

nennen die Engländer Henson, Wenham und Maxim, die Franzosen Pénaud, Tatin und Ader, der Österreicher Kreß, die Amerikaner Langley und Philipps und der deutsche Regierungsrat Hofmann.

A. Luftschiffahrt.

I. Grundbegriffe der Luftschiffahrt.

Auftrieb. Nach dem archimedischen Gesetz verliert ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper so viel von seinem Gewicht, wie die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge wiegt. Dieses Gesetz gilt auch für die Gase. Auf jeden in der Luft befindlichen Körper wirken also zwei Kräfte, die Schwerkraft, gleich dem Gewicht des Körpers im luftleeren Raume, nach unten, und der Auftrieb, gleich dem Gewicht der verdrängten Luftmenge, nach oben. Sind diese beiden Kräfte gleich groß, so ruht der Körper gewichtslos auf seiner Unterlage; ist der Auftrieb größer als die Schwerkraft, so wird der Körper aufsteigen, und zwar so lange, bis beide Kräfte wieder gleich sind. — Eigengewicht und Luftgewicht sind also die beiden für den Auftrieb eines Ballons maßgebenden Faktoren. Je geringer das erstere und je größer das letztere, um so größer ist die Differenz, der „freie Auftrieb“. Möglichst großes Volumen und möglichst geringes Gewicht sind die in erster Linie an einen Ballon zu stellenden Forderungen. Ein luftleerer Hohlkörper mit gewichtsloser Hülle würde diesen Bedingungen am besten entsprechen. Jedoch läßt sich das sogenannte *Vakuumluftschiff* nicht ausführen, denn der Luftdruck beträgt auf 1 qcm Fläche rund 1 kg. Auf 1 qm Hüllenoberfläche würde also eine Belastung von 10 000 kg kommen. Ein Kugelballon von 1200 cbm Inhalt z. B. hat nun eine Oberfläche von ca. 547 qm. Auf diese Oberfläche würde also ein Druck von 547 000 kg wirken. 1 cbm Luft wiegt ca. 1,3 kg; das Gesamtgewicht der von dem Kugelballon verdrängten Luft beträgt mithin $1200 \times 1,3 = 1560$ kg. Das Gesamtgewicht des Ballons muß also, damit er schwebefähig bleibt, kleiner sein als 1560 kg. Es ist einleuchtend, daß bei so geringem zulässigen Gewicht sich eine Versteifungskonstruktion, die dem ungeheuren Druck von 547 000 kg standhält, nicht herstellen läßt. — Die Versteifung der Ballonhülle gegen den äußeren Luftdruck läßt sich praktisch nur durch den Gegendruck eines eingeschlossenen leichten Füllgases erzielen, wofür *Wasserstoff* und *Leuchtgas* in erster Linie in Betracht kommen, ersteres wegen seiner Leichtigkeit, letzteres wegen seiner Billigkeit. 1 cbm Wasserstoff wiegt ca. 0,09 kg; Leuchtgas je nach dem Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen 0,4—0,6 kg. In der praktischen Luftschiffahrt rechnet man bei Wasserstoff mit einem Auftrieb von 1,1 kg pro cbm, bei Leuchtgas mit 0,7 kg auf 1 cbm.

Die Größe des Auftriebes eines Ballons hängt außer vom Verdrängungsvolumen und vom Eigengewicht noch von mehreren anderen Faktoren ab. Luftdruck und Lufttemperatur beeinflussen das Gewicht der verdrängten Luft, Gastemperatur und Diffusion das Gewicht des Füllgases. Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte ist die Dichte eines Gases, mithin das spezifische Gewicht, proportional dem Druck; das Volumen des Gases dem Druck umgekehrt proportional. Steigt also ein Ballon von einer Stelle, wo ein Luftdruck von 760 mm herrscht, auf bis zu einer Höhe, wo der Luftdruck nur noch $\frac{3}{4}$ dieser Größe, also 570 mm, beträgt, so ist auch das Gewicht der verdrängten Luft, mithin der Auftrieb, um $\frac{1}{4}$ vermindert. Mit der Abnahme des äußeren Luftdruckes muß nun aber auch der Druck des Füllgases in gleicher Weise abnehmen, wobei die Druckabnahme eine Volumenvergrößerung zur Folge hat. Erfordert das eingeschlossene Füllgas bei 760 mm Barometerstand einen Raum von V cbm, so erfordert es bei 570 mm einen Raum von $V \cdot \frac{760}{570} = \frac{4}{3} V$. Da das Innere der Ballonhülle, pralle Anfangsfüllung vorausgesetzt, nur für V cbm Raum gewährt, muß $\frac{1}{4}$ der Füllgasmenge ins Freie strömen, d. h. das Gasgewicht verringert sich um $\frac{1}{4}$, wodurch wieder ein Auftriebszuwachs entsteht. Da aber das Gewicht von 1 cbm Wasserstoff nur rund $\frac{1}{14}$ des Gewichtes von 1 cbm Luft beträgt, so fällt dieser Auftriebszuwachs infolge Abnahme des Gasgewichtes gegenüber der Auftriebsabnahme infolge Verringerung des Gewichtes der verdrängten Luft kaum ins Gewicht. Ein aufsteigender Ballon verliert also

allein infolge der Abnahme des Luftdruckes stets an Auftrieb. Der Ballon wird so lange steigen, bis Auftrieb und Schwerkraft gleich groß sind, d. h. bis der „freie Auftrieb“ gleich Null ist und der Ballon sich im statischen Gleichgewicht befindet. Die Höhenlage, in der dies eintritt, ist die maximale Steighöhe.

Einen weiteren Einfluß auf den Auftrieb üben Lufttemperatur und Gastemperatur aus. Jedes Gas dehnt sich bei einer Temperaturerhöhung von 1°C um $\frac{1}{273}$ oder um rund 0,37 Proz. seines Volumens aus. Mit zunehmender Temperatur verringert sich also die Dichte, mithin das spezifische Gewicht von Luft und Füllgas. Da der Einfluß der Gewichtsverringerung der Luft stärker ist als der der Gewichtsverringerung des Füllgases, so nimmt mit zunehmender Lufttemperatur der Auftrieb stets ab. Die Gastemperatur wird außer durch die Lufttemperatur noch durch die Strahlwärme der Sonne beeinflusst, welche die Ballonhülle und durch diese das Füllgas erwärmt und somit eine Auftriebssteigerung bewirkt. Tritt der Ballon in Wolkenschatten, so hört der Einfluß der Strahlwärme plötzlich auf, der Auftrieb sinkt schnell und der Ballon fällt. — Schließlich ist noch der Einfluß der *Diffusion* zu erwähnen. Durch die Poren der Hülle, die vollkommen gasdicht nicht hergestellt werden kann, dringt allmählich Füllgas nach außen und atmosphärische Luft nach innen. Hierdurch wird das spezifische Gewicht des Füllgases allmählich vergrößert und der Auftrieb entsprechend verringert.

Vortrieb. Durch Vergrößerung und Verringerung des Auftriebes, durch Ballastausgabe und Gasauslaß, ist jeder Ballon in vertikaler Richtung lenkbar. Soll er jedoch imstande sein, unabhängig vom Winde eine bestimmte horizontale Flugrichtung einzuschlagen, so muß ihm eine Eigengeschwindigkeit verliehen werden durch Schaffung einer Vortriebskraft. Hierdurch wird der Freiballon zum *Luftschiff*. Jedes Luftschiff, das gegenüber der umgebenden Luftmasse eine Eigengeschwindigkeit besitzt, erfährt stets einen der Vortriebskraft entgegengerichteten Luftwiderstand. Dieser Luftwiderstand setzt sich zusammen aus zwei Einzelwiderständen, dem *Form-* oder *Stirnwiderstand* und dem *Reibungswiderstand*. Ersterer ist abhängig von der Form des Luftschiffes, letzterer von der Größe der luftberührten Oberfläche. Der Luftwiderstand wächst erfahrungsgemäß mit dem Quadrat der Geschwindigkeit und im einfachen Verhältnis mit dem Querschnitt. Um letzteren zu verringern, wählt man möglichst langgestreckte Tragkörper, jedoch ist dieses Bestreben nur innerhalb gewisser Grenzen berechtigt. Ein langgestreckter Tragkörper hat bei gleichem Inhalt eine erheblich größere Oberfläche als ein kurzer, gedrungener, und somit einen erheblich größeren Reibungswiderstand. Das günstigste Streckungsverhältnis für einen bestimmten Inhalt liegt erfahrungsgemäß zwischen den Werten 1:6 und 1:8. Als günstigste Form hat sich die sogenannte *Fischform* erwiesen, bei welcher der größte Durchmesser vor der Mitte liegt, so daß das Vorderende gedrungener, das Hinterende schlanker ist. Wegen der Schwierigkeit der Beschaffung einer genügend großen Vortriebskraft stand die Entwicklung der Luftschiffahrt nach Erfindung des Luftballons ein Jahrhundert hindurch fast still. Um diese Schwierigkeit zu verstehen, muß man beachten, daß die erforderliche Motorleistung annähernd mit der dritten Potenz der Eigengeschwindigkeit fortschreitet. Wenn ein Luftschiff z. B. für eine Geschwindigkeit von 5 m in der Sekunde einen Motor von 10 PS braucht, dann benötigt es für 15 m pro Sekunde, d. h. für eine Geschwindigkeit, die für eine einigermaßen ausreichende Verwendbarkeit unbedingt erforderlich ist, einen Motor von $10 \times 3^3 = 270$ PS. Erst nachdem im Benzinmotor eine Antriebskraft von genügender Stärke und Leichtigkeit gefunden war, konnte sich die Luftschiffahrt weiter entwickeln.

Steuerung. Für ein Luftschiff, das eine genügende Eigengeschwindigkeit besitzt, bietet die Steuerung kaum Schwierigkeiten. Die Seitensteuerung erfolgt wie beim Wasserschiff durch ein um eine vertikale Achse drehbares, in der Regel am Heck angebrachtes Steuerruder. Für die Höhensteuerung stehen zunächst dieselben Mittel zur Verfügung wie bei jedem Freiballon, d. h. Ballastausgabe und Gasauslaß. Diese Mittel können bei einem Luftschiff nur in Ausnahmefällen angewendet werden, da dasselbe nicht wie ein Freiballon nach jeder Fahrt entleert wird, sondern seine teure Wasserstofffüllung möglichst lange erhalten muß. Man erzielt daher bei Luftschiffen

die Höhensteuerung auf dynamischem Wege, mittels besonderer *Höhensteuer*, bestehend aus Flächen, die um horizontale Querachsen drehbar sind. Befinden sich diese Flächen in geneigter Stellung, so erzeugt der Luftwiderstand, wenn die Vorderkante der Fläche höher steht als die Hinterkante, eine aufwärts gerichtete, im umgekehrten Fall eine abwärts gerichtete Kraft. Es ist daher möglich, mit derartigen Höhensteuern ein Luftschiff dauernd in einer Höhenlage zu halten, in der es statisch nicht im Gleichgewicht ist, d. h. in der das Gewicht der verdrängten Luft eine andere Größe besitzt als das Gesamtgewicht des Luftschiffes. Anstatt besondere Höhensteuerflächen anzuwenden, kann man auch den Tragkörper selbst durch Gewichtsverschiebung schräg stellen.

Für die Erhaltung der Steuerfähigkeit eines Luftschiffes ist es nötig, daß der Tragkörper stets seine Form behält. Nach den Mitteln, die hierfür zur Anwendung kommen, unterscheidet man Ballonetluftschiffe (*Prallschiffe*) und ballonetlose Luftschiffe (*Starrschiffe*). Bei ersteren sind im Innern des unstarren Tragkörpers Luftsäcke (*Ballonets*) angeordnet, die nach Maßgabe des eintretenden Gasverlustes mit einem geringen Überdruck aufgeblasen werden und so die Prallform erhalten; bei letzteren ist der Tragkörper als starres stoffüberzogenes Gerüst ausgebildet, in dessen Innern die eigentlichen Gasbehälter liegen, so daß Gasverluste die Außenform nicht verändern.

Stabilität. Unter Stabilität eines Luftschiffes versteht man das Verhalten gegenüber Einflüssen, die bestrebt sind, Drehungen um die drei Raumachsen des Fahrzeuges herbeizuführen. Den Neigungen um die horizontale Querachse wirkt die Längsstabilität, denen um die horizontale Längsachse die Quer- oder Seitenstabilität entgegen. Eine Stabilität im weiteren Sinne ist die Stabilität des Kurses, die den Drehungen um die vertikale Mittelachse entgegenwirkt. Die Längsstabilität wird hauptsächlich beeinflußt durch Ungleichheiten im Widerstand infolge böigen Windes, durch ungleiches Arbeiten der Antriebsorgane, durch ungleiche Gasverluste in den einzelnen Zellen oder durch sonstige Gewichtsverschiebungen in der Längsrichtung. Den hierdurch entstehenden Schwankungen (Stampfbewegungen) begegnet man durch Anordnung fester horizontaler *Dämpfungsflächen*. Die Bewegungen um die horizontale Längsachse (Schlingerbewegungen), denen die Querstabilität entgegenwirkt, sind infolge der geringen Breitenausdehnung der Luftschiffe meist erheblich geringer als die Stampfbewegungen; man dämpft sie durch vertikale Starrflächen, sogenannte *Kielflächen*, die gleichzeitig die Stabilität des Kurses unterstützen. Sämtliche Dämpfungs- und Kielflächen müssen möglichst weit von den betreffenden Drehachsen liegen.

II. Ballone ohne Motor.

1. Der Freiballon.

Für den Freiballon, der eine Eigengeschwindigkeit nicht besitzt, mithin auch keinen Luftwiderstand bei seiner Horizontalbewegung erfährt, sondern vom Winde getragen wird, kommt es in der Hauptsache auf günstige Auftriebsverhältnisse an, d. h. der Ballon muß bei geringem Gewicht möglichst großes Volumen haben. Die diesen Forderungen am besten Rechnung tragende und beim motorlosen Freiballon wohl ausschließlich angewendete Kugelform ergibt bei geringster Oberfläche und somit geringstem Hüllengewicht den größten Inhalt, die größte Luftverdrängung und somit den größten Auftrieb.

Der moderne Freiballon (vgl. Schema, Fig. 1234) besteht aus folgenden Hauptteilen: Hülle (mit Ventil, Reißbahn, Füllansatz), Netz (mit Auslaufleinen), Korbring, Korb (mit Ausrüstung) und Schleppseil.

Die **Hülle** (Fig. 1234) besteht meist aus gummiertem Baumwollstoff. Auch Seidenstoffe, durch Firnisanstrich gedichtet, finden vielfach Verwendung. Das leichteste, freilich auch teuerste und in der Behandlung schwierigste Material ist die aus Tierdärmen hergestellte Goldschlägerhaut. Zur Herstellung der Kugelform wird der Hüllentoff zu einzelnen, nach den Enden zu sich verjüngenden Bahnen zugeschnitten, die miteinander vernäht werden. — Am tiefsten Punkt der kugelförmigen *Hülle* 1 ist der schlauchartige *Füllansatz* 3 angeschlossen, durch den das Traggas

in den Ballon eingelassen wird. Der Füllansatz dient gleichzeitig als Sicherheitsvorrichtung, da durch ihn beim Aufsteigen des Ballons das sich ausdehnende und daher größeren Raum beanspruchende Gas zum Teil entweicht. Der Füllansatz ist daher ganz offen oder nur durch ein sogenanntes *Scherenventil* geschlossen, welches das Traggas zwar ungehindert abströmen läßt, ein Eindringen von Luft jedoch, das bei schnellem Fall eintreten könnte, verhindert. — Am höchsten Punkt der Kugel ist das *Ballonventil* 2 angeordnet, das, durch Leinenzug von Hand geöffnet, ein allmähliches Ausströmen des Traggases und somit ein Senken des Ballons ermöglicht. Die

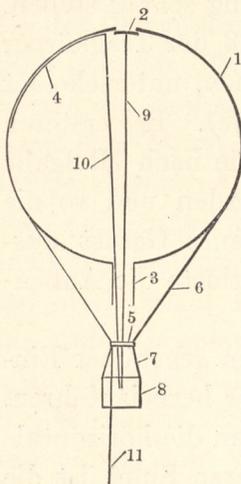


Fig. 1234. Schema eines Kugelballons.

gebräuchlichsten Ventilkonstruktionen sind das *Tellerventil* und das *Doppelklappenventil*. Die *Ventilleine* 9 führt durch den Ballon und den Füllansatz hindurch zur Gondel. — Ein weiteres, überaus wichtiges, an der Hülle angeordnetes Organ ist die *Reißbahn* 4. Diese von dem späteren Kommandeur des Preußischen Luftschifferbataillons, Major Groß, eingeführte Vorrichtung dient als Ersatz für den früher allgemein verwendeten, dem Schiffsanker nachgebildeten Ballonanker. Der moderne Freiballon ist mit einem Anker in der Regel nicht mehr ausgerüstet, da die Reißbahn das Landen des Ballons an bestimmter Stelle viel sicherer und zuverlässiger ermöglicht als der Anker. Die Reißbahn ist ein Stoffstreifen, der von innen über einen im Oberteil der Ballonhülle vorgesehenen, ca. $\frac{1}{3}$ m breiten und mehrere Meter langen Schlitz geklebt ist. Dieser Stoffstreifen wird bei der Landung durch die an ihm befestigte, durch das Innere des Ballons in die Gondel geführte *Reißleine* 10 abgezogen, so daß das Füllgas schnell entweicht und der Ballon bald zum Stillstand kommt, wodurch die bei starkem Wind so gefährlichen Schleiffahrten in der Regel vermieden werden.

Das *Netz* hat den Zweck, das Gewicht des Korbes mit Inhalt so auf den Tragkörper zu verteilen, daß Zugbeanspruchungen der Hülle vermieden werden. Oben ist das Netz am Ventil angeschnallt; der untere Teil läuft in sogenannte *Gänsefüße* aus, von denen aus die *Auslaufleinen* 6 sich bis zu einem mehrere Meter unterhalb des Tragkörpers angebrachten Ring, dem *Korb-ring* 5, erstrecken, an dem sie angeknüpelt sind.

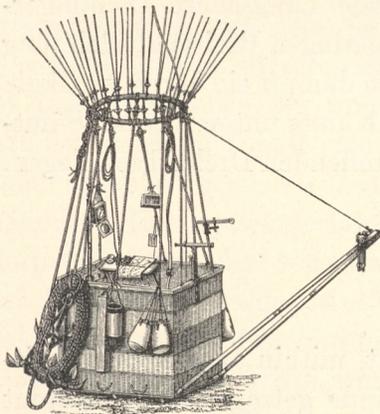


Fig. 1235. Korb des Ballons mit Ausrüstung.

Der *Korb* (8), früher *Gondel* genannt, ist aus Weidengeflecht hergestellt und mittels starker, miteingeflochtener Leinen 7 am Korbring aufgehängt. Er dient zur Aufnahme der Passagiere, des Ballastes und der Instrumente.

Was die *Korbausrüstung* (Fig. 1235) anbetrifft, so sind neben dem Ballast, der in der Regel in Form von trockenem Sand in kleineren Säcken mitgeführt wird, die Navigationsinstrumente (Kompaß, Barometer, Barograph, Stoskop usw.) das Wichtigste. Außerdem gehören zur Ausrüstung natürlich noch Proviant und

die Verpackungsplane usw. für den Rücktransport des Ballons.

Ein wichtiger Teil der Ballonausrüstung ist schließlich noch das *Schleppseil* (11 in Fig. 1234). Dieses ist ein 60—100 m langes Tau und dient einmal als Fühler, um bei Fahrten in niedriger Höhenlage den Abstand des Ballons vom Erdboden anzuzeigen, und zweitens bei der Landung als Bremsvorrichtung, da es sich dann auf den Boden legt, den Ballon entlastet und somit die Fallgeschwindigkeit vermindert.

2. Der Fesselballon.

Der Fesselballon dient vornehmlich militärischen Beobachtungszwecken. Der an ein Kabel gefesselte gewöhnliche Kugelballon ist hierfür nur wenig verwendbar, da er vom Winde, dem er einen Widerstand bietet, ständig hin und her geschleudert und in Drehung versetzt wird, was die Beobachtung für die Insassen sehr erschwert. Die Verwendung des Kugelfesselballons ist

daher auf ganz geringe Windstärken beschränkt. Dieser Übelstand führte zur Konstruktion des *Parseval-Sigsfeldschen Drachenballons* (Fig. 1236 u. 1237). Es ist dies ein länglicher Ballon, der infolge eigenartiger Fesselung und besonderer Vorrichtungen sich stets in gleicher drachenartiger Schrägstellung gegen den Wind einstellt. Der zylinderförmige Tragkörper ist am hinteren Ende durch eine bei Schrägstellung des Ballons horizontal liegende Trennungswand 6 in zwei Räume eingeteilt, von denen der vordere größere den Gasraum 1 (Fig. 1236), der hintere kleinere ein Luftballonet 2 bildet; das letztere füllt sich durch eine ständig gegen den Wind gerichtete, mit Rückschlagklappe versehene Öffnung 7 selbsttätig mit Luft und erhält so die Ballonform stets prall. Um den Ballon stabil zu machen, d. h. um ihm stets eine gleiche, gegen den Wind gerichtete Stellung zu sichern, ist am hinteren Teil ein raupenförmiger, nach vorn zu offener Steuersack 3 angeordnet. Durch die mit Rückschlagklappen versehene Öffnung 8 dringt stets Luft in den Steuersack, die hinten aus einer kleineren schlauchartigen Öffnung 10 wieder entweicht. Zur weiteren Dämpfung der Bewegungen ist noch eine Art Drachenschwanz vorgesehen, bestehend aus einer Leine mit einer Anzahl aufgereihter, aus Stoff hergestellter und mit der offenen Grundfläche dem Wind zugekehrter Hohlkegelstümpfe. Um die durch diese Vorrichtungen entstehende Belastung auszugleichen, sind seitlich an der Tragkörperhülle Segel vorgesehen, die drachenartig wirken und durch den gegenströmenden Wind einen Auftrieb erzeugen. Wenn der Drachenballon aufsteigt oder durch Sonnenstrahlen erwärmt wird, dehnt das Traggas sich aus und drückt die Luft aus dem Ballon heraus, und zwar durch ein besonderes Ventil 9 in den Steuersack. Damit nun bei weiterer Ausdehnung des Gases ein Platzen des Ballons vermieden wird, ist das an der Vorderseite des Ballons sitzende Gasventil 4 durch eine Zugleine 5 mit der Ballonetwand 6 verbunden. Sobald die Luft aus dem Ballonet bis zu einem gewissen Grade herausgedrückt ist, wird die Zugleine stramm; bei weiterem Zusammenpressen des Ballonets wird das Gasventil geöffnet und läßt das überschüssige Gas entweichen. Wird das Gasvolumen beim Herabholen des Ballons oder durch Eintritt desselben in Wolkenschatten geringer, so wird das Ballonet vom Gegenwind wieder aufgebläht, die zum Ventil führende Zugleine wird schlaff, und das Ventil schließt sich. Durch eine eigenartige, im Bereich der vorderen zwei Drittel des Ballons angreifende, von der Korbaufhängung völlig unabhängige Fesselung wird der Ballon ständig in einer Schräglage von ca. 30—40° zur Horizontalen gehalten. Der Drachenballon besitzt kein Netz, sondern nur einen starken, mit der Hülle vernähten und verklebten längslaufenden Gurt, an dem die zur Fesselung und zur Korbaufhängung dienenden Leinen befestigt sind. Um für den Fall eines Bruches des Fesselkabels dem Ballon eine glatte Landung als Freiballon zu ermöglichen, ist auch eine Reißbahn vorgesehen.

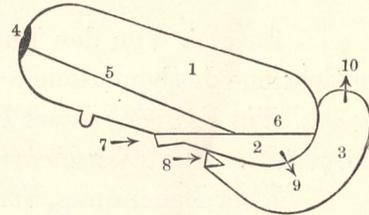


Fig. 1236. Schema der Drachenballonkonstruktion (1 Gasraum, 2 Luftballonet, 3 Steuersack, 4 Gasventil, 5 Leine vom Gasventil zur Ballonetwand, 6 Ballonetwand, 7 Einströmöffnung zum Ballonet, 8 Einströmöffnung zum Steuersack, 9 Durchtrittsöffnung für die Luft vom Ballonet zum Steuersack, 10 Austrittsöffnung für die Luft aus dem Steuersack).

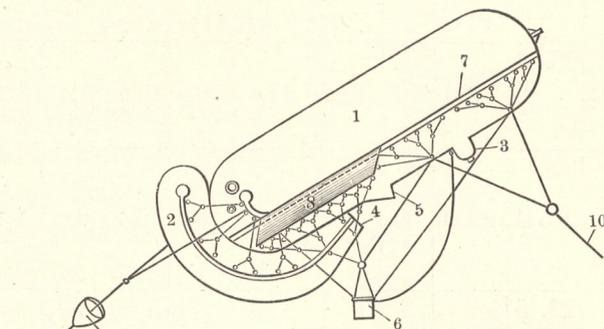


Fig. 1237. Drachenballon System Parseval-Sigsfeld (1 Tragkörper, 2 Steuersack, 3 Füllansatz, 4 Steuersackmaul, 5 Ballonetmaul, 6 Korb, 7 Ballongurt, 8 Segel, 9 Schwanz mit Windfang, 10 Haltekabel).

Der Drachenballon besitzt kein Netz, sondern nur einen starken, mit der Hülle vernähten und verklebten längslaufenden Gurt, an dem die zur Fesselung und zur Korbaufhängung dienenden Leinen befestigt sind. Um für den Fall eines Bruches des Fesselkabels dem Ballon eine glatte Landung als Freiballon zu ermöglichen, ist auch eine Reißbahn vorgesehen.

III. Ballone mit Motor (Luftschiffe).

1. Einteilung der Luftschiffe.

Die heute übliche Einteilung der Luftschiffe beruht, wie bereits erwähnt, auf den zur Erhaltung der Form des Tragkörpers angewendeten Mitteln. Man unterscheidet daher *Luftschiffe mit Ballonet* oder *Prallschiffe*, und *Luftschiffe ohne Ballonet* oder *Starrschiffe*. Die erste Gruppe läßt sich wieder unterteilen in *unstarre* Luftschiffe, das sind solche, deren Tragkörper keinerlei

Versteifungsträger besitzt, und *halbstarre*, d. h. solche, bei denen ein Teil des Tragkörpers als starres Gerüst ausgebildet ist. Einen Mitteltyp zwischen den unstarren und den halbstarren Luftschiffen bilden diejenigen, bei denen die Gondel als lang durchlaufender Versteifungsträger ausgebildet ist. Da jedoch auch hier der Tragkörper an sich unstarr ist und mit dem Versteifungsorgan nur in loser Verbindung steht, ist dieser Typ bei den unstarren Luftschiffen besprochen.

2. Luftschiffe mit Ballonet (Prallschiffe).

a) Unstarre Luftschiffe.

1. Gänzlich unstarre Luftschiffe.

Parseval. Von den Luftschiffen unstarrer Bauart ist das vom bayrischen Major von Parseval entworfene das bemerkenswerteste. Es ist geschaffen nach dem Grundsatz: „so unstarr wie möglich“.

Ein Fahrzeug dieses Typs, der Parseval II der deutschen Militärverwaltung, ist im Klappmodell dargestellt. Alle Einzelheiten sind aus diesem Modell und der zugehörigen Beschreibung zu ersehen.

Über Benennung, Verwendung und Abmessungen der bisher erbauten Parseval-Luftschiffe gibt nachstehende Tabelle Aufschluß, die einem Prospekt der Luftfahrzeug-Gesellschaft m. b. H., Berlin, entnommen ist, welche die Lizenz für das Parseval-System erworben hat.

Typ	Bezeichnung des Luftschiffs	Rauminhalt ca. cbm	Länge ca. m	Größt. Durchmesser ca. m	Größte Breite inkl. Dämpfungsflächen ca. m	Gesamthöhe ca. m	Gondelmaße			Motoren	Gewichte		Eigengeschwindigkeit m pro sec.	Fahrtdauer Stunden	Steighöhe m	Besatzung und Passagiere total	Bedienungspersonal erforderlich
							Länge m	Breite m	Höhe m		Hülle mit kompl. Take-lage ca. kg	Gondel komplett mit Motor ca. kg					
A	PL 1 - 2	4000	60	10,4	16,0	17,3	6,0	1,3	1,2	1 Motor ca. 100 PS oder 2 Motoren von je 50 PS	1350	1480	13-14	15	2000	6	3
B	PL 3 - 6 - 7	6700	70	12,3	17,8	20,0	10,0	1,4	1,2	2 Motoren von je 110 PS	2220	3140	14-15	20 und mehr	2500	12-16	3 od. 4
C	PL 4	2300	50	8,6	12,6	18,0	5,5	0,8	1,1	1 Motor ca. 85 PS oder 2 Motoren von je 45 PS	940	800	12,5	8	1000	4 od. 5	2 od. 3
D	PL 5 - 9 - 10	1350	40	8,0	12,0	16,0	4,5	0,9	1,0	2 Motoren von je 33 PS	550	480	12	5	1000	3 od. 4	1 od. 2
E	PL 1	3200	60	9,4	15,0	16,6	7,0	1,3	1,3	1 Motor ca. 80 PS oder 2 Motoren von je 40 PS	1300	1400	12-13	10	1500	6-8	2 od. 3
F	—	1600	45	8,2	12,5	17,0	5,5	1,0	1,0	2 Motoren von je 33 PS	—	—	12	6	1000	4	1 od. 2
G	PL 8 - 11	5600	68	11,0	17,0	19,0	10,2	1,35	1,2	2 Motoren von je 150 PS	1600	1800	16-17	20 u. mehr	2000	7-12	4

Die Hauptvorzüge des Parseval-Luftschiffes sind Leichtigkeit, Billigkeit und die für die militärische Verwendung besonders wertvolle gute Transportfähigkeit. Da die Gondel kurz und überdies zerlegbar ist und sonstige starre und sperrige Teile vollkommen fehlen, läßt sich ein Parseval-Luftschiff größten Typs bequem auf zwei Lastwagen transportieren. Die Leichtigkeit bringt großen Auftrieb mit sich und ermöglicht so gegenüber gleichgroßen Fahrzeugen halbstarren und starren Typs den Einbau stärkerer Motoren und die Mitführung größerer Mengen Betriebsmaterial, wodurch sich wiederum Geschwindigkeit und Aktionsradius erhöhen. Auch ist die

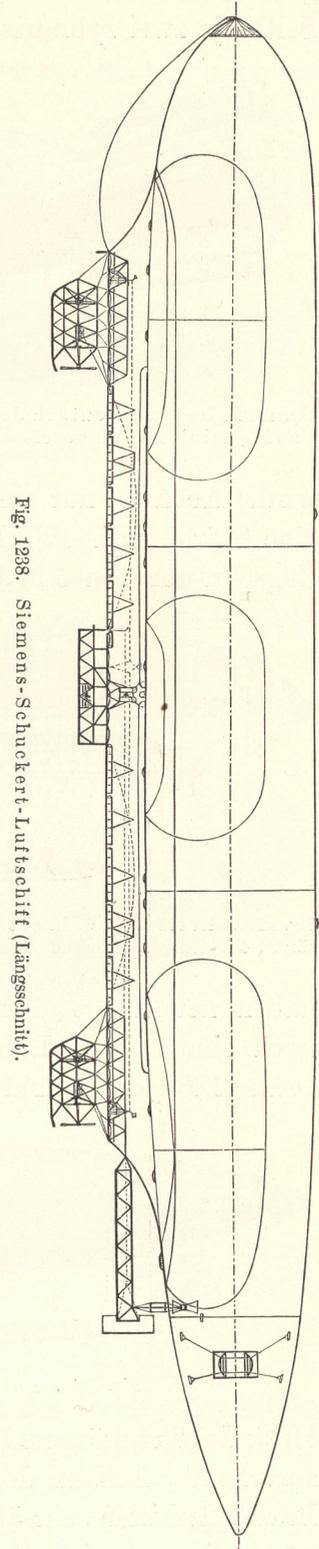
Landung gefahrloser als z. B. bei einem Fahrzeug starren Systems, da bei starkem Sturm, wo die Verankerung eines Luftschiffes in gefülltem Zustand große Schwierigkeit bereitet (wie die Unfälle der Zeppelin-Luftschiffe und des französischen Ballons *La Patrie* beweisen), der Tragkörper des Parseval entleert werden kann, so daß dem Winde die Angriffsfläche entzogen wird. — Diesen Vorzügen stehen nur einige weniger schwerwiegende Nachteile gegenüber, und zwar zunächst der allen unstarren Fahrzeugen eigene, daß im Falle zu großen Gasverlustes, zu dessen Ausgleich die Ballonets nicht mehr ausreichen, der Tragkörper seine Form und das Luftschiff seine Steuerfähigkeit verliert. Des weiteren wirkt die Höhensteuerung langsamer als bei Fahrzeugen mit außen angebrachten Höhensternen, da das Füllen und Entleeren der Ballonets natürlich langsamer geht als das Einstellen von Höhensternen. Die Nachteile fallen jedoch den Vorzügen gegenüber wenig ins Gewicht, und der Parsevaltyp dürfte unter den Luftschiffen hinsichtlich seiner praktischen Verwendbarkeit heute an erster Stelle stehen. Dies beweist schon die verhältnismäßig große Zahl der bisher erbauten und im Betrieb stehenden Fahrzeuge.

Siemens-Schuckert. Ein in seiner Konstruktion dem Parseval-schen Typ ähnliches, jedoch in erheblich größeren Abmessungen gehaltenes Ballonetluftschiff (Fig. 1238) ist in Berlin bei den Siemens-Schuckert-Werken fertiggestellt und hat wohlgelungene Fahrten ausgeführt. Das Fahrzeug besitzt drei an Stoffbahnen aufgehängte Gondeln, von denen zwei die Maschinenanlage aufnehmen. Das Luftschiff hat einen Tragkörper von 118 m Länge, 13,2 m größtem Durchmesser und einem Inhalt von 13 000 cbm. Der Körper wird durch drei hintereinander liegende Ballonets in Prallform erhalten.

2. Luftschiffe mit unstarrem, durch lange Gondel versteiftem Tragkörper (La France-Typ).

Frankreich. Die französische Militärverwaltung besitzt die erfolgreichsten Fahrzeuge dieser Art, nämlich die Luftschiffe *Ville de Paris*, *Clement Bayard I*, *Ville de Bordeaux*, *Ville de Nancy*, *Colonel Renard* und *Adjutant Réau*. In Privatbesitz befinden sich noch die Luftschiffe *Ville de Pau* und *Ville de Lucerne*. Bei diesen Luftschiffen, die sämtlich in den Astra-Werken erbaut sind, ist die Gondel in großer Länge als Träger ausgebildet und durch Trageile fast mit der ganzen Länge des Tragkörpers verbunden, so daß diesem hierdurch eine gewisse Steifigkeit verliehen wird.

Das älteste der zurzeit noch vorhandenen Luftschiffe dieses Typs ist *Ville de Paris* (Fig. 1239). Dieses Luftschiff hat eine Länge von 61,5 m und einen größten Durchmesser von 10,5 m. Der zigarrenförmige Tragkörper hat einen Inhalt von 3200 cbm und wird durch ein Ballonet von 500 cbm Inhalt prall erhalten. Dieses Ballonet ist insofern eigenartig ausgebildet, als es durch Zwischenwände, die mit Öffnungen versehen sind, in einzelne Abteilungen unterteilt ist; diese Zwischenwände dienen dazu, das Hin- und Herfluten der Luftmassen im Ballonet und hierdurch eintretende plötzliche Schwerpunktsverschiebungen zu verhindern. Die Gondel hat eine Länge von etwa 32 m und hängt 5 m unterhalb des Tragkörpers, mit dem sie durch zwei an verschiedenen Gurten angreifende Systeme von Trageilen verbunden ist. Die vorn an der Gondel angeordnete Zugschraube hat einen Durchmesser von 6,5 m, eine Steigung von 8 m und wird von dem 70 PS leistenden Motor unter Zwischenschaltung eines Übersetzungsgetriebes mit



ca. 200 Umdrehungen pro Minute angetrieben. Durch eine besondere Vorrichtung kann die Schraube, um beim Landen nicht beschädigt zu werden, horizontal gestellt werden. An der Gondel sitzen ferner vorn und hinten beiderseitig kastenartige Höhensteuer. — Der eigenartigste Teil bei diesem Luftschiff sind die Dämpfungsgorgane. Um nämlich starre Teile am Tragkörper gänzlich zu vermeiden, sind hierfür am Hinterende des Fahrzeuges oben, unten und zu beiden Seiten je zwei zylindrische Hohlkörper vorgesehen, die mit dem Gasraum des Tragkörpers in Verbindung stehen und gleichzeitig mit diesem gefüllt und entleert werden. Diese zylindrischen Wülste geben dem Luftschiff ein unschönes Aussehen. Die *Ville de Paris* hat eine große Zahl erfolgreicher Fahrten ausgeführt und dabei eine Eigengeschwindigkeit von 14 m pro Sekunde erreicht. — Der *Clément Bayard I* (Fig. 1240) unterscheidet sich von der *Ville de Paris* im wesentlichen nur durch die Form der Dämpfungskörper, die kegelförmig ausgebildet sind, wodurch ein etwas eleganteres Aussehen erzielt

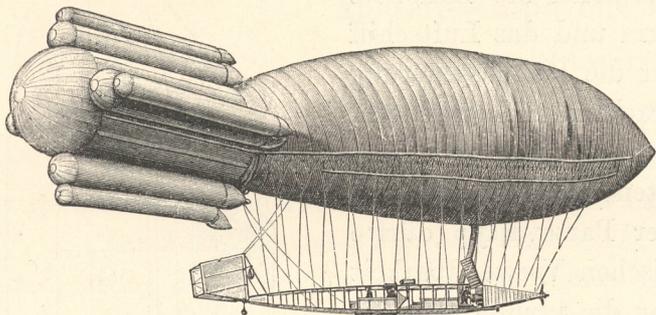


Fig. 1239. Das von Deutsch de la Meurthe dem französischen Kriegsministerium geschenkte Luftschiff *Ville de Paris*.

wird. Auch ist nur ein mehr nach vorn verlegtes Höhensteuerpaar vorhanden. Der Motor hat eine Stärke von 120 PS und treibt unter Zwischenschaltung eines Übersetzungsgetriebes die Zugschraube von 5 m Durchmesser mit etwa 200 Umdrehungen pro Minute. Die Abmessungen

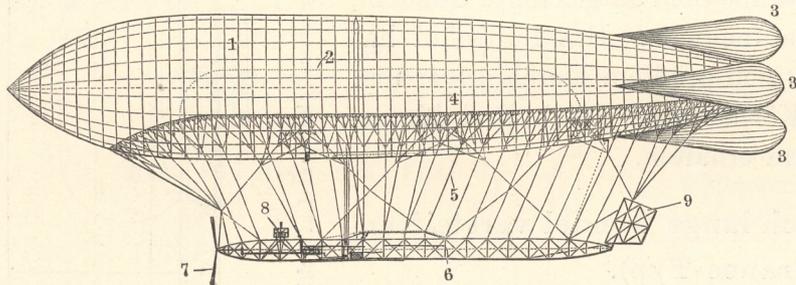


Fig. 1240. Luftschiff *Clément Bayard I* (1 Tragkörper, 2 Ballonet, 3 Dämpfungskörper, 4 Ballongurt, 5 Auslaufleinen, 6 Gondel, 7 Schraube, 8 Höhensteuer, 9 Seitensteuer).

des Ballons sind: Länge 56,25 m, größter Durchmesser 10,60 m, Tragkörperinhalt 3500 cbm, Gondellänge 28,5 m. Die erreichte Geschwindigkeit betrug ca. 14 m. — Die übrigen Luftschiffe entsprechen in ihrer Konstruktion im wesentlichen dem *Clément Bayard I*, von dem sie sich nur in den Abmessungen unterscheiden. Die *Clément-Bayard-Werke* haben neuerdings durch die Konstruktion des Luftschiffes *Clément Bayard II* (Fig. 1241) noch einen neuen Luftschiffotyp geschaffen, der gewissermaßen die Mitte bildet zwischen dem *Clément Bayard I* und den neuen Parsevalschiffen. Von dem *Clément Bayard I* unterscheidet sich das neue Luftschiff durch den Fortfall der gasgefüllten Dämpfungskörper und die abgeänderte Konstruktion der Steuereinrichtungen. Die Dämpfungs- und Steuerungsorgane sind zu einem mehrflächigen kastenartigen Gebilde vereinigt, das zwischen dem Hinterende der Gondel und dem

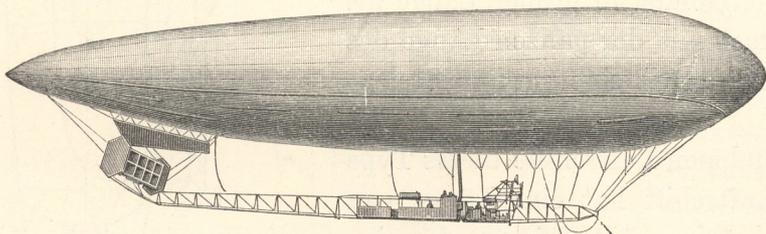


Fig. 1241. Luftschiff *Clément Bayard II*.

Heck des Tragkörpers liegt und aus drei horizontalen und zwei begrenzenden vertikalen, um entsprechende Achsen drehbaren Flächen besteht. Die Form des Tragkörpers ist den neueren Parsevalschiffen sehr ähnlich, ebenso die Propelleranordnung. Das Luftschiff hat eine Länge von 76 m, einen Gasinhalt von 7000 cbm und zwei Motoren von je 125 PS. Das neueste Luftschiff dieses Typs ist der *Adjutant Réau*. Es besitzt eine Länge von 94 m, einen Inhalt von 9000 cbm und drei Luftschrauben, von denen eine am Vorderende der Gondel, die anderen zu beiden Seiten der Gondelmitte angeordnet sind. Der Antrieb erfolgt durch zwei Motoren von je 120 PS.

Von den französischen Luftschiffen mit unstarrem Tragkörper und als Versteifungsträger ausgebildeter Gondel sind noch die *Zodiac*-Luftschiffe erwähnenswert. Diese von dem Grafen

de la Vaulx konstruierten Fahrzeuge sind aus dem Bestreben entstanden, kleine, in Betrieb und Herstellung billige Lenkballons für Sport- und Reklamezwecke zu schaffen. Sie werden in der Regel mit Leuchtgas gefüllt und nach jeder Fahrt entleert. Die Hülle kann dann zusammengerollt und in der aus mehreren Teilen bestehenden zusammenlegbaren Gondel verpackt werden. Die Zodiac-Luftschiffe werden für 600—1200 cbm Tragkörperinhalt hergestellt und mit Motoren von 16—45 PS ausgerüstet. Die Geschwindigkeit beträgt nur bis 30 km in der Stunde.

Deutschland. Nach dem La France-Typ sind in Deutschland bisher nur kleine Fahrzeuge erbaut, und zwar die Luftschiffe *Erbslöh* und *Clouth*. Der der Rheinisch-Westfälischen Motorluftschiff-Gesellschaft gehörige *Erbslöh* (Fig. 1242) fiel am 13. Juli 1910 mitsamt dem Führer, dessen Namen er trug, einer Katastrophe zum Opfer und wurde vernichtet. Der Tragkörper des

Luftschiffes hatte eine Länge von 53 m, einen größten Durchmesser von 10 m und einen Inhalt von 2900 cbm. Die Prallform wurde durch ein linsenförmiges Ballonet gewahrt. Die aus Eschenholz hergestellte Gondel hatte eine Länge von 27 m und trug an der Spitze einen hölzernen Schraubpropeller von 4,5 m Durchmesser, der von

einem 110 PS leistenden Benzmotor angetrieben wurde. Dämpfungsflächen und Seitensteuer waren vorhanden, dagegen fehlten besondere Höhensteuer. Die Höhensteuerung geschah nach Art der Parseval-Luftschiffe durch Schrägstellung des ganzen Tragkörpers, und die hierzu nötige Schwerpunktsverschiebung wurde durch Umpumpen von Wasser mittels einer Kreiselpumpe von einem an der Spitze der Gondel angeordneten Behälter nach einem solchen am Hinterende und umgekehrt erzielt. Neu war ferner

noch die Einrichtung, daß die ins Ballonet zu pumpende Luft vorher durch den Kühler des Motors geschickt und dort erwärmt werden konnte. — Beim Luftschiff *Clouth* (Fig. 1243) ist der Tragkörper im Gebrauchszustand nicht völlig unstarr, sondern wird durch zwei elastische, am Gurt zu befestigende Holzstangen versteift. Von diesen Stangen führen die Tragseile zu der

langen Gondel, so daß eine gleichmäßige Verteilung der Last auf den Tragkörper erzielt wird. Die Abmessungen sind: Länge 42 m, größter Durchmesser 8,4 m, Tragkörperinhalt 1700 cbm. Ein 50 PS-Motor treibt mittels Gummiseilübertragung zwei nebeneinander liegende Holzpropeller, die etwa in der Mitte der Gondel auf einem hohen Bock gelagert sind. Das kastenförmige Höhensteuer ist am Vorderteil des Tragkörpers, das Seitensteuer mit davorliegender Kielfläche unterhalb des Hecks angeordnet. Am Hinterende des Tragkörpers sind ferner beiderseitig zwei übereinanderliegende Dämpfungsflächen vorgesehen. Dieses Luftschiff ist billig, leicht zerlegbar und daher bequem transportabel. Die erreichbare Geschwindigkeit von ca. 35 km pro Stunde genügt, um es für Sportzwecke geeignet zu machen.

Österreich. In Österreich ist kürzlich ein neues Militärluftschiff *K. W. III* (Fig. 1244) fertiggestellt, das deswegen an diese Stelle gehört, weil die 7 m lange Gondel nach vorn und nach hinten je einen 9 m langen Auslegerarm trägt, so daß ein ca. 25 m langer Versteifungsträger entsteht. Der Tragkörper hat eine Länge von 68 m, einen größten Durchmesser von 10,5 m und einen Inhalt von 6300 cbm und wird durch zwei Ballonets von zusammen ca. 900 cbm Inhalt prall

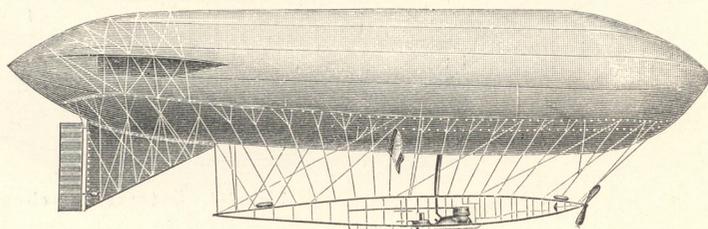


Fig. 1242. Luftschiff Erbslöh.

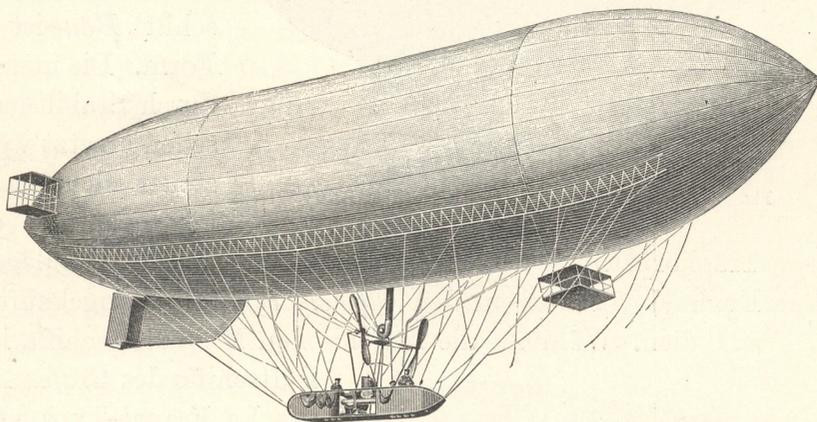


Fig. 1243. Ballonetluftschiff Clouth.

erhalten. Zwei vierflügelige Holzpropeller von je 3 m Durchmesser sind, wie bei Parseval, zu beiden Seiten der Gondel auf hohen Böcken gelagert und werden durch zwei achtzylindrige Körting-Motoren von je 75 PS angetrieben. Die Höhensteuerung erfolgt durch Schrägstellung des Tragkörpers. Die hierzu nötige Schwerpunktsverschiebung erfolgt durch Umpumpen von Wasser oder, wie bei Parseval, durch die Ballonets.

England. In England sind die beiden Militärluftschiffe *Baby* und *Beta* nach dem

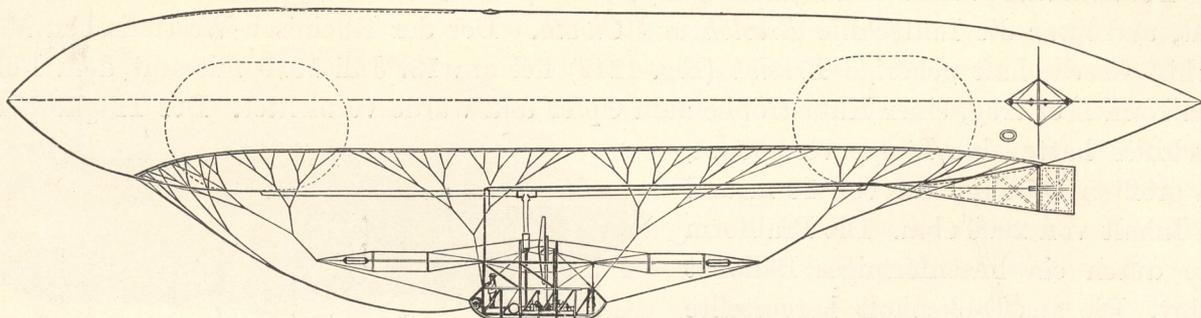


Fig. 1244. Österreichisches Militärluftschiff.

Clément-Bayard-Typ erbaut. Das Luftschiff *Baby* (Fig. 1245) hat ziemlich gedrungene Form; seine Länge beträgt nur 30 m, der größte Durchmesser 7 m. Zur Dämpfung dienen am Hinterende angebrachte flossenförmige Gaskörper. Die Gondel ist als langgestreckter Träger ausgebildet und trägt in der Mitte den Motor sowie die

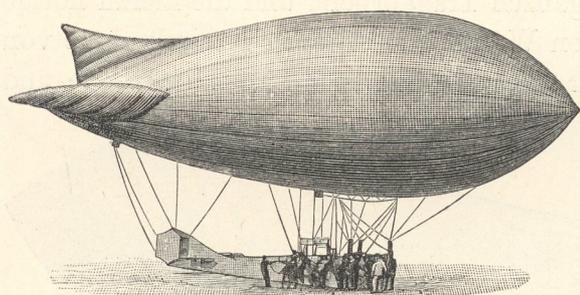


Fig. 1245. Englischs Militärluftschiff *Baby*.

auf einem Gerüst gelagerte Schraube, am Hinterende das Höhensteuer, eine senkrechte Kielfläche sowie das Horizontalsteuer. Bei dem größeren Luftschiff *Beta* ist der Tragkörper von gestreckterer Form. Die ursprünglich vorhandenen Gasflossen sind durch Stabilisierungsflächen nach Art der Parsevalschen ersetzt worden. Auch befindet sich das Seitensteuer nicht mehr an der Gondel, sondern am Tragkörper hinter einer senkrechten Dämpfungsfläche.

Die Tragkörperhülle besteht, wie bei *Baby*, aus Goldschlägerhaut. — Außer diesen Luftschiffen hat England vor kurzem den *Clément Bayard II* angekauft.

Italien. Während die italienischen Militärluftschiffe halbstarrer Bauart sind, gehörten die Luftschiffe des Grafen *Almerico da Schio* zu den Fahrzeugen des *La France*-Typs. Diese Luftschiffe, von denen das erste im Jahre 1905 erbaut wurde, sind insofern eigenartig, als sie kein Ballonet besitzen. Statt dessen ist die Kielseite des Tragkörpers aus Kautschuk hergestellt und daher elastisch, so daß der Tragkörper selbst bei Ausdehnung des Gases sich vergrößert, bei Verringerung des Gasvolumens sich verkleinert.

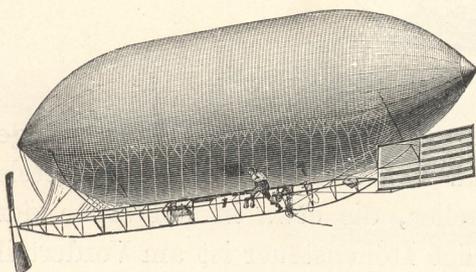


Fig. 1246. Luftschiff Baldwin.

Belgien. Das diesem Staate gehörige Luftschiff *Ville de Bruxelles* entspricht im wesentlichen dem französischen *Clément Bayard I*.

Spanien. Hier wäre nur zu nennen das nach dem Clément-Bayard-Typ erbaute Luftschiff *España*, das jedoch infolge einiger Konstruktionsfehler besondere Erfolge bisher nicht aufzuweisen hatte.

Amerika. Amerika besitzt nur ein kleines Luftschiff des *La France*-Typs, das Militärluftschiff *Baldwin* (Fig. 1246). Der ziemlich plumpe Tragkörper hat eine Länge von etwa 29 m und einen Durchmesser von 5,9 m. Seine Form wird durch ein im hinteren Teil des Tragkörpers liegendes Ballonet gewahrt, das durch einen Handventilator aufgeblasen wird. Die durch das Aufblasen und

Zusammenziehen des Ballonets sich ergebenden Schwerpunktsverschiebungen müssen durch die Höhensteuer ausgeglichen werden, von denen je eins im vorderen und hinteren Viertel der fast über die ganze Länge des Luftschiffes sich erstreckenden, am Tragkörper mittels eines dünnen Netzes aufgehängten Gondel angebracht ist. Die Dämpfungsf lächen sind nicht am Tragkörper, sondern an der Gondel zu beiden Seiten des Horizontalsteuers angeordnet. Ein 25 PS-Motor treibt die am Vorderteil der Gondel gelagerte Zugschraube mit 250 Umdrehungen pro Minute, wodurch eine Geschwindigkeit von 30 km pro Stunde erreicht wird. Tragfähigkeit und Aktionsradius sind bei den kleinen Abmessungen natürlich sehr gering.

b) Halbstarre Luftschiffe.

Frankreich. Die halbstarre Bauart wurde in Frankreich zuerst angewandt, und zwar bei den Luftschiffen des Systems *Juillot-Lebaudy*. Nach diesem sind bisher vier französische Militärluftschiffe erbaut, und zwar *Le Jaune*, *La Patrie*, *La République* und *La Liberté*, von denen *La Patrie* (Fig. 1247) und *La République*

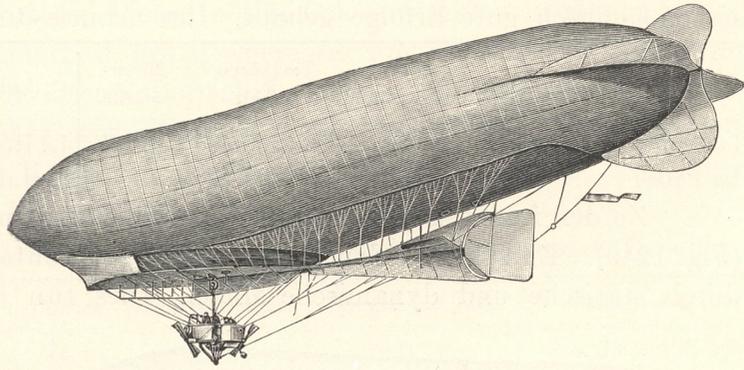


Fig. 1247. Der erste französische Kriegsballon La Patrie.

durch Unglücksfälle vernichtet wurden. Das wesentlichste Merkmal dieser Fahrzeuge besteht darin, daß der Boden des Tragkörpers durch ein *Kielgerüst* versteift ist. Man nennt daher die Luftschiffe halbstarre Bauart auch *Kielgerüstluftschiffe*. Das Kielgerüst der Juillot-Lebaudy-Luftschiffe (Fig. 1248) ist aus Stahlrohren hergestellt und besteht aus einer horizontalen ovalen Bodenfläche und einem hierzu senkrecht stehenden, in der mittleren Längsachse der Bodenfläche nach unten zu angeordneten Kielträger. Durch Streben und Spanndrähte sind beide Teile gegeneinander abgesteift. Nach hinten zu verlängert sich der Kiel zu einem kreuzförmigen Dämpfungsorgan, hinter dem das Seitensteuer angeordnet ist. Außerdem trägt der Tragkörper am Heck zwei seitliche Dämpfungsf lächen und oben und unten eine Kielfläche. Der Tragkörper ist in seinem Mittelteil zylindrisch mit abgeflachter Bodenseite; das Vorderteil hat die Gestalt eines scharf zugespitzten Kegels, während das hintere Ende sich allmählich verjüngt und stumpf ausläuft. Die Prallform wird durch ein mittleres Ballonet erhalten, das durch Querwände, die mit Öffnungen versehen sind, unterteilt ist. Bei der *Liberté* ist auch der Gasraum durch gasdichte Querwände in einzelne Zellen unterteilt. Hierdurch soll das Luftschiff, auch wenn eine Abteilung durch Verletzung der Hülle gasleer geworden ist, nach Abwurf sämtlichen Ballastes und alles dann entbehrlichen Gewichtes (Benzin, Maschinenreserveteile usw.) noch als Freiballon schwebefähig bleiben. Lenkbarkeit und dynamische Höhensteuerung sind natürlich dann ausgeschlossen, da der Tragkörper seine Form verlieren und einknicken wird. Die bei allen Luftschiffen dieser Klasse verhältnismäßig kurze Gondel ist an Stahlseilen am Kielgerüst aufgehängt und läuft nach unten zu einer pyramidenförmigen Spitze aus, auf der sich die Schiffe leicht in eine gewünschte Richtung einstellen lassen. Auch diente diese Spitze bei den älteren Fahrzeugen dazu, die Flügel der in Gondelhöhe zu beiden Seiten angeordneten, durch Querwellen und Kegelräder angetriebenen Propeller bei der Landung zu schützen. Bei dem neuesten Luftschiff, der *Liberté*, fällt dieser Zweck fort, da hier die Propeller, ähnlich wie bei den Parseval-Luftschiffen, um die

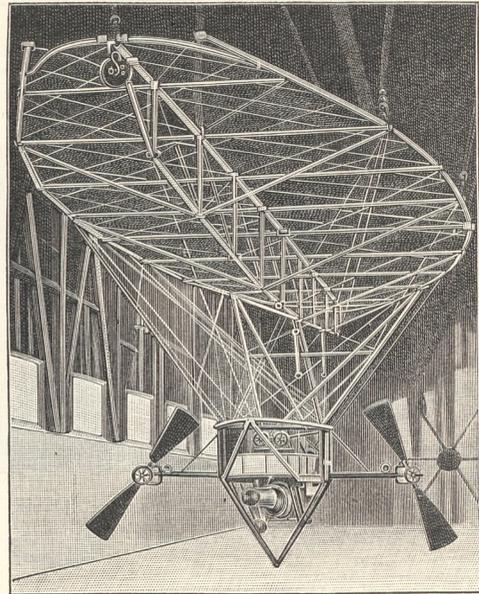


Fig. 1248. Kielgerüst der Juillot-Lebaudy-Luftschiffe.

bei den älteren Fahrzeugen stark auftretenden Kippmomente zu vermeiden, auf hohen, seitlich herausragenden Böcken gelagert sind. Auch hinsichtlich der Höhensteuerung besteht zwischen *Liberté* und den älteren Typen ein Unterschied. Bei den letzteren waren einfache Höhensteuerflächen am Vorderteil des Traggerüsts angebracht, die zu beiden Seiten über das Traggerüst herausragten; bei der *Liberté* dagegen sind doppelflächige kastenartige Höhensteuer vor der Gondel und zwischen dieser und dem Kielgerüst beiderseitig angeordnet. Bemerkenswert ist noch, daß der zum Aufblasen der Ballonets dienende Ventilator dicht unter dem Kielgerüst steht, um einen langen Luftschlauch zu vermeiden. — Die Luftschiffe des Systems *Juillot-Lebaudy* haben sämtlich gute Erfolge gehabt. Ihre Abmessungen zeigt nachstehende Tabelle:

Luftschiff	Länge	Größter Durchm.	Tragkörperinhalt	Motorstärke	Luftschiff	Länge	Größter Durchm.	Tragkörperinhalt	Motorstärke
Le Jaune . . .	58 m	9,3 m	ca. 2700 cbm	40 PS	La République	65 m	10,8 m	ca. 3900 cbm	80 PS
La Patrie . . .	60 -	10,3 -	- 3600 -	70 -	La Liberté . .	68 -	10,8 -	- 4200 -	135 -

Zu den französischen Luftschiffen mit Kielgerüst gehört noch der Lenkballon von *Malécot* (Fig. 1249). Er zählt zu dem sogenannten gemischten System, d. h. er bewirkt seinen Auftrieb durch statische und dynamische Mittel. Dies tun ja in gewissem Maße alle Motorluftschiffe,

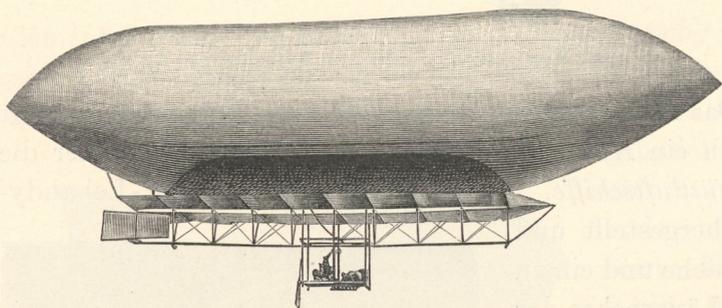


Fig. 1249. Malécots Luftschiff nach dem gemischten System (1909).

sobald sie sich mittels ihrer Höhensteuer oder durch Schrägstellung des Tragkörpers in Höhenlagen erheben, in denen ihr Gesamtgewicht größer ist als das Gewicht der verdrängten Luft. Beim *Malécot* soll jedoch die Ausnutzung der dynamischen Auftriebswirkung noch in höherem Maße erfolgen; es ist daher die starre Kielfläche mit Segeltuch bespannt und als Tragfläche ausgebildet. Hierdurch entsteht gewissermaßen eine entlastete Flugmaschine. Die Höhensteuerung geschieht durch Verschieben eines Laufgewichtes. Ein ausgeführtes Luftschiff dieses Typs von 34 m Länge, 7,4 m Durchmesser und 1000 cbm Inhalt des Tragkörpers hat, mit einer Tragfläche von 120 qm versehen, gute Erfolge gehabt. Die französische Militärverwaltung soll die Verwendung dieses Typs im Auge haben.

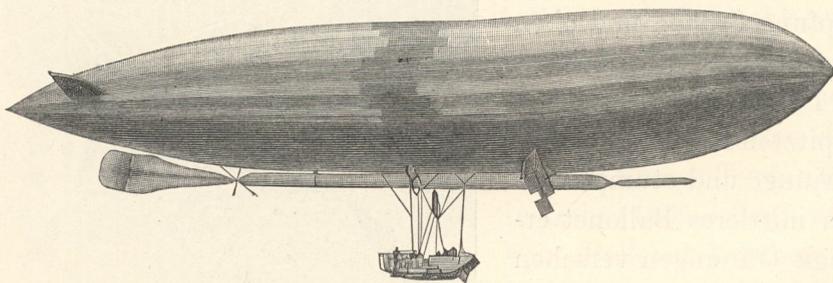


Fig. 1250. Deutsches Militärluftschiff M₂.

Deutschland. Für die deutsche Militärverwaltung sind bisher fünf halbstarre Luftschiffe erbaut worden, nämlich ein zurzeit nicht mehr im Dienst befindliches Versuchsluftschiff und die Militärluftschiffe M₁, M₂, M₃, M₄. Von den letzteren ist M₃ im Kaisermanöver 1911 verbrannt. Diese als Verbesserungen des Typs *Juillot-Lebaudy* anzusprechenden, von Major Groß und Oberingenieur Basenach konstruierten Luftschiffe (Fig. 1250) besitzen sämtlich ein Kielgerüst. Beim Versuchsluftschiff war dieses noch ziemlich breit und lehnte sich ziemlich eng an das französische Vorbild an. Bei den folgenden Neubauten wurde das Gerüst immer schmaler und leichter; bei den neuesten Fahrzeugen bildet es im Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck und ist vollständig mit Stoff bespannt. Während bei M₁ und M₂ das Kielgerüst noch als durchlaufender Träger ausgebildet war, ist es bei M₃ in drei gelenkig miteinander verbundene Teile zerlegt, die jedoch durch Verspannung in ihrer Lage zueinander gesichert werden können. Bei M₁ und M₂ liegen hinter dem Kiel in Kreuzform zueinander stehende Dämpfungs- und Kielflächen, dahinter das Seitensteuer. Bei M₃ trägt das Kielgerüst selbst am Hinterende eine vertikale Kielfläche, hinter der das Seitensteuer liegt.

Alle Luftschiffe dieses Typs haben horizontale Dämpfungsflächen am Hinterende des Tragkörpers. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht ferner zwischen M_1 und M_2 einerseits und M_3 und M_4 andererseits in der Anordnung der Propeller. Diese sind bei ersteren zu beiden Seiten des Kielgerüsts angeordnet, um ihren Angriffspunkt möglichst dicht an die Widerstandsmittellinie heranzulegen. Diese Anordnung hat jedoch den Nachteil, daß lange Übertragungsorgane erforderlich werden und diese infolge des Pendelns der an Drahtseilen aufgehängten Gondel leicht Zerrungen und Verschiebungen ausgesetzt sind. Infolgedessen sind bei M_3 und M_4 die Propeller wie bei Parseval an der Gondel selbst auf hohen Böcken gelagert. Die Höhensteuerung geschieht durch Schrägstellen des Tragkörpers, wobei die hierzu nötige Schwerpunktsverschiebung durch Umpumpen von Wasser zwischen zwei innerhalb des Kielgerüsts am Vorder- und Hinterende angeordneten Behältern bewirkt wird. Die älteren Luftschiffe haben außerdem noch besondere, am Vorderteil des Kielgerüsts angebrachte kastenförmige Höhensteuer. Der Ventilator zum Aufblasen der Ballonets ist ebenfalls im Kielgerüst eingebaut, wodurch sich eine sehr kurze Schlauchleitung ergibt.

Die Abmessungen der vier Luftschiffe M_1 bis M_4 ergeben sich aus folgender Tabelle:

	Länge	Größter Durchm.	Tragkörperinhalt	Motorstärke
M_1 (nach Umbau)	74 m	12 m	5200 cbm	$2 \times 75 = 150$ PS
M_2	74 -	12 -	5200 -	$2 \times 75 = 150$ -
M_3	83 -	12,4 -	6500 -	$4 \times 75 = 300$ -
M_4	94 -	13 -	7500 -	$4 \times 100 = 400$ -

M_3 hat eine Eigengeschwindigkeit von 16,5 m pro Sekunde erlangt und war damit zurzeit eins der schnellsten Luftschiffe der Welt. M_4 wird es voraussichtlich noch übertreffen. Trotzdem scheint der ganze Typ aus irgendwelchen nicht bekanntgewordenen Gründen nicht mehr in Neubauten fortgeführt zu werden.

England. In England wurden die ersten Militärluftschiffe *Nulli Secundus* und *Dirigible II* nach dem halbstarren System erbaut, und zwar hinsichtlich der Gondelkonstruktion

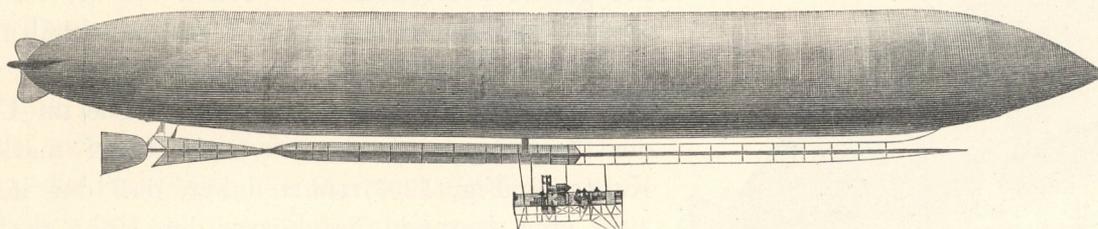


Fig. 1251. Luftschiff Morning Post.

und der Art des Antriebes in ziemlich enger Anlehnung an das System *Juillot-Lebaudy*. Beide Luftschiffe hatten jedoch wenig Erfolg, so daß die englische Militärverwaltung die halbstarre Bauart aufgegeben und sich dem unstarren Clément-Bayard-Typ zugewendet hat, außerdem aber auch Versuche mit dem starren System anstellt.

Außer dem kleinen in Privatbesitz befindlichen Sportluftschiff *Willows*, das durch seine von Unglücksfällen verfolgte, aber vom Eigner mit zäher Energie durchgeführte Fahrt von London nach Paris bekannt geworden ist, besaß England bis vor einiger Zeit noch ein großes, von den Lebaudy-Werken erbautes Kielgerüstluftschiff *Morning Post* (Fig. 1251). Der Tragkörper dieses bisher größten halbstarren Luftschiffes hatte eine Länge von 103 m, einen Durchmesser von 12 m; der Antrieb erfolgte durch zwei Motoren von je 110 PS. Die *Morning Post* fiel jedoch im Frühjahr 1911 einem Unfall zum Opfer.

Italien. Im Gegensatz zu England hat Italien mit der halbstarren Bauart seiner Militärluftschiffe durchaus gute Erfahrungen gemacht, und zwar bei beiden hier angewandten Systemen, dem von *Crocco-Riccardoni*, dem die *Luftschiffe I* und *I bis* angehören, sowie dem von *Forlanini-Fabro*, nach welchem der *Leonardo da Vinci* erbaut ist. Beim *I bis* (Fig. 1252) hat der in der modernen Fischform mit verhältnismäßig stumpfer Spitze und schlank verlaufendem Hinterteil

ausgeführte Tragkörper eine Länge von 62 m, einen größten Durchmesser von 10,5 m und einen Inhalt von 3450 cbm. Die Prallform wird durch ein Ballonet von 900 cbm Fassungsvermögen gesichert, das durch mit Öffnungen versehene Zwischenwände unterteilt ist. Auch der Gasraum ist ähnlich wie bei dem französischen Luftschiff *Liberté* durch sechs gasdichte Zwischenwände in sieben Kammern eingeteilt. Als Kielgerüst dient ein im Innern der Hülle am Boden angeordneter, aus einzelnen gelenkig miteinander verbundenen Teilen bestehender Gitterträger aus Stahlrohr. An diesem ist außen noch ein 25 m langer, senkrecht stehender und mit Stoff bespannter Kielträger befestigt. Eine kurze bootähnliche Gondel ist am Gelenkträger aufgehängt und trägt die auf zwei seitlich hervorragenden hohen Böcken gelagerten Propeller.

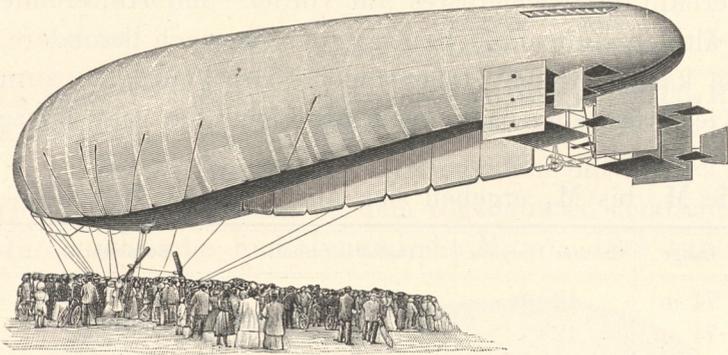


Fig. 1252. Italienisches Militärluftschiff I bis.

Eigenartig sind die Dämpfungs- und Steuerungsorgane, die zu einem kastenartigen, unter dem Heck des Tragkörpers liegenden Gebilde vereinigt sind. Dieses besteht auf jeder Seite aus zwei übereinander liegenden horizontalen Dämpfungsflächen und einer außen liegenden vertikalen Kielfläche. Hinter jeder festen Fläche befindet sich eine entsprechende kleinere biegsame Steuerfläche. Ein großes Seitensteuer liegt in der Mitte in der Verlängerung des Kiels. Der Motor von 120 PS verleiht dem Luftschiff eine Geschwindigkeit von 55 km in der Stunde. Die Tragfähigkeit beträgt 1100 kg Nutzlast. — Nach dem Typ des *I bis* befinden sich zwei weitere, größere Luftschiffe zurzeit im Bau.

Das Luftschiff *Leonardo da Vinci* (Fig. 1253) stellt einen ganz anderen Typ dar. Der Tragkörper hat eine Länge von nur 40 m bei einem größten Durchmesser von 14 m. Die Form entspricht jedoch insofern den neuesten Erfahrungen, als der größte Durchmesser erheblich vor der Mitte liegt, so daß trotz der gedrungenen Form ein verhältnismäßig schlanker Hinterkörper entsteht, der ebenso wie das Vorderteil in eine Spitze ausläuft. Die im Unterteil des Tragkörpers beiderseits sich scharf markierende Kante (s. Fig. 1253) rührt daher, daß der insgesamt 3265 cbm fassende Tragkörper der Höhe nach durch eine gasdichte Stoffbahn in zwei Räume eingeteilt ist, von denen nur der obere, 2950 cbm fassende als Gasraum dient, während der untere ein aus Stahlrohren

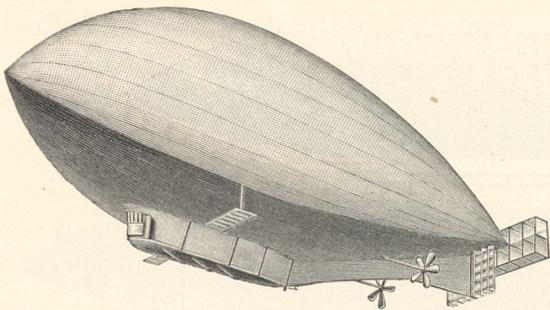


Fig. 1253. Italienisches Luftschiff Leonardo da Vinci.

hergestelltes breites Kielgerüst aufnimmt. Im Gasraum ist noch ein Ballonet von 350 cbm Fassungsvermögen vorgesehen. Auf der Unterseite ist das Gerüst nur mit einem einfachen, luftdurchlässigen Drellstoff bespannt. Die 12 m lange Gondel ist direkt an das Kielgerüst angebaut, völlig mit Segeltuch bespannt und in drei hintereinander liegende Räume (Führerstand, Maschinenstand und Passagierraum) unterteilt. Nach hinten läuft die Gondel in einen schmalen, stoffbespannten Kiel aus, der zu den unterhalb des Hecks des Tragkörpers angeordneten Steuerungsorganen führt. Bei diesen sind die Höhen- und Seitensteuer ähnlich wie beim *I bis* zu einem rahmenartigen Gebilde vereinigt, und zwar besteht dieses auf jeder Seite aus drei senkrechten und fünf wagerechten Flächen, von denen erstere, um senkrechte Achsen drehbar, zur Seitensteuerung, letztere, um wagerechte Achsen drehbar, zur Höhensteuerung dienen. Am hintersten Ende des Tragkörpers sind ferner noch fünf senkrechte Kielflächen und drei wagerechte Dämpfungsflächen, ebenfalls in Kastenform, angeordnet. Zwei fünfzügige Schrauben, deren Wellen im Kielgerüst gelagert sind und mittels Kettenübertragung von einem 40 PS leistenden Motor aus angetrieben werden, verleihen dem Luftschiff eine Eigengeschwindigkeit von 50 km in der Stunde.

Belgien. Das von Godard in Paris konstruierte Luftschiff *Belgique* gehört seinem Äußern nach eigentlich zum Clément-Bayard-Typ, von dem es sich nur dadurch unterscheidet, daß der Tragkörper mit einem Kielgerüst versehen ist. Das Luftschiff hatte ursprünglich eine Länge von 54 m, einen größten Durchmesser von 9,5 m und einen Gasraum von 2700 cbm; es wurde jedoch bald vergrößert, und zwar auf eine Länge von 64,5 m, einen größten Durchmesser von 10,75 m und einen Gasrauminhalt von 4000 cbm. Als Kielgerüst dient ein schmaler, etwa über zwei Drittel der Gesamtlänge sich erstreckender, stoffbespannter Holzträger. Die aus Stahlrohr hergestellte Gondel ist 25 m lang und trägt an ihrer Spitze den hölzernen Propeller von 5 m Durchmesser, der durch zwei hintereinander gekuppelte Motoren von je 60 PS unter Zwischenschaltung eines Vorgeleges mit 400 Touren pro Minute angetrieben wird. Bei der ersteren Ausführungsform war am Hinterende der Gondel noch eine zweite Schraube vorgesehen, die jedoch beim Umbau fortgelassen wurde. Das Seitensteuer ist hinter dem Kielgerüst angeordnet; das Höhensteuer, ein doppelflächiges Kastensteuer, am Vorderteil der Gondel an besonderen, weitausladenden Trägern. Bei der ersten Ausführungsform war das Höhensteuer höher, dicht unter dem Kielgerüst vorgesehen. Die Dämpfungsorgane bestehen aus einem um das Hinterende des Tragkörpers wagerecht herumgelegten gasgefüllten Wulst von kreisförmigem Querschnitt und aus einer oberen und einer unteren Kielfläche. Zur Erhaltung der Prallform dient ein Ballonet, das mit vorgewärmter Luft gespeist werden kann.

3. Luftschiffe ohne Ballonet (Starrschiffe).

Während bei den Ballonetluftschiffen die für die Lenkbarkeit nötige Erhaltung der Form des Tragkörpers durch das Aufblasen der Ballonets und Erzeugung eines inneren Überdruckes im Gasraum erzielt wird, ist bei den Starrschiffen die Tragkörperform vom Gasinhalt unabhängig. Der Tragkörper ist hier mittels eines Gerüsts als starrer, stoffüberzogener Hohlkörper ausgebildet, der in seinem Innern die einzelnen Gasbehälter aufnimmt. Den ersten Versuch mit einem starren Luftschiff machte 1897 der Deutsche David Schwarz, der ein aus einer Gitterträgerkonstruktion und einer Hülle aus Aluminiumblech bestehendes Luftschiff baute, das jedoch bereits bei seiner ersten Fahrt vernichtet wurde. Das Verdienst, die Bedeutung des starren Luftschiffes mit Sicherheit erkannt und diese Erkenntnis trotz aller Anfeindungen und allen Mißgeschickes in die Tat umgesetzt zu haben, gebührt dem Grafen Ferdinand von Zeppelin.

a) Zeppelin-Luftschiffe. Nach dem Zeppelinschen System wurden bisher zehn Luftschiffe erbaut, die Fahrzeuge L. Z. I bis L. Z. X (vgl. Fig. 1254—1256). Bei allen diesen Luftschiffen hat der Tragkörper die Form eines vielseitigen Prismas mit eiförmig zugespitzten Enden. Das aus Aluminiumgitterträgern hergestellte Gerüst besteht aus einer Anzahl in gleichem Abstand hintereinander angeordneter, gewissermaßen die Spanten bildender Ringe oder Vielecke, deren einzelne Ecken mittels durchlaufender Längsträger, die an den Enden zu einer stumpfen Spitze zusammenlaufen, miteinander verbunden sind. Die Ringe werden in sich durch Drahtseile, die von der Mitte ausgehen und zu jeder Ecke laufen, verspannt, ähnlich wie die Laufräder eines Fahrrades durch die Speichen. Auch untereinander sind die Längs- und Querträger verspannt, und zwar in der äußeren Ebene der Prismenflächen durch Drahtseile, in der inneren durch Schnüre. So entsteht ein netzartiger Hohlkörper, der durch die Radialversteifungen der Querringe in einzelne hintereinander liegende Räume unterteilt ist. Jede Abteilung dient zur Aufnahme eines ihrer Form angepaßten Gasballons. Der ganze Tragkörper ist außen mit einer Stoffhülle überzogen. Da sich die Gasbehälter in gefülltem Zustande gegen die innere

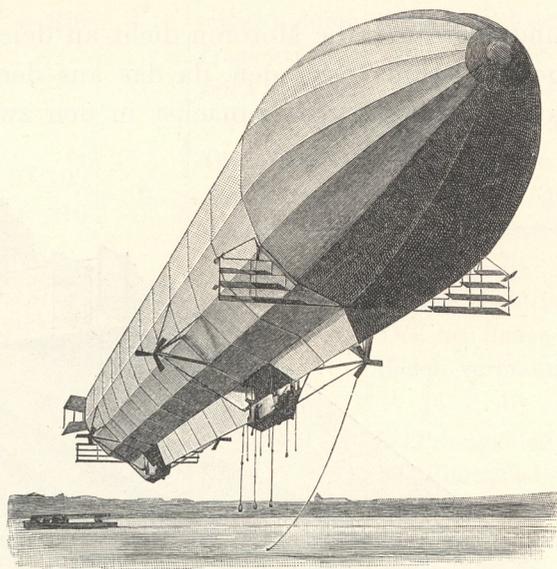


Fig. 1254. Zeppelins Luftschiff L. Z. III (Z. I; Ansicht von vorn).

Schnurverspannung der Prismenflächen legen, so verbleibt zwischen ihnen und der Außenhülle ein Luftraum; dieser bildet einen der Hauptvorteile der Luftschiffe des Zeppelinschen Typs, denn er entzieht die Gasbehälter dem Einfluß der Sonnenbestrahlung und vermeidet so eine Hauptursache der Gasverluste. Zur weiteren Versteifung des Tragkörpers dient ein an die untere horizontale Prismenfläche angebautes Kielgerüst von dreieckigem Querschnitt, das sich über die ganze Länge des prismatischen Tragkörperteils erstreckt und nur bei den älteren Luftschiffen

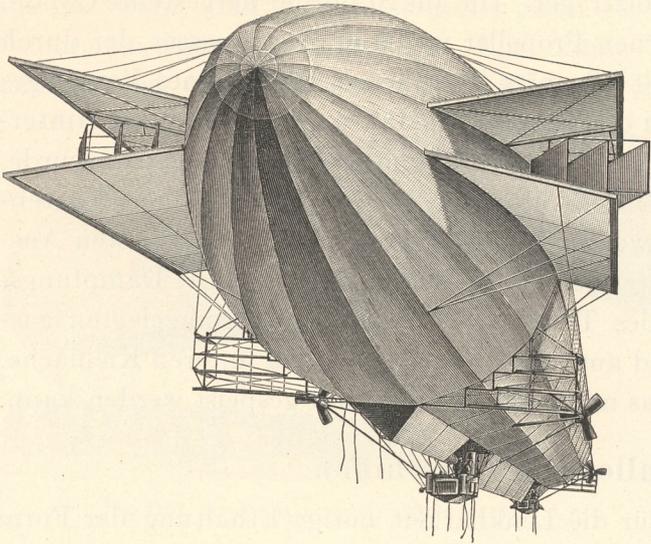


Fig. 1255. L. Z. III (Z. I; Ansicht von hinten).

an zwei Stellen Lücken zur Aufnahme der Gondeln aufweist. Bei den neuesten Ausführungen L. Z. VII bis L. Z. X sind jedoch die Maschinengondeln unterhalb des Kielgerüsts angeordnet, so daß letzteres in ganzer Länge durchläuft und nur bei den Passagierluftschiffen in der Mitte durch die Passagierkabine unterbrochen wird. Die mit dem Tragkörper starr verbundenen und unter dem Auftriebsmittelpunkt je einer Luftschiffhälfte angeordneten Gondeln sind als Pontons aus Stahlrohr und Aluminium hergestellt und haben genügend Tragfähigkeit, um das Luftschiff beim Niedergehen auf Wasserflächen zu stützen. Obwohl die Gondeln bei den älteren

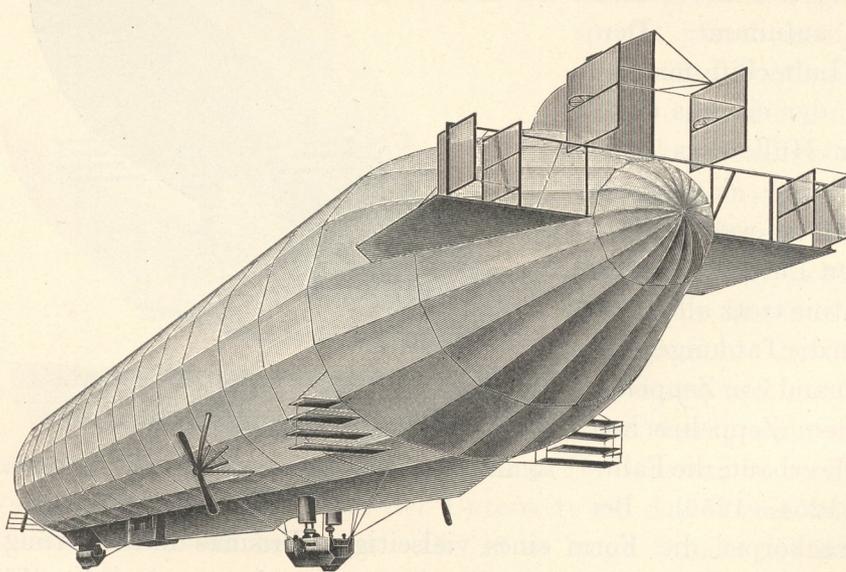


Fig. 1256. L. Z. VII (Passagierluftschiff Deutschland).

Typen dicht unter dem Tragkörper eingebaut und hierdurch die Motoren dicht an den Gasraum herangerückt sind, ist doch eine Explosionsgefahr kaum vorhanden, da das aus den Gaszellen infolge von Diffusion oder Undichtigkeiten austretende Traggas zunächst in den zwischen Außenhülle und Gasballonen vorhandenen Luftraum gelangt und hier so stark mit Luft vermischt wird, daß es nicht mehr entzündbar ist. Da der Luftzwischenraum ständig von frischer Luft durchströmt wird, ist auch Knallgasbildung nicht zu befürchten. Im übrigen ist auch die Gasdiffusion bei Starrschiffen geringer als bei Ballonluftschiffen, da das Gas nicht unter Überdruck steht. Das mit Stoff bespannte Kielgerüst dient als Laufsteg zur Verbindung der Gondeln. Die Schraubenpropeller sind bei den Zeppelin-Luftschiffen am Tragkörper selbst, an seitlich

herausragenden Böcken gelagert und werden durch Kegelradgestänge oder Stahlbänder von den in die Gondeln eingebauten Motoren aus angetrieben. Diese Anordnung bietet den Vorteil, daß die Propeller ziemlich genau in Höhe der Luftwiderstandsmittellinie angebracht und schädliche Kippmomente vermieden werden können. Dafür bringen die langen Übertragungsorgane aber wieder Betriebsunsicherheit und Reibungsverluste mit sich. Die Dämpfungs- und Steuerungsorgane sind bei den einzelnen Fahrzeugen verschieden. Die Höhensteuerung erfolgt bei den älteren Fahrzeugen durch mehrflächige, jalousieartig übereinander zu beiden Seiten vorn und hinten angeordnete Höhensteuer und kann im Bedarfsfalle durch Gewichtsverschiebung unterstützt werden. Bei L. Z. IX und L. Z. X hat man auf die seitlichen Höhensteuer gänzlich

an zwei Stellen Lücken zur Aufnahme der Gondeln aufweist. Bei den neuesten Ausführungen L. Z. VII bis L. Z. X sind jedoch die Maschinengondeln unterhalb des Kielgerüsts angeordnet, so daß letzteres in ganzer Länge durchläuft und nur bei den Passagierluftschiffen in der Mitte durch die Passagierkabine unterbrochen wird. Die mit dem Tragkörper starr verbundenen und unter dem Auftriebsmittelpunkt je einer Luftschiffhälfte angeordneten Gondeln sind als Pontons aus Stahlrohr und Aluminium hergestellt und haben genügend Tragfähigkeit, um das Luftschiff beim Niedergehen auf Wasserflächen zu stützen. Obwohl die Gondeln bei den älteren Typen dicht unter dem Tragkörper eingebaut

und hierdurch die Motoren dicht an den Gasraum herangerückt sind, ist doch eine Explosionsgefahr kaum vorhanden, da das aus den Gaszellen infolge von Diffusion oder Undichtigkeiten austretende Traggas zunächst in den zwischen Außenhülle und Gasballonen vorhandenen Luftraum gelangt und hier so stark mit Luft vermischt wird, daß es nicht mehr entzündbar ist. Da der Luftzwischenraum ständig von frischer Luft durchströmt wird, ist auch Knallgasbildung nicht zu befürchten. Im übrigen ist auch die Gasdiffusion bei Starrschiffen geringer als bei Ballonluftschiffen, da das Gas nicht unter Überdruck steht. Das mit Stoff bespannte Kielgerüst dient als Laufsteg zur Verbindung der Gondeln. Die Schraubenpropeller sind bei den Zeppelin-Luftschiffen am Tragkörper selbst, an seitlich

verzichtet und dieselben nur noch am Heck angeordnet. Die Seitensteuerung geschieht durch ein großes Hecksteuer oder durch mehrere kleinere Steuerflächen.

Zur Stabilisierung dienen radial verlaufende, am Heck angeordnete Dämpfungsflächen. Besondere Kielflächen sind bei einigen Fahrzeugen vorgesehen, bei anderen fehlen sie.

Über die Konstruktion und die Abmessungen der einzelnen Zeppelin-Schiffe (zu denen inzwischen noch das Passagierluftschiff „Viktoria Luise“ und ein weiteres Kriegsluftschiff gekommen sind) gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß.

	Baujahr	Länge m	Größt. Durch- messer m	Inhalt cbm	Quer- schnitt	Zahl d. Gas- be- hälter	Mo- to- ren- zahl	PS	Pro- peller	Sonstiges	Verwendung bzw. Schicksal
L. Z. I	1900	128	11,66	11300	24-Eck	17	2	2×15 = 30			Zwecks Umbau demontiert
L. Z. II	1905	128	11,66	11300	16-Eck	17	2	2×85 = 170			Am 17./18. 1. 06 bei Kißlegg vom Sturme zerstört
L. Z. III (Z. I)	1906, um- gebaut 1908	128, nach Umbau 136	11,66	11300, nach Umbau 12000	16-Eck	17	2	2×85 = 170	4		Deutsches Militär- luftschiff Z. I
L. Z. IV	1908	136	13	15000	16-Eck	17	2	2×105 = 210	4	Wohnkabine im Kielgerüst; von dort Steig- schacht durch Tragkörper zur ob. Plattform	Bei Echterdingen vom Sturme los- gerissen und zer- stört 5. 8. 08
L. Z. V (Z. II)	1909	136	13	15000	16-Eck	17	2	2×105 = 210	4	Ohne Wohn- kabine und Steigschacht	Bei Weilburg vom Sturme gegen einen Hügel ge- worfen u. zerstört 25. 4. 10
L. Z. VI (Z. III)	1909	144	13	16500	16-Eck	18	3	1×140 2×110 = 360	2 zwei- flügel., 2 vier- flügel.		In der Halle in Oos bei Baden- Baden verbrannt 14. 9. 10
L. Z. VII (Deutsch- land)	1909	148	14	19000	16-Eck	18	3	3×140 = 420	2 zwei- flügel., 2 vier- flügel.	Mittlere Passa- gierkabine im Kielgerüst	Bei Passagierfahrt mit Journalisten v. Sturme auf die Bäume des Teuto- burger Waldes herabgedrückt u. zerstört
L. Z. VIII (Ersatz Deutsch- land)	1910	148	14	19000	16-Eck	18	3	3×140 = 420	2 zwei- flügel., 2 vier- flügel.	Mittlere Passa- gierkabine im Kielgerüst	In Düsseldorf von einer Bö gegen die Halle geschleudert und zerbrochen 16. 5. 11
L. Z. IX	1911	132	14	—	16-Eck	16	3	3×150 = 450	2 zwei- flügel., 2 vier- flügel.	Keine Passa- gierkabine	Kriegsluftschiff
L. Z. X (Schwaben)	1911	140	14	—	16-Eck	17	3	3×150 = 450	2 zwei- flügel., 2 vier- flügel.	Mit Passagier- kabine	In Düsseldorf durch Explosion zerstört 28. 6. 12

b) Sonstige Starrschiffe. *Schütte-Lanz*. Nach langer Bauzeit ist in Deutschland noch ein weiteres Gerüstluftschiff fertig geworden, das Luftschiff *Schütte-Lanz*, das in Rheinau bei Mannheim erbaut wurde. Dieses Luftschiff ist bemerkenswert, weil das Gerüst des Tragkörpers, der bei torpedoförmiger Gestalt eine Länge von 128 m und einen größten Durchmesser von 18,4 m hat, aus Holz hergestellt ist, und zwar nach dem System Huber. Das Gerippe besteht aus hochkant gestellten I-Trägern, die aus mehreren Lagen Furnierholz verleimt und in Wellenform gepreßt sind. Diese Träger laufen in der Längsrichtung des Tragkörpers und sind an den sich berührenden Wellenbergen miteinander verbunden. Durch Querträger und Verspannungen werden die einzelnen Längsträger in ihrer Lage zueinander gesichert. Der Tragkörper hat daher das Aussehen eines Netzes mit rautenartigen Maschen. Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse ist das Holzgerüst mit einem wetterfesten Lack überzogen. Zur Aufnahme des Traggases dient eine Anzahl von Gaszellen, die durch eine Schlauchleitung mit Ventilen derart miteinander verbunden sind, daß ein beliebiges Umpumpen des Traggases aus einem Behälter in den anderen erfolgen kann. Der Gasinhalt des wie bei den Zeppelin-Luftschiffen mit einer Außenhülle überzogenen Tragkörpers beträgt 19500 cbm. Zwei hintereinander angeordnete Betriebsgondeln sind am Tragkörper nachgiebig an Seilen aufgehängt und tragen je einen 250 PS leistenden achtzylinderigen Daimlermotor mit direkt angetriebenem Propeller. Die ersten Fahrten des *Schütte-Lanz* sind befriedigend ausgefallen.

In Frankreich ist ein starres Luftschiff im Bau, und zwar nach dem Entwurf des Elsässers Spieß. Es ähnelt in seiner Konstruktion außerordentlich den Zeppelin-Luftschiffen, ist jedoch erheblich kleiner, da es nur eine Länge von 88 m, einen Durchmesser von 12 m und ein Fassungsvermögen von 8200 cbm Traggas besitzt. Es ist zweifelhaft, ob das Luftschiff bei diesen geringen Abmessungen noch genügend Nutzlast wird tragen können.

Ein Urteil über die Eigenschaften der Starrschiffe kann bisher nur auf Grund der Erfahrungen der Zeppelin-Luftschiffe gefällt werden. Die Hauptvorteile liegen, wie erwähnt, in der sicheren Erhaltung der Tragkörperform, den geringen Gasverlusten, der exakt wirkenden Höhensteuerung und der durch die Größe des Tragkörpers bedingten starken dynamischen Wirkung. Diesen Vorteilen stehen erhebliche Nachteile gegenüber, so das große Gewicht des Gerüsts, dann das Mehrgewicht der Hülle infolge Verwendung einer größeren Zahl kleinerer Gasbehälter und der Notwendigkeit einer Außenhülle. Diese große Mehrbelastung geschieht natürlich auf Kosten der Nutzlast. Aus den Gewichtsverhältnissen ergibt sich ferner, daß Starrschiffe nur in großen Abmessungen gebaut werden können. Hieraus resultiert wieder gegenüber dem unstarren und halbstarren Typ für gleiche Geschwindigkeit und Nutzlast die Notwendigkeit stärkerer Maschinen und größerer Brennstoffmengen bei gleichem Aktionsradius. Auch beträgt der Preis eines Starrschiffes ein Vielfaches vom Preis eines unstarren oder halbstarren Schiffes gleicher Tragfähigkeit. Schließlich sind die Starrschiffe bei Sturm schwierig zu verankern. Während es bei Ballonetluftschiffen im Notfalle möglich ist, durch Ziehen der Reißbahn und Entleerung des Ballons die Angriffsfläche des Windes erheblich zu verringern, steht dem Starrschiff dieses Mittel nicht zu Gebote. Es bedarf daher einer außerordentlich festen Verankerung und sehr starker Konstruktion des Gerüsts, um außerhalb der schützenden Halle einen Sturm vor Anker sicher zu überstehen. Das Schicksal der Luftschiffe L. Z. IV und L. Z. VI beweist die Bedeutung dieses Nachteiles. Man kann nicht verkennen, daß das von Zeppelin mit hoher Genialität geschaffene starre Luftschiff noch weiterer Vervollkommnung bedarf, um auf die Dauer erfolgreich mit den Ballonetluftschiffen in Wettbewerb treten zu können. Ein großer Schritt vorwärts scheint durch die neuesten Luftschiffe L. Z. IX, L. Z. X und *Viktoria Luise* bereits vollbracht zu sein, da sie mit ihrer Eigengeschwindigkeit von 18—20 m/sec die unstarren und halbstarren Luftschiffe zurzeit erheblich übertreffen und, wie die über 200 glücklich ausgeführten Fahrten des Passagierluftschiffes *Schwaben* bewiesen hatten, auch an Betriebssicherheit immerhin schon erheblich zugenommen haben.