

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

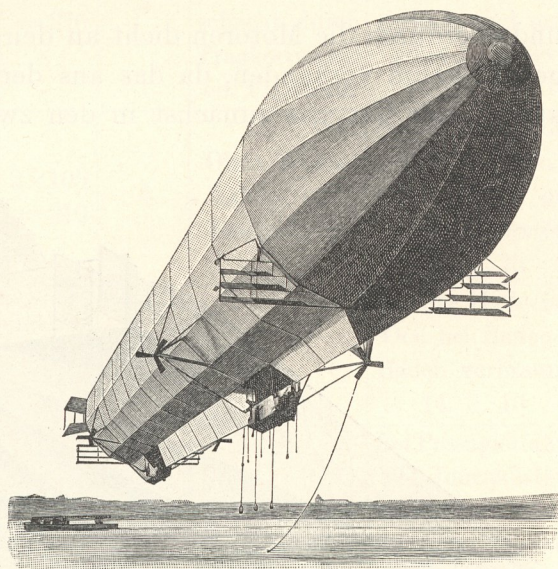


Fig. 1254. Zeppelins Luftschiff L. Z. III (Z. I; Ansicht von vorn).

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

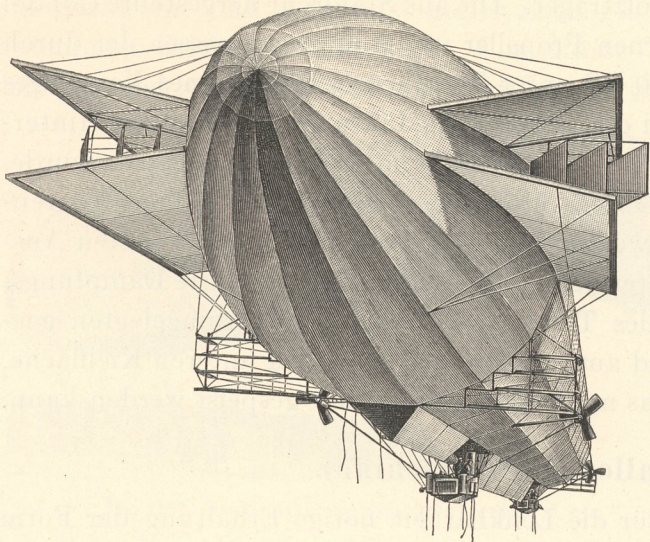


Fig. 1255. L. Z. III (Z. I; Ansicht von hinten).

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

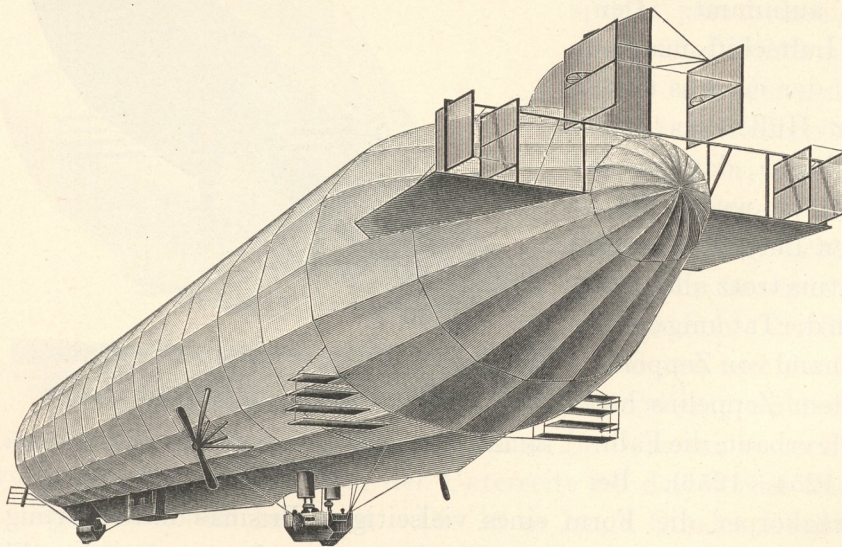


Fig. 1256. L. Z. VII (Passagierluftschiff Deutschland).

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

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.