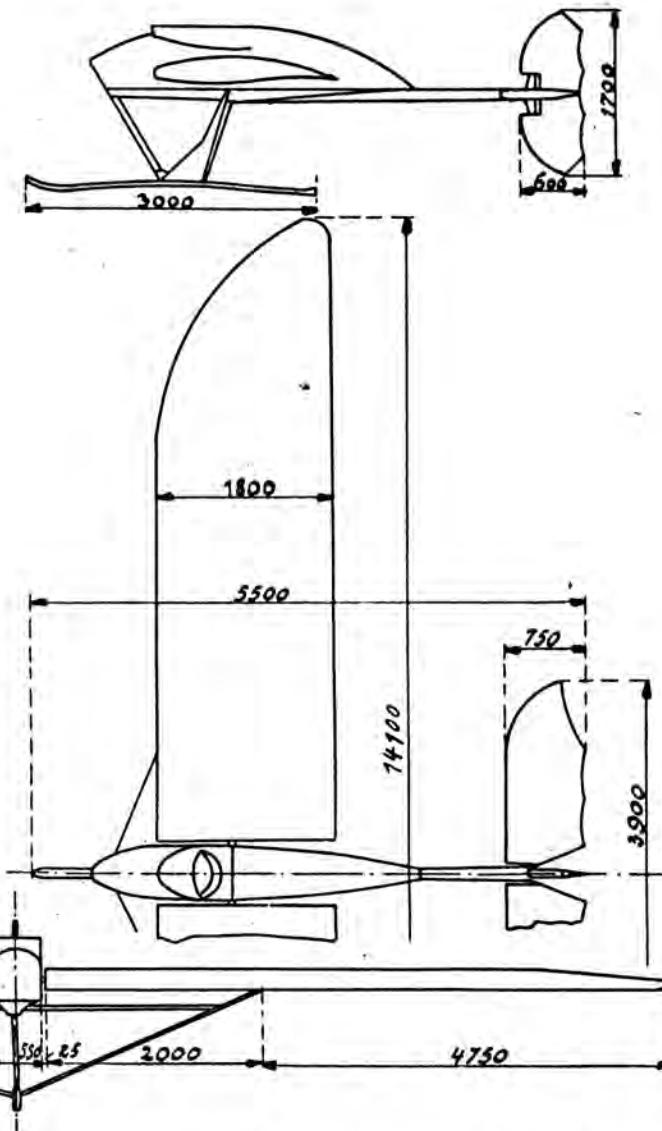


Fig. 96. v. Lößl-Eindecker Sb 3 1922.

#### Messerschmitt S 13 (1923).

**Konstruktion:** W. Messerschmitt-Bamberg.

**Bauausführung:** Flugzeugbau Messerschmitt-Bamberg.

**Bauart:** Flügelgesteueter Hochdecker. Die Flächenneigung erfolgt zu  $\frac{1}{3}$  des Flügels parallel, während die übrigen  $\frac{2}{3}$  verwindbar und differentiell neigbar sind. Die

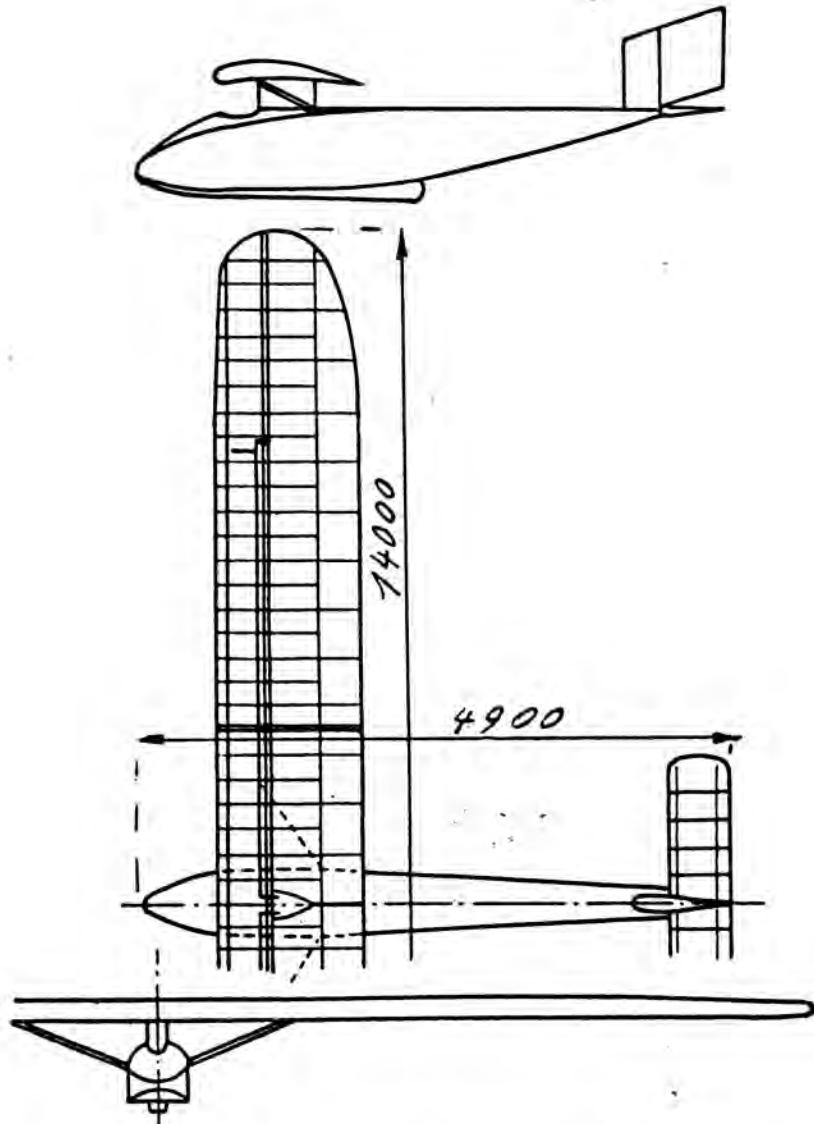


Fig. 97. Messerschmitt-Eindecker S 13 1923.

Steuerung besteht nicht mehr aus Seilen, sondern aus Torsionsrohren. Alle Steuerteile, Verspannungen usw. sind innerhalb des Rumpfes oder der Flügel untergebracht, so daß das Flugzeug vollkommen freitragend ist. Im Gegensatz zu der früheren Bauart ist die rückwärtige Dämpfungsfläche im Flug verstellbar. Die Steuerung erfolgt bis auf die des Seitenruders durch Stoßstangen. Die Fläche besitzt einen

torsionsfesten Holm. Im Mittelteil ist sie zelloniert. Von einer Zellonierung der Flügelenden ist wegen der Verwindung abgesehen. Im Gegensatz zu den früheren Typen ist außer dem Fußhebel nur noch ein Steuerknüppel vorhanden. Die Steuerung ist derart ausgebaut, daß beim Auftreten größerer Momente im Fluge die Steuerung wachsend untersetzt ist.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge in der Rhön im Sommer 1923 unter Hirth.

#### München (1921).

**Konstruktion:** Ernst v. Lößl und A. Finsterwalder-München.

**Bauausführung:** Bayer. Flugzeugwerke und Bayer. Aero-Klub, München.

**Bauart:** Flügelgesteueter Hochdecker. Die Fläche weist ein mittleres Seitenverhältnis von 1:7,35 auf. Der trapezförmige Flügel ist um den Mittelholm drehbar gelagert, derart, daß die Drehung um Plus Minus 10 Grad erfolgen kann, gleichsinnig und in entgegengesetztem Sinne. Der Flügel hängt an einem Tragbolzen. Die Flächensteuerung erfolgt mittels eines U-förmigen Winkelhebels und Knüppels. Hier wird also jede Druckpunktwanderung und Windstoßbeeinflussung allein mit Hilfe von Hebeln durch Handkraft aufgenommen. Der Führersitz liegt ungefedert unmittelbar über einer Mittelkupe, ist nicht verkleidet und besitzt nur einen rückwärtigen Luftabfluß aus Sperrholz. Von der Kupe laufen zwei schräge Streben dreieckig über der Tragfläche zusammen. Dieses Dreiecksgerüst bildet den eigentlichen Grundstock des Systems. Es trägt ein schmales Holzprofil an das zu beiden Seiten die Flächenhälften angesetzt werden. Die Verbindung mit der feststehenden horizontalen Schwanzfläche erfolgt durch 4 Stahlrohre, welche einen Keil bilden, derart, daß am Schwanz eine wagrechte, vorn dagegen eine senkrechte Schneide entsteht. Bei verhältnismäßig geringem Gewicht, und hinreichender Festigkeit ist hier der Rumpf völlig umgangen. Von einem Seitensteuer am Flächenende wurde anfangs abgesehen, statt dessen waren Doppelbremsklappen aus Sperrholz an jedem Flügelende vorgesehen, die im Fluge sich dem Flächenprofil anpaßten, wenn erforderlich aber nach oben oder unten aufklappten. Diese Steuerung wurde später durch ein rückwärtiges ausgeglichenes Seitenruder anschließend an eine Kielflosse ersetzt. Die wagerechte Dämpfungsfläche hat 1,5 qm Flächeninhalt. Zur Verspannung der Tragflächen dienen Kabel von 3 mm Stärke, als Steuerkabel solche von 2 mm. Das Gewicht der Fläche beträgt 36 kg, das des Fahrgestells, einschließlich Gitterrumpf, 12 kg, das des Leitwerkes, einschließlich der Steuerungsseile, 2,5 kg.

**Leistungen:** 25 glatte Wettbewerbsflüge Rhön 1921 unter Koller.

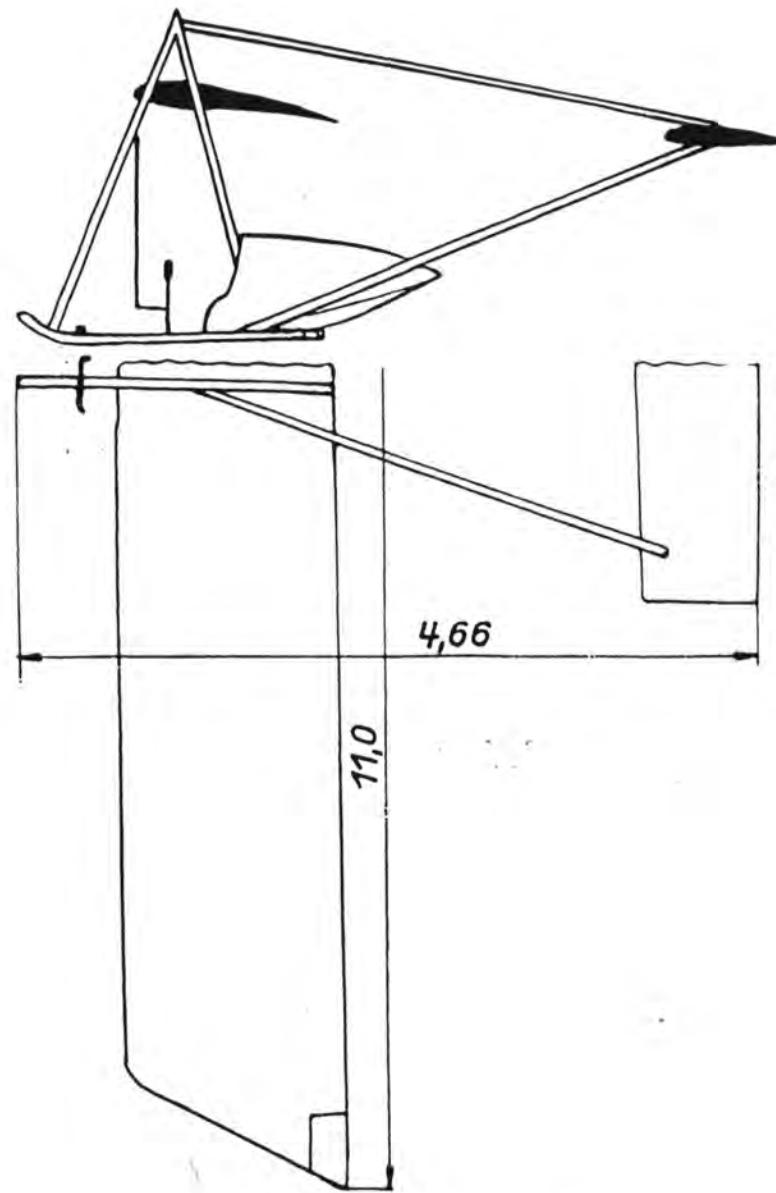


Fig. 98. München-Eindecker 1921.

München (1922).

Konstruktion: A. Finsterwalder-München.

Bauausführung: C. Schöner, Münch. Gasw. Moosach-München, Bayer. Fliegerclub, München.

Bauart: Flügelgesteuert Hochdecker. Die Fläche besteht aus drei Teilen. Der mittlere Teil ist im Grundriß rechteckig, die äußeren Enden sind schwach trapezartig. Das Mittelstück ist um einen auf zwei V-Streben gelagerten Hauptholm schwingbar. Die beiden Außenteile sind eingeszapft. Das Mittelstück hat 7 m Spannweite, bei 1,25 m

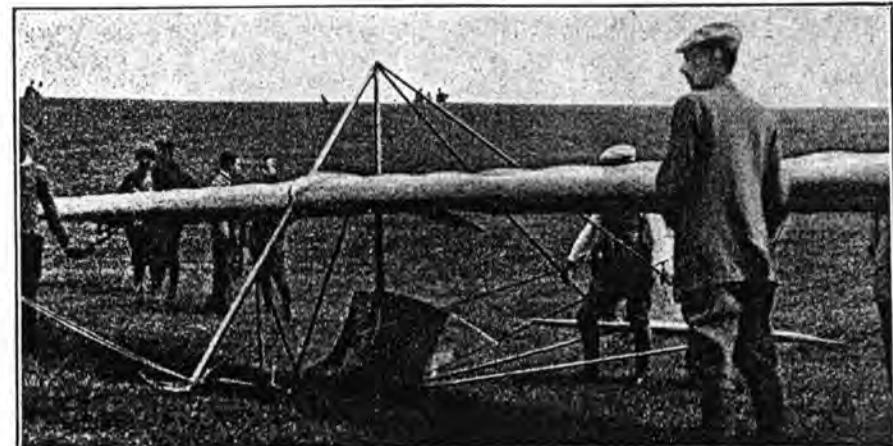


Fig. 99. München-Eindecker 1921. Tiefliegender offener Sitz. Mittelkufe.

Tiefe, die angeschlossenen Flügelstücke spannen je 2,75 m, bei 0,9 m Tiefe. Der Anstellwinkel des Mitteldecks wird zwecks Höhensteuerung mittels Stoßstange verändert. Die Außendecks dienen durch Seilzüge betätigt bei gegenläufiger Drehung zur Quersteuerung. In die Steuerführung ist ein Gummizug eingeschaltet. Eine Sicherung gegen zu große Verlängerung im Gummi fehlt. Die starre Höhenflosse hat 1,44 qm Flächeninhalt, das Seitenruder ohne Kielflosse 0,54 qm. Die Entfernung des Druckmittelpunktes vom Schwerpunkt beträgt nur etwa 2,3 m. Das Profil des fast freitragend ausgeführten Eindeckers ist vorne stark, unten schwach gewölbt. Es ist in der Mitte gleichbleibend 0,2 m stark. Die Fläche besitzt geringe V-Stellung. Der geschlossene Rumpf hat bei kreisförmigem Querschnitt Tropfenform. Der Führer sitzt zwischen den V-Streben unter dem Tragdeck. Die Verkleidung des Sitzes kann zum Einstieg gelöst werden. Das Gewicht des Rumpfes beträgt 20 kg, das der Steuer 4 kg, das der Tragfläche 36,6 kg.

Leistungen: Versuche beim Rhön-Wettbewerb 1922 unter Koller.

*Peschkes P. E. III. „Mosella“ (1923).*

**Konstruktion:** Peschkes-Baden-Baden.

**Bauausführung:** Peschkes-Baden-Baden.

**Bauart:** Flügelgesteuerter Hochdecker. Die Tragfläche ist derart geteilt, daß ein am Rumpf starr befestigtes Flächenmittelstück stehen bleibt. Die Fläche besitzt dickes Profil, ist seitlich abgestützt und leicht verspannt. Das Baldachin wird durch 4 Streben gehalten. Es ist über dem Führersitz derart ausgespart, daß der Führerkopf im Tragdeck liegt. Um Verletzungen bei harten Landungen zu vermeiden, ist der Raum innerhalb des Flügels ausgepolstert. Er enthält die Instrumente. Die Sicht nach außen ist beschränkt. Vorn und seitlich sind Sehschlitz geblieben. Zum Besteigen des Führersitzes muß die vordere Rumpfkappe abgenommen werden. Der Rumpf hat ovalen Querschnitt und zeigt rückwärts scharf ausgezogene Tropfenform. Es handelt sich um einen Sperrholzrumpf. Das Landungsgestell besteht aus einer breiten gradlinigen Mittelkupe dicht unter dem Rumpf. Ein Schwanzsporn fehlt. Die Flügelsteuerung wird durch 2 auf horizontaler Welle schwingende Handhebel betätigt. Die quer zur Flugrichtung liegende Welle trägt an den Enden kurze Schwinghebel, welche mittels Stoßstange und je 2 zu dem hochliegenden Tragdeck führenden Dreieckstreben den Anstellwinkel der betr. Flächenhälfte verändern. Durch Federzug wird der Flügel in bestimmter Lage gehalten. Diese Steuervorrichtung liegt außerhalb des Rumpfes seitlich vom Führersitz. Ein dritter weiter vorn liegender Handhebel ermöglicht die Verstellung der rückwärtigen Horizontalflosse. Über dieser Flosse liegt ein breites, ausgeglichenes Seitensteuer ohne Kielflosse.

**Leistungen:** Versuche.

*Roloff (1923).*

**Konstruktion:** A. Roloff-Frankfurt/Main.

**Bauausführung:** C. Deville, Flugzeugbau, Frankfurt/M.

**Bauart:** Verspannungloser Eindecker. Der Anstellwinkel der Tragflächen ist automatisch verstellbar. Die Flügel haben bei 14 m Spannweite 1,8 m größte Tiefe. Nach den Flügelenden zu verringert sich die Tiefe auf 0,9 m. Zur Verwendung kommt ein dickes Profil mit kräftiger Wölbung vorn, starker Wölbung oben und gering gewölbter Unterseite. Die größte Profilhöhe beträgt 0,29 m und nimmt nach den Flächenenden zu ab. Die Flügelnase ist mit Sperrholz beplankt. Die Flügel setzen sich seitlich an den in Sperrholz ausgeführten Rumpf an. Derselbe ist im Querschnitt rechteckig und besitzt von der Seite gesehen etwa die Form eines Flügelprofils mit stark gewölbter Oberfläche, bei flacher Wölbung der Unterfläche. Die Rumpfspitze trägt den Starthaken. Der Führer

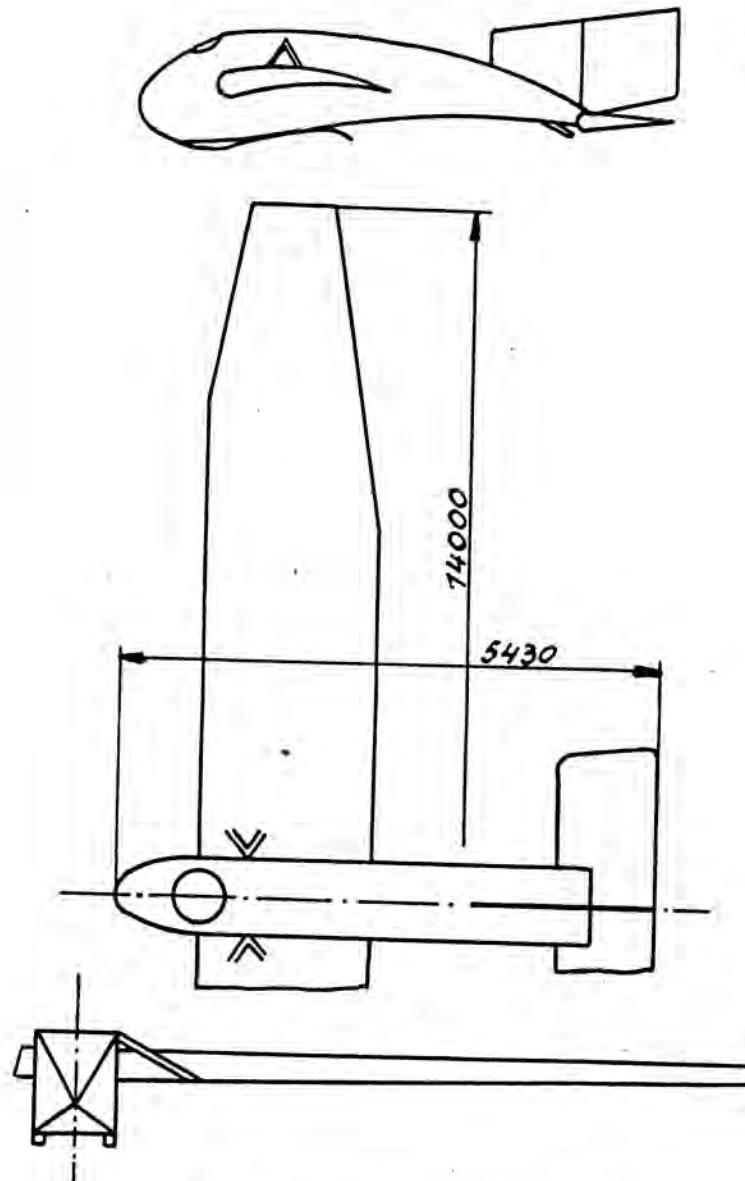


Fig. 100. Roloff-Eindecker 1923.

sitzt zwischen den Flügeln. Es ist leichte Verstrebung der Flächen zur Rumpfoberkante vorgesehen. Das Fahrgestell besteht aus 2 niedrigen Bügeln.



Fig. 101. Deshayes-Eindecker 1922. Erdtransport mittels Raupenwagen.

Die Spurweite gleicht der Rumpfbreite. Die größte Rumpfhöhe beträgt 0,9 m, die Rumpflänge 4,53 m. Die Gesamtlänge des Flugzeuges beträgt 5,43 m. Die Steuerflächen bestehen aus einem ausgeglichenen Höhensteuer ohne Dämpfungsfläche und einem darüberliegenden Seitensteuer mit vorliegender Kielflosse. Das Höhensteuer hat bei 3,2 m Spannweite 0,9 m Tiefe. Der Schwanz wird durch einen Sporn getragen. Die Quersteuerung erfolgt durch an den Enden aufgebogene Klappen. Die Fläche besitzt keine Pfeil- aber geringe V-Form. Der Abstand der Flügelrippen beträgt 0,4 m. Das seitlich nicht geschützte Tragdeck liegt 0,42 m über dem Erdboden.

Leistungen: Versuche.

#### Deshayes (1922).

Konstruktion: J. Deshayes-Paris.

Bauausführung: J. Deshayes.

Bauart: Verspannter Eindecker mit Flügelsteuerung. Die anpassungsfähige Tragfläche ist am Rumpf geteilt. Die Flügelhälften schließen sich seitlich an den Rumpf an. Trotz des dicken Flügelprofils ist Seilverspannung vorgesehen. Das mittlere Seitenverhältnis beträgt 1:11,6. Die Fläche besitzt 2 Hohlholme von 7,5 m Länge und je 2,30 kg Gewicht. Der Einstellwinkel der Flügel ist um Plus Minus 6 Grad veränderlich. Diese Bewegung erfolgt unter Zwischenschaltung von Gummizügen elastisch gleichseitig oder wechselseitig. Die

Einstellwinkel der Flügel ist um Plus Minus 6 Grad veränderlich. Diese Bewegung erfolgt unter Zwischenschaltung von Gummizügen elastisch gleichseitig oder wechselseitig. Die

Stützen zur Befestigung der Spannkabel sind senkrecht beweglich gelagert. Die Fläche ist am Rumpf tief ausgeschnitten. Der Führersitz liegt in der Gegend des vorderen Drittels der Flügeltiefe tief im Rumpf. Letzterer ist als tropfenförmig verschaltetes Gittergerüst mit Stoffbespannung ausgeführt. Die Rumpfspitze ist besonders stark ausgeführt. Das Fahrgestell besteht aus 2 seitlich schräg aus dem Rumpf herausragenden breiten Streben, die an kurzen Achsstummeln je ein Rad tragen. Diese Ausführung erinnert an das bekannte Dornier-Fahrgestell mit fehlender durchlaufender Achse. Unter der Rumpfmitte liegt ein weiteres Rad mit Bremsvorrichtung. Es ist zum größeren Teil im Rumpf verborgen. Das Leitwerk zeigt bekannte Ausführungsformen. Zur Quersteuerung sind besondere Verwindungsklappen vorgesehen. Die Flächen besitzen Schutzbügel.

Leistungen: Versuche unter Camard beim französischen Wettbewerb 1922.

#### Peyret (1922).

Konstruktion: L. Peyret-Putiaux.

Bauausführung: Morane-Saulnier Aeroplanes, Putiaux.

Bauart: Verspannungsloser Tandem-Eindecker. Das Flugzeug besitzt zwei gleichgroße, hintereinander liegende Tragflächen, die im Grundriß trapezförmig, V- und Pfeilform besitzen. Aus Stabilitätsgründen ist der vordere Flügel stärker belastet. Die Flächen sind geteilt an den Rumpfaufbau angesetzt und durch N-Stiele aus verkleidetem Duraluminium-Rohr gegen die Rumpfunterkante etwa in halber Spannweite abgestützt. Weitere Verspannungselemente liegen nicht im freien Luftstrom. Jeder N-Stiel setzt sich aus drei Einzelstielen zusammen, die Zug- und Druckbeanspruchung erleiden. Die Befestigung der N-Stiele erfolgt durch ÖSENSchrauben an der Vorderstrebe in einfacher Weise. Dieselben besitzen Ösen am Flächenholm und an den anderen Streben, durch die Bolzen, die mittels Mutter gesichert sind, hindurchgesteckt werden. Das Flügelgerippe weist 2 Holme aus Duraluminiumrohr auf. Auf diesen sind leichte Haupt- und Hilfsrippen aufgezogen. Das Vorderdeck hat größeren Einstellwinkel als das Hinterdeck. Beide haben dünnen, stark gewölbten Querschnitt. Der Abstand beider Flügel von einander beträgt 2,22 m bei einer Tiefe von je 1,14 m. Das letzte Drittel jeder Fläche ist in seiner ganzen Spannweite als Ruder ausgebildet mit je 1,07 qm Flächeninhalt. Dabei hat jede Tragfläche 7,1 qm Flächeninhalt, sodaß etwa 4,3 qm Inhalt der gesamten Tragfläche von 14,2 qm, also etwa 30 v. H. der Steuerung nutzbar gemacht werden. Bei einem Seitenverhältnis von 1:5,8 der Tragfläche beträgt das

Seitenverhältnis der langen schmalen Steuerflächen 1:9,5. Durch verbundenes Ruderlegen wird auch der Vorderflügel hier zur Höhensteuerung mit herangezogen. Die rückwärtige Fläche kommt infolge ihres geringen Hebelarmes zum

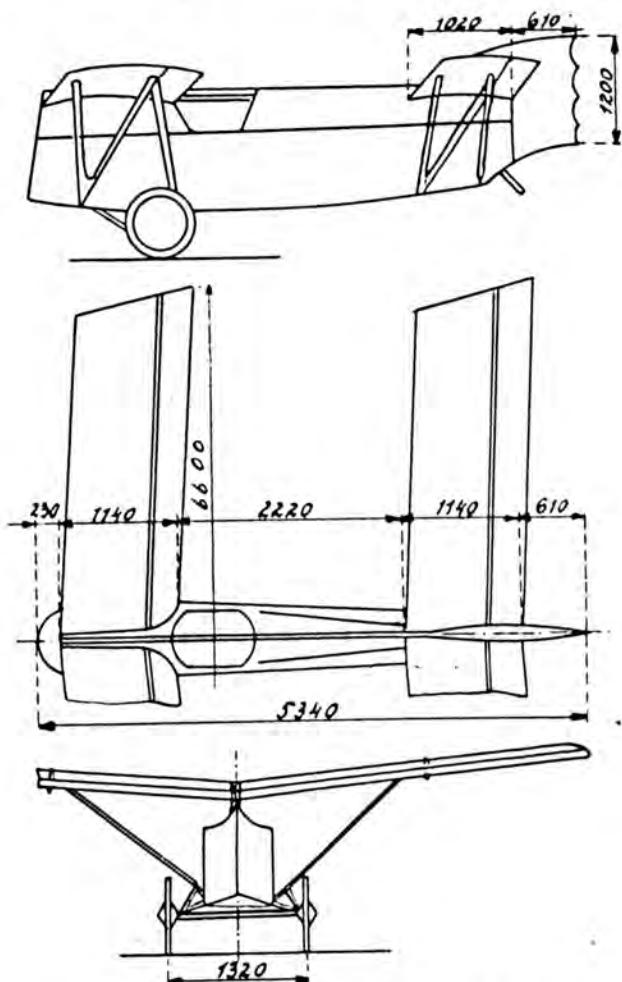


Fig. 102. Peyret-Eindecker 1922.

Schwerpunkt (aus Stabilitätsgründen) ist ihre Belastung geringer als die der Vorderfläche) nicht als Schwanzleitwerk im üblichen Sinne in Betracht. Bei einem Höhensteuerausschlag werden die Ruder der einen Fläche beiderseits im entgegengesetzten Sinne zu denen der anderen Fläche ausgeschlagen. So erfolgt beim Drücken ein Ausschlag der Ruder des Hinterflügels nach unten, bei gleichzeitigem Aus-

schlag der Ruder des Vorderflügels nach oben. Die Quersteuerung erfolgt durch gleichsinnigen Ausschlag der beiden Ruder jeder Flügelseite. Diese Ausschläge werden durch ein am Knüppel angeordnetes Kegelrad-Differential, nach Art der im Kraftwagenbau üblichen Differentialen, bewirkt.



Fig. 103. Peyret-Eindecker 1922.

Beim Schwenken des Steuerknüppels in der Flugrichtung wird die geteilte Querwelle gleichsinnig verdreht, unter Mitnahme der 4 daraus sitzenden Steuerhebel, welche durch Seilzüge die Bewegung der Ruder bewirken. Beim Schwenken des Knüppels quer zur Flugrichtung wird das vornliegende Kegelrad mitgenommen. Es dreht mit Hilfe der beiden seitlichen Kegelräder die beiden Querwellenteile in entgegengesetztem Sinne gegen einander, so daß die beiden Steuerhebel der einen Seite wechselseitig zu denen der

anderen Seite verschwenkt werden. Die Steuereinrichtung besteht also hier aus 2 kardanartig mittels drei Zahnrädern verbundenen Wellenenden, auf denen je 2 Hebel mit Anschluß der Steuerseile sitzen. Die Seitensteuerung erfolgt durch

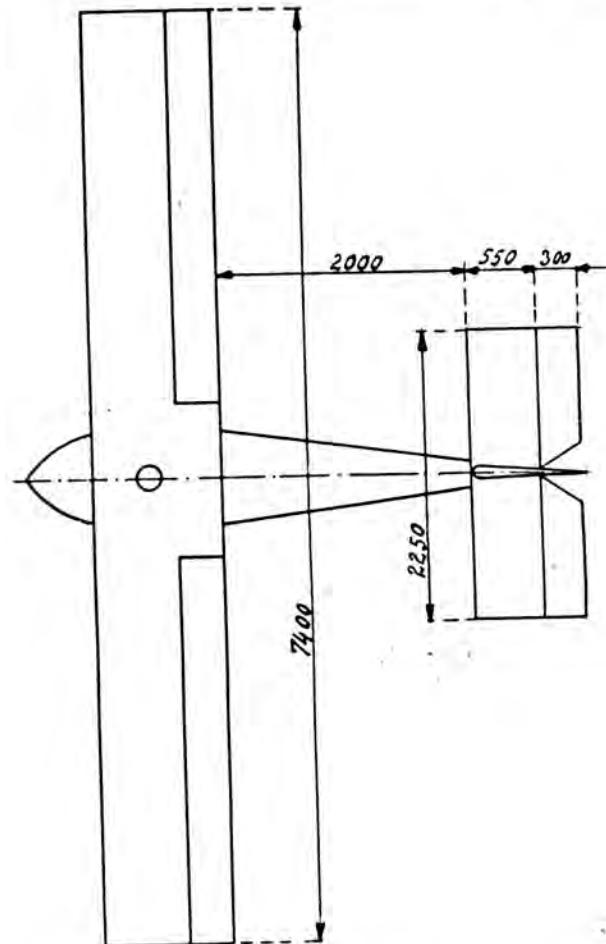


Fig. 104. A. E. S. - Allen - Eindecker 1922.

einen Fußhebel. Das Seitenruder von 0,58 qm Flächeninhalt schließt sich an eine dreieckige Flosse von 0,28 qm an. Dabei werden die großen Führungsflächen des kantigen Rumpfes als Kielflossen mit benutzt. Die Seitensteuerung schließt sich an die senkrechte hintere Schneide des Rumpfes an. Der Rumpf besitzt 5 Holzholme und ist mit Sperrholz beplankt. Sein Querschnitt ist 5 eckig. Den Abschluß nach oben bildet ein dachförmiger Aufbau mit eingewölbten

Wänden, zur Verbesserung des Ausblickes für den Führer. Der obere Rumpfholm ist auch am Führersitz durchgeführt, läuft also über den Kopf des Führers hinweg, während die Rumpfwände ausgespart sind. Der Sitz liegt etwa im ersten Drittel des Rumpfes dicht hinter der vorderen Tragfläche. Das Fahrgestell besitzt 2 Räder mit Gummifederung. Die verkleidete Achse läuft unter dem Rumpf durch und wird zu beiden Seiten durch eine Federstrebe gehalten. Ein kurzer Sporn stützt das Rumpfende. Die Spurweite beträgt 1,32 m. Infolge der hohen Lage der Tragflächen, verbunden mit ihrer V-Stellung, sind seitliche Schutzbügel unnötig.

**Leistungen:** Kleine Flüge unter Maneyrol in Clermont Ferrand 1922. Ein Flug in Itfort Hill 1922. Dauerrekord: 3 h 21 min 7 s. Später verschiedene Dauerflüge bis 8 h 21/2 min.

*A. E. S.-Allen (1922).*

**Konstruktion:** E. Allen-New York.

**Bauausführung:** Aeronautical Engineering Society, New York.

**Bauart:** Verspannungloser Eindecker. Die Tragflächen haben rechteckige Grundrißform und besitzen 2 Holme als Kastenträger von 0,14 m Höhe und 0,06 m Breite. Ihr Abstand voneinander beträgt 0,9 m. Das verwendete Profil zeigt vollkommen glatte Unterfläche. Die anschließenden Klappen reichen, bei 0,4 m Tiefe, bis an den Rumpf heran. Ihre



Fig. 105. A. E. S. - Allen - Eindecker 1922.

Bewegung kann sowohl im entgegengesetzten Sinne als auch gleichsinnig erfolgen. Ihre Betätigung erfolgt durch den üblichen Knüppel, auf welchen eine bewegliche Hülse geschoben ist. Wird diese nach oben geschoben, so werden die Klappen gleichsinnig nach oben bewegt, während gleichsinnige Bewegung nach unten durch Herabschieben der Hülse erfolgt. Sollen die Klappen in entgegengesetztem Sinne bewegt werden, so steht die Hülse etwa in Mittellage. Der Knüppel wird dann in üblicher Weise nach links oder rechts geschwenkt. Die Steuerflächen bestehen aus einem geteilten Höhensteuer im Anschluß an eine rechteckige Dämpfungsfläche und einem hohen, rechteckigen Seitenruder mit Kielflosse. Der Wickelrumpf hat Stromlinienform und besitzt Querringe, die durch dünne Längsleisten verbunden werden. Das ganze System wird dann durch schlangenförmig umgewickelte Furnierbänder verstieft. Außen wird der Rumpf mit leichtem Baumwollstoff bespannt. Querversteifungen oder normale

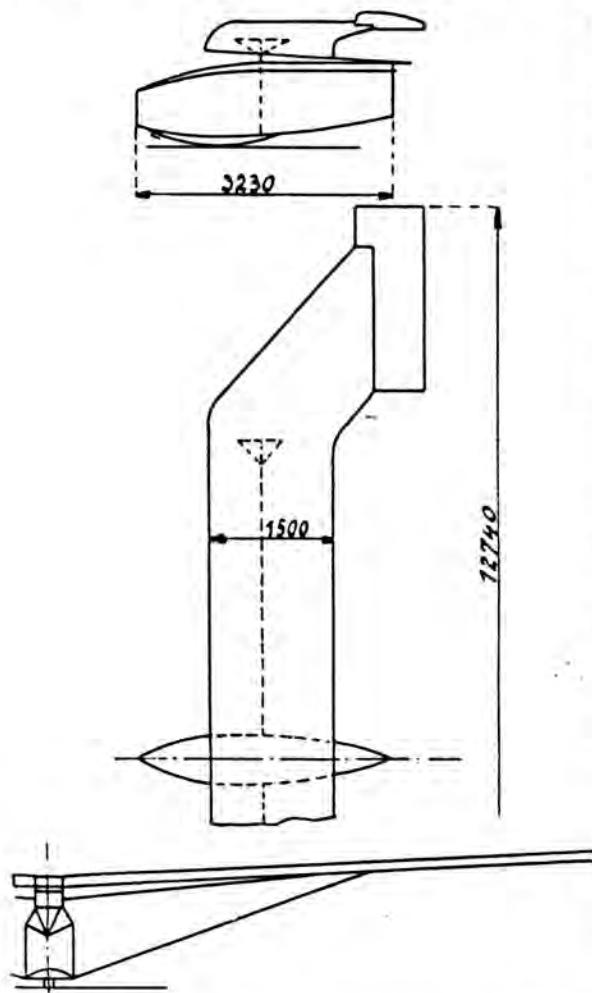


Fig. 106. Berlin-Eindecker 1922.

Rumpfholme fehlen ganz. Das Fahrgestell besteht aus 2 Rädern, deren Achse in der aus dem Motorflugzeugbau bekannten Weise abgedeckt wird. Die Fahrgestellstreben führen zur Rumpfoberkante. Außerdem ist eine kurze Abstützung zur Rumpfunterkante vorgesehen. Der Starthaken ist tief unter dem Schwerpunkt an der Fahrgestellachse angebracht. Die Trag-

fläche liegt unmittelbar auf dem spindelförmigen Rumpf auf und läuft von vorn und hinten in diesen über. Ein Ausschnitt im Tragdeck nimmt den Führer auf.

**Leistungen:** Flüge bis 12 min 27 s unter Allen beim französischen Wettbewerb 1922. Flüge in der Rhön Herbst 1922.

#### 4. Schwanzlose Flugzeuge. Berlin (1922).

**Konstruktion:** H. Winter-Berlin.

**Bauausführung:** Flugwiss. Ver. T. H. Berlin und Luftfahrzeug-Ges., Berlin.

**Bauart:** Schwanzloser Eindecker. Die Flügelhälften werden zu beiden Seiten des Rumpfes angeschlossen und sind in 3,2 m Abstand vom Rumpf durch eine gelenkig angeschlossene Strebe abgestützt, die oben stark verbreitert am Flügel an 2 Stellen angreift, am Rumpfunterholm dagegen nur in einem Punkt. Der Vorderholm liegt wagrecht. Um ihn sind im Mittelstück die einzelnen Rippen gegeneinander verdreht. Das Mittelstück ist auf eine Spannweite von 4,9 m etwa rechteckig, die Flügel laufen hier etwa senkrecht zur Längsachse des Flugzeuges. Die Flügelenden laden nach hinten aus und laufen auf eine Länge von 1,8 m unter einem Winkel von 45 Grad zurück. Das Ende wird von je einer rechteckigen Klappe von 1,9 m Länge und 0,6 Tiefe gebildet. Letztere haben einen Inhalt von insgesamt 2,8 qm. Ihre Vorderkante liegt um etwa 2,25 m hinter der Flügelvorderkante. Der Anstellwinkel beträgt am Rumpf 8 Grad, wird bis zum Strebenabschluß auf 0 Grad verringert, um bis zu den Flächenenden dann gleich zu bleiben. Das veränderliche Profil hat eine größte Höhe von 0,18 m, ist vorn nicht sehr stark und unten fast eben. Der kurze, geschlossene Rumpf hat etwa quadratischen Querschnitt. Er endet in eine senkrechte Schneide, an welche sich das schmale, hohe Seitenruder mit vorgelagerter Kielflosse anschließt. Der Flächeninhalt des Seitenruders beträgt 0,66 qm. Sein Druckmittelpunkt liegt etwa 3 m hinter der Vorderkante der Tragfläche, bzw. 2,5 m vom Schwerpunkt entfernt. Die Steuerbetätigung geschieht durch 2 beiderseits vom Führersitz liegende Handhebel. Die Sitzanlage befindet sich zwischen den Flächen. Das Landungsgestell besteht aus 2 Kufen. Das Flügelgewicht beträgt 44 kg, das Rumpfge-



Fig. 107. Berlin-Eindecker 1922 (Absturz).

wicht 39 kg, das der Steuer usw. 21 kg. Die Höhe des Eindecker beträgt 1,2 m.

**Leistungen:** Versuche im Rhön-Wettbewerb 1922. Führer Winter.

#### *Weltensegler „Feldberg“ (1921).*

Konstruktion: F. Wenk-Göttingen.

Bauausführung: Segelflugzeugwerke G. m. b. H. Baden-Baden.

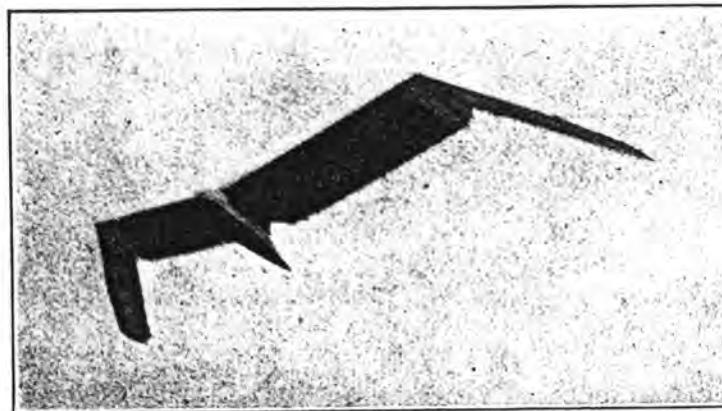


Fig. 108. Weltensegler-Eindecker 1921.

**Bauart:** Schwanzloser Eindecker. Die Tragfläche besteht aus einem mittleren, tragenden Teil und den beiden äußeren Enden, die unter gleichzeitiger Verringerung des Anstellwinkels nach hinten gezogen sind. Die Spannweite des Mitteldecks beträgt 10 m, die Ansatzflächen sind je 4 m lang. Das Seitenverhältnis beträgt 1:11. Die Flügel werden durch ein Brückenträgergerüst in ähnlicher Weise, wie dies beim alten Typ verwendet wurde, verstieft. Die Steuerung erfolgt durch gleichseitiges oder wechselseitiges Verwinden der äußeren Flügelenden. Schwanzflächen sind nicht vorhanden. Der Führer sitzt in einem kleinen, stoffbespannten Rumpfboot unter den Tragflächen. Die Steuerzüge sind so eingerichtet, daß sie zum Niedergehen des Flugzeuges in Tätigkeit kommen sollen. Zum Anstieg soll eine Gegenfeder zur Verwendung kommen. Das Fahrgestell besteht aus einer schneeschuhähnlichen Mittelkufe unmittelbar unter dem kurzen Rumpfboot.

**Leistungen:** 2 min-Flug unter Peschkes über dem badischen Feldberg in Form einer geschlossenen Acht im Sommer 1920. 1½ min-Flug am Westhang der Wasserkuppe unter Leusch 14. August 1921.

#### *Weltensegler „Baden-Baden-Stolz“ (1922).*

Konstruktion: F. Wenk-Göttingen.

Bauausführung: Segelflugzeugwerke G. m. b. H. Baden-Baden.

**Bauart:** Schwanzloser Eindecker. Die Flügelform ähnelt der alten Bauart. Die Verwendung eines dickeren Profiles ermöglichte den verspannungslosen Aufbau des Flügels. Das Seitenverhältnis beträgt 1:12. Die Flügelenden tragen kleine

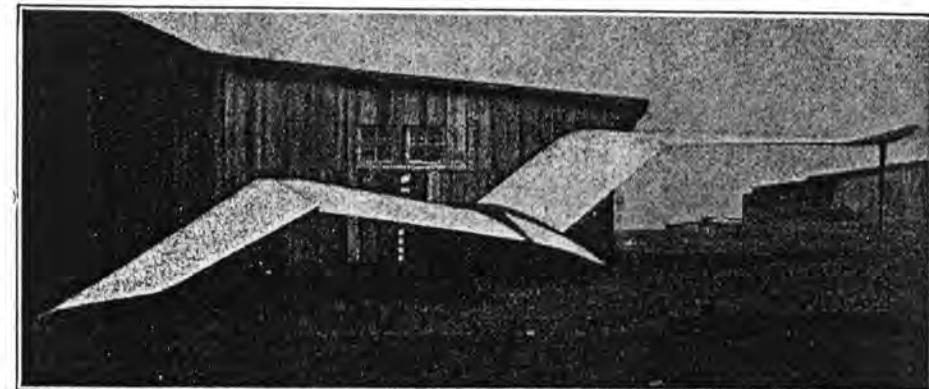


Fig. 109. Weltensegler-Eindecker 1922.

Klappen, deren Ausschlag eine Torsion des Flügelsystems bewirkt, derart, daß Höhen-, Quer- und Seitensteuerung erfolgt. Das kurze Sperrholzboot ist dicht an die Fläche herangeschoben, so daß der Führer nicht mehr unter der Fläche, sondern etwa in Höhe derselben sitzt. Die größte Bauhöhe beträgt 1 m.

**Leistungen:** Versuche während und nach dem Rhön-Wettbewerb 1922 unter Stamer.

#### 5. Wasserflugzeuge.

##### *L. F. G. „Phönix“ (1922).*

Konstruktion: G. Baatz-Stralsund.

Bauausführung: Luftfahrzeuggesellschaft, Werft Stralsund.

**Bauart:** Freitragender Eindecker. Die 16 m spannende Tragfläche ist einteilig ausgeführt mit durchlaufendem Sperrholzkastenholm. Das dicke Flügelprofil ist vorn abgerundet, unten schwach, oben stark gewölbt. Seine größte Höhe von 0,38 m nimmt nach den Flügel spitzen ab, ebenso wie die Flügeltiefe von 1,9 m am Boot. Die Holmhöhe beträgt am Boot 0,31 m, die Breite 0,26 m. Die Spieren haben 0,38 m Abstand voneinander. Zur besseren Form-

gebung der Flügelnase sind bis zum Holm vorn je 2 Hilfsrippen zwischen 2 Hauptrippen eingeschaltet. Die Tragfläche hat Pfeil- und V-Form. Das Leitwerk ist sehr groß be-

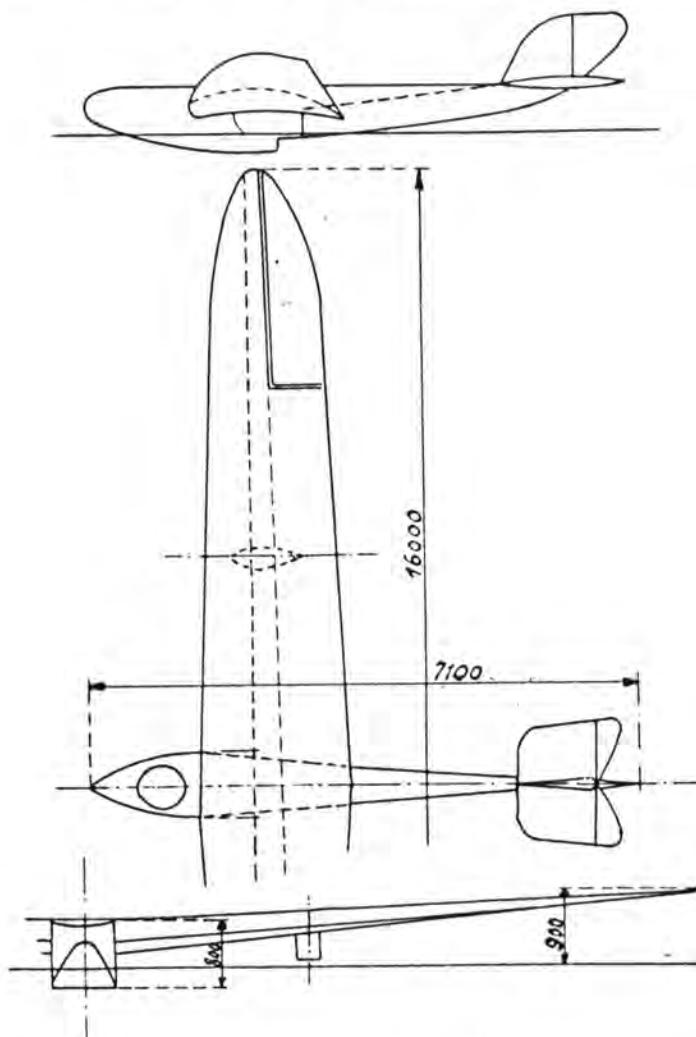


Fig. 110. L.F.G.-Eindecker „Phönix“ 1922.

messen. Höhen- und Seitensteuer besitzen Dämpfungsflächen. Das Seitenruder ist 0,77 m breit und 1,35 m hoch. Das Höhensteuer ist geteilt. Seine Spannweite beträgt bei 0,7 m Tiefe 3,35 m. Die vorliegende Dämpfungsfläche ist 1,0 m tief und hat 3,15 m Spannweite. Die Steuerseile werden über Duralrollen z. T. außerhalb des Bootes geführt. Zur Quer-

steuerung dienen an den Holm angelenkte Klappen von 2,75 m Spannweite. Das Rumpfboot hat 7,1 m Länge, bei einer größten Breite von 0,75 m und 0,8 m größter Höhe. Der Querschnitt des Bootes ist rechteckig. Im Grundriß ist die Bootsform tropfenähnlich. Die Unterseite besitzt eine 0,1 m hohe Stufe ohne Luftabführungsschächte. Vor der Stufe ist der Rand des Bodens durch Leisten verstieft. Die Boots-wände sind aus 2,5 mm Sperrholz mit Leinwandbespannung hergestellt. Das Bootinnere ist in wasserdichte Abteilungen

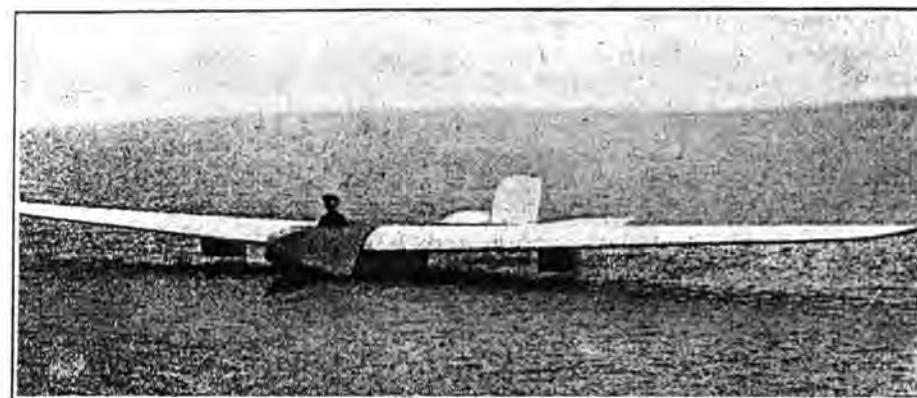


Fig. 111. L.F.G.-Eindecker „Phönix“ 1922. Flußboot mit Seitenschwimmern.

unterteilt. Zur Beeinflussung der Schwimmstabilität sind in 3 m Entfernung unter der Tragfläche 2 Hilfsschwimmer vorgesehen, welche in Normallage dicht über der Wasserfläche sich befinden. Ihre Form gleicht im Grundriß der eines Tropfens. Die Länge jedes Hilfsschwimmers beträgt 0,95 m, seine Breite 0,43 m, bei 0,47 m Höhe. Die Schwimmerwände sind ebenfalls aus Sperrholz mit Leinwandbeklebung hergestellt. Das Bootinnere, besonders die Steueranschlüsse, sind durch Mannlöcher zugänglich. Die Tragfläche ist derart im Rumpf gelagert, daß die beiden Flügelhälften sich in Höhe des oberen Rumpfholmes an das Boot ansetzen. Die Bootsoberfläche trägt zu diesem Zwecke eine Aussparung von 0,31 m Tiefe und 0,36 m Breite zur Aufnahme des Flügelholmes. Auf- und Abbau des Flugzeuges sind in kurzer Zeit möglich. Die Steueranschlüsse zu den Querruderkabeln sind durch mittels Federdruck selbsttätig verschlossene Blechkappen an der Flügelunterkantenseite erreichbar. Die Steuerung gleicht der Radsteuerung. Durch Drehbewegung eines Handgriffes erfolgt Betätigung der Querruder, durch Bewegung der Steuersäule in der Flugrichtung die der Höhenruder, während für das Seitenruder der übliche Fußhebel

vorgesehen wurde. Der Rumpfausschnitt vor der Fläche für den Führer hat die Ausmaße 0,65 m mal 0,85 m, ist also groß genug gehalten, um beim Kentern schnell das Verlassen des Führersitzes zu ermöglichen. Der größeren Bordhöhe des Schleppschiffes entsprechend liegt der Starthaken auf der Oberseite des Bootes nach oben geöffnet. Um leichtes Abgleiten des Startseiles zu ermöglichen ist der Haken drehbar gelagert. Er wird durch einen Sperrhebel in seiner Lage festgehalten, kann aber durch Fingerdruck leicht umgelegt werden. Diese Anordnung bietet den Vorteil, daß auch bei nicht straffem Seil ein ungewolltes Abrutschen, wie dies bei nach unten geöffnetem Haken möglich

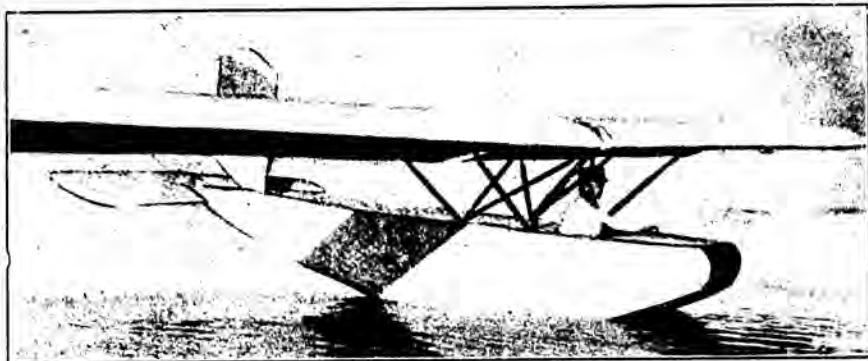


Fig. 112. Pejean-Eindecker 1923. Hochdecker-Flugboot mit Schwanzsteuerung.

ist, vermieden wird. Im Normalfalle liegen die Flügelenden etwa 0,9 m über dem Wasserspiegel.

**Leistungen:** Versuche bei Stralsund und Rossitten unter Walter, Wegener, Hackmack, Nekien usw. Wasserstarts im Schlepp und am Treibanker. Wasserungen. 1922 und 1923.

#### *Pejean (1923).*

**Konstruktion:** K. Pejean-Königsberg.  
**Bauausführung:** K. Pejean-Königsberg.

**Bauart:** Verspannungsloser Hochdecker. Die trapezförmige Tragfläche besitzt weder Pfeil- noch V-Form. Es sind 2 Gitterholme im Abstand von 0,6 m voneinander angeordnet. Die Flügelnase wird mit Pappe versteift. Profil: Göttingen 441. Die Profiltiefe von 1,45 m und die Profilhöhe von 0,28 m nehmen nach den Enden zu leicht ab. Die an den Hinterholm angelenkten Verwindungsklappen von 1,9 m

Spannweite bei 0,45 m Tiefe sind nach den Enden zu leicht aufgebogen. Die Oberfläche verläuft nahezu wagrecht. Der Abschluß nach vorne wird durch eine abgerundete Sperrholzspitze gebildet. Die Rumpfbauart ist normal. Innere Verspannungen werden durch Diagonallatten ersetzt. Sämtliche Seiten sind mit Leinwand bespannt, welche durch cellonieren wasserdicht gemacht wurde. Nur die Unterseite ist doppelbespannt und wird außerdem innen und außen durch Leisten verstärkt. Die Unterfläche des Rumpfes trägt in der Mitte eine 0,08 m breite Eschenkuife, die vorne an die Bodenform sich eng anschmiegt, später von einer kleinen Stufe ab freitragend verläuft. Die größte Bootshöhe beträgt 0,71 m, die größte Breite 1,05 m. Die Tragfläche liegt 0,6 m über der Bootsoberkante. Sie ist in der Mitte geteilt und wird durch einen aus 6 Streben gebildeten Spannturm getragen und durch seitliche Schrägstiele (je 2) verstellt. Das Höhensteuer ist ausgeglichen, hat etwa rechteckigen Grundriß und spannt 2,5 m, bei 0,8 m Tiefe. Das Seitensteuer ist ausgeglichen und besitzt ebenfalls keine Kielflosse. Seine Tiefe beträgt 0,77 m, seine Höhe 1,15 m. Die Drehachse des Seitensteuers liegt etwa 0,56 m vor der des Höhensteuers. Die Betätigung der Steuerruder geschieht mittels Knüppels und Fußsteuer. Die Seilzüge laufen über Duralrollen zum größten Teil innerhalb des Rumpfes und der Fläche. Beim Höhensteuer ist eine kleine Stoßstange zwischengeschaltet. Das Gewicht des Rumpfes beträgt 40 kg, das der Flügelholme 26 kg, das der Spieren 5 kg. Das Leergewicht wird mit rund 100 kg angegeben, so daß die Flächenbelastung bei etwa 18 qm tragender Fläche 9 kg/qm beträgt.

**Leistungen:** Zahlreiche Flüge beim 1. Deutschen Küsten-Segelflug Rossitten 1923 unter Berr. Landstarts und Landungen. Wasserungen.

#### *Curtiss (1923).*

**Konstruktion:** G. H. Curtiss-New York.

**Bauausführung:** Curtiss Aeroplane Co., Hammondsport, New York.

**Bauart:** Verspannter Doppeldecker. Die Tragflächen haben gleiche Tiefe und gleiche Spannweite. Die einstielige Zelle ist normal verspannt. Der Rumpf wird aus einem leichten, unbekleideten Gittergerüst gebildet, das aus 3 Holmen besteht. Der untere Holm schließt sich an das Bootsende an. Die Steuerflächen besitzen Dämpfungsflächen. Das etwa in Höhe des Oberdecks liegende Höhensteuer ist geteilt. Das Sperrholzboot reicht nicht bis zu den Schwanzflächen. Der Führer sitzt in

einem Ausschnitt des unteren Tragdecks im Boot, es ist Radsteuerung eingebaut. Zur Sicherung der seitlichen Schwimmstabilität sind unter den Außen-Stielen Stützschwimmer angeordnet.

Leistungen: Versuche 1922—23 bei Hammondsport.

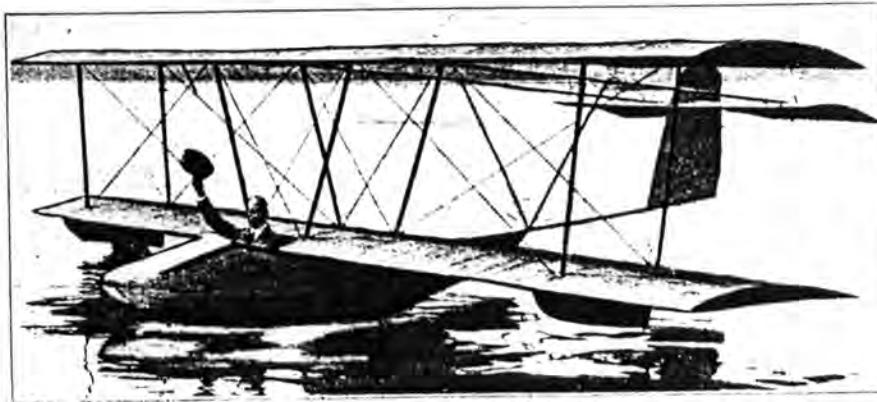


Fig. 113. Curtiss-Doppeldecker 1923. Flugboot mit Seitenschwimmern.

#### 6. Hilfsmotorflugzeuge.

Budig (1922).

Konstruktion: F. Budig-Falkenberg.

Bauausführung: F. Budig-Falkenberg.

Bauart: Verspannter Doppeldecker. Die obere Tragfläche ist länger und tiefer als das Unterdeck. Die Ver-



Fig. 114. Budig-Doppeldecker 1922. Hilfsmotor-Segelflugzeug mit vorn liegendem Höhensteuer und automatischer Stabilisierung.

strebung erfolgt durch profilierte Holzstreben. Der Führer sitzt in einem kurzen Rumpf vor der Zelle zwischen der Tragfläche. Vor derselben liegt durch 2 Sperrholzholme

getragen ein Kopfflosse. Dieselbe wird zur automatischen Erhaltung der Längsstabilität nutzbar gemacht. Der von Budig erfundene Düsenstabilisator mit Neigungswinkeldifferenz soll gleichzeitig die Ausnutzung der horizontalen Windschwankungen erleichtern. Er besteht im wesentlichen aus einer Steuerfläche, die durch den wechselnden, stärker und schwächer werdenden Flugwind verstellt wird. 2 Seitensteuer liegen hinter der Zelle. Die Verbindung zwischen Leitwerk und Zelle erfolgt durch 4 Sperrholzträger. Das Fahrgestell besteht aus 2 leichten Rädern dicht unter dem Unterdeck beiderseits vom Rumpf. Zum Antrieb dient ein 2 Zylinder Fahrrad-Motor von 4 PS. Typ B. M. W. Das Triebwerk wiegt etwa 7 kg/PS. und liegt hinter dem Führersitz am Ende des Rumpfes. Die kleine zweiflügelige Druckschraube läuft hinter der Zelle zwischen den 4 Schwanzträgern.

Leistungen: Vorversuche ohne Motor während des Rhönwettbewerbs 1921 unter Budig. Bis Sommer 1923 etwa 260 glatte Motorflüge über ebenem Gelände bei Grünau.

#### Dewoitine (1923).

Konstruktion: Dewoitine-Toulouse.

Bauausführung: Dewoitine-Toulouse.

Bauart: Freitragender Eindecker mit elastischen Tragflächen in enger Anlehnung an das Segelflugzeug Dewoitine. Profil der Tragfläche: Göttingen 430. Antrieb: 7 bis 10 PS. Anzani-Motor, Motorradtyp, mit 2 gegenüberliegenden Zylindern und Luftkühlung. Die Bremsleistungen betragen bei 1250 U/min 7 PS., bei 1350 U/min 8 PS., bei 1450 U/min 9 PS., bei 1800 U/min 11,75 PS. und bei 2200 U/min 12,75 PS. Die Schraubendrehzahl liegt bei Vollgas etwa bei 1350 U/min, also bei 8 PS. Das Gewicht des Flugwerkes beträgt 115 kg, das des Triebwerkes 35 kg. Das Einheitsgewicht beträgt somit 3,94 kg/PS. Das Brennstoffgewicht wird mit 20 kg angegeben, die Zuladung mit 80 kg. Bei einem Gesamtgewicht von 250 kg beträgt die Leistungsbelastung 31,25 kg/PS., die Flächenbelastung 14 kg/qm. Der Motor liegt in der Rumpfspitze und treibt eine vorn liegende, zweiflügelige Luftschaube an.

Leistungen: Flug von Francarac nach Toulouse in 25 min bei 500 m größter Höhe am 4. April 1923 unter Barbot. Flug von Barbot am 6. Mai 1923 von St. Inglevert (Frankreich) über den Kanal nach Lympne (England) und zurück. Hinflug 50 min, Rückflug 43 min. Brennstoffverbrauch für beide Flüge 4,5 l Benzin und 0,70 kg Schmieröl. Fluggeschwindigkeit bei 1500 U/min in Bodennähe 90 km/Std., bei 1200 U/min 75 km/Std. Theoretische Gipfelhöhe 2,0 km.

Langsdorff, Das Segelflugzeug.

*Wren (1923).*

Konstruktion: W. O. Manning-Person.

Bauausführung: English Electric Co., Preston.

Bauart: Freitragender Hoch-Eindecker. Die Tragfläche liegt unmittelbar auf dem vierkantigen, geschlossenen Rumpf. Ihre Spannweite beträgt 11,3 m. Es sind bei verstärkter Flügelnase 2 Holme vorgesehen. Der Führer sitzt in dem vorn abgerundeten Rumpf dicht vor der Tragfläche in einem Ausschnitt derselben. Der Motor liegt gut verkleidet derart auf dem Rumpf, daß sich bei dem kleinen Propellerdurchmesser ein besonderes Fahrgestell erübrigte. Bei dem geringen Schraubendurchmesser ist der freie Abstrom hinter der Schraube stark behindert. Der Benzinbehälter liegt innerhalb der Verkleidung des Triebwerkes untergebracht. Das Leitwerk am Rumpfende besteht aus einem großen abgerundeten Seitenruder hinter einer quadratischen Kielflosse und einem geteilten Höhenruder mit Dämpfungsfläche. Letztere ist durch Schrägstiele versteift. Auf der Erde wird der Schwanz durch einen abgefederten Schleifsporn getragen. Die Fahrgestellachse liegt im Rumpf so tief, daß nur ein ganz geringer Teil der Räder aus der Rumpfunterseite hervorschauend im freien Luftstrom schädlichen Widerstand bietet. Die Gesamthöhe des Eindeckers beträgt 1,5 m, seine Länge 7,0 m. Das Leergewicht wird mit 95 kg, das Gesamtgewicht mit 163 kg angegeben. Der verwendete Zwei-Zylinder A. B. C.-Kraftradmotor hat gegenüberliegende Zylinder von 398 ccm Hubraum. Die Normalleistung des Motors beträgt 3 PS. Die Leistung im Fluge etwa 3,5 PS., die Höchstleistung 7,5 PS. Der Propeller hat 1,12 m Durchmesser und eine durchschnittliche Drehzahl von 2600 U/min.

Leistungen: Flüge bis 7 min Dauer und 100 m Höhe unter M. Wright. Fluggeschwindigkeit etwa 60 km/Std. Frühjahr 1923.

### Motorlose Flugzeuge 1918—1923.

(Innerhalb der einzelnen Gruppen sind entsprechende Bauarten zusammenhängend aufgeführt. Die Reihenfolge ist alphabetisch. Zunächst kommen deutsche, dann ausländische Typen.)

Typ	Baujahr	Zahl der Decken	Spannweite m	Flügel-tiefe m	Trag-fläche m <sup>2</sup>	Länge m	Leer-gewicht kg	Gesamt gewicht kg	Flächen-belastg. kg/m <sup>2</sup>
-----	---------	-----------------	--------------	----------------	----------------------------	---------	-----------------	-------------------	------------------------------------

#### 1. Hängegleiter.

Pelzner . . . . .	1921	2	5,4	1,3	14,0	2,7	11,5	86,5	6,2
Pelzner . . . . .	1922	2	4,0	—	12,0	4,5	—	—	—
Schulz . . . . .	1921	2	6,4	—	14,2	3,5	28,0	98,0	7,6
Chardon . . . . .	1922	2	5,6	—	15,0	3,5	12,5	89,5	6,3

#### 2. Schwanzgesteuerte Flugzeuge.

Aachen . . . . .	1922	2	8,0	—	17,5	—	45,0	115,0	6,1
Nürnberg D 14 . . . . .	1921	2	7,8	—	16,5	3,9	40,0	110,0	6,2
Ruhnau . . . . .	1922	1	12,5	1,3	—	4,5	55,0	130,0	—
Schulz F. S. 3 . . . . .	1922	1	12,5	1,6	16,0	4,5	47,3	122,0	7,6
Schulz F. S. 5 . . . . .	1923	1	13,0	1,75	23,0	5,0	75,0	154,0	6,9
Weltensegler „Frohe Welt“ . . . . .	1922	2	8,0	—	20,0	5,0	60,0	130,0	6,5
Weltensegler „Roland“ . . . . .	1922	1	11,0	—	15,0	5,0	100,0	170,0	11,3
Fokker-Einsitzer . . . . .	1922	2	9,0	—	27,0	6,5	—	—	—
Fokker-Zweisitzer . . . . .	1922	2	12,0	1,5	36,0	6,5	93,0	163,0	4,5
Allen-A. E. S. . . . .	1922	1	7,5	—	11,2	4,5	34,0	104,0	9,4
Aachen „Schwarz. Teufel“ . . . . .	1920	1	9,4	1,7	15,0	4,8	65,0	140,0	9,3
Aachen „Blaue Maus“ . . . . .	1921	1	9,7	1,7	15,5	6,0	53,0	128,0	8,3
Drude . . . . .	1921	1	10,0	—	15,0	5,0	50,0	120,0	8,0
Stuttgart . . . . .	1921	1	9,5	1,4	13,0	5,2	68,0	138,0	10,0
Stuttgart . . . . .	1922	1	11,6	1,4	16,0	5,8	70,2	130,0	8,1
Zeise „Senator“ . . . . .	1923	1	12,0	1,5	17,5	6,0	85,0	155,0	9,2
Coupet . . . . .	1922	1	11,0	—	20,0	6,0	40,0	110,0	5,5
Dewoitine . . . . .	1922	1	11,3	—	11,5	4,9	110,0	170,0	14,7
Farman „Moustique“ . . . . .	1922	1	10,0	—	15,0	6,0	40,0	110,0	7,3
Levasseur . . . . .	1922	1	12,2	—	20,0	6,1	90,0	160,0	8,0
Dresden . . . . .	1921	2	9,0	1,4	18,7	4,6	60,0	135,0	7,7
v. Lössl . . . . .	1920	2	7,2	—	21,0	—	43,0	113,0	5,2
Farman „Sport“ . . . . .	1922	2	9,0	—	25,0	7,0	125,0	195,0	7,8
Potez VIII P . . . . .	1922	2	8,0	—	21,0	5,9	110,0	180,0	8,5
Berlin „Teufelchen“ . . . . .	1923	1	12,6	0,6	13,5	5,0	106,0	176,0	13,0

14\*

Typ	Baujahr	Zahl der Decken	Spannweite m	Flügel-tiefe m	Trag-fläche m <sup>2</sup>	Länge m	Leer-gewicht kg	Gesamt-gewicht kg	Flächen-belastg. kg/m <sup>2</sup>
Darmstadt . . . . .	1921	1	10,0	1,8	16,0	6,0	43,0	113,0	7,1
Darmstadt „Edith“ . . .	1922	1	12,6	1,4	15,0	5,1	90,0	160,0	10,7
Darmstadt „Konsul“ . . .	1923	1	18,7	1,2	22,0	5,5	130,0	200,0	9,1
Darmstadt „Piepmatz“ . .	1923	1	11,0	1,2	12,0	4,6	65,0	135,0	11,3
Darmstadt „Margarete“ . .	1923	1	15,0	1,65	25,0	6,6	180,0	320,0	12,1
Espenlaub . . . . .	1922	1	17,0	1,0	17,0	5,0	110,0	170,0	10,0
Espenlaub 4 . . . . .	1923	1	15,0	1,4	21,0	5,3	120,0	190,0	9,0
Hannover „Vampyr“ . . .	1921	1	12,6	1,5	16,0	5,2	120,0	195,0	12,0
Hannover „Greif“ . . . .	1922	1	11,6	1,8	15,0	5,2	86,4	160,0	10,6
Ostpreussen . . . . .	1923	1	12,0	1,4	17,5	5,0	75,0	145,0	8,6
Weltensegler „Bremen“ . .	1923	1	13,2	1,3	17,0	5,0	130,0	200,0	11,1
Airdicco . . . . .	1922	1	13,7	—	—	6,5	—	—	—
C. W. S. . . . .	1922	1	12,8	1,8	21,8	7,9	87,0	160,0	7,3
Gordon-England . . . . .	1922	1	8,5	—	11,2	5,4	39,0	104,0	10,2
Gray-Buchanan . . . . .	1922	1	8,9	—	—	7,8	230,0	300,0	—
Handasyde . . . . .	1922	1	10,9	1,5	14,6	5,2	72,5	143,0	9,8
de Havilland . . . . .	1922	1	15,3	—	20,4	8,2	114,0	182,0	8,9
Merriam . . . . .	1922	1	11,0	—	—	5,9	91,0	161,0	—
Klemperer „Ente“ . . . .	1922	1	12,0	1,8	22,0	6,0	94,5	160,0	7,3

### 3. Flügelgesteuerte Flugzeuge.

Darmstadt „Geheimrat“ .	1922	1	12,1	1,4	14,3	5,5	90,0	160,0	11,6
Dresden . . . . .	1922	1	12,6	1,5	15,5	4,8	89,0	155,0	10,0
Harth-Messerschmitt S 10	1922	1	14,0	1,5	19,0	4,5	80,0	150,0	7,9
Harth-Messerschmitt S 11	1922	1	14,0	1,5	19,0	4,5	80,0	150,0	7,9
Harth-Messerschmitt S 12	1922	1	14,0	1,5	19,0	4,5	100,0	170,0	8,9
v. Lössl Sb 2 . . . . .	1922	1	10,8	1,4	15,0	5,0	55,0	120,0	8,0
v. Lössl Sb 3 . . . . .	1922	1	13,0	1,8	22,0	5,0	84,0	154,0	7,0
Messerschmitt S 13 . . . .	1923	1	14,0	1,5	19,0	4,5	100,0	170,0	8,9
München . . . . .	1921	1	11,0	1,5	15,0	4,6	56,0	131,0	8,7
München . . . . .	1922	1	12,5	1,2	15,0	3,8	60,6	125,0	8,1
Roloff . . . . .	1923	1	14,0	1,8	14,0	5,4	—	—	—
Deshayes . . . . .	1922	1	16,0	—	22,0	5,2	100,0	170,0	—
Peyret . . . . .	1922	1	6,6	1,1	14,2	5,3	67,5	138,0	9,7
Allen . . . . .	1922	1	7,4	—	10,5	4,5	—	—	—

Typ.	Baujahr	Zahl der Decken	Spannweite m	Flügel-tiefe m	Trag-fläche m <sup>2</sup>	Länge m	Leer-gewicht kg	Gesamt-gewicht kg	Flächen-belastg. kg/m <sup>2</sup>
------	---------	-----------------	--------------	----------------	----------------------------	---------	-----------------	-------------------	------------------------------------

### 4. Schwanzlose Flugzeuge.

Berlin . . . . .	1922	1	15,2	1,5	20,0	4,5	100,0	170,0	8,5
Weltensegler „Feldberg“ .	1921	1	16,0	—	17,0	3,5	43,0	113,0	6,2
Weltensegler „B. B. Stolz“	1922	1	15,0	—	16,2	3,0	100,0	170,0	10,6

### 5. Wasserflugzeuge.

L. F. G. „Phönix“ . . . .	1922	1	16,0	1,9	—	—	—	—	—
Pejean . . . . .	1923	1	12,6	1,4	18,0	5,3	100,0	170,0	9,0

### 6. Hilfsmotorflugzeuge.

Budig 4 PS . . . . .	1923	2	8,2	—	13,0	—	110,0	180,0	—
Dewoitine 7 PS . . . . .	1923	1	11,3	—	—	4,9	115,0	250,0	14,0
Wren 7 PS . . . . .	1923	1	11,3	—	—	7,0	95,0	163,0	—

# Schlagwörter-Verzeichnis.

Flugtypen-Bezeichnungen sind kursiv gesetzt. Sternchen (\*) hinter der Seitenzahl weisen auf die Abbildungen hin.

## A.

- Aachen* 1920 43, 71, 86, 101, 106.  
— 1921 111.  
— 1922 122, 211.  
— „*Bläue Maus*“ 1921 36, 42, 134, 135\*, 211.  
*Aachener Flugzeugbau* 122, 175.  
*Aachen* „*Schwarzer Teufel*“ 1920 35, 132, 133\*, 211.  
*Abrial de Pég-St.Cyr*, 144.  
*Aecherli* 24.  
*Aerodynamisches Institut Aachen* 36.  
*Aeronautical Engineering Society — New York* 130, 199.  
*Afrika* 144.  
*Ahlborn* 22.  
*Aircraft Disposal Co.*, London 170.  
*Airdisco* 1922 42, 170, 212.  
*Air Navigation Co.* 171.  
*Akad. Fliegergruppe T.H. Berlin Charlottenburg* 44, 82, 149.  
— — *T. H. Darmstadt* 61, 151, 153, 156, 159, 176.  
— — *T. H. Hannover* 36, 161.  
*Algerien* 7, 44, 45.  
*Allen, E.*, New York 81, 84, 130\*, 160, 199.  
*Allen-A.É.S.* 1922 42, 81, 95, 130, 198\*, 199\*, 211, 212.  
*Amerika* 14, 17, 19, 130, 199, 207.  
*Auslands-Wettbewerb* 41.  
*Automatische Flügelsteuerung* 48.

## B.

- Baatz, C.*, Stralsund 203.  
*Bahnbedarf AG.*, Darmstadt 156, 176.  
*Barbot* 42, 45, 144, 209.  
*Bayer. Aeroclub* 36, 189.  
— *Fliegerklub München* 191.  
— *Flugzeugwerke München* 189.  
*Bellanger - Denhaut* 42.  
*Bendemann* 24.  
*Berlin* 1922 81, 200\*, 201\*, 213.  
— 1923 83.  
— „*Teufelchen*“ 1923 44, 87, 149, 150\*, 151\*, 211.  
*Berr* 44.  
*Betz* 6.  
*Bienen* 36, 134.  
*v. Bismarck, A.* 24, 161.  
*Biskra Segelflugveranstaltung* 1923 44.  
*Bleriot* 31.  
*Blume, W.* 38, 161, 164.  
*Bonnet* 42.  
*Bossoutrot* 41, 42, 144, 148.  
*Botsch, A.*, Darmstadt 39, 154, 178.  
*Brenner, P.*, Stuttgart 35, 38, 39, 135, 138.  
*Le Bris* 7, 8.  
*Broad-London* 42, 173, 174.  
*Buchanan Aldershot* 171.  
*Budig, F.*, Falkenberg 45, 208, 209.  
*Budig* 1922 208\*.  
— 4 PS. 1923 45, 56.

## C.

- Camard* 195.  
*Caspar-Eindecker* 1922 76.  
*Caspar-Werke m. b. H.*, Travemünde 186.

## Chanute, O.

- 14, 17, 57.  
*Chanute - Doppeldecker* 17, 21.  
— *Dreidecker* 1902 16, 101\*, 113\*.  
— „*Herring II*“ 1896 44.  
— „*Herring - Doppeldecker*“ 1899 15\*, 16.  
— „*Herring-Fünfdecker*“ 15.  
*Chardon-Bern* 122.  
*Chardon* 1922 42, 122, 211.  
*Clément* 42.  
*Clermont Ferrand Wettbewerb* 1922 77, 122, 131, 143, 144, 148, 195.  
*Coupet, L.*, Paris 41, 142.  
*Coupet* 1922 41, 42, 142\*, 211.  
*Courtney*, London 170.  
*Curtiss, G. H.*, New York 28, 207.  
*Curtiss* 1923 207, 208\*.  
*Curtiss Aeroplane Co.*, Hammondsport, New York 207.  
*C. W. S.* 1922 170, 212.

## D.

- Daedalos* 7.  
*Darmstädter Flugsport-Vereinigung FSV.* 25\*, 26\*, 31, 32, 40, 61\*.  
*Darmstadt FSV.* 1 1909 26, 44.  
— *FSV. 2* 1909 27, 28\*, 44.  
— *FSV. 2c* 1910 29\*.  
— *FSV. 3* 1909 29, 44.  
— *FSV. 4* 1909 29, 44.  
— *FSV. 5* 1910 29, 44.  
— *FSV. 6* 1910 44.  
— *FSV. 7* 1910 44.  
— *FSV.* 1910 bis 1911 26\*.  
— *FSV. 8* 1912 30\*, 31\*, 44.  
— 1921 91, 212

- Darmstadt „Edith“* 1922 39, 40\*, 67\*, 69, 71, 72\*, 92\*, 99, 103, 106, 153\*, 154\*, 212.  
— „*Gehelmrat*“ 1922 39, 40\*, 74, 75\*, 80, 87, 90\*, 102\*, 110\*, 176, 177\*, 178\*, 212.  
— „*Konsul*“ 1923 155\*, 156, 212.  
— „*Margarete*“ 1923 158\*, 159, 212.  
— „*Piepmatz*“ 156, 157\*, 212.

- Deshayes, Paris* 194.  
*Deshayes* 1922 42, 81, 111, 194\*, 212.

- Deville, C.*, Flugzeugbau Frankfurt a. M. 192.  
*Dewoitine-Toulouse* 143, 209.

- Dewoitine* 1922 42, 45, 56, 143\*, 211.  
— 7 PS 1923 209, 213.

- Dornier*, H. 164.  
*Dornier „Falke“* 111.  
*Douchy* 41, 149.  
*Dresden* 1921 106, 107, 145\*, 146\*, 211.

- 1922 39, 74, 80, 179\*, 180\*, 212.  
*Drude, W.*, Berlin 36, 38, 135.

- Drude* 1921 38, 135, 211.  
*Dunne* 82.

- Dunne* 82.

## E.

- Eisenlohr, R.*, Karlsruhe 127.

- England* 14, 42, 43, 84, 129, 134, 170, 171, 173, 174, 209, 210.

- English Electric Co., Preston* 210.

- Espenlaub, G.*, Gersfeld 39, 159, 160.

- Espenlaub* 1922 39, 60, 83, 109, 111, 159\*, 212.

- *Nr. 4* 1923 111, 160\*, 212.  
*Espenlaub, Flugzeugbau, Wasserkuppe (Rhön)* 159, 160.

- Erich* 22.  
*Erich-Wels I* 1907 44.

- Euler-Doppeldecker, Bauart Chanute* 24.

## F.

- Falkenstein, Freiherr Tützler v.* 24.  
*Farman, H.*, Billancourt (Seine) 144, 148.

- Farman, frères, Billancourt (Seine)* 144, 148.  
*Farman* 1922 41, 42.  
— „*Moustique*“ 1922 144, 211.  
— „*Sport*“ 1922 148\*, 211.  
*Ferber* 20.  
*Ferber I* 1901 44.  
— III 1902 44.  
— Nr. 4 21.  
— Nr. 5 21.  
*Fétu* 42.

- Finsterwalder A.*, München 39, 189, 191.  
*Fischer, B.* 26, 31.

- Flugkurs in Gstaad (Schweiz)* 1922 121, 122.  
*Flugpostverein, Darmstadt F.S.V.* 25\*, 26\*, 31, 32, 40, 61\*.

- *Hannover* 40.  
*Flugtechn. Verein Dresden* 35, 38, 39, 145, 179.  
— *Stuttgart* 38, 39, 135, 138.

- Flugwiss. Gruppe des Hann. Vereins für Flugwesen* 39, 164.  
— *Vereinigung T. H. Aachen* 35, 36, 39, 122, 132, 134, 185.

- *T. H. Berlin* 201.  
*Flugwoche Zürich* 134.  
*Flugzeugbau Messerschmidt-Bamberg* 187.

- Fokker-Amsterdam* 39, 116, 128, 129, 130.

- Fokker-Einsitzer* 1922 86\*, 95\*, 106, 107, 128\*, 129, 211.

- *Seekatz* 1922 130.  
— *Zweisitzer* 1922 39, 42, 50\*, 51, 60, 95, 117\*, 129\*, 211.

- Förster* 43.  
*Franke, Fritz* 24.

- Frankreich* 7, 8, 20, 21, 41, 42, 45, 64, 122, 142—144, 148, 149, 194, 195, 209.

- Freyberg, Frhr. v.* 39, 44, 183.

- Fromm* 36, 134.

## G.

- Galetschky* 152.  
*George Ltd.*, England, Walton on Thames 171.  
*Gleitflug-Vereinigung München* 25.  
— *Stuttgart* 25.  
*Gleitflugwettbewerb der*

- „Ila“ Frankfurt a. M. 1909 24.  
*Gordon-England* 42, 171.  
*Gordon „Libylla“* 1922 42, 171, 212.

- Gotha-Eindecker* 1922 80.  
— *Doppeldecker* 38.  
*Göttinger Untersuchungen* 61.

- Gray, A.* 42, 171.  
*Gray-Buchanan* 1922 42, 111, 171, 212.

- Gruner* 24.  
*Günther* 24.  
*Gutermuth, Hans* 26, 31, 32.

## H.

- Hackmack* 39, 152, 178, 206.

- Handasyde* 1922 42, 71, 89, 171, 172\*, 212.

- Handasyde Aircraft Co., London* 171.

- Hälein* 38.

- Hannover-Eindecker* 38, 49, 109\*, 110.

- „*Greif*“ 1922 39, 99, 110, 164, 165\*, 166\*, 212.

- „*Vampyr*“ 1921 39, 43, 49, 63\*, 70, 73, 87, 98\*, 103, 107, 110, 114\*, 161, 162\*, 163\*, 212.

- 1922 51\*, 74, 78\*, 83, 164.

- Hann. Waggonfabrik* 161, 164.

- Hanriot - Doppeldecker* 45.

- Harth, F.*, Bamberg 25, 32, 38, 39, 48, 114, 181, 183.

- Harth - Messerschmitt* 38, 39, 44, 76, 80, 85, 97.

- 1910 32.  
— 1913 32.

- *S 3* 1914 32\*.  
— *S 6* 1916 33\*.

- *S 8* 1921 34, 44.  
— *S 10* 1922 34, 88\*, 181\*, 182\*, 212.

- *S 11* 1922 183, 184, 212.  
— *S 12* 1922 34, 183, 184\*, 185\*, 212.

- „*Pilotus*“ 1923 184.

- de Havilland* 1922 84, 173, 212.

- de Havilland* 1922 42, 173.

- Heffels* 35, 134.

- Heidenreich* 24.

- Hellinge* 93, 94..

Hentzen, F. 39, 161, 164, 167.  
Herne 42, 174.  
Herring, A. M. 14, 17.  
Hilfsmotor 56, 209, 213.  
Hirth 39, 183, 189.  
Hoffmann, Darmstadt 176.  
Holland 128, 129.  
Hübner 39, 154.

## II.

Jeyes 42.  
Indifferenz des Flugzeuges 49.  
Institut Aéronautique de St. Cyr 144.  
Internationale Luftschiff-fahrt-Ausstellung „Ila“ Frankfurt a. M. 24.  
Itfort Hill-Segelflugwettbewerb 1922 42, 77, 129, 130, 134, 143, 170, 171, 173, 174, 199.  
Ittner, Nürnberg 38, 122.  
Junkers, Dessau 70.  
Junkers-Typ 35, 52, 58.

## III.

Katzmayr 6.  
Klemperer, W. 35, 36, 38, 39, 43, 132, 134, 175, 176.  
Klemperer „Ente“ 1922 39, 58, 62, 65\*, 77, 83, 174\*, 175, 176\*, 212.  
Knoller 6.  
Kolb 26, 31.  
Koller 36, 186, 189, 191.  
Koppen, New York 130.  
„Küsten-Segelflug“ Ros-sitten, Erster deut-scher, 1923 43, 77, 126, 151, 168.

## L.

Laboratorium, Wiener aeromechanisches 6.  
Lachmann 62.  
Lachmannscher Düsen-flügel 53.  
Lachmannschlitz 83.  
Landes et Derouin 42.  
Landmann 122.  
L.F.G. „Phönix“ 1922 63, 72, 102, 112, 113, 119, 203, 204\*, 205\*. — 1923 118\*, 213.  
Leusch, Wilhelm 38, 202.  
Levasseur-Abrial 1922

Lilienthal, Gustav und Otto 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 20, 34, 45, 57, 58.  
*Lilienthal-Eindecker* I 1895 10\*, 11, 44.  
— Doppeldecker II 1896 12, 13\*, 44.  
Lippisch, A. 131, 168.  
Locher 24.  
Lorenz 44, 160.  
*Lorenz* 44.  
v. Lößl 31, 39, 48, 76, 81, 97.  
— Ernst, Travemünde 185, 189.  
— Eugen 35, 36, 49, 147, 148.  
v. Lößl-Doppeldecker 1920 49, 81, 147\*, 211.  
— S b 2 1922 74, 80, 185, 186, 212.  
— S b 3 1922 48, 80, 97, 186, 187\*, 212.  
Luftfahrzeug-Ges. Berlin 201.  
— Welt Stralsund 149, 203.

## M.

Madelung, G. 161.  
Maneyrol 42, 199.  
Maning, W. O., Perston 210.  
*Marion*-Doppeldecker 89.  
Martens, A., Hannover 36, 38, 39, 43, 161, 164, 167.  
Merriam, F. W., London 175.  
*Merriam* 1922 86, 175, 212.  
Messerschmitt, W., Bamberg 25, 32, 48, 90, 181, 183, 187.  
— S. 13 1923 90, 187, 188\*, 212.  
Meyer 24, 186.  
*Moebius-Pocher* 1922 55\*, 95.  
*De Monge* 42.  
Morane-Saulnier-Aero-planes, Putiaux 195.  
Mouillard 7, 8.  
*München* 1921 76, 80, 85, 95, 185, 189, 190\*, 191\*, 212.  
— 1922 76, 81, 83, 97, 191, 212.  
Münch. Gasw. Moosach-München 191.  
Muttray, H., Dresden 38, 39, 145, 147, 179, 181.

## N.

Nederl. Vliegtuigfabriek Amsterdam 128, 129.  
Nekien 206.  
Nesemann, A., Pinneberg/Holst. 141.  
*Neßler* 42.  
Neuffen 159.  
Nicolaus, F., Darmstadt 176.  
Nimführ, R. 22.  
Nordbayer. Luftfahrer-Verband 122.  
Nowack 122.  
*Nürnberg-Doppeldecker* D 13 u. D 14 1921, 38, 55, 95, 107, 122, 123\*, 211.

## O.

Offermann, E. 22, 58, 117  
*Offermann* I 23.  
— II 1909 23, 44.  
— III 1912 24, 44.  
Olley 42.  
Österreich 22.  
Ostpreußischer Verein für Luftfahrt 43, 44, 167.  
*Ostpreußen* 1923 89, 167\* 212.

## P.

v. Parseval 118.  
Paulhan 41, 148.  
Peijan, K., Königsberg 206.  
*Peljean* 1923 44, 102, 111, 206\*, 213.  
Pelzner-Nürnberg 41, 119.  
*Pelzner*, C. 1921 35, 38, 39.  
— 119, 120\*, 121\*, 211.  
— 1922 121, 211.  
Peschkes, Baden-Baden 36, 192, 202.  
*Peschkes P. E. III „Mossella“* 1923 192.  
Peyret, L. Putiaux 42, 49, 81, 84, 99, 109, 195.  
*Peyret* 1922 42, 43, 89, 99, 109, 196\*, 197\*, 212.  
Pfannmüller, K. 29, 31.  
Pilcher, Perci S. 14, 57, 114.  
*Pilcher* 1895 14.  
Pilcher III 1897 44.  
Plauth 39, 154, 178.  
Poelke, Bruno 24, 36.  
*Poelke-Doppeldecker* 36.  
Potez, H., Levallais-Perret (Seine) 149.  
*Potez VIII P.* 1922 41, 42, 149, 211.  
Pröll, A. 164.

## R.

Rayleigh 5.  
Raynham, F. P., London 42, 171, 173.  
Reichelt 24.  
*Rhön-Segelflugverein* 39.  
Rhönwettbewerb 1920 35, 41, 121, 134, 148.  
— 1921 34, 36, 38, 41, 121, 122, 134, 135, 138, 147, 164, 189, 209.  
— 1922 34, 39, 40\*, 41, 77, 121, 147, 154, 160, 164, 167, 178, 183, 186, 191, 202, 203.  
Richter, Berlin 24, 36.  
*Richter - Hauenstein*-Dreidecker 36.  
Riedel, Peter 36.  
*Riedel-Doppeldecker* 36.  
Roloff, A., Frankfurt a. M. 192.  
„*Roloff*“ 1923 192, 193\*, 212.  
Royce 160.  
Ruhnau, F., Königsberg 95, 123, 211.  
Ruhnau 1923 44, 95, 123.

## S.

Sayers, London 170.  
Schatzky 183.  
Scherz 24.  
Schlagflügel 36.  
*Schlak-Drude-Schalk*-Doppeldecker 1920 36, 111.  
Schnieder 24.  
Schöner, C. 191.  
Schrenk, M., Korntal, 38, 39, 135, 138.  
Schulz, F., Waldensee, Ostpr. 39, 43, 44, 54, 81, 84, 85, 88, 89, 95, 97, 121, 124, 125, 167, 168.  
*Schulz* 1921, 1922, 1923 39, 43, 54, 81, 84\*, 88, 95, 97, 100, 121, 124\*, 125\*, 211.  
Schürren 24.  
Schwarz 43, 164.  
Schweiz 24, 41, 43, 121, 134.  
Segelflugveranstaltung der Zürcher Flugwoche 43.

## T.

*Tandem* Eindecker 49.  
Tank, K., Potsdam 44, 149.  
Thomaß, E. 39, 154.  
Thoret 45.  
Triebflügel 48.  
Typke 152.

## V.

Verband deutscher Luft-fahrzeug-Industrieller 164.

Verband deutscher Modell- und Gleitflug-vereine 35.

*Verrimest-Maneyrol* 42.

## W.

Walter 206.  
Warner, E. P., New York 130.  
Segelflugzeugwerke Kilburn 170.  
Zielhandlungswettbewerb 1922 40.

Wegener 206.  
Weidler 24.  
Wels 22.

*Wels-Etrich* 22, 82.  
Weltensegler, G. m. b. H. 39.

*Weltensegler*, System Wenk 36, 37\*, 38, 61, 81.  
— 1921 82\*, 202\*.

— 1922 203\*.  
— *B. B. „Stoltz“* 1922 203, 213.

— „*Bremen*“ 1923 168, 169\*, 212.  
— „*Feldberg*“ 1921 202, 213.  
— „*Frohe Welt*“ 1922 39, 126, 211.  
— „*Hol's der Teufel*“ 1923 131\*.

— „*Roland Festung*“ 1922 39, 97, 127\*, 211.

Wenham, Francis Her-ber 7, 8, 57.  
Wenham-Sechsdecker 1866 8.

Wenk, F., Göttingen 202, 203.

Wenk - Peschkes Ein-decker 36.

Winter, H., Berlin 201.  
Wissenschaftliche Ge-sellschaft für Luftfahrt 35, 43.

Wren 7 PS 1923 210, 213.  
Wright, Wilbur und Orville, London 17, 22, 48, 57, 118, 170.  
— M. 210.

Wright I 1900 17, 44, 89, 108\*.  
— II 1901 17, 18\*, 44, 116\*

— III 1902 18, 44.  
— 1911 19, 20\*, 21\*.

— *Dayton* 1920 54.  
Zeise, Eindecker 1921 36, 71, 96\*.

— *Nesemann* 22, 43, 61, 82, 107.  
— — „*Senator*“ 1923 79, 89, 140\*, 141\*, 211.

Zentralflugzeugwerke Kilburn 170.

**Sportflugzeuge  
Übungsflugzeuge  
Schulflugzeuge  
Dreisitzige  
Kabinenflugzeuge**

**Ausgerüstet  
mit Motoren von  
30 bis 120 PS.**

**Udet-Flugzeugbau G.m.b.H.  
München-Ramersdorf**



**Dr. W. KAMPSCHULTE. AKT.-  
GES.  
SOLINGEN**

**WEITERE SPEZIALITÄTEN UNSERER FÍRMA:  
BOXBALLKABEL,  
ZÍMMERTURNAPPARATE AUS GUMMIKABEL.**

TELEGRAMME: DYNAMO,

TELEFON 282

Sommer und Winter  
**Praktische Ausbildung von Flugschülern,**

auch Damen. Lehrer u. Schüler  
nebeneinander in einem  
Segelflugzeug mit Hilfsmotor.

Auslands-Wettbewerbe!

**Flugmeister Joë Hans Schoëne**

Fluglehrer seit 1915

Ständige Adresse: **Grossenhain i. Sachsen, Cottbusser Bahnhof**

Flugschule: **Sporthotel Oberwiesenthal i. Erzgebirge**

## FALTBOOTE



**ZERLEGT**

dern, Jagd, Fischfang / Das Boot für Jedermann / Garantiert wasser-tight (D.R.P.) / Höchste Dauerhaftigkeit / Einmalige Anschaffungskosten Keine Reparatur- und Betriebsspesen / Kein Lagergeld, kein Klubbeitrag Nur einmalige Bahnfahrtkosten / Das Boot ist infolge seiner leichten Transportmöglichkeit im zusammengelegten Zustand auch für jene passend, die nicht am Wasser wohnen / Für einmalige, mässige Kosten dauernd Lebensfreude und Gesundheit!

**Klepper - Faltboot - Werke, Rosenheim 93 (Bayern)**

**Flugzeugbau**  
**CARL DEVILLE**  
**Frankfurt a. M.**

\*

*Bau von Segel- und Motorflugzeugen  
aller Art nach Angaben sowie eigener  
Konstruktion.*



## Wie wir uns zur Fahne durchschlugen

Erlebnisse von Auslandsdeutschen u.  
Seeleuten im Weltkrieg

Herausgeg. von General der Infanterie  
**G. v. Dickhuth-Harrach**

mit den Bildnissen von 23 Mitarbeitern  
Grundpreis geh. Mk. 4.50, Schw. Fr. 5.—,  
geb. Mk. 6.50, Schw. Fr. 6.25.

Aus dem Inhalt: Als Kohlenträmer von Brasilien, von Eduard Becker. — Bei 50 Grad Hitze unter dem Kessel, von Max Leib. — Auf dem Wal-fischfänger, von Martin Linke. — Im Sodatank, im Kleiderschrank, unter dem Drucklager, im Trockentank und unter den Kesseln, von Otto Frick. — 1000 Pfund Sterling Kopfpreis! Von Julius Lauterbach. — Im Segelboot über den Golf von Lyon, von Beggesow u. a. m. Wenn ich eine lumpige Million hätte, dann würde ich Tausenden von Jungen so ein Buch schenken, wie das „Wie wir uns zur Fahne durchschlugen“. Dr. Traub, München-Augsburger Abendzeitung. — Ein Hohelied deutscher Treue, deutscher Willensstärke, aufopfernden Heldentums, Bekennnisse deutscher Männer, denen „um hohen Tod zu werben“, wirklich „deutsche Ehre, deutsche Lust“ war. Magdeburger Zeitung. — Kühner Heldengeist offenbart sich fast auf jeder Seite dieses Buches. Es sei auf das Wärmste empfohlen.

Vizeadm. Kirchhoff, Deutsche Zeitung.

**J. F. Lehmanns Verlag, München, Paul Heyse-Str. 26**

# Taschenbuch der Luftfotten

III. Jahrgang 1923

## Luftschiffe und Flugzeuge aller luftfahrenden Staaten der Welt

mit 442 Bildern, Skizzen und Zeichnungen



Udet (1922) SP 1

Herausgegeben von Dipl.-Ing. Leutnant a. D.

**Werner v. Langsdorff**

Grundpreis handlich gebunden 6 Mk., Ausland 7,50 Schw. Fr.

Nach 8jähriger, durch den Krieg bedingter Unterbrechung liegt nunmehr der 3. Jahrgang des „Taschenbuchs der Luftfotten“ vor. Er bringt außer den interessantesten und bedeutamsten Kriegstypen vor allem die nach 1918 gebauten bzw. geflogenen Luftfahrzeuge. Besondere Beachtung wurde den nach dem Kriege hochentwickelten Verkehrsflugzeugen geschenkt, sowie den motorlosen Flugzeugen und Fallschirmen, die in letzter Zeit soviel Aufsehen erregt haben. In den Tabellen werden von den einzelnen Fahrzeugen angeführt: Firma, Baujahr, Typ, Deckenzahl, Art der Schraube, Bestimmung (Krieg, Sport, See, Verkehr, Übung), Zahl der Sitze, Zahl der Motoren, Motor-typ, Motorenstärke, Spannweite, Länge, Tragfläche, Leergewicht, Nutzlast, Fluggewicht, Zahl der Schrauben, Geschwindigkeit, Gipfelhöhe. Ein Kapitel beschreibt die Entwicklung der Luftfahrzeuge. Hier sind die betreffenden Bestimmungen des Versailler Vertrages aufgenommen. Bewölkungs-, Sichtweiten- und Windstärkentabellen und Gesetze machen das Buch für die Praxis unentbehrlich.

Die Markpreise sind Grundpreise, die mit der jeweils geltenden Teuerungszahl vervielfacht den deutschen Tagespreis ergeben.

# Volamekum

Handbuch für Luftfahrer (Ballon, Flugzeug, Luftschiff)

zusammengestellt von

**Ansbert Vorreiter und Hans Boykow.**

Mit 30 Abbildungen, 13 Tabellen und Diagrammen, sowie einer farbigen Standertafel der Vereine des Deutschen Luftfahrer-Verbandes. 1912 erschienen. Grundpreis in Ganzleinen M. 4.—, Ausland 5 Schw. Fr.

Kurze Inhaltsangabe: I. Freiballon-Führung. Wichtige Gesetze, die ein Ballon-führer wissen muß. — II. Praktische Winke für den Ballonführer. Fahrtordnung. — III. Luftschiff-Führung. — IV. Flugzeug-Führung. — V. Navigation. — VI. Astronomische Navigation. — VII. Verschiedene Instrumente zur Führung (Navigation) von Luftfahrzeugen. — VIII. Ballonphotographie. — IX. Tabellen u. Diagramme. — X. Telegraphie, Post, Geld. — XI. Sprachführer (11 Sprachen). — XII. Wörterbuch für Luftfahrer (deutsch, englisch, französisch). — XIII. Be-stimmungen des Deutschen Luftfahrer-Verbandes.

# Jahrbuch der Luftfahrt

Unter Mitarbeit vieler Fachleute herausgegeben von

**Ansbert Vorreiter**, Ingenieur in Berlin.

I. Jahrgang. 1911. Mit 641 Abbildungen, davon 54 auf 18 Tafeln, 16 Tabellen und einer farbigen Standertafel. Grundpreis in Ganzleinen M. 5.—, Ausland 6.25 Schw. Fr.

II. Jahrgang. 1912. Mit 669 Abb., davon 120 auf 27 Tafeln, 27 Tabellen und 1 farb. Tafel: Die Stander der Vereine des Deutschen Luftfahrer-Verbandes. Grundpreis in Ganzleinen M. 6.—, Ausland 7.50 Schw. Fr.

Inhalt des II. Jahrgangs: I. Luftschiffe. — II. Flugzeuge. — III. Luftfahrzeug-Motoren und Propeller. — IV. Gleitflieger und Drachen. — V. Freiballone und Fesselballone. — VI. Luftschiffhallen, Luftschiffhäfen, Luftschiffwerften. — VII. Fortschritte in der Erzeugung von Ballongas. — VIII. Kampf- und Bekämpfungswaffen von Luftfahrzeugen. — IX. Flugplätze und Fliegerschulen. — X. Wissenschaftliche Forschung. — XI. Orientierung und Navigation. — XII. Die bedeutendsten deutschen Patente. — XIII. Zusammenstellung der flugsportlich bedeutendsten Ergebnisse. — XIV. Die Entwicklung des Militär-flugwesens. — XV. Vereinswesen. — XVI. Bezugsquellenverzeichnis. — Alphabetisches Schlagwörter- und Namenverzeichnis.

Die Markpreise sind Grundpreise, die mit der jeweils geltenden, amtlich festgesetzten Buchhandels-Teuerungszahl vervielfacht den deutschen Tagespreis ergeben.

J. F. Lehmanns Verlag, München, Paul Heyse-Str. 26

# In der Luft unbesiegt

Erlebnisse im Weltkrieg  
erzählt von Luftkämpfern

Herausgegeben von  
**Georg Paul Neumann**, Major a. D. der Fliegertruppen.  
Mit einer Bildertafel.

Grundpreis geb. voraussichtlich Mk. 7.50 × Buchhändler-  
schlüsselzahl. Auslandspreis Schweiz, Fr. 7.50.

Aus dem Inhalt des 56 Beiträge umfassenden Buches: Wie wir wurden  
v. Generallt. v. Eoerhardt. — Jagdstaffel Böckle v. Oblt. Bolle. — Österreich.-  
ungarische Flieger beim Angriff (Brescia u. Mailand) v. Hptm. Steiner-Götl.  
— Die Geburtsstunde der Sturmflieger (Gavrelle 24. 4. 17) v. Hptm. Zorer. —  
Flandern 1917 v. Hptm. v. Krausser. — Als Ballontöter im Osten v. Lt. Bormann.  
— Jagdstaffel 21 v. Hptm. v. Schleich. — Die Taktik der Jagdgeschwader v.  
Hptm. Goering. — Über Kairo und den Pyramiden v. Hptm. Falke. — Truppen-  
flieger in der Angriffsschlacht 1918 v. Oblt. Frhr. v. Pechmann. — Pfingstfilm  
1918 v. Major Leonhardy. — Fliegerbeobachtung für schwerstes Flachfeuer  
v. Oblt. Müller-Kehle. — Mein erfolgreichster Frontflug v. Oblt. v. Hengl. — An  
der Somme 1918 v. Hptm. v. Greim. — Bombengeschwader 3 v. Hptm. Branden-  
burg. — Jagdgeschwader Richthofen Nr. 1 v. Hptm. Bodenschatz. — Glück und  
Ende v. LZ 35 v. Hptm. Steegmann. — Der Ballon als Fliegerschreck v. Lt.  
Wöstmann. — Die 101-Stunden-Fahrt des LZ 120 v. Oblt. Lehmann. — Im Kampf  
gegen U-Boote v. Korvkpt. Hollender. — Englandfahrten v. Kptlt. Breithaupt. —  
Und dennoch v. Obstlt. Siegert.

*Den Toten ein Denkmal  
Den Mitkämpfern stolze Erinnerung  
Den Kommenden ein Aufruf zu manhafter Tat.*

Früher erschienen:

## Im Felde unbesiegt

Erlebnisse im Weltkrieg, erzählt von Mitkämpfern  
Herausgeg. v. General d. Infanterie **G. v. Didkhuth-Harrach**  
mit 51 Bildnissen der Mitarbeiter. — 2 Bände.

Grundpreis geb. je Mk. 5.50, Schw. Fr. 6.50, geb. je Mk. 7.50, Schw. Fr. 7.50.

## Auf See unbesiegt

Erlebnisse im Seekrieg, erzählt von Mitkämpfern  
Herausgegeben von Vizeadmiral **E. v. Mantey**  
Mit 56 Bildern gefallener Helden. — 2 Bände.  
Grundpreis geb. je Mk. 5.50, Schw. Fr. 6.50, geb. je Mk. 7.50, Schw. Fr. 7.50.

Die Markpreise sind Grundpreise, die mit der jeweils geltenden Buchhandels-  
Teuerungszahl vervielfacht die deutschen Tagespreise ergeben.