

Sebastian Wentzler

Die Schütte-Lanz-Innovation

Technische Neuerungen des Luftschiffbaus
Schütte-Lanz in den Jahren 1909-14
im Vergleich zum Luftschiffbau Zeppelin



Bibliotheks- und Informationssystem der Universität Oldenburg
2000

Verlag/Druck/
Vertrieb:

Bibliotheks- und Informationssystem
der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
(BIS) - Verlag -
Postfach 25 41, 26015 Oldenburg
Tel.: 0441/798 2261, Telefax: 0441/798 4040
e-mail: verlag@bis.uni-oldenburg.de

ISBN 3-8142-0718-1

Inhalt

Vorbemerkung	5
1 Einleitung	7
2 Aerostate	13
2.1 Geschichte der Aerostate und die Entwicklung zum Luftschiff	13
2.2 Die drei Luftschiffsysteme	25
3 Die Protagonisten des Luftschiffbaus starren Typs	27
3.1 Die Zeppeliner	28
3.1.1 Ferdinand Graf von Zeppelin. Der Inventor	28
3.1.2 Hugo Eckener. Das Sprachrohr	30
3.1.3 Ludwig Dürr. Der Konstrukteur	31
3.2 Die Gründer des Luftschiffbaus Schütte-Lanz	32
3.2.1 Johann Schütte. Professor und Ingenieur	32
3.2.2 Karl Lanz. Mäzen der Technik	36
4 Bedingungen für den Luftschiffbau in Deutschland	39
4.1 Die deutsche Wirtschaft vor dem 1. Weltkrieg	39
4.2 Signifikanzen im Luftschiffbau	41
4.3 Die Aerodynamik erwächst aus der Hydrodynamik	44
5 Die zeppelinische Vorleistung	53
5.1 Das erste Patent und die ersten Starrluftschiffe	53
5.2 Echterdingen und die Folgen	56

6	Der Luftschiffbau Schütte-Lanz	59
6.1	Der Vorvertrag	59
6.2	Schüttes Studenten werden wichtige Mitarbeiter im Luftschiffbau	62
6.3	Aufbau und Struktur des Luftschiffbaus Schütte-Lanz	63
7	Technische Neuerungen des Luftschiffbaus Schütte-Lanz	67
7.1	Die Luftschiffe	69
7.1.1	SL 1. Das Versuchsschiff	69
7.1.2	SL 2. Das Standardschiff	70
7.2	Die technischen Innovationen von 1909-1914	72
7.2.1	Stromlinienförmige Schiffskörper und Gerippekonstruktion	72
7.2.2	Innenliegender Laufgang, als Kiel ausgeprägt	81
7.2.3	Gasanlage	86
7.2.4	Seitliche Motorgondeln und direkter Propellerantrieb	89
7.2.5	Einfache Leitwerke und Steuerruder	91
7.2.6	Drahtverspannung und Verteilung der Lasten	92
8	Die Schütte-Lanz-Innovationen im Kontext	97
8.1	Der 1. Weltkrieg, Kriegswichtigkeit und die Folgen	97
8.1.1	Patentrecht, Patente und Patentstreitigkeiten	98
8.1.2	Der Vertrag mit dem Kriegsministerium	102
8.2	Das Ende des Luftschiffbaus Schütte-Lanz	105
9	Resümee	107
10	Bildnachweis	109
11	Literaturverzeichnis	111

Vorwort

Der im Oldenburger Stadtteil Osternburg geborene Johann Schütte (1873-1940) lehrte an der Technischen Universität Danzig theoretischen Schiffbau. Den Ruf an die Universität erhielt der junge Schiffbauingenieur aufgrund seiner hervorragenden Ergebnisse bei der Erforschung strömungsgünstiger Schiffsrümpfe beim Norddeutschen Lloyd.

Ausgangspunkt für die zweite Berufskarriere des Prof. Dr. Schütte als Luftschiffkonstrukteur war das Unglück von Echterdingen. Im August 1908 wurde das Zeppelin-Luftschiff LZ IV durch eine Gewitterböe bei Echterdingen zerstört. Das ganze Deutsche Reich berührte dieses Unglück. Auch Schütte wertete Berichte und Fotos aus, um die Unfallursache zu ergründen. Bereits neun Tage nach der Zerstörung machte er in einem Brief Verbesserungsvorschläge für den Luftschiffbau. Der Brief gelangte zum Luftschiffbau Zeppelin. Dieser ließ freundlich, aber ablehnend antworten.

Im Jahr 1908 begegneten sich Johann Schütte und der Mannheimer Landmaschinenfabrikant Dr. Karl Lanz. Lanz, ein innovativer Unternehmer und Förderer der noch jungen Fliegerei, war von Schüttes Luftschiffplänen überzeugt. Bereits im darauf folgenden Jahr gründeten beide den „Luftschiffbau-Schütte-Lanz“ in Mannheim-Rheinau. Das Unternehmen konstruierte und fertigte bis 1917 Starrluftschiffe für das Militär. Der Luftschiffbau-Schütte-Lanz entwickelte sich rasch zu einem starken Konkurrenten des Grafen Zeppelin.

Bis 1917 lieferte der Luftschiffbau-Schütte-Lanz 22 Luftschiffe an das Heer und die Marine. Sie wurden als Ausbildungs-, Angriffs- und Aufklärungsluftschiffe eingesetzt. Damals wie heute unterlagen Rüstungsgüter der Geheimhaltung. Der wohl wichtigste Grund dafür, dass die hervorragenden Ingenieurleistungen des Prof. Schütte nur in Fachkreisen bekannt waren und sind.

Das Institut für Technische Bildung der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg hat von Oktober 1998 bis Juni 2000 an der Vorbereitung der Schütte-Lanz-Ausstellung *Der Traum vom Fliegen. Johann Schütte – Ein Pionier der Luftschiffahrt* im Stadtmuseum Oldenburg mitgearbeitet. Im

Zentrum der Institutsarbeit stand der Bau des zweiten Schütte-Lanz-Luftschiffs SL2 im Maßstab 1:10.

Im Rahmen dieses viersemestrigen Projekts entstand die vorliegende Examensarbeit *Technische Neuerungen des Luftschiffbaus Schütte-Lanz zwischen 1909 und 1914 im Vergleich zum Luftschiffbau Zeppelin*. Sebastian Wentzler hat damit einen Teil der wissenschaftlichen Aufarbeitung des Schütteschen Nachlasses übernommen. Die Examensarbeit ordnet technische Innovationen und Erfindungen auch unter juristischen Aspekten des Luftschiffbau-Schütte-Lanz zum Luftschiffbau Zeppelin ein. Das Thema war schwierig aufzuarbeiten, weil das Militär als Auftraggeber für beide Unternehmen Neuerungen an die jeweilige Konkurrenz weiter gab.

Karl-Heinz Hoffmann
Gert Reich

1 Einleitung

Ein Wort der Warnung ist angebracht: In dieser Arbeit ist das Starrluftschiff Gegenstand der Untersuchung. Die allermeisten der gebauten Starrluftschiffe fanden ausschließlich als Kriegswerkzeug Verwendung. Vor dem Krieg führen zwar einige Zeppelinluftschiffe für die DELAG im Passagierdienst und nach dem Krieg gab es die legendären Schiffe „Graf Zeppelin“ und „Hindenburg“ im Transatlantikverkehr, doch die Masse der Luftschiffe diente im 1. Weltkrieg für Aufklärungsflüge und Bombenangriffe.¹ Die Bomben trafen in der Regel die Zivilbevölkerung. Sowohl der GRAF VON ZEPPELIN als Monarchist und Militär, als auch der Luftschiffbau Schütte-Lanz, der seinen wichtigsten Vertrag mit dem Militär abschloss, hatten die Verwendung der Luftschiffe als Kriegswerkzeug im Auge. Das entsprach dem damaligen Zeitgeist, der geprägt war von preußischem Militarismus und der vermeintlichen Konkurrenz zum damaligen „Erbfeind“ Frankreich, welches sehr erfolgreich in der Luftfahrt voranschritt.²

Auch wenn der Krieg in mancherlei Hinsicht die Verfeinerung der Luftschifftechnik mit sich brachte, so ist die Verwendung des Luftschiffes als Kriegswerkzeug von großer Absurdität – in militärischer, wirtschaftlicher und technischer Hinsicht. Denn schon vor dem 1. Weltkrieg war abzusehen, dass sich der Flugzeugbau als erfolgversprechenderer Zweig der Luftfahrt etablieren würde.³

Die Geschichte des Starrluftschiffbaus verläuft denn auch, die Menschen immer bewegend, zwischen Hosianna und Katastrophe. Und die Luftschiffe waren stets, da ob ihrer Größe einfach nicht zu übersehen, zu jeder Zeit Objekt aller Arten von Propaganda. Als Folge der immerwährenden Emotionalität des Luftschiffthemas sind viele Veröffentlichungen tendenziös. Im schlimmsten Fall sind Verherrlichungen über die Luftschiffe und ihre Schöp-

1 Die zivile Luftschiffahrt der DELAG setzte vor und nach dem 1. Weltkrieg nur ca. 15 Zeppelin-Luftschiffe ein. Insgesamt wurden in Deutschland von Zeppelin und Schütte-Lanz jedoch ca. 150 Starrluftschiffe gebaut. Folglich waren runde 90% ausschließlich für der militärischen Einsatz gedacht.

2 TRISCHLER (1992), S. 38

3 TRISCHLER (1992), S. 46 ff.

fer zu lesen.⁴ Doch weder SCHÜTTE oder LANZ auf der einen Seite, noch ZEPPELIN oder ECKENER auf der anderen verdienen Verherrlichung. Ein kritische Würdigung ist in meinen Augen angebrachter, da sich die oben genannten sich nie als Pazifisten darstellten. Sie sind eher Pragmatiker mit geringem moralischem Skrupel. Luftschiffe sind bei ihnen im kritischsten Fall ein technisches Problem, das bewältigt werden muss.

Bis in die Mitte der siebziger Jahre hinein galt die Aufmerksamkeit der Aerostatinteressierten mehrheitlich dem bekannteren Zeppelin. So sehr, dass in Deutschland von einem Zeppelin gesprochen wird, wenn ein Luftschiff gemeint ist. Dabei beschränkt sich der Volksmund nicht nur auf die Luftschiffe, deren Typ Zeppeline und auch Schütte-Lanz-Luftschiffe sind, nämlich Starrluftschiffe, sondern auch auf die heutzutage weitverbreiteten Prallluftschiffe, auch Blimps genannt. Den kulturhistorischen und soziologischen Hintergrund dieser Tatsache hat besonders KARL CLAUSBERG (1979) herausgearbeitet.

Gegenstand dieser vorliegenden Arbeit ist aber nicht vorrangig die Geschichte und Technik der Zeppeline oder das zweifellos außergewöhnliche Leben des GRAFEN VON ZEPPELIN, sondern der Luftschiffbau Schütte-Lanz und seine Bedeutung in Hinsicht auf die technische Reifung der Luftschiffe in den Jahren von 1909-1914, der Zeit also, als die Luftschiffahrt das zunehmende Interesse der Öffentlichkeit und des Staates, speziell des Militärs, erlangte. Vor diesem Hintergrund ist die Konstituierung der Aerodynamik als Technikwissenschaft in eben dieser Zeit interessant.

In den Jahren nach der Katastrophe von Echterdingen 1908 und des Aufbaus der Luftschiffwerften JOHANN SCHÜTTES und KARL LANZ', erlebte die deutsche Starrluftschiffahrt die einschneidensten technischen Fortschritte in Friedenszeiten. Im Laufe des Krieges wurde die technische Entwicklung ausschließlich für Kriegszwecke vorangetrieben, die SCHÜTTE selbst später als Irrwitz und dem Konzept Starrluftschiff nicht entsprechend bezeichnete.⁵

4 Bei ZEPPELIN kann man in früher Literatur einen geradezu exzessiven Kult um seine Person attestieren (so bei VÖMEL oder HOOGH) und beim JOHANN SCHÜTTE eine Art Verbrüderung mit diesem. In eingehenderen biographischen Arbeiten über SCHÜTTE kann man die Autoren JAHN und HAALAND (1997) dabei erwischen, wie sie im Laufe eines Textes den friesischen Kosenamen Jan statt Johann verwenden. Besonders JAHN fällt durch ausgeprägte Konzentration auf die Person SCHÜTTES auf. HAALAND (1987) sammelte in ihrer früheren Arbeit auch kritische Stimmen zur Person SCHÜTTE.

5 NS 137/J-Sch 004. Artikel SCHÜTTES in „Schiffbau und Schifffahrt“, 30. Jhrg./14, 1929. Diese Aussage ist natürlich eine technische und keine pazifistische. Eine zivile Nutzung

Die nach dem Krieg vom Luftschiffbau Zeppelin gebauten Passagierluftschiffe bargen keine wesentlichen technischen Neuerungen mehr.

So fällt unser Augenmerk auf die benannten fünf Jahre vor dem 1. Weltkrieg und dort auf die technischen Neuerungen des Luftschiffbaus Schütte-Lanz, die das Grundkonzept ZEPPELINS abrundeten, aufwerteten, vielleicht sogar vervollkommneten. Dieses Thema wurde in der Literatur bis heute nur geringfügig bearbeitet – und eine direkte Gegenüberstellung der zeitgleich gebauten Luftschiffe jeweils von Zeppelin und Schütte-Lanz wurde von einem neutralen Standpunkt aus nicht vorgenommen.

Technische Literatur zum Thema Starrluftschiffe liegt meist nur aus der Zeit selbst und von den direkt betroffenen Personen vor, also von Seiten der Zeppelinwerke von ECKENER, DÜRR oder COLSMAN und von Seiten Schütte-Lanz von den Mitarbeitern GENTZCKE, RÜHL, ENGBERDING und SCHÜTTE selbst.

In den Siebzigern wurde mit der Aufarbeitung des Nachlasses von JOHANN SCHÜTTE begonnen. Der damalige Registrator JOHANN FRIEDRICH JAHN entwickelte über die Bearbeitung des Materials eine Art gerechten Zorn über die Mißachtung der technischen Leistungen des Luftschiffbaus Schütte-Lanz durch die fachkundige Öffentlichkeit, obschon die damalige Brockhaus Enzyklopädie und die angelsächsische Literatur das SL 2 als Standardschiff mit den wesentlichen neuen Merkmalen anerkannten.⁶ JAHN hob, wohl aus einer lokal-patriotischen Stimmung als Oldenburger, besonders die wissenschaftliche und technische Leistung JOHANN SCHÜTTES heraus. Ohne Zweifel hat dieser entscheidendes geleistet, und einige wichtige Patente sind auf seinen Namen angemeldet, jedoch blieb er stets Hochschulprofessor und wurde kein Vollblutunternehmer in Sachen Luftschiffbau. Viele der leitenden Mitarbeiter des Luftschiffbaus Schütte-Lanz waren ehemalige Studenten SCHÜTTES⁷ und ihre Arbeit soll hier nicht geschmälert werden. Ich werde also in dieser Arbeit, solange es um den technischen Teil geht und es nicht

wäre mit Sicherheit den Vorzügen eines Starrluftschiffes mehr entgegengekommen. Unter dem Aspekt des Schwerlasttransportes gibt es heute im Form des Cargolifters ein neues Projekt.

6 Die BROCKHAUS ENZYKLOPÄDIE (1970) Artikel „Luftschiff“ nennt als Merkmale des modernen Starrluftschiffs verwirklicht im SL 2 die Stromlinienform, innenliegenden Laufgang, seitlich am Schiffskörper angebrachte Motorgondeln, Direktantrieb der Propeller, kreuzförmige Leitwerke und die Gasschächte. ROBINSON spricht schon 1962 dem Luftschiffbau Schütte-Lanz die technischen Neuerungen zu, ebenso HARTCUP (1974).

7 Siehe auch Kap. 6.2

besonders hervorzuheben ist, vom Luftschiffbau Schütte-Lanz als Urheber technischer Neuerungen sprechen und nicht von JOHANN SCHÜTTE. Auf ihn werde ich kurz, aber gesondert eingehen.

In den Achtzigern bearbeitete dann DOROTHEA HAALAND (1987) den Nachlass JOHANN SCHÜTTES für eine wirtschaftshistorische Untersuchung. In dieser und in folgenden Veröffentlichungen⁸ bearbeitete sie die Geschichte der Firma Schütte-Lanz, wobei sie die wirtschaftliche und technische Einzelheiten auch über 1914 hinaus sehr gut aufarbeitet. Für den an Schütte-Lanz interessierten Leser sind ihre Werke unverzichtbar und hiermit freundlichst ans Herz gelegt.

Diese Arbeit kulminiert in der Betrachtung der Luftschifftechnik und den technischen Neuerungen zwischen 1909 und 1914. Die Technikgeschichte dieser Jahre ist mein Kernanliegen besonders, da sie in den darauffolgenden Jahren sehr wirkmächtig blieb. Das betrifft den Luftschiffbau selbst und was noch viel schlimmer ist, die Opfer der Kriegsluftschiffahrt.

Technische Vergleiche im Starrluftschiffbau jener Zeit sind dabei nur mit Zeppelin möglich, da Schütte-Lanz-Luftschiffe die einzige Konkurrenz zu eben diesen darstellten. Gesagt sein muss jedoch, dass zu diesem Vergleich lediglich die Archive SCHÜTTES zur Verfügung standen. Technische Zeichnungen und Beschreibungen von Zeppelin liegen hauptsächlich im Zeppelinmuseum Friedrichshafen vor. Diese konnten aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht genutzt werden. Da diese Arbeit zudem keine ingenieurwissenschaftliche ist, werden hier beispielsweise nicht die statischen Werte kontrolliert und erneut nach modernen Maßstäben durchgerechnet, sondern nur die damals neuartigen Prinzipien dargestellt und erläutert. Insofern fällt der Mangel an Zeppelinarchivmaterial nicht so gravierend aus, vor allem weil die Zeppeline von jeher in der Literatur ausführlicher bedacht worden sind.

Festzustellen bleibt also, dass mit der Bearbeitung des Nachlasses von JOHANN SCHÜTTE, der Luftschiffbau Schütte-Lanz wieder Eingang in das akademische Bewusstsein gefunden hat. Die Arbeit der letzten 25 Jahren schlägt sich in der wissenschaftlichen Literatur⁹ nieder und hebt so den Luftschiffbau Schütte-Lanz aus der Versenkung. Langfristig wird so die Leistung

8 HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 196 ff.

9 HAALAND (1987, 1997), GÜTSCHOW (1985), H. C. MEYER (1991) u.a.

JOHANN SCHÜTTES und seiner Mitarbeiter aus dem Schatten ZEPPELINS treten, in seinem Wert erkannt und gewürdigt werden.

Notabene ist ein Vergleich der beiden Starrluftschiffhersteller und ihrer Produkte formal erschwert. Die Produkte waren nie fertig, d.h. ein fertiggestelltes Luftschiff änderte sich in seiner Bauausführung umso häufiger, je länger es im Betrieb stand. Ständige Modifikationen waren an der Tagesordnung und für einen Vergleich ist es besonders wichtig, die jeweilige Modifikation zu terminieren. Ein weiteres Problem ist die Bezeichnung des einzelnen Schiffes. Die Schiffe bekamen von beiden Werften eine Typ-Bezeichnung in alphabetischer Reihenfolge. Diese alphabetische Reihenfolge ist aber nicht zwangsläufig eine chronologische. Dasselbe gilt auch für die Werftnummern. Dann änderten sich die Nummern je nachdem, ob Heer oder Marine die Schiffe kauften. Das Heer vergab eine Nummer mit römischen Zahlen, die Marine mit arabischen.

Der Einfachheit halber werden die Schiffe von Schütte-Lanz abgekürzt mit SL; die Zeppelin-Luftschiffe mit LZ. Dann folgt die Werftnummer in arabischer Schreibweise. Die Umbenennungen des Militärs werden nicht genannt. Also schreibe ich SL 2 und nicht SL II; ich schreibe LZ 18 und nicht L 2 bzw. LZ 12 und nicht Z III. Nur so ist eine halbwegs chronologische Linie zu erhalten.

Aufgrund des Rahmens in dem diese Arbeit entstanden ist, nämlich als Examensarbeit mit zweimonatiger Bearbeitungszeit, mag der Inhalt gedrängt wirken. Ich habe der weiteren Fächerung gegenüber der thematischen Spezialisierung den Vorzug gegeben, da ich ein Gemälde der Schütte-Lanz-Luftschifftechnik im damaligen Leben schaffen wollte. Daher bietet sie eine einzigartige Möglichkeit sich in die Entwicklung der Starrluftschiffahrt einzulesen. Sie berücksichtigt dabei geschichtliche Aspekte aus Technik und Wirtschaft, genauso wie das Wirken von Persönlichkeiten, Recht und Wissenschaft auf den Luftschiffbau. Dann möchte ich noch kurz erwähnen, dass ich direkte Zitate, anders als allgemein üblich, durch kursiven Satz kenntlich gemacht habe. Außerdem möchte ich mich bedanken: bei den Mitarbeitern des Stadtarchives, die mit Geduld alle notwendigen Unterlagen aus dem Nachlass herausuchten; meinem Betreuer der Examensarbeit Karl-Heinz Hoffmann für wertvolle Anregungen und für die sehr freundliche Unterstützung durch die Mitarbeiter des BIS-Verlages.

2 Aerostate

2.1 Geschichte der Aerostate und die Entwicklung zum Luftschiff

Gott wird niemals zugeben, daß eine solche Maschine wirklich zustande kommt, um die vielen Folgen zu verhindern, welche die bürgerliche und politische Ordnung der Menschheit stören würde. Denn wer sieht nicht, daß keine Stadt vor Überfällen sicher wäre, da ja das Schiff zu jeder Stunde über dem Platz derselben erscheinen und die Mannschaft sich herablassen und aussteigen könnte. Dasselbe geschähe in den Höfen bei Privathäusern und bei den Schiffen, welche das Meer durcheilen. Ja, wenn das Schiff nur aus hoher Luft bis zu dem Segelwerk der Meeresschiffe herunterkäme, könnte es die Tauen kappen, und auch ohne herunterzukommen, könnte es mit herabgeworfenen Eisenstücken die Fahrzeuge zum Kentern bringen, die Mannschaft töten und die Schiffe mit künstlichem Feuer, mit Kugeln und Bomben in Brand stecken; und nicht nur Schiffe, sondern auch Häuser, Schlösser und Städte mit völliger Gefahrlosigkeit für diejenigen, welche aus ungemessener Höhe solche Sachen abwürfen.

FRANCESCO DE LANA-TERZI¹

Der portugiesische Jesuitenpater LANA-TERZI äußerte diese Sorgen im Jahre 1670, was angesichts der Entwicklung der Historie und der hauptsächlichlichen Verwendung der Starrluftschiffen und anderen Aerostaten für den militärischen Einsatz gradezu prophetisch war. Bemerkenswert ist aber nicht, daß Gott eben doch die Luftschifferei zugelassen hat, sondern dass der Geistliche in seinem Werk „Prodromo dell’arte maestra“ theoretische Überlegungen zum Thema Fliegen nach dem Prinzip „Leichter als Luft“ machte. Er ersann dabei den Entwurf eines Vakuum-Luftschiffs. Bis zu diesem unverwirklichten Vorschlag war die bemannte Luftfahrt allerdings schon einen weiten Weg gegangen. Sie konzentrierte sich aber, anders als LANA-TERZIS Entwurf, auf das Flugprinzip „Schwerer als Luft“.

1 zitiert nach STRAUB (1984), S. 14

Das althergebrachte Flugprinzip „Schwerer als Luft“ beruhte auf der Beobachtung der Natur. Das soll heißen, dass der Mensch von der Antike an versuchte, den Vogel zu imitieren. Er baute Flügel und scheiterte bei dem Versuch, sich mit diesen schlagenderweise in die Lüfte zu erheben. Erst LEONARDO DA VINCI wies nach, dass die Muskelkraft des Menschen niemals ausreichte, um einen Flügel zu schlagen, der das Gewicht eines Menschen trüge.

Erfolgreich wurde die Luftfahrt nach dem Prinzip „Schwerer als Luft“ erst, als man erkannte, dass ein Flügel noch keine Schwalbe macht, sondern dass die Form jeglicher Schwinge von entscheidender Bedeutung ist. Mit der Entdeckung, dass oberhalb und unterhalb eines Flügels unterschiedliche Luftströmungsgeschwindigkeiten gegeben sind, bedingt durch den asymmetrischen Querschnitt, und dass daraus resultierend ein Auftrieb entsteht, begann die Wissenschaft der Aerodynamik. Der dynamische Auftrieb erforderte aber, dass sich Mensch und Flugmaschine in eine für die Entstehung des Auftriebs notwendige Geschwindigkeit versetzten. Die Geschwindigkeit erlangte der Mensch zu Beginn, indem er sich von Hügeln, Bergen, Häusern und ähnlichem stürzte und die Fallgeschwindigkeit nutzte. Nach reichlicher Zahl von Menschenopfern gelang es ab der Mitte des 19. Jahrhunderts erfolgreiche aerodynamische Vehikel zu konstruieren. Zuerst gelang dies dem englischen Empiriker GEORGE CAYLEY im Jahre 1850. Sein manntragender Flugapparat besaß schon die Grundkonfiguration eines modernen Flugzeuges mit Leitwerken und starren Flügeln. Auch der deutsche Ingenieur und Flugpionier OTTO LILIENTHAL baute erfolgreich Gleitflieger und erhob sich 1891 erstmals in die Luft zu gesteuerten Flügen. 1896 landete er wieder auf dem harten Boden der Realität und verstarb dabei.

Doch LILIENTHAL hatte die wissenschaftliche Betrachtungsweise – er studierte für seine Gleiter jahrelang den Vogelflug und machte diverse Modellversuche – zur Konstruktion von Fluggeräten eingeführt. Die technische Entwicklung beschleunigte sich nun. Der Erfindungsgeist trieb die Luftfahrt „Schwerer als Luft“ weiter voran. Da man nicht immer Anhöhen besaß, um Geschwindigkeit zu erzeugen, musste ein Antrieb gefunden werden, der die Flugmaschine in eine gerichtete Bewegung brachte. Im Benzinmotor fand man die geeignete Maschine. Die Gebrüder WRIGHT kombinierten ab 1900 einen selbstkonstruierten Motor mit einer Art Gleitflieger. 1903 konnten sie mit dem so entstandenen Flugzeug erstmals aufsteigen. Die frühen Flugzeuge bestanden aus einer mit Stoff bespannten Holzkonstruktion. Das Flug-

zeug erlebte eine rasante Weiterentwicklung und schon 1909 überflog der französische Pilot LOUIS BLÉRIOT den Ärmelkanal.

Die andere Entwicklungslinie der bemannten Luftschiffahrt orientiert sich am Prinzip „Leichter als Luft“ und konnte schon ca. hundert Jahre zuvor erste Erfolge erzielen. Während die Umsetzung des Flugprinzips „Schwerer als Luft“ von der Empirie geprägt wurde, spielen die seit der Renaissance entstandenen Naturwissenschaften für das Flugprinzip „Leichter als Luft“ eine wichtige Patenrolle. Die Entwicklung der Naturwissenschaften, ihre Forschung und ihre Erkenntnisse bildeten die Grundlage für die Konstruktionsmerkmale aller Aerostate und damit auch der Luftschiffe. Die später ausführlicher behandelte Arbeitsweise Johann Schüttes steht explizit in der planerischen Tradition des Flugprinzips „Leichter als Luft“.

Erkenntnisse aus zweierlei Richtungen machte sich der oben zitierte FRANCESCO DE LANA-TERZI bei der Entwicklung seines Vakuum-Luftfahrzeuges zunutze. Zum ersten sind da die Forschungen und Entdeckungen BLAISE PASCALS, EVANGELISTA TORRICELLIS und OTTO VON GUERICQUES. Ihr Verdienst waren wissenschaftliche Erkenntnisse bezüglich des Luftdrucks und des Vakuums und seiner Herstellung. Einen Bezug zum Fliegen stellten sie jedoch nicht her. Zum anderen ist da die antike Weisheit des ARCHIMEDES. Der entdeckte den statischen Auftrieb durch eine Eingebung – der Legende nach in der Badewanne – und sinngemäß die Gesetzmäßigkeit, dass in einer Flüssigkeit auf einen eingetauchten Körper eine nach oben gerichtete Kraft wirkt. ARCHIMEDES bewies, dass diese Kraft abhängig ist von der Art der Flüssigkeit und dem Volumen des eingetauchten Körpers. Die Kraft ist ebenso groß wie das Gewicht der Flüssigkeitsmenge, die der eingetauchte Körper verdrängt.

DE LANA-TERZIS genialer Verdienst ist es, das Prinzip des statischen Auftriebes vom Wasser auf die Luft übertragen zu haben. FRANCESCO DE LANA-TERZI erkannte nach eigenen Versuchen, dass erwärmte Luft leichter ist, als die normale uns umgebende Luft. Auf das selbe Volumen bezogen, ist erwärmte Luft der kalten Luft gegenüber quasi verdünnt. Er schloss daraus, dass keine Luft – also ein Vakuum – noch viel leichter sein müsste als die verdünnte, erwärmte Luft. Also könnte ein Vakuum einen ausreichend großen Auftrieb haben, um Menschen in einem Luftfahrzeug zu tragen. Sein Vakuum-Luftschiff sollte von einer Metallkugel mit darin eingeschlossenem Vakuum gehoben werden. Die Steigfähigkeit des Luftschiffes wollte er regeln, indem er Ballast zum Abwerfen mitführte. Zum Sinken wollte er die

Kugeln etwas öffnen, um das Vakuum entweichen zu lassen. Die Idee war also ganz pfiffig und schon gut durchdacht, nur glaubte DE LANA-TERZI eben nicht, dass es funktioniert. Hätte es auch nicht: sein Zeitgenosse GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ bestätigte die Befürchtung der Funktionsuntüchtigkeit in seiner Schrift „De elevatione vaporum“. Er wies darin nach, dass die Kugeln, um aufsteigen zu können, so dünne Wandungen haben müssten, dass sie der äußere Luftdruck zerquetschen würde. Das Vakuum kann also nicht als Auftrieb dienen. Jedoch bestätigte LEIBNIZ DE LANA-TERZIS Sorgen, was die Schlechtigkeit des Menschen angehe, wenn er sich in die Lüfte erhöhe.

Man hatte festgestellt, dass auch Luft eine Masse hat. Wenn nun Luft eine Masse hat, dann kann auf sie auch das Prinzip des statischen Auftriebes übertragen werden. Es musste nur ein Stoff gefunden werden, der eben leichter als Luft ist und der eine geringere Masse hat, als die von ihm, dem Fluggerät und dem Piloten verdrängte Luft. Ein Stoff der leichter als Luft ist, spielte in vielen Überlieferungen und Legenden eine Rolle, nämlich Rauch. Die Menschen stellten fest, dass Rauch in der Luft nach oben steigt, folglich also ein Gas sein muss, welches leichter als Luft ist. Wenn nun Rauch eingefangen wird, wird er mit seiner Umhüllung aufsteigen, gesetzt den Fall, diese ist selbst nicht besonders schwer. DE LANA-TERZIS Metallkugeln kamen auch bei diesem Ansatz nicht in Frage. Jedoch experimentierte wiederum in Portugal der brasilianische Geistliche BARTOLOMEU LOURENSO DE GUSMÃO mit einem kleinen Heißluftballon. Ein Bericht schildert, was sich begab:

Er machte den Versuch am 8. August dieses Jahres 1709 im Hofe des Indischen Hauses vor Seiner Majestät, vielen Edelleuten und Volk mit einer Kugel, welche sanft bis zur Höhe des Gesandtschaftssaales sich erhob und in derselben Weise wieder herabstieg, gehoben von einem gewissen brennbaren Stoffe, welchen der Erfinder selbst in Brand steckte.²

GUSMÃO verwendete also eine Art Heißluftballon. Aufzeichnungen der Lissaboner Universität berichten dagegen nicht von einem kugelförmigen Ballon, sondern beschreiben ihn als eine dreieckige Pyramide oder Tetraeder. Diese Form muß GUSMÃO von den südamerikanischen Indianern abgesehen haben, welche zu festlichen Anlässen ebenfalls kleine auf einer Spitze stehende tetraederförmige Heißluftballone aufsteigen ließen.³

2 zitiert nach STRAUB (1984), S. 14

3 Der Amerikaner JIM WOODMAN konnte nachweisen, dass es den Inkas möglich war, mit Heißluftballonen aufzusteigen. Sie verwendeten große, mit Stoff bespannte Tetraeder, die sie auf offenem Feuer mit heißer Luft füllten. Die Rußpartikelchen dichteten dabei die fei-

Doch erst die physikalischen und chemischen Entdeckungen des 18. Jahrhunderts brachten den Menschen in die Luft. Der schweizer Chemiker GALIEN folgerte 1755 über logische Schlüsse, dass die Luft in größerer Höhe eine geringere Dichte aufweist, als in unteren Luftschichten. Er erkannte auch, dass der Körper, der den Archimedischen Auftrieb nutzen kann, nicht sehr schwer sein darf, da der Auftrieb in der Luft sehr viel geringer ist als im Wasser. Er schlug deshalb leichte Stoffe oder Papier vor.

1766 gelang es dem englischen Chemiker und Physiker HENRY CAVENDISH Wasserstoff herzustellen und dessen Dichte zu bestimmen. Offensichtlich wurde ihm dabei, dass Wasserstoff vierzehneinhalbmal leichter ist als Luft. Sein Landsmann JOSEPH PRIESTLEY schrieb acht Jahre später eine ausführliche Abhandlung über den Wasserstoff und seine Eigenschaften, die in Europa weite Verbreitung fand. In Frankreich untersuchte ANTOINE LAURENT LAVOISIER die Dichte von Gasen allgemein und kam zu dem Ergebnis, dass die meisten von ihnen leichter als Luft sind, und folglich einen Auftrieb von Körpern gewährleisten könnten.

Damit waren in zweierlei Hinsicht die Grundlagen der Aerostatik begründet und die Wege der Ballonluftschiffahrt wissenschaftlich geöffnet. Da war die Möglichkeit die Volumenmasse der Luft durch Erwärmung zu verringern. In einem Ballon gefangen, bewirkt diese heiße Luft einen Auftrieb in der schwereren, kalten Umgebungsluft. Und es gab Gase, insbesondere den Wasserstoff, die leichter als Luft sind und so ebenfalls, in einem Ballon gefangen, das Aufsteigen eines Fluggerätes ermöglichen.

Die ersten Luftfahrten sollten dann nicht mehr lange auf sich warten lassen. Das große Jahr war 1783. Nach jahrelangem Tüfteln ist es den Brüdern JOSEPH-MICHEL und ETIENNE – JACQUES MONTGOLFIER gelungen einen dichten Ballon aus Papier herzustellen und ihn mit heißer Luft zu füllen⁴. Der Heißluftballon war geboren und flog an einem historischen 5. Juni in Annonay. Seitdem werden Heißluftballons auch Montgolfieren genannt. Pikanterweise war den Brüdern nicht klar, dass sie einen Heißluftballon

nem Maschen des Stoffes ab. Die Ballone stiegen auf und sanken nach einer Weile wieder, da sie keine Wärmequelle mit sich führten. Bei den Festlichkeiten zum Abschied von einem toten Inkahäupling benutzte man schwarze Ballone, welche sich ab einer gewissen Höhe durch die Sonnenwärme von selbst in der Luft hielten (Solarverstärkung). Siehe STRAUB (1984), S. 15 ff., BUSEMEYER (1982), S.11. Verwiesen sei auch auf WOODMAN, JIM (1977): Nazca.

4 GÜTSCHOW (1985), S. 11

gebaut hatten. Die MONTGOLFIERS glaubten fehlerhafterweise ein neues Gas, das „Mongolfiergas“, gefunden zu haben. Dieses, meinten sie, entsteht durch das Abbrennen von Stroh vermischt mit nasser Wolle .

Angetrieben von diesem ersten Erfolg in der Luftschiffahrt baute in Paris der Physiker ALEXANDRE CESAR CHARLES auf Basis von Berechnungen LAVOISIERS über die Tragkraft von Wasserstoff einen Ballon. Diesen dichtete er mit Kautschuk ab. Der Ballon erwies sich ebenfalls als flugfähig und seitdem werden Traggasballone auch Charlieren genannt.

Am 21. November startete in Paris eine Montgolfiere erstmals auch mit menschlicher Besatzung. Der Ballon hatte ein für damalige Verhältnisse riesiges Volumen, nämlich 2000 Kubikmeter. Wenige Tage später am 1. Dezember gelang der erste bemannte Flug eines Traggasballons, welcher schon zwei Stunden in der Luft blieb und unweit von Paris landete. In den folgenden Jahren wurden mehrere Ballonprojekte verwirklicht. Unter anderem wurde der Ärmelkanal überflogen. Die Versuche, um die Freiballone zu lenken, begannen schnell nach den ersten erfolgreichen Aufstiegen. 1794 versuchte sich die Akademie der Wissenschaften in Dijon mit einem Gasballon, der mit Paddeln und Rudern bestückt war. Deren Form ließ den Inspirationsquell Wasserschiff noch deutlich hervortreten. Auch war die Fahrt sehr anstrengend für die Luftschiffer und sie berichten in einem Protokoll:

Durch die Anwendung des Steuers und lebhaften Gebrauch der Ruder gelang es uns wirklich, auf die Strecke von ungefähr 200 Toisen (ca. 390 m, S.W.) die beabsichtigte Richtung nach Dijon einzuschlagen und zu behalten. Wir hätten auch wahrscheinlich den Zweck erreicht, wenn wir imstande gewesen wären, die nötige Anstrengung durchzuführen, allein Hitze und Ermattung hinderten uns daran. Der noch immer sehr schwache Wind trieb uns zum drittenmal über die Straße nach Mirebeau, und wir flogen wieder westlich gegen Binge. [...] Endlich bemerkten wir jedoch, daß wir trotz aller Anstrengung nach Bellevue hingetrieben wurden.⁵

Einen anderen niemals verwirklichten Beitrag lieferte der General JEAN B. MEUSNIER, dessen Lenkballon mit Muskelkraft angetrieben werden sollte und bereits mit einer eliptischen Form geplant war. Jedoch 1798 wurden

5 zitiert nach STRAUB (1984), S. 100

nach mehreren Unglücksfällen und Misserfolgen bezüglich der Lenkfähigkeit die Versuche mit beiden Ballonsystemen⁶ in Frankreich eingestellt.

Nach den gescheiterten Versuchen der Franzosen mit schiffsähnlichen Steuereinrichtungen, hatte im Jahre 1801 JAKOB KAISERER eine nahezu geniale Idee. Von der Pferdekutsche inspiriert, machte er den putzigen Vorschlag, dressierte Adler vor einen Freiballon zu spannen, die man durch Zuruf und Peitschenknall lenken könnte. Er arbeitete für sein Konzept sogar die Gestaltung der Joche für die Adler aus. Nur blieb den staunenden Zeitgenossen eine Demonstration dieses Gefährts verwehrt und sollte es bis heute bleiben.⁷ Darauf blieb die Entwicklung für einige Jahrzehnte stehen, und die Ballone belustigten lediglich auf Jahrmärkten. Keiner maß ihnen noch Bedeutung für die ernsthafte Fliegerei zu.

Erst Mitte des 19. Jahrhunderts kam die Entwicklung wieder in Schwung. Eine weniger bekannte Episode lieferte der Amerikaner SOLOMON ANDREWS. Er entwickelte ein Luftschiff, welches er Aereon nannte. Es besaß drei nebeneinanderliegende, längliche Gasballons mit spitzen Enden. Unter diesen Ballons war eine Gondel angebracht, in der Platz für einen Aeronauten war und die die Rudereinrichtung trug. Außerdem besaß das Aereon ein Laufgewicht in Längsrichtung. Der Auftrieb kam durch Gas zustande und die Vorwärtsbewegung durch die Vertrimmung mit dem Laufgewicht. Eine Höhensteuerung, die später im Jahr 1900 beim LZ 1 ebenfalls Verwendung fand. Das Schiff bewegte sich durch die Verlagerung des Schwerpunktes nach vorn in eine leichte Vorwärts- und Abwärtsbewegung. Dann wurde das Gewicht weiter nach hinten verlagert, und das Schiff hob den Bug. So kam es in eine wellenförmige Vorwärtsbewegung und mit diesem Schwung ließ es sich auch lenken. Es wird berichtet, daß ANDREWS Achten und Kreise fuhr. Das war 1863 in New England in den USA, welche sich im Sezessionskrieg befand.⁸

Die Möglichkeiten des Aereons erlangten keine große Öffentlichkeit und so wundert es nicht, dass erst in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Lösungen für die gelenkte Fahrt gefunden wurden, denn man verband mit

6 Kurz, für einen Unglücksflug, gab es ein Mischsystem aus Gas- und Heißluftballon. Bei dieser sogenannten Rozière befand sich ein zylindrischer Heißluftballon unter einem kugelförmigen Gasballon. Man stelle sich vor: ein Feuer unter einer Wasserstoffblase. Das nenne ich Wagenmut.

7 STRAUB (1984), S. 99

8 CLAUSBERG (1979), S.164.

dem Problem der Lenkbarkeit die Notwendigkeit eines maschinellen Antriebes für die Vorwärtsbewegung. Doch mit den Versuchen einen Ballon mit einem Antrieb zu versehen und ihn lenkbar zu machen beginnt die Ära der Luftschiffe.

Ernsthaftere Versuche zur Lenkbarmachung von Ballonen gingen ab 1852 von dem Franzose HENRI GIFFARD aus. Er versuchte es mit einer Dampfmaschine, die allerdings so schwer war, dass sie das Luftschiff auf lediglich 10 km/h beschleunigte. Giffard benutzte keinen kugelförmigen Ballon mehr. Er war elliptisch mit spitzen Enden, hatte eine Länge von 44 Meter und an seiner dicksten Stelle einen Durchmesser von 12 Meter. Diese Form des Ballons sollte die gebräuchlichste in Frankreich werden. Der Ballon war mit einem Netz gefangen. Am Netz selbst war die Gondel für den Aeronauten und den Motor angebracht. Bei einem späteren Flug bei Wind, konnte das Dampfluftschiff nicht gegen die Naturgewalten bestehen. Fast wäre es noch zu einer Katastrophe gekommen, als der Ballon aus dem Netz rutschte und gen Himmel verschwand. Die Führergondel zerschellte am Boden, doch es gab keine Verletzten.

Im Jahre 1860 wurde in Frankreich von JEAN ETIENNE LENOIR der Gasmotor erfunden. Der war keineswegs ausgereift, versprach aber im Gegensatz zur bisherigen Dampfmaschine ein höheres Potential, da kein großer Dampfkessel mehr benötigt wurde und somit die ganze Maschine leichter war. Im Gasmotor wurde in einem Zylinder mittels eines elektrischen Funkens Gas verbrannt. Die dabei entstehende Energie wurde direkt auf einen Kolben übertragen. Dieser Verbrennungsmotor wurde später von NIKOLAUS OTTO zum Benzinmotor mit Vergaseranlage weiterentwickelt. GOTTLIEB DAIMLER erweiterte das Motorenprinzip um die Glührohrzündung.

Als erster verband PAUL HAENLEIN die Idee des LENOIRSchen Gasmotors mit der Luftfahrt. Er nahm 1865 ein Patent auf ein mit Gas angetriebenes Luftschiff. HAENLEIN wollte den Motor mit dem Traggas betreiben. Er führte über längere Zeit systematische Versuche mit Großmodellen durch und fand in Österreich schließlich Geldgeber. Dann 1872 gelang es HAENLEIN einen Ballon zu bauen, der mit einem Gasmotor ausgerüstet war. In Brünn fand damit eine Fahrt statt. Nur war es keine Freifahrt, denn der Ballon wurde von Haltemannschaften an Seilen geführt. Nach einem Bankenkraach musste HAENLEIN weitere Projekte aufgeben. Trotz dieses ersten nichtgescheiterten Versuchs sollte die Gasmaschine bis auf weiteres in der Entwicklung keine größeren Rolle spielen.

Nachdem sich die Dampfmaschine nicht bewährt hatte, und die Verbrennungsmotoren noch nicht reif genug waren, folgten in Paris Versuche mit Elektroantrieben durch GASTON und ALBERT TISSANDIER, denn die Elektromotoren waren erheblich leichter als Dampfmaschinen. Doch mussten sie aus Batterien gespeist werden, welche wiederum sehr schwer waren und damit die mitzunehmenden Lasten sehr einschränkten. Am 8. Oktober 1883 starteten die TISSANDIERS in Paris mit einem 1000 Kubikmeterballon. Der Elektromotor befand sich in der Führergondel und trieb mit seinen 1,5 PS eine zweiflügelige Luftschaube mit vier Meter Durchmesser direkt an. Der Motor erwies sich aber als zu schwach und der Ballon wurde abgetrieben. Auch eine zweite Fahrt hatte keinen Erfolg.

Die Hauptmänner der französischen Luftschifferschule CHARLES RENARD und ARTHUR C. KREBS dagegen hatten ihren Ballon von langer Hand geplant und so gelang ihnen die erste Fahrt mit Rückkehr zum Startplatz. Sie verwendeten ebenfalls einen Elektromotor, der schon 8,5 PS leistete. Der spindelförmige Ballon war, wie schon die GIFFARDSchen, mit einem Netz gefangen und hatte ein Volumen von 1864 Kubikmeter, verteilt auf eine Länge von 50,42 Meter. Der größte Durchmesser war 8,4 Meter. Die Führer- und Motorengondel war 33 Meter lang und 1,4 Meter breit. An ihrem vorderen Ende trug sie eine Luftschaube mit zwei je 3,5 Meter langen Flügelblättern. Am 9. August 1884 starteten sie zu ihrem ersten Flug. Der war ein voller Erfolg, denn nach einer Flugzeit von 23 Minuten und einer zurückgelegten Strecke von 7,5 Kilometern landeten sie am Startplatz. Damit hatte Frankreich sein erstes Dirigeable, einen lenkbaren Ballon, ein Luftschiff. RENARD und KREBS machten noch mehrere Fahrten, kamen dabei allerdings nur auf eine Höchstgeschwindigkeit von 6,2 Meter pro Sekunde. Das war schon nicht schlecht, dennoch musste ein Luftschiff so leistungsstark sein, daß es mindestens 14-15 Meter pro Sekunde schaffte, denn sonst sind nur Fahrten an absolut windstillen Tagen möglich.

Die Antriebstechnik in Deutschland entwickelte sich weiter in der Tradition HAENLEINS. Besonders die Verbrennungsmotoren von DAIMLER als Alternative zur Dampfmaschine und zum Elektromotor standen im Zentrum des Interesses der Luftschiffer.

Im Jahre 1888 benutzte DR. HERMANN WÖLFERT einen schnellaufenden Benzinmotor von GOTTLIEB DAIMLER mit zwei PS für eine Fahrt über Berlin. WÖLFERT entwickelte sein Luftschiff mit Benzinmotor weiter und unternahm auch weitere erfolgreiche Fahrten, nur leider endete die entscheidende

Vorführungsfahrt vor der preußischen Luftschifferabteilung nach einem Absturz aus 600 Meter Höhe für ihn tödlich.

Ein weiteres mit großer Spannung verfolgtes Projekt in Deutschland brachte ebenfalls nur den Nachweis der Schwebefähigkeit, nicht aber der Lenkbarkeit. Der Ungar DAVID SCHWARZ verwirklichte ein Ganzmetallluftschiff⁹, unterstützt von CARL BERG, dem späteren Aluminiumlieferanten ZEPPELINS. Die gesamte Außenhülle bestand aus 0,18 – 0,2 Millimeter dickem Aluminiumblech. Das Luftschiff hatte eine Gesamtlänge von 38 Meter und bestand aus einem Zylinder, der eine Länge von 24 Meter bei einem Durchmesser von 12 Meter hatte und in eine 11 Meter lange Spitze auslief. Die restlichen 3 Meter ergeben sich aus dem gewölbten hinteren Ende des Luftschiffs. Das SCHWARZ-Luftschiff war mit dieser Konstruktion das erste Starrluftschiff; typisch für ein solches, hatte es auch schon mehrere Gaszellen. Es machte seine erste Fahrt am 3. November 1897 vor geladenen Gästen, doch es sollte auch die letzte sein. Nach kurzem Flug, starken Problemen mit den Antriebsriemen und zu starkem Wind strandete das Luftschiff und wurde abgewrackt.¹⁰ Diesen Mißerfolg erlebte SCHWARZ nicht mehr, da er kurz vor Vollendung seines Projektes verstarb. Sein Tod bedeutete auch das Ende für Ganzmetallluftschiffe.¹¹

SCHWARZ hatte sein Luftschiff in langjähriger Arbeit entworfen. Dabei hat er den anderen großen Pionier des Starrluftschiffbaues – den GRAFEN VON ZEPPELIN – kennengelernt. Dieser hat dann auch schon 1890 SCHWARZ'sche Patente aufgekauft.¹²

Nachdem nun in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts viele verschiedene Ansätze besonders in Frankreich und Deutschland gemacht wurden, hatte man in Bezug auf die Lenkbarkeit von Ballonen und die Herstellung eines auch bei schlechterem Wetter funktionsfähigen Luftschiffs einiges dazuge-

9 Theoretische Überlegungen für ein Ganzmetallschiff sind auch bekannte von KRATZENSTEIN aus dem Jahre 1784 und von PROSPER MELLER aus 1851 bekannt. HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 85.

10 STRAUB (1984), S.111 ff.

11 In den USA wurde nochmals von der Marine ein Ganzmetall-Blimp gebaut. Er war von der Aircraft Development Cooperation konstruiert und erhielt die Typenbezeichnung ZMC-2. Von 1929 bis 1941 führte der „Blech-Blimp“ 752 Versuchsfahrten durch. Trotz des vermeintlichen Erfolges, blieb er der Einzige seiner Art. Er bewies jedoch, dass dem SCHWARZsche Konzept richtige technische Annahmen innewohnten und SCHWARZ lediglich an den mangelnden Fertigungstechniken des 19. Jahrhunderts scheiterte. GÜTSCHOW (1985), S. 190 f.

12 JAHN (1978), S.31

lernt. Die Techniker und Wissenschaftler auf dem Gebiet der Luftschifffahrt dachten noch im Fin de siècle, dass die Lösung der Lenkbarkeit bei Flugsystemen „Leichter als Luft“ in erster Linie von der erbrachten Motorleistung abhänge. Die Motoren folglich, insbesondere die Benzinmotoren, wurden innerhalb kürzester Zeit auf eine höhere Leistung getrimmt, doch reichte diese für die erhofften Ergebnisse noch nicht aus. Zudem traten mit der gewonnen praktisch-technischen Erfahrung bisher nicht berücksichtigte Probleme auf.

Schon bei den bisher erfolgreichsten Flügen des Luftschiffes „La France“ der Hauptmänner RENARD und KREBS tauchten ungeahnte technische Schwierigkeiten auf. Großes Gewicht bekam die Frage der Erhaltung der prallen Form des Ballons. Bei schneller Fahrt, genauso wie bei stärkerem Wind, war sie nicht mehr gewährleistet. Die nächste wichtige Phase der Luftschiffbauerei im beginnenden 20. Jahrhundert stand vor Aufgaben wie der Sicherung der longitudinalen Stabilität des Luftschiffes, der Beibehaltung des Kurses, der vertikalen Steuerung und mit diesen Punkten verbunden also die Gestaltung der Leitwerke. Fragen der Form des Schiffes und die Anbringung der Gondeln für die Motoren und die Besatzung vom aerodynamischen Gesichtspunkt her mussten beantwortet werden. Die Beachtung variabler Luftdruck-, Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen in unterschiedlichen Höhen und zu allem Jahreszeiten, die Kraftübertragung vom Motor auf die Propeller und auch die Ausbildung von Luftschiffen führten zu neuen Problemen.¹³

Zur Lösung dieser Probleme haben im Bereich der Prallluftschiffe die Luftschiffbauer und Majore PARSEVAL und GROB einiges geleistet. Die bedeutendsten Schritte machten aber die Starrluftschiffe, da sie die oben aufgezählten Problem wirkungsvoll und umfassend zu lösen versprachen. Ihr starres Gerippe blieb im Luftstrom immer in Form, was eine wichtige Voraussetzung zur Lösung der anderen technischen Schwierigkeiten war. Von GRAF ZEPPELIN technisch, finanziell und gesellschaftlich durchgesetzt, empfang die Konstruktion der Starrluftschiffe entscheidende Impulse zur Lösung der anstehenden Probleme durch den Luftschiffbau Schütte-Lanz. Diese Phase in der Entwicklung zum Luftschiff ist gekennzeichnet von der aerodynamischen Beherrschung des Translationsproblems. Gemeint ist damit die Be-

13 BÉLAFI (1990), S. 39

herrschaft des Luftschiffs im Luftstrom unter Berücksichtigung des Wissens von Umwelteinflüssen und physikalischen Gesetzen.

Bis dahin ist die Luftfahrt nach dem Prinzip „Leichter als Luft“ von BÉLAFI in mehrere Phasen¹⁴ eingeteilt worden, die verbunden sind mit der Lösung wesentlicher Probleme. Bis 1783 beschäftigte man sich mit dem Problem, überhaupt in die Luft zu kommen, zu schweben. Dieses Suspensionsproblem wurde durch die Entdeckung der Heißluft und des Wasserstoffes gelöst. Dieser Zeit folgte die Ballonära von 1783-1798. Nachdem die Entwicklung einige Jahrzehnte ausgesetzt hat, und Ballone eher Gegenstand von Jahrmarktsbelustigungen denn der Wissenschaft waren, setzte die Phase der Lenkbarmachung der Ballone und der Übergang zum Luftschiff ein. Diese Zeit reicht von GIFFARD 1852 bis zum erstem gelenkten Flug 1884. In den folgenden Jahren trat die Erforschung für die Bedingungen der von der luftströmungsunabhängigen Bewegung in den Vordergrund. Gefragt wurden nun leistungsfähige Motoren und die Anwendung der meteorologischen, aerodynamischen und aerostatischen Kenntnisse beim Bau und während der Führung des Luftschiffes.¹⁵

Der Aufstieg der ersten Mongolfiere läutete also eine neue Phase des Innovationsprozesses der Luftfahrt ein, dessen Fluchtpunkt das Flugzeug¹⁶ ist. Die Entwicklung der Flugsysteme „Schwerer als Luft“ und „Leichter als Luft“ markieren den Übergang von der Kognitionsphase in die Zeit der Invention. Die lange Periode utopischer Ideen und Entwürfe kanalisiert sich nun in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und zur Jahrhundertwende im Bau konkreter technischer Gegenstände.¹⁷ Hand in Hand mit der Lösung der technischen Probleme geht die Fundierung des wissenschaftlichen Hinter-

14 BÉLAFI (1990), S. 15

15 Zur Geschichte der Luftschiffahrt ausführlicher: BELAFI (1990), GÜTSCHOW (1985), HARTCUP (1975), HAALAND, KNÄUSEL (1997), ROBINSON (1979), STRAUB (1984) in den dort zum Thema ausgewiesenen Kapiteln.

16 Schon der Methodiker und Protagonist des Gleitfluges OTTO LILIENTHAL stand in Kontakt mit der Luftschifferei. Er und AUGUST VON PARSEVAL, bedeutendster Entwickler von Prallluftschiffen in Deutschland, zollten sich wechselseitig Respekt für ihre Arbeiten bezüglich des Vogelfluges. Die in dieser Arbeit behandelten Luftschiffe stellen eine Entwicklungslinie der Luftfahrt dar, die darum bemüht ist, verkehrsmäßig eine transkontinentale Verbindung herzustellen. Die Lösung dieser Aufgabe kommt letztendlich dem Flugzeug zu.

17 TRISCHLER (1992), S. 35, DOROTHEA HAALAND (1987) beschreibt einen solchen Prozess am Beispiel der Luftschiffbauer Schütte-Lanz.

grundwissens durch die notwendig werdende neue Wissenschaft von der Aerodynamik.

2.2 Die drei Luftschiffsysteme

Die Weiterentwicklung des einfachen Freiballons zum Luftschiff brachte drei Systeme von Luftschiffen hervor, die sich bezüglich ihres Gerippes unterscheiden.

1. Da sind die Prallluftschiffe, seit langem auch Blimp genannt. Das bestimmende Merkmal ist die selbsttragende Hülle, die ihre Form und Stabilität durch den geringen Druck des Traggases auf die Innenseite der Hülle erhält. Diese Art der Bauform wird auch beim Schlauchboot und sogenannten Traglufthallen angewandt. Die Luftschiffhülle besteht aus vielen einzeln miteinander vernähten und verklebten Segmenten, die dort verstärkt sind, wo Lasten und Kräfte eingeleitet und gleichmäßig auf die gesamte Fläche verteilt werden. Verstärkungen sind notwendig, da ein Prallluftschiff kein tragendes Innengerüst besitzt, das heißt, dass Passagiergondeln, Motorgondeln und Leitwerke von außen angeklebt sind. Der große Vorteil der Prallluftschiffe ist, begründet durch die fehlende Innenkonstruktion, das geringe Gewicht. Damit können sie grundsätzlich kleiner gebaut werden als Starrluftschiffe, deren aufwendiges Gerippe zusätzliches Gewicht bedeutet, welches nur durch Volumenvergrößerung ausgeglichen werden kann. Für die Betriebssicherheit der Prallluftschiffe sind hinreichende Kenntnisse in den Regeln und Gesetzen der Physik und speziell in der Pneumatik und Statik notwendig, denn im Gebrauch ist es wichtig, dass die Form des Ballons gewährleistet ist. Wie oben beschrieben sind bis zum Starrluftschiff von SCHWARZ alle Luftschiffentwürfe als Prallluftschiff konstruiert worden.
2. Das gegensätzliche Konzept zum Prallluftschiff ist das Starrluftschiff. Dieses heißt so, da es ein steifes Skelett hat, um das sich alle Funktionsgruppen anordnen. In diesem Gerippe werden die Traggaskörper untergebracht, von außen werden Gondeln für Passagiere und Motoren montiert sowie die Leitwerke angebracht. Alle Lasten und Kräfte werden auf das Gerippe geleitet. Das starre Gerippe sollte die Nachteile des Prallluftschiffs ausgleichen, besonders hinsichtlich der Fahreigenschaften und der Betriebssicherheit. Die Starrluftschiffe waren sehr groß und

konnten als erste Luftfahrzeuge große Entfernungen zurücklegen und große Lasten transportieren.

3. Das als letztes entwickelte System ist als eine Mischform der vorbenannten Systeme zu betrachten. Sie werden halbstarre Luftschiffe geheißen. Sie sind wie Prallluftschiffe konstruiert, verfügen aber über ein Rumpfskelett, das in den allermeisten Fällen als Kiel ausgeprägt ist. Sie sollten die jeweiligen Nachteile der anderen Systeme überwinden. Zum einen sollten sie formstabiler sein als Prallluftschiff und zum anderen nicht so schwer wie Starrluftschiffe. Das erste brauchbare halbstarre Luftschiff war das Lebaudy I „Le Jaune“ erbaut 1902 von LEBAUDY und JUILLOT. Die bekanntesten Luftschiffe halbstarren Typs waren in den zwanziger Jahren die des italienischen Luftschiffers NOBILE. Sie machten spektakuläre und dramatische Arktisfahrten.¹⁸

In der Entwicklungsgeschichte entstanden also erst die Prallluftschiffe aus den Ballonen. Mit dem ersten Zeppelin-Luftschiff im Jahre 1900 fuhr erstmals erfolgreich das konstruktive Alternativkonzept zu den Prallluftschiffen – das Starrluftschiff. Schließlich stieg auch der Kompromiss zwischen beiden Systemen auf. In dieser Arbeit liegt aber mit dem Jahr des ersten gelungenen Zeppelinflugs die Konzentration auf den Starrluftschiffen und ihrer technischen Weiterentwicklung. Deswegen wird im weiteren nicht mehr auf unstarre und halbstarre Luftschiffe eingegangen. Ihre Geschichte und Weiterentwicklung wird aber in den allermeisten Werken über das System „Leichter als Luft“ ausgiebig gewürdigt und beschrieben.¹⁹

18 BUSEMEYER (1982), S. 38

19 Empfehlenswert sind STRAUB (1984), HAALAND, KNÄUSEL u.a. (1997), BOTTING (1981).

3 Die Protagonisten des Luftschiffbaus starren Typs

Nachdem ich die Genese des Fliegens nach dem Prinzip „Leichter als Luft“ im Eiltempo durchschritten bin, standen wir vor der Invention des Luftschiffes, dessen wesentlichste Eigenheit die Lenkbarkeit ist. Schnell und innovativ entwickelten sich drei Grundkonzepte. Auch diese habe ich geschildert. Doch von nun an liegt unser Augenmerk besonders bei den Starrluftschiffen und ihrem staatlich-gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und wissenschaftlich-technischen Hintergrund.

Ein kurze Betrachtung dieser Hintergründe ist zwingend, da das Starrluftschiff wie kaum eine andere Erfindung in ihrer geschichtlichen Entwicklung vom Wechselspiel der verschiedenen gesellschaftlichen Kräfte abhing. Doch zuerst möchte ich die Protagonisten des Starrluftschiffbaus vorstellen, da sie herausragende Persönlichkeiten waren und ihr eigenes unermüdliches Engagement die großen Zigarren überhaupt erst fliegen ließ. Gleichzeitig bieten sie einen Spiegel für die gehobene Gesellschaft des Kaiserreiches. Durchaus gibt es neben den gleich vorgestellten Persönlichkeiten noch andere, die aber mehr mit der Luftfahrt im ganzen verbunden sind, aber nicht den beiden Starrluftschiffunternehmungen angehörten. Da wäre z.B. der Luftschiffer und Wissenschaftler Major AUGUST VON PARSEVAL¹, ein Doyen der Luftfahrt, der über Jahrzehnte an der Spitze der Gemeinschaft der Theoretiker und Praktiker der Luftfahrt stand. Oder der geniale Wissenschaftler LUDWIG PRANDTL², der mit seinen Arbeiten wichtige Grundlagen für das aerodynamische Verhalten von Flugkörpern kreierte und ohne dessen Einsatz effiziente Windkanäle wohl erst später entwickelt und gebaut worden wären. Ebenso die vielen anderen, die Herzblut und Arbeit investierten, deren Namen nicht in aller Munde sind. Sie alle wurden oder werden sicher noch an anderer Stelle gewürdigt.

Doch nun zu den Herren, deren Namen, Ideen und Arbeiten mit der Gestalt und Technik eines lenkbaren Luftschiffes mit steifem Innengerippe verbunden werden – den Protagonisten des Starrluftschiffbaus.

1 Zur Person und Werk siehe auch HAALAND, KNÄUSEL (1997), S.145-192.

2 Zur Person und Werk siehe auch TRISCHLER (1992), S.34-108.

3.1 Die Zeppeliner

3.1.1 Ferdinand Graf von Zeppelin. Der Inventor

Mit FERDINAND GRAF VON ZEPPELIN trat eine der imposantesten Persönlichkeiten der Luftfahrt auf. Die Größe und Faszination seines Werkes schimmert bis heute durch die Geschichte, da mit seinem Namen das Luftschiff an sich verbunden wird.

Seine eigentliche Leistung bestand darin, mit dem starren Luftschiff eine außergewöhnliche Invention zu machen und diese auf dem Wege eines Innovationsprozesses mit größtem finanziellen Aufwand, hohem Risiko, unbeirrbarem Starrsinn und dem Blick für den richtigen Unterstützer und Mitarbeiter durchgesetzt zu haben.

Am 8. Juli 1838 in eine süddeutsche Adelsfamilie geboren, ging sein Leben, den vorhersehbaren Gang eines jungen Mannes von gutem Stande in jener Zeit. Er wurde Offizier in der württembergischen Armee. Er besuchte die Kriegsschule und studierte in Tübingen. Im amerikanischen Sezessionskrieg verfolgte er als Beobachter den Einsatz von Ballonen, nahm an einem solchen Flug auch teil (1863). Ebenso sah er im Deutsch-Französischen Krieg 1870/71, wie die Franzosen Ballone nutzten, um Nachrichten aus dem belagerten Paris zu bringen.



Abb.1: Ferdinand Graf von Zeppelin

Im Jahre 1874 hörte er von einem Vortrag des Reichsgeneralpostmeisters VON STEPHAN „Weltpost und Luftschiffahrt“, der in den Luftwegen den Verkehrsweg der Zukunft sah. Davon animiert begann der Graf einen Luftzug mit mehreren Gliedern zu entwerfen. Von dem Stuttgarter Ingenieur THEODOR KOBER³ ließ er sich das Konzept durchrechnen und konstruieren.

3 ZEPPELIN kam später noch einmal auf THEODOR KOBER zurück. Nämlich als ihm der Gedanke dräute, dass Flugzeuge „die Aufgabe [seiner] inzwischen entstandenen Luftschiffe übernehmen und diesen damit ihren Daseinszweck rauben werde“ (1914, Zeppelin in einem Vortrag vor der Schiffsbautechnischen Gesellschaft). ZEPPELIN forderte KOBER auf,

Auf dieser Grundlage meldete er 1895 sein Patent „Lenkbarer Luftfahrzeug mit mehreren hintereinander angeordneten Tragkörpern“ an.

Die nächsten Jahre, als Soldat und diplomatischer Gesandter bereits seit 1890 suspendiert, arbeitete er intensiv an der Verwirklichung seines Projektes, was umso nötiger war, da ihn keiner ernst nahm. Er versuchte 1898 über eine Gesellschaft die notwendigen Gelder einzutreiben und suchte Kontakt zu fähigen Konstrukteuren. Er fand LUDWIG DÜRR und die Motorenhersteller bei DAIMLER. Unter Schwierigkeiten gelang es ihm die Gelder zusammenzubekommen und ein Luftschiff nach seinen Vorstellungen, inzwischen nur noch aus einem zylindrischen Körper bestehend, zu bauen. An einem geschichtsträchtigen 2. Juli 1900 stieg in Manzell das erste Luftschiff zeppelinischer Bauart (LZ) nach vielfältigen Schwierigkeiten beim Bau auf.

Die finanziellen Mittel blieben weiterhin gering. Die Gesellschaft wurde liquidiert und ZEPPELIN musste sein Luftschiff abwracken. Nach seinem „Notruf zur Rettung der Luftschiffahrt“ mit geringer Resonanz, gelang es ihm dennoch mit den Mitteln einer Lotterie und neuerlichen privaten Aufwendungen ein zweites Luftschiff zu bauen. Das wurde nach einer ersten Fahrt von einem Gewitter zerfetzt. Aus den Resten ließ ZEPPELIN das LZ 3 bauen, welches 1906 mehrere erfolgreiche Fahrten machte. Nun war auch das Interesse des Staates, besonders des Heeres geweckt. Das LZ 3 wurde vom Reich für zwei Millionen Mark angekauft.

Das vierte Luftschiff LZ 4 machte die berühmte Schweizerfahrt. Glaube und Vertrauen wuchsen immer mehr in der Bevölkerung, um nicht zu sagen, dass sie sich in einen patriotischen Wahn steigerte. Doch bei einer 24-Stunden-Fahrt wurde das Luftschiff in einem Gewitter zerstört. Diese Katastrophe löste eine Massenhysterie aus und kanalisiert sich in einer großen Spendenaktion für den GRAFEN VON ZEPPELIN. Dieser wurde zu einem nationalen Held hochgespielt. Mit gespendeten sechs Millionen Mark gründete ZEPPELIN die Luftschiffbau Zeppelin GmbH und zur Verwaltung des Spendenkapitals die *Zeppelin-Stiftung*. Später folgte die DELAG.⁴ Die DELAG wurde als Aktiengesellschaft konzipiert, und sie kaufte für einen regelmäßigen Luftschiffverkehrsbetrieb Luftschiffe an.

ein Flugzeug für die Zukunft zu konstruieren. Mit einer Anschubfinanzierung des Grafen konnte KOBER dann die Flugzeugbau Friedrichshafen GmbH gründen. Vgl. HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 268

4 Die Deutsche Luftschiffahrts AG (DELAG), gegründet am 16. November 1909, war die erste Luftfahrtgesellschaft der Welt. HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 266.

Mehrfach verunglückten noch Luftschiffe Zeppelins, doch inzwischen hatte sich das Luftschiff etabliert. Das Heer, Marine und die DELAG kauften inzwischen Luftschiffe. Modifikationen besonders des Reichsmarineamtes ließen die Luftschiffe größer und stärker werden. Der Graf nutzte dabei immer geschickt seine Kontakte. Er hielt an passendem Orte und passender Zeit Plädoyers für das Luftschiff als Waffe und Transportmittel.⁵

Die Luftfahrtforschung versuchte er 1909/10 mit einem Vorstoß für eine zentrale deutsche Versuchsanstalt zu fördern, denn die Forschung kam dem steigenden Bedürfnis der Luftfahrtindustrie nach aerodynamischen Wissen nicht mehr nach. Ständig erweiterte er mit Hilfe ALFRED COLSMANS den Zeppelin-Konzern. Es gab viele Firmengründungen zu denen die Motorenwerke KARL MAYBACHS gehörten, ebenso wie eine Zahnradfabrik. Die Aufgabe der Neugründungen war es, dem Luftschiffbau zuzuliefern.⁶ Am 8. März 1917 starb ZEPPELIN dann in Charlottenburg.

3.1.2 Hugo Eckener. Das Sprachrohr

HUGO ECKENER (1868-1954) war als technischer Redakteur der „Frankfurter Zeitung“ einer der Kritiker ZEPPELINS. Doch stimmte ihm der Verlauf der Zeppelinluftschiffentwicklung um, und er begann 1908 bei ZEPPELIN als Berater zu arbeiten. Der gebürtige Flensburger ECKENER war ein erfahrener Segler, der mit seinem seemännischem Gespür zum wichtigsten Ausbilder für das schwer zu navigierende Luftschiff überhaupt wurde. Während des Krieges absolvierte er bis zu vier Aufstiege pro Tag mit wechselnden Elevenmannschaf-



Abb. 2: Hugo Eckener

-
- 5 Wenige Autoren rücken das Bild ZEPPELINS im Verhältnis zur Politik zurecht. GRAF ZEPPELIN vertrat durchaus die These, dass der rücksichtsloseste Einsatz von Kampfmitteln auch der humanste sei. In diesem Sinne pries er seine Luftschiffe an. Die Verwendung der Luftschiffe als strategische Bomber im 1. Weltkrieg ist also auch Folge des Grafen militäristischen Engagements. Kein Grund zur Glorifizierung also. Vgl. CLAUSBERG (1979); H. C. MEYER (1991); HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- 6 KNÄUSEL (1985); HAALAND, KNÄUSEL (1997); BÉLAFI (1990); STRAUB (1984); CLAUSBERG (1979); ROBINSON (1979); HARTCUP (1974) u.a.

ten in Nordholz.⁷ Nach dem Krieg war er es, dem es gelang nur mit dem Amerikaschiff⁸ den Luftschiffbau am Leben zu erhalten. ECKENERS Publikationen über den Luftschiffbau und den GRAFEN VON ZEPPELIN gehören zu den interessantesten und aufschlussreichsten ihrer Art.⁹

3.1.3 Ludwig Dürr. Der Konstrukteur

DÜRR kam als junger Ingenieur als einer der ersten der vielen Begabten, die der GRAF VON ZEPPELIN entdeckte und förderte, zum Luftschiffbau. Er konstruierte verantwortlich alle Zeppelinluftschiffe ab dem LZ 1. Bei LZ 2



Abb. 3: Ludwig Dürr

führte er die dreigurtige Form der Gerippespannen ein, die auch für die schüttische Holzkonstruktion obligatorisch blieb. Nach dem Unglück des LZ 2 baute er in Eigeninitiative einen Windkanal, um die Schwankungen des Schiffskörpers in der Luft zu untersuchen.¹⁰ Seine Lösung, die später auch verbaut wurde, sollten Gleichgewichtsflossen sein. Genauso wie ZEPPELIN wich er aber ungern von einer einmal vermeintlich bewährten Bauweise ab. So sträubte er sich schon gegen die Korrekturen die das Reichsmarineamt

(RMA) am LZ 2 eingeführt haben wollte. Er hielt lange am außenliegenden Laufgang, den Kastenleitwerken und an der aerodynamisch ungünstigen zylindrischen Form fest. Im Krieg führte er auf Druck des Militärs die technischen Verbesserungen des Luftschiffbaus Schütte-Lanz auch bei Zeppelin ein. Bei diesen neuen Konstruktionsmerkmalen blieb er auch nach dem Krieg bei allen Verkehrsluftschiffen. 1924 schrieb er ein interessantes Buch über die technische Entwicklung der Zeppelin-Luftschiffe. DÜRR war zeit-

7 Noch keiner ist auf die Idee gekommen zu prüfen, wieviele Aufstiege und Flugstunden ECKENER absolviert hat. Wahrscheinlich war er der erfahrenste und beste Luftschiffer der Welt.

8 Als Amerikaschiff wird das LZ 126 bezeichnet, das als Reparationszahlung in die USA ging.

9 HAALAND, KNÄUSEL (1997); CLAUSBERG (1979); STRAUB (1984)

10 P. MEYER (1980), S. 20

lebens ein sehr guter Ingenieur, doch fehlte ihm die Weitsicht des GRAFEN VON ZEPPELIN oder der Hauch des Genialen von SCHÜTTE.¹¹

3.2 Die Gründer des Luftschiffbaus Schütte-Lanz

3.2.1 Johann Schütte. Professor und Ingenieur

Im Dorf Osternburg bei Oldenburg in Oldenburg wurde am 26. Februar 1873 JOHANN HEINRICH KARL SCHÜTTE geboren. HEINRICH WILHELM LUDWIG SCHÜTTE, ein Ostfrieser, war sein Vater und stand in Diensten des GROSßHERZOGS VON OLDENBURG. Bei dem war der Vater erst der Kapitän der großherzoglichen Yacht „Lensahn“, später im Alter diente er als Hofbeamter. Sein Herr, der Großherzog selbst, war mit der See vertraut, denn er war als Schiffsoffizier ausgebildet worden. Die See stand damals überhaupt im zentralen Interesse des kaiserlichen Deutschlands und der Aufbau einer Flotte in Konkurrenz zu England war zum nationalen Steckenpferd geworden. So war der Berufsweg JOHANN SCHÜTTE in mancher Hinsicht vorgezeichnet.

Er besuchte die Oberrealschule und machte 1892 das Abitur. Da seine Familie der See stark verbunden war und Interessen in dieser Richtung förderte, war Schüttes Affinität zum Beruf des Schiffbauers leicht zu erklären. Er absolvierte ein für das Studium vorgeschriebenes zwölfmonatiges Schiffbau-Praktikum inklusive Seefahrzeit. Studieren tat er an der Königlichen Technischen Hochschule zu Berlin in Charlottenburg. Im Alter von 25 Jahren legte er die Bauführerprüfung mit einer Auszeichnung ab. Nun trat er in den technischen Betrieb des Norddeutschen Lloyd ein. Als theoretisch vorgebildeter Ingenieur wurde SCHÜTTE mit einer heiklen Aufgabe betraut.



Abb. 4: Johann Schütte

11 HAALAND, KNÄUSEL (1997); P. MEYER (1980); DÜRR (1924)

Der Norddeutsche Lloyd hatte zu jener Zeit zwei große Schnelldampfer in Auftrag gegeben. Der eine war „Kaiser Wilhelm der Große“ vom Bremer Vulkan gebaut und seinerzeit erfolgreicher Halter des „Blauen Bandes“. Das andere Schiff war in Elbing bei der Schichau-Werft gebaut, hatte den Namen „Kaiser Friedrich“ und erfüllte seine vertraglich vorgeschriebene Geschwindigkeit nicht. Leider konnte keiner sagen warum. Man schickte nun JOHANN SCHÜTTE mit den Modellen dieser Schiffe nach Italien in eine Schleppversuchsanstalt, welche es in dieser Art in Deutschland nicht gab. Dort schleppte SCHÜTTE seine Modelle mit einer bestimmten Geschwindigkeit durch das Wasser. Um diese Geschwindigkeit zu erreichen, ist ein bestimmter Kraftaufwand notwendig. Von diesem konnte dann proportional auf den Widerstand des Schiffes im Wasser geschlossen werden. Die Versuche ergaben für „Kaiser Friedrich“, dass er unter gleichen Bedingungen 3000 t weniger tragen konnte als „Kaiser Wilhelm der Große“. Das Schiff „Kaiser Friedrich“ wurde nach SCHÜTTES Gutachten an Schichau zurückgegeben.

Der Erfolg der Schleppversuche gab JOHANN SCHÜTTE sofort ein nächstes Betätigungsfeld, denn der Norddeutsche Lloyd beschloss, eine Schleppversuchsanstalt in Bremerhaven zu bauen. Die Ausführung und Leitung wurde SCHÜTTE anvertraut. So waren in der nächsten Zeit vergleichende Schleppversuche mit Schiffsmodellen sein Beruf. Nach wie vor ging es um prinzipielle Fragen des Widerstandes und der Dienstgeschwindigkeit. Schüttes bevorzugte Untersuchungsthemen waren die „Hinterschiffsformen, speziell Wellenausstritte“¹² und der Einfluss von Schlingerkielen auf Widerstand und Rollbewegung des Schiffes. Aufgrund seiner hydrodynamischen Untersuchungen mit dem Wasserkanal und den Schleppversuchen trat SCHÜTTE für die Verbreiterung der Schiffe bei gleichbleibendem Deplacement und Tiefgang ein. Er plädierte auch für die Verwendung des Kreuzerhecks der Kriegsschiffe bei Handelsschiffen.¹³ Die gewonnenen Erkenntnisse waren für SCHÜTTE sehr wertvoll und bestärkten ihn später darin, sie auf die Konstruktion eines eigenen Luftschiffes zu übertragen.

Die Technische Hochschule Danzig-Langfuhr wurde 1904 neu gegründet. Schiffbau war einer der ingenieurwissenschaftlichen Zweige und JOHANN SCHÜTTE, wohl auch wegen seiner einzigartigen Erfahrung mit Wasserkanälen, erhielt 31-jährig den Lehrstuhl für Theorie des Schiffes und Entwer-

12 so der Titel eines Vortrages vor der Schiffsbautechnischen Gesellschaft. Jahrb. STG, 2. Bd. 1901, S. 331-370.

13 JAHN (1978), S. 17 ff.

fen von Schiffen.¹⁴ Die Karriere eines Professors brachte SCHÜTTE hohes Ansehen ein. Bei Fachleuten wie bei seinen Studenten geschätzt, waren seine Energien keineswegs verbraucht und so trug er, durch seine Integrationskraft und die Fähigkeit, andere zu motivieren, viel zur Förderung neuer technischer Entwicklungen bei.¹⁵ Dies schlägt sich in einer Häufung von Ehrungen nieder.¹⁶

Die Schiffbauer Schüttes Zeit haben nun, wie die gesamte deutsche Öffentlichkeit auch, die Versuche des GRAFEN VON ZEPPELIN das Luftschiff durch eine starre Konstruktion lenkbar zu machen, mit allergrößten Interesse verfolgt. Schließlich hatte die beginnende Wissenschaft der Aerodynamik Verwandtschaft mit der ihnen bekannten Hydrodynamik. Die theoretischen Erkenntnisse wurden hier wie dort mit neuen Versuchsaufbauten, den Rundlaufapparaten, Windkanälen und Schleppkanälen gewonnen. In beiden Bereichen waren technische Inventionen notwendig. Es gab lebhaftes Kontroversen, da die klassischen Wissenschaften, und hier besonders die Hydrodynamik, mit den Erkenntnissen der sich entfaltenden Technik im Widerspruch standen.¹⁷

Die Zerstörung des LZ 4 am 6. August 1908 in Echterdingen, von CLAUSBERG kritisch-ironisch als „Epiphanie“ bezeichnet, sorgte unter den deutschen Zeitgenossen für intensivste Aufwühlung. Das Unglück war schnell in aller Munde, die Zeitungen druckten Extrablätter und schnell begann ein nur durch die Massenpsychologie erklärbares Phänomen. Ganz Deutschland wollte dem GRAFEN VON ZEPPELIN helfen. Viele taten es durch ihre Geldspende, so wie KARL LANZ, andere wollten mit technischem Rat beistehen, wie JOHANN SCHÜTTE es zu tun versuchte.

Seine sachverständige Analyse der Fehler des Luftschiffes und externer Ursachen des Unfalls, u.a. den großen Mangel, dass keine geeigneten Hallen zur Verfügung standen, um das zu Boden gegangene Luftschiff vor ungünstigem Wetter zu schützen, sendete er in einem Brief am 14.08.1908 an den

14 Die Gründung der Technischen Hochschule Danzig entsprach den Anforderungen der Zeit in Hinsicht auf den Anstieg der Studentenzahlen und der Verzweigung und Spezialisierung der Wissenschaften. Die Technischen Hochschulen waren im 19. Jahrhundert als neuer Hochschultyp neben der Universität entstanden. Sie hatten in Kaiser WILHELM II. einen tatkräftigen Förderer und erlangten um die Jahrhundertwende die Gleichstellung mit den Universitäten. Vgl. BORN (1985), S. 19

15 HAALAND, KNÄUSEL u.a. (1997), S. 196 f.

16 JAHN (1978), S. 46 f.

17 TRISCHLER (1992), S. 48 f. und 501

Geheimrat DR. LEWALD, wobei er für die Luftschiffkonstruktion mehrere – in Analogie zum Schiffbau – technische Vorschläge machte. Diese Vorschläge fanden aber keine erwähnenswerte Resonanz beim GRAFEN VON ZEPPELIN.¹⁸ So wie im übrigen ZEPPELIN schon 1894 die Begutachtung und die Ratschläge der Kommission des preußischen Kriegsministeriums insbesondere MÜLLER-BRESLAUS bezüglich der Gerippekonstruktion zwar wohlwollend aufgenommen, aber letztlich ignoriert hat.¹⁹

Ausgehend von den Überlegungen für die Verbesserung von Luftschiffen und von der Überzeugung, dass ihnen die korrekten theoretischen Annahmen vorausgingen, fasste SCHÜTTE offenbar den Beschluss ein eigenes Luftschiff zu bauen, welches besser funktionieren sollte, als jenes von ZEPPELIN.

Da dieses Unternehmen reichlich an Investitionen nötig hatte, suchte er einen Geldgeber, den er im Industriellen KARL LANZ fand. Sie gründeten 1909 den Luftschiffbau Schütte-Lanz²⁰. Für diese Gesellschaft warb SCHÜTTE einige seiner fähigsten Studenten an²¹. Er selbst blieb vorläufig Professor in Danzig.

In den Jahren von 1909 bis zum 1. Weltkrieg baute die Firma Luftschiffbau Schütte-Lanz zwei Luftschiffe. Das erste fuhr sehr lange und erfolgreich, nur war es technisch noch nicht ausgereift. Die Gerippekonstruktion machte erhebliche Schwierigkeiten. Mit dem zweiten Luftschiff, an dessen Konstruktion JOHANN SCHÜTTE sich intensiver beteiligte, wurde das Standardstarrluftschiff für die nächsten Jahre gebaut. Im SL 2, so die Bezeichnung des zweiten Luftschiffes der Bauart Schütte-Lanz, kulminierten die Erfahrungen mit SL 1 und die technische Fortschrittlichkeit des Luftschiffbaus Schütte-Lanz. Alle dem SL 2 folgenden Schiffe wiesen nur noch Änderungen im Detail auf.

Auch der Luftschiffbau Zeppelin wurde durch das Kriegsministerium zur Übernahme der Schütte-Lanz-Standards angehalten. Zeppelin folgte unwillig, verwendete die technischen Innovationen des Luftschiffbaus Schütte-Lanz aber nach dem Krieg für seine berühmten Verkehrsluftschiffe weiter. Um diese Tatsache entspann sich in den Jahren 1918-1924 ein Prozess um

18 ROBINSON (1979); HAALAND, KNÄUSEL u.a. (1997), S. 197.

19 Gutachten MÜLLER-BRESLAUS im Nachlass SCHÜTTES. Veröffentlicht in: SCHIFFBAU Nr. 1/2 (1922), S. 14 f.

20 die Teilhaber der Gesellschaft waren Frau JULIA LANZ, DR. KARL LANZ, Geh. Kommerzienrat AUGUST RÖCHLING und JOHANN SCHÜTTE.

21 Siehe 3.3.2 bei §10.

Patent- und Nutzungsrechte, der JOHANN SCHÜTTES Arbeit jener Zeit sehr vereinnahmte. Noch im Krieg aber entwarf auch SCHÜTTE Verkehrsluftschiffe, welche jedoch niemals zur Ausführung gekommen sind, da der Luftschiffbau, ebenso wie der Riesenflugzeugbau, den der SL und LZ auch betrieben, durch den Versailler Vertrag untersagt war. Die Firma Schütte-Lanz arbeitete jedoch bis Mitte der 20er Jahre in alternativen Bereichen wie dem Bootsbau, der Bautischlerei und dem Kleinautobau. Ein Konstruktionsbüro verfolgte die Pläne von Verkehrsluftschiffen weiter.

SCHÜTTE engagierte sich stark in verschiedenen Vereinen und Verbänden, z.B. der „Schiffbautechnischen Gesellschaft“ oder der „Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt“. Professor an der TH Danzig blieb SCHÜTTE bis 1922, dann wechselte er nach Berlin-Charlottenburg. Einen Schicksalsschlag erlebte er 1924 als sein Sohn starb.

Nachdem sich der Luftschiffbau Schütte-Lanz aufgelöst (1925), bzw. in andere Firmen übergegangen war, arbeitete Schütte bis zu seiner Pensionierung als Professor und in verschiedenen Interessenverbänden der Luft- und Schifffahrt weiter. Am 29. März 1940 verstarb JOHANN SCHÜTTE in Dresden nach einer Erkrankung.

3.2.2 Karl Lanz. Mäzen der Technik

Geboren am 18. Mai 1873 und damit derselbe Jahrgang wie JOHANN SCHÜTTE, lebte KARL LANZ bis zum 18. August 1921. Er war Sohn des großen Industriellen HEINRICH LANZ, der ein Landmaschinenfabrik in Mannheim aufbaute, welche in technischer und sozialer Hinsicht führend in Europa war. In seiner Jugend ging er zum Gymnasium.



Abb. 5: Karl Lanz

Nach dem obligatorischen Militärdienst ging er, wie JOHANN SCHÜTTE auch, an die Technische Hochschule in Berlin-Charlottenburg, um Maschinenbau zu studieren. 1897 nach Abschluss des Studiums trat er in des Vaters Firma ein, die er nach dessen Tod 1905 weiterleitete. Vom Vater beeinflusst, zeigte er sich für technische Neuerungen stets aufgeschlossen. So war er in Mannheim Präsident des „Deutschen Luftflottenvereins“. Sein Interesse für die Luftfahrt mündete in der Stiftung *Lanzpreis der*

Lifte, die er mit 50 000 Reichsmark²² unterfütterte. Ziel dieses Preises war es, die Luftfahrttechnik zu fördern. Als GRAF VON ZEPPELIN das Gelände in Manzell zu klein wurde, bot er diesem Baugrund in Mannheim an. ZEPPELIN nahm ein konkurrierendes Angebot der Stadt Friedrichshafen an. Nach der Katastrophe von Echterdingen spendete er 50.000 Mark an ZEPPELIN.

Kurz darauf trat JOHANN SCHÜTTE mit seinem Luftschiffprojekt an ihn heran. KARL LANZ zeigt sich interessiert, und es kam zu einer Zusammenarbeit, die mit einem Vorvertrag²³ am 22. April 1909 förmlich manifestiert wurde. Kurz darauf nahm die neugeschaffene Gesellschaft, am Anfang als Subabteilung der HEINRICH-LANZ-Werke, ihre Tätigkeit unter der exekutiven Leitung einiger Studenten SCHÜTTES auf und begann mit dem Bau einer Luftschiffhalle in Mannheim-Rheinau.

Der vielseitig interessierte LANZ wirkte am Luftschiffprojekt immer nur als Geldgeber mit. Kritisch und mit den Augen des Unternehmers beäugte er die Arbeit und mehrfach erwog er, aus dem Projekt auszusteigen. KARL LANZ starb früh nach dem Krieg im Jahr 1921 in Mannheim.

22 Nach HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 198 sind es die benannten 50.000 RM. BÉLAFI (1990), S. 14 berichtet von einer Dotierung von 40.000 Reichsmark. Nach SCHÜTTE (1926), S. 6 wurden weitere LANZ-Preise ausgelobt die einmal die Höhe von 7.000 Mark und 3.000 Mark hatten. LANZ stiftete also 50.000 RM zur Förderung der Luftfahrt. Offensichtlich ergibt sich dieser Betrag aus der Summe aller Lanzpreise.

23 Vgl. Kap. 6.1

4 Bedingungen für den Luftschiffbau in Deutschland

4.1 Die deutsche Wirtschaft vor dem 1. Weltkrieg

Die deutsche Wirtschaft¹ vor dem 1. Weltkrieg war geprägt von einem großen und schnellen Wachstum und einer intensivierten Industrialisierung. Dafür gab es verschiedene Gründe:

- 1869 wurde die Gewerbefreiheit vollständig eingeführt, nachdem der erste Versuch von 1845 nach der 48er Revolution 1849 wieder beschränkt wurde.
- Die Gründung des Nationalstaats Deutsches Reich unter den Hohenzollern, das ab 1879 eine Abkehr vom Freihandel vollzog, sich dem staatlichen Protektionismus zuwandte und Schutzzölle einführte. Da bis auf Großbritannien, den Niederlanden und Dänemark daraufhin alle wichtigen Handelsnationen ebenfalls Schutzzölle einführten, entstand ein System konkurrierender Nationalökonomien.
- Im Inneren begannen besonders in Deutschland einzelne Industriebranchen Organisationen zu entwickeln, die sich gegeneinander ebenso abzuschließen versuchten wie die Volkswirtschaften. Als Organisationsform wurden Kartelle und Verkaufssyndikate gewählt, mit dem Ziel die Produktion und die Preise zu regulieren, und die Absatzmärkte aufzuteilen.
- Gleichzeitig fand eine verstärkte Konzentration der Industrie statt. Die Fusion mehrerer rechtlich selbständiger Unternehmen in verschiedenen Produktionsstufen führte zur vertikalen Konzernbildung. Bekannte Konzerne, die damals entstanden, sind KRUPP oder THYSSEN.
- Der Faktor Bevölkerung spielte eine mehrschichtige Rolle. Zum einen bewies die militärisch gedrillte Nation Organisationstalent und Disziplin, zusätzlich beruhigt durch die beginnenden Sozialleistungen von Staat²

1 An diesem Punkt muss gesagt werden, dass es erst seit der Reichsgründung 1871 wieder eine einheitliche deutsche Volkswirtschaft gab. Darauf hinleitend spielte die Errichtung des Deutschen Zollvereins eine wichtige Rolle. vgl. LÜTGE (1966), 417ff.

2 Diese Sozialleistungen, die unter BISMARCK eingeführt wurden, um den Pauperismus zu bekämpfen und den Zulauf zu sozialistischen Arbeiterparteien einzudämmen, wurden da-

und Unternehmen. Zum anderen stieg mit dem damals starken Wachstum der Bevölkerung auch die Inlandsnachfrage.

- Durch die imperialistische Okkupation von überseeischen Gebieten wurden Kolonien geschaffen, die einerseits als kostengünstige Rohstofflieferanten ausgebeutet werden konnten, andererseits aber auch neue Absatzmärkte darstellten.
- Das gute Schul- und Universitätswesen sorgte für eine hinreichende Bildung der Bevölkerung, vor allem weil sich ab 1890 die Minderbewertung der angewandten Wissenschaften angesichts des ökonomischen Reifegrads der deutschen Gesellschaft auflöste. Man begann die Technischen Hochschulen intensiver zu fördern und nahm Neugründungen vor. Wissenschaft und Forschung arbeiteten eng mit der Wirtschaft zusammen. In vielen Konzernen gab es sogenannte Erfindungswerkstätten. Besonders in der chemischen Industrie nahmen wissenschaftliche Erkenntnisse schnell Einfluss auf die Produktion.
- Das sich in Deutschland schnell verbreitende Verbandswesen. Den Interessenverbänden und Fördervereinen kam eine wichtige gesellschaftliche Funktion zu, da sich auf dieser Ebene die verschiedenen Intentionen von Staat, Wirtschaft und Wissenschaft miteinander verwoben und vermittelten. Die Vereine und Verbände stellten sich, ersteinmal installiert, meistens als sehr beständige Institutionen heraus, die in diesem Jahrhundert mehrere deutsche Staaten überlebten.³
- Das Militär wurde zum Großabnehmer für viele deutsche Schlüsselindustrien. Der militaristische Zeitgeist und die beständige Aufrüstung vor dem 1. Weltkrieg füllten die Auftragsbücher der Kohle- und Stahlindustrie; die Werften lebten gut vom Wettrüsten zur See mit England. Die

mals von liberalen Gegnern dieser Politik als „Staatssozialismus“ diskreditiert. Interessanterweise lautete ihre Forderung, dass der Staat dem einzelnen nicht die Verantwortung der Daseinsvorsorge aus der Hand nehmen dürfe. Eine Forderung, die auch heute noch steht.

3 Selbst das NS-Regime biss sich bei dem Versuch die Verbände gleichzuschalten häufig die Zähne aus. Meistens kam es nur zu Umwidmungen. Besonders anfällig für die Gleichschaltung waren aber Wissenschaftlerverbände, da sie von Anfang an am Nationalstaat orientiert waren und von seiner finanziellen Unterstützung lebten. Ein gutes Beispiel für die Vereinnahmung durch den nationalsozialistischen Staat ist die Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt, die später durch die Nazis in Lilienthal-Gesellschaft umbenannt wurde. TRISCHLER (1992), S. 510.

Finanzierung lief dabei mehr als einmal über große Volksspenden, auch *Nationalspenden*⁴ genannt.

Erst kurz vor dem 1. Weltkrieg erlahmt die wirtschaftliche Expansion unter dem Eindruck der sich verschärfenden politischen Krise in Europa. Die Marokkokrise 1911 brachte sogar eine Rezession. In Deutschland profitierten aber gerade Rüstungsbetriebe von diesen Krisen, da das Militär vermehrt Aufträge vergab, was dann im Krieg zu einer Aufblähung besonders der deutschen Luftfahrtindustrie führte.

Damit ist das ökonomische Klima⁵ umschrieben, in dem der deutsche Luftschiffbau Anfang des 20. Jahrhunderts seine Wurzeln schlug. Die Luftschiffbauunternehmen, sowohl Zeppelin als auch Schütte-Lanz, sind in mancher Hinsicht typische ökonomische Institutionen dieser Zeit. Andererseits weisen sie bestimmte Besonderheiten auf. Beide Unternehmen hätten unter den Gesichtspunkten einer ökonomischen Rentabilitätsrechnung nicht bestehen können, sondern wurden von einem Nationalgefühl getragen, welches die Luftschiffe als Symbol der eigenen Größe und Herrlichkeit verstand.⁶

4.2 Signifikanzen im Luftschiffbau

Waren die Hersteller von Starrluftschiffe typische Vertreter jener Zeit? Zu den oben genannte Faktoren jedenfalls, die für die Prosperität der deutschen Wirtschaft sorgten, stehen der Luftschiffbau Zeppelin (LZ) und der Luftschiffbau Schütte-Lanz (SL) in einem ambivalenten Verhältnis. Das Produkt Luftschiff, als gigantisches Projekt, ist dafür allein schon zum Teil verantwortlich. Die großen Investitionskosten für den Bau, die notwendige ebenso große Halle und der fehlende Absatzmarkt lassen den Luftschiffbau unter ökonomischen Aspekten als Irrsinn erscheinen. Als solcher wurde er denn

4 So zum Beispiel die Spenden für den Flottenbau, die Zeppelinspende von 1908 und die Nationalflugspende 1912 für die Luftfahrtforschung, die 7,65 Millionen Mark zusammenbrachte.

5 Vgl. zum Thema deutsch Wirtschafts- und Sozialgeschichte im Deutschen Reich von der Reichsgründung 1871 bis zum Ende des 1. Weltkrieges mit LÜTGE (1966), S. 415 ff.; MOTTEK (1975), S. 99 ff.; BORN (1985), S. 15 ff.

6 Wissenschaftlich bearbeitet durch CLAUSBERG (1979), S. 39 ff. und ROBINSON (1979), S. 40 ff. Gute Quelltexte für das damalige Volksempfinden sind VÖMEL (1913), HOOGH (1908) und BEIER-LINDHARDT.

auch lange betrachtet.⁷ Die Idee des Starrluftschiffes wurde getragen vom ebenso starren Sinn des GRAFEN VON ZEPPELIN, vom Traum zu fliegen und vom hohen Einsatz auf der Suche nach einer schnellen transkontinentalen Verkehrsverbindung.

Beim Luftschiffbau Zeppelin und beim Luftschiffbau Schütte-Lanz kamen die Einflußfaktoren Verbände und Vereine, Militär und der nationalistisch-militaristische Zeitgeist positiv zum tragen. ZEPPELIN wurde vom VDI und den Fördervereinen für Luftfahrt unterstützt auf dem Weg zum Starrluftschiff. Ihre Unterstützung brachte 1898 65 Aktionäre in der Gesellschaft zur Förderung der Luftschiffahrt zusammen, die der Finanzierung eines Starrluftschiffes dienen sollte. Die meisten Aktien musste Zeppelin allerdings selbst kaufen, damit das notwendige Kapital aufgebracht wurde. In den folgenden Jahren war die Finanzierung der Luftschiffe nur durch hohe Aufwendungen des GRAFEN VON ZEPPELIN möglich.

1908 schaffte die Katastrophe des LZ 4 in Echterdingen überhaupt die Bedingungen für allen weiteren Luftschiffbau als wirtschaftliche Unternehmung. Große Empathie schwappte dem Grafen aus dem Volk zu. Eine Spendenaktion brachte sechs Millionen Mark zusammen. Die Firma Luftschiffbau Zeppelin GmbH (LZ) konnte nun erst gegründet werden. Durch die große Teilnahme aus dem Volk, das den Luftschiffbau für sich zu einer nationalen Herzenssache⁸ gemacht hatte, kamen Militär und Wissenschaft in eine Art Zugzwang, denn die Bevölkerung übte mittels der bürgerlichen Assoziationen Druck auf den Staat aus. Die institutionell eingebundene Mitarbeit der Wissenschaften und des Militärs machte den Luftschiffbau denn auch erfolgreicher. Die Luftschiffe konnten mit mehr technischem Wissen gebaut werden und mit dem Militär war ein wichtiger Kunde gefunden, der für die Luftschiffhäfen und auch in der Entwicklung und Konstruktion die unentbehrliche Manpower lieferte.

Damit sind zwei Merkmale bestimmt, die für die deutsche Wirtschaft signifikant waren. Zum einen die entscheidende Mitwirkung des Militärs als Kunde und Ratgeber und zum anderen die Funktion der Verbände und Verein als Mittler zwischen Staat, Wirtschaft und Wissenschaft.

7 Kaiser WILHELM II. nannte den GRAFEN VON ZEPPELIN bei Gelegenheit den „dümmsten unter den Süddeutschen“.

8 Siehe CLAUSBERG (1979), S. 39 ff. und ROBINSON (1979), S. 40 ff.

Auch beim Luftschiffbau Schütte-Lanz ist diese Signifikanz zu finden. Schon im Vorvertrag wird das Militär als Kunde avisiert.⁹ Die Firmengründer wirkten beide in Interessenvertretungen mit. LANZ als Unternehmer war Präsident des Deutschen Luftflottenvereins in Mannheim. SCHÜTTE als Wissenschaftler arbeitete in mehreren wissenschaftlich orientierten Verbänden führend mit. SCHÜTTES und LANZ' Zusammengehen ist eine für die damalige deutsche Wirtschaft normale Verquickung von Wissenschaft und Wirtschaft.

Mehr bei Schütte-Lanz als bei Zeppelin kam eben diese enge Verbindung von Wissenschaft und Wirtschaft zum tragen. Die Idee eines eigenen Luftschiffbaus entstand aus der Nichtwürdigung von technischen Verbesserungen, die SCHÜTTE an ZEPPELIN herantrug. Seine wissenschaftlichere Herangehensweise versprach für den Unternehmer LANZ mehr Erfolg als das Man-zeller Trial-and-Error-Verfahren. Im Vorvertrag sicherte er sich in §4 weitere akademische Unterstützung. Die wissenschaftliche Fundierung des Luftschiffbaus bei Schütte-Lanz führte in den Jahren von 1913-15 zu einem technische Vorsprung gegenüber dem LZ. In dieser Zeit war der SL in der Welt führend im Luftschiffbau, was die technische Konzeption anging. Dieser Vorsprung konnte jedoch am Markt nicht monetär verwertet werden.

Der staatliche Protektionismus äußerte sich im Luftschiffbau in einer speziellen Variante. Wie so häufig lagen militärische und großmachtspolitische Interessen zugrunde, die sich im Patentgesetz¹⁰ in §5 manifestierten. Dieser Paragraph ermöglichte es dem Staat, Patente einzuziehen, wenn sie für Heer oder Marine Relevanz besaßen. Diese Situation ermöglichte nicht gerade die ökonomische Verwertung geistigen Eigentums durch die beiden Luftschiffunternehmen im Ausland. Besonders Schütte-Lanz war vor dem Krieg betroffen und strengte nach dem Krieg einen Prozess für die im Gesetz zugesicherten Entschädigungen an.

Mit Blick auf die Tendenz zur Monopolbildung in der deutschen Wirtschaft und die zeittypische Konzernentstehung unterscheiden sich die Luftschiffunternehmen von anderen großen Akteuren. Die beiden Unternehmen versuchten nicht zusammenzugehen, um den Markt zu beherrschen. Es gab also keine klassische Monopolbildung. Auch wurden die Konzerne nicht vertikal gebildet, so wie allgemein üblich. Besonders der LZ fusionierte nicht mit seinen Zuliefererbetrieben wie z.B. dem Aluminiumhersteller

9 siehe das Kapitel mit dem Vorvertrag.

10 Vgl. Kap. 8.1.1

BERG. Diese blieben selbständige Unternehmen. Der LZ zeichnete sich vielmehr durch eine horizontale Konzernbildung aus. Er gründete Zulieferbetriebe selbst. Dazu gehörten unter anderen eine Zahnradfabrik und eine Getriebefabrik. Der SL agierte ähnlich und gründete im Holzbereich Zulieferbetriebe. Beide Unternehmen gründeten im Verlauf des Krieges Abteilungen, die Großflugzeuge herstellten.¹¹

Zusammengefasst gesagt ist der deutsche Luftschiffbau typisch für die deutsche Wirtschaft in der engen Verbindung zum Militär, der Wissenschaft und dem Verbandswesen. Sehr unterschiedlich ist er im Zusammenhang mit Monopolbildung und dem Aufbau der Konzerne.

4.3 Die Aerodynamik erwächst aus der Hydrodynamik

Eine wesentliche Grundlage neben den meteorologischen waren für die Luftfahrt die Kenntnisse der Physik eines Fluggerätes in der Luft. Das galt für beide Flugprinzipien „Schwerer als Luft“ und „Leichter als Luft“. Einen Blick auf die Luftfahrtforschung und die Aerodynamik als anwendungsbezogener Wissenschaft zu werfen, ist also durchaus notwendig und interessant in der Diskussion um den Luftschiffbau Schütte-Lanz, und zwar weil:

- Die Methoden der Luftfahrtforschung, speziell der Aerodynamik, aus der klassischen Hydrodynamik heraus entwickelt wurden, und JOHANN SCHÜTTE sich, aus dem Schiffbau kommend, mit entscheidenden wissenschaftlichen Versuchsansätzen auseinandergesetzt hat, obschon er als Ingenieur ein praxisorientierter Techniker war. In der Person JOHANN SCHÜTTES gelangte im Luftschiffbau ein wissenschaftliche Ansatz verstärkt zur technischen Anwendung.¹²
- Die Entwicklung von Luftschiffen vor dem Formierungsprozeß dieser Technikwissenschaft stattfand.
- Die Institutionalisierung der Luftfahrtforschung stark mit dem deutschen Assoziationswesen verbunden war, und JOHANN SCHÜTTE in diesen, meist

11 Vgl. HAALAND (1987), S. 95 ff.; HAALAND, KNÄUSEL u.a. (1997), S.266 ff.

12 JOHANN SCHÜTTE selbst betonte, dass wissenschaftliche Berechnungen im Luftschiffbau Schütte-Lanz zum Tragen kamen im Gegensatz zu Zeppelin. In der Realität kam aber auch der SL nicht um empirische Verfahren herum, da man noch keine Berechnungsgrundlagen ermittelt hatte. Dies gilt besonders für den SL 1. Sicher ist, das der Luftschiffbau Schütte-Lanz um wissenschaftliche Fundierung bemüht war. Siehe auch Schüttes Bemühungen in der WGL. Zum Thema: Nachlass SCHÜTTES 86/Sda 019 und HAALAND (1987), S. 61-66.

wissenschaftlichen, Assoziationen und Institutionen stark engagiert war, häufig in leitender Position.

- Der Krieg die Luftfahrtforschung in Zusammenhang mit der technischen Verbesserung von Luftschiffen und Flugzeugen forciert hat. Ebenso wie das Militär große finanzielle Mittel zur Verfügung stellte.

Mit der rasanten Entwicklung der Technik konnte in der zweiten Hälfte die klassische rein mathematisch orientierte Hydrodynamik in vielen Fragen keine Antwort mehr geben.¹³ In der Schifffahrt und beginnend in der Luftfahrt traten praktische Probleme auf, für die neue Berechnungsgrundlagen geschaffen werden mussten. Es wurden Modellversuche zwingend notwendig, um diese offenen Fragen zu klären. Mit der Schaffung von Versuchsmethoden differenzierten sich die moderne Hydrodynamik und die Aerodynamik aus der klassischen Hydrodynamik. Sie untersuchten das Strömungsverhalten von Wasser und Luft um einen Körper. JOHANN SCHÜTTE traf besonders bei seiner Arbeit für den Norddeutschen Lloyd mit den modernen Versuchsaufbauten der Hydrodynamik zusammen, als er die Schleppversuchsanstalt in Bremerhaven aufbaute. Ab 1908 wurden für ihn auch die Fragen der Aerodynamik relevant.¹⁴

Die Luftfahrtforschung, als deren Hauptteil die Aerodynamik zu verstehen ist, besteht als Technikwissenschaft aus einem Konglomerat von Einzeldisziplinen der Natur- und Ingenieurwissenschaften, die ihre je eigene Geschichte haben: Flugmechanik, Aeroelastik, Materialwissenschaften, Triebwerksforschung, Mess- und Regeltechnik, Elektronik u.a. mehr.

Im Zentrum des Interesses stehen für die Aerodynamik die grundlegenden physikalischen Fragen des Fluges. Die Aerodynamik beginnt mit einer Phase erster aerodynamischer Betrachtungen und Experimente. OTTO LILIENTHAL

13 Die klassische Hydrodynamik ging gegen Ende des 19. Jahrhunderts von einer mathematischen Theorie der Mechanik einer idealen Flüssigkeit aus. Für die Beschreibung realer, strömender Medien war das Instrumentarium dieser Theorie dagegen so lückenhaft, dass sie für realexistierende Phänomene wie der Wirbelbildung und -ablösung, Turbulenz und Widerstand keine schlüssige Erklärung geben konnte. Ihre errechneten Ergebnisse standen in mitunter krassen Widerspruch zu den Erfahrungswerten. Schier undeutbar waren z.B. der Druckverlust in Röhren und Kanälen oder der Widerstand eines durch eine Flüssigkeit gezogenen Körpers. Die klassische Hydrodynamik produzierte, wie überspitzt formuliert wurde, „vernachlässigbares Wissen“. TRISCHLER (1992), S.50; EBERLEIN, DIETRICH (1983), S.160.

14 vgl. JAHN (1978), S. 17 ff.; dasselbe zusammengefasst in: HAALAND, KNÄUSEL u.a. (1997), S. 197.

studierte vor seinen ersten Gleitflügen Jahrzehnte den Vogelflug und experimentierte in ausgiebigen Versuchen mit unterschiedlichen Flügelprofilen in einem *Rundlauf*. Diese strömungstechnischen Versuchsapparatur zog an einem rotierenden Arm Modelle durch die Luft (oder auch Wasser). Dabei ermittelte LILIENTHAL in erster Linie Widerstands- und Auftriebswerte.

In den siebziger und achtziger Jahren des 19. Jahrhunderts entwickelten FRANCIS H. WENHAM und HORATIO F. PHILLIPS einen neuen überlegenen Versuchsaufbau – die Windkanaltechnik. In dem *Windkanal*¹⁵ untersuchten sie die für den stabilen Flug wichtigen Steuerungselemente. Die nächsten Jahre stand die Aerodynamik Dienst für die erfolgreiche Entwicklung des „Schwerer als Luft“-Fluges mit besonderer Konzentration auf die Stabilität eines Flugkörpers um seine Längsachse.

Am impulsivsten für die Entwicklung der neuen Technikwissenschaft wirkte LUDWIG PRANDTLs überragende kognitive Leistung, die in der Entdeckung der Grenzschichttheorie bestand. Damit war die klassische Unterschall-Aerodynamik begründet.¹⁶ In Göttingen baute er für die Grundlagenforschung einen modernen Windkanal, der besonders durch seinen zyklischen Luftlauf auffiel. Noch heute ist diese Art Windkanal weit verbreitet und unter dem Namen Göttinger Bauart bekannt.

15 Wie so viele Zweige der theoretischen Physik fußt die Strömungslehre auf der NEWTONschen Mechanik. Sein Hauptwerk „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica“ (1687) legte eine geschlossene Theorie vor. NEWTON gewann aus seinen Untersuchungen verschiedener Fluide wie Wasser und Luft eine Fülle von grundlegenden Erkenntnissen: Die zwischen einem festen Körper und einer Flüssigkeit wirkenden Kräfte sind die gleichen, wenn sich ein Körper mit einer gegebenen Geschwindigkeit durch eine ruhende Flüssigkeit bewegt oder der ruhende Körper von der Flüssigkeit mit der gleichen Geschwindigkeit angeströmt wird. Das Grundprinzip des Schleppkanals bzw. Windkanals war also vorweggenommen. Auch seine Überlegungen zur Proportionalität der Größe des Widerstands von geometrisch ähnlichen Körpern zur Dichte der Flüssigkeiten, in denen sie sich bewegen, war von experimenteller Bedeutung. Sie erlaubten es seinen Nachfolgern, Resultate von in Wasser durchgeführten Messungen auf Vorgänge in der Luft zu übertragen und umgekehrt. Schließlich formulierte er ein Gesetz, das eine lineare Abhängigkeit von Reibungsspannungen und Deformationsgeschwindigkeiten konstruierte. Fluide, die diesem Gesetz gehorchen wie Luft oder Wasser, werden seither NEWTONsche Fluide genannt. Der Haken für jede weitere Theorie war nun, dass Strömungen sich nicht als parallele Bewegung darstellen ließen, wie NEWTON das angenommen hatte. TRISCHLER (1992), S. 49f. ebenda zum Thema Windkanal S. 48 f.

16 Aus der sich in den dreißiger Jahren wiederum die Überschall-Aerodynamik ausdifferenzieren begann.

Auch die Luftfahrtforschung wurde im Beginn stark von wissenschaftlichen (z.B. Wissenschaftlichen Gesellschaft für Luftfahrt¹⁷) und bürgerlichen Assoziationen (z.B. Deutscher Luftflottenverein) getragen. Mit der Gründung der WGL wurde eine fachwissenschaftliche Organisation geboren, mit der sich die Luftfahrtforschung als Technikwissenschaft konstituierte. Mit dem Bedarf an Investitionen fand eine Verbindung mit dem Staat und der Wirtschaft statt. Ein Vorstoß des GRAFEN VON ZEPPELIN von 1909/10 zur Gründung einer zentralen Versuchsanstalt, um dem Bedarf der Industrie nachzukommen, wurde von Seiten der staatlichen Institutionen noch abgeblockt, denn dort war man der Meinung, dass die Wirtschaft das nötige Geld selbst aufbringen müsste.

Dennoch kam es unter dem Druck der Öffentlichkeit über die Luftfahrtvereine in den angespannten Vorkriegsjahren zur Gründung der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt. Dieser Akt wies ein strukturelles Moment im Verhältnis von Staat, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft auf. Der Staat übernahm nach langem Sträuben infrastrukturelle Aufgaben im wissenschaftlichen Sektor. Über die Einflussnahme des Militärs verlor die DVL kurz vor und während des Krieges ihre wissenschaftliche Unabhängigkeit und führte keine Grundlagenforschungen mehr durch.

Die Wissenschaftliche Gesellschaft für Luftfahrt dagegen konnte sich jedoch vor der militärischen Tentakel verwahren. Das Vereinsleben kam im Krieg aber zum Erliegen, da keine Fachartikel wegen der Zensur und der Geheimhaltungspflicht im schriftlichen Organ des Vereins, in dem auch SCHÜTTE artikelte, erlaubt waren. Welche Rolle SCHÜTTE im Verein vor und während des Krieges spielte, und vor allem wie er dessen weitreichenden Verbindungen nutzte, ist bis jetzt nicht erforscht.¹⁸

Feststeht, dass JOHANN SCHÜTTE über die WGL weitreichende Informationen aus der Luftfahrtsforschung beziehen konnte, nachdem er sich für die

17 Im April 1912 nach dem Vorbild der „Deutschen schiffsbautechnischen Gesellschaft“ und erst unter dem Namen „Wissenschaftliche Gesellschaft für Flugtechnik“ gegründet. Stark engagiert waren von Anfang an LUDWIG PRANDTL und JOHANN SCHÜTTE. 1919 wurde SCHÜTTE ihr Präsident. Die WGL war Mittelpunkt der universitären Luftfahrtwissenschaften, band aber auch Vertreter aus Staat und Wirtschaft mit ein. Der wissenschaftlich-technische Ausschuss beschäftigte sich mit der Beurteilung von Erfindungen, Literaturzusammenstellung, Vereinheitlichung der Fachsprache, Motoren, Messwesen, konstruktiven Fragen u.a. Im Nachlass JOHANN SCHÜTTES befinden sich erhebliche Mengen der Korrespondenz der Gesellschaft unter der Signatur D-a 1-53 und ein Teil der WGL-Bibliothek.

18 TRISCHLER (1992), S.48-88.

Verbesserung des bestehenden Luftschiffkonzeptes zu interessieren begann. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse setzte er dann auch konsequenter in seinem Luftschiffentwurf um, als ZEPPELIN es je tat.

Welche wissenschaftlichen Aussagen der Aerodynamik sind besonders relevant für den Luftschiffbau? Das Luftschiff ist allseitig von einem Fluid umgeben in dem es sich vorwärtsbewegt: der Luft. Bei dieser Bewegung in der Luft wirken beträchtliche Kräfte auf das Schiff, die gewünschte oder unerwünschte Folgen haben konnten. Mittels der Aerodynamik versuchte man die Wirkung der Kräfte positiv zu nutzen oder negativ auszuschließen. Die Kräfte, welche die Aerodynamik untersucht, wirken von außen auf das Schiff, d.h. die gesamte sichtbare Erscheinung des Schiffes wird beeinflusst. Damit sind zu vorderst die Schiffsförmigkeit gemeint ist, dann die Steuer- und Stabilisierungseinrichtungen und die Position von Gondeln und Propellern. Reifliche Überlegung ist zudem angebracht, da diese Teile sich wechselseitig beeinflussen können.

Die erste Frage betrifft das Widerstandsverhalten der Schiffsförmigkeit. Von diesem Widerstandsverhalten hängt die Geschwindigkeit des Schiffes ab und der Wirkungsgrad der Ruderanlage. Die Forderung an die Schiffsförmigkeit lautet: ein möglichst geringer Luftwiderstand. Der Formwiderstand ergibt sich aus der Summe aller dynamischer Kräfte, die auf die Längsachse eines Schiffskörpers mit allseitiger Symmetrie, also einem Rotationskörpern, wirken. Die Schiffslängsachse fällt dabei mit der Resultierenden zusammen.

Die aerodynamische Druckkurve kann zur Darstellung auf einen parallel zur Schiffsförmigkeit laufenden Meridian dargestellt werden.

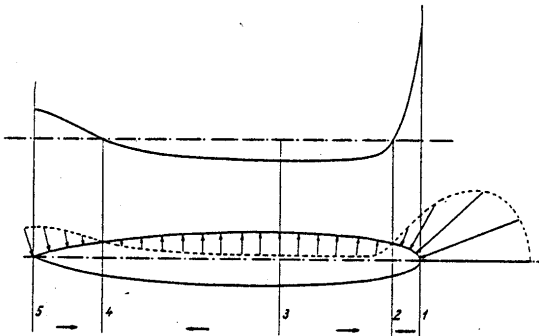


Abb. 6: Aerodynamische Druckkurve

Die Größe der Ordinaten stellen dar, ob Überdruck oder Unterdruck herrscht. Die Richtung der Drücke steht senkrecht zur Meridiankurve. Der Luftdruck wirkt mit einer bestimmten Kraft auf den Bug des Schiffes und verzögert es damit. Hinter der Bugspitze kommt es bis zum größten Querschnitt zu einem Druckabfall, der, da vom Schiff wegweisend wirkend, eine Beschleunigung verursacht. Nach dem größten Durchmesser des Schiffskörpers steigt der

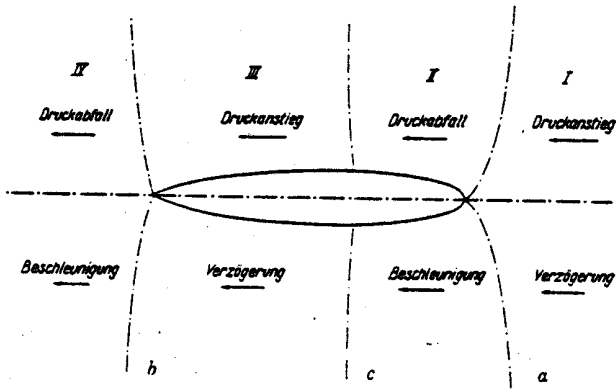


Abb. 7: Verhältnis von Beschleunigung und Verzögerung am Schiffskörper

Druck mit verzögernder Wirkung wieder an. Am Heck tritt wieder durch einen Überdruck eine Verminderung des Formwiderstandes auf. Der Druck steigt und fällt im Wechsel und sorgt so wechselweise für eine Verzögerung oder Beschleunigung des Luftschiffes. Da dieser Vorgang Einfluss auf die innere und äußere Reibung der Luft hat, ist es wichtig, die beschleunigende Phase des Druckabfalls am Heck durch spezielle Schiffsförmungen zu erhöhen, d.h. einen günstigen Energieverlauf zu gestalten.

Eine günstige Schiffsförmung hatte das SL 1. Die zylindrische Form der frühen Zeppeline war ungünstig, da es nach dem größten Querschnitt kaum noch eine Umwandlung des Drucks im Luftstrom gibt. Am Heck reißt dann der Luftstrom ab, ohne nochmals eine beschleunigende Wirkung zu haben. Für eine günstige Aerodynamik und damit Geschwindigkeit ist nicht allein der größte Querschnitt, sondern auch die Längen des Vorschiffs und des Hinterschiffs im Verhältnis zum Punkt dieses Querschnitts in der Gesamtlänge. Eine Erkenntnis, die auch für Schiffe gilt.

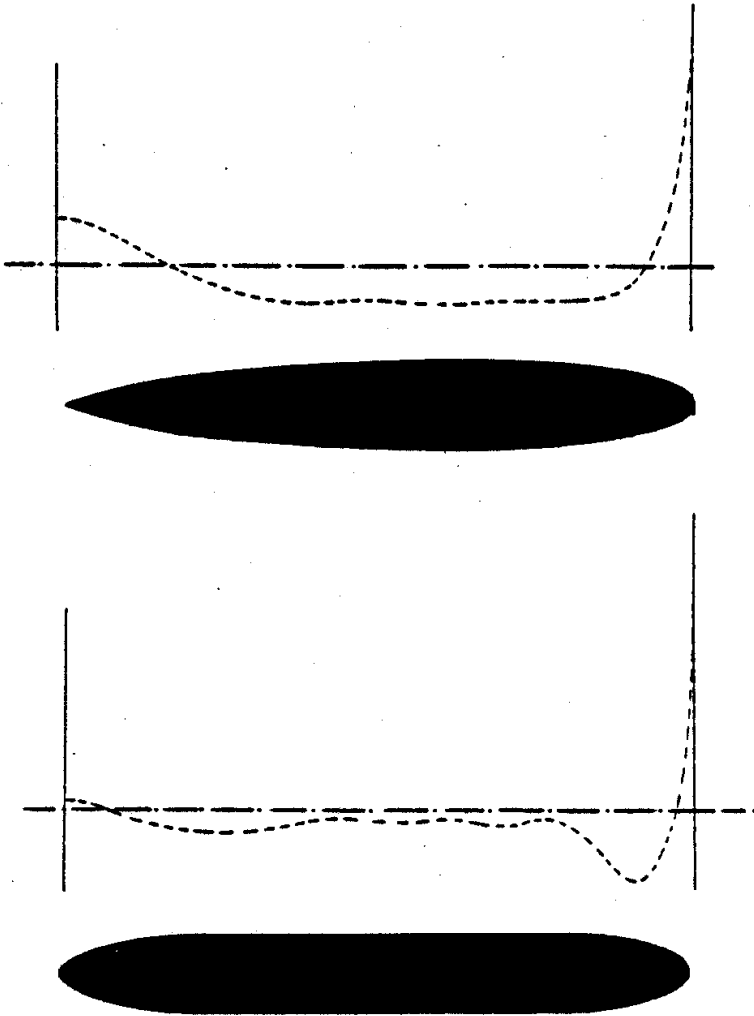


Abb. 8: Schematisierte Schiffsrümpfe des SL 1 (oben) und des LZ 10 (Unten)
 Die Beschleunigungskräfte steigen am Heck des SL 1 erheblich stärker als am LZ 10 mit seinem geschlossenen Ende. Am LZ 10 wirkt zudem am Bug eine Verzögerungskraft

Die unterschiedlichen Druckverhältnisse entlang eines Schiffskörpers und die Homogenität der wirkenden Kräfte haben großen Einfluss auf die Ruderanlagen. Meist am Heck eines Schiffes befindlich, hängt ihre Wirkung von den Kräften ab, die eben dort wirken. Bei einem spitz auslaufenden Schiffsheck wirken die glattfließenden Stromlinien günstig auf die Ruder. Eine knappe Spitze erzeugt ungünstige Wirbel, die keinen sicheren Kraftstrom in einer Richtung haben, die Ruder werden wirkungsloser.¹⁹

19 SCHÜTTE (1926), S. 63 ff.; SCHIRMER (1942), ENGBERDING (1928), S.88-97; Nachlass SCHÜTTE 34/Pur-d 005

5 Die zeppelinische Vorleistung

5.1 Das erste Patent und die ersten Starrluftschiffe

Seit 1874 beschäftigte sich der GRAF VON ZEPPELIN mit der Konstruktion eines Luftschiffes. Von Anfang an denkt der Graf die Größe des Schiffes in der Dimension eines großen Wasserschiffes an, da sonst keine besonders große Zuladung möglich gewesen wäre. Unstarre und halbstarre Systeme konnten aufgrund der mangelnden Formstabilität nicht unendlich vergrößert werden. Schon in den neunziger Jahren des 19. Jhd. war ihr konstruktiv-technisches Limit erreicht. Ein starrer Tragkörper mit einer Länge von über 100 Meter war die logische Konsequenz. ZEPPELIN dachte an mehrere zylindrische Tragelemente, die untereinander verkuppelt waren und jeweils unterschiedliche Aufgaben für das gesamte Gefährt zu erfüllen hatten. Da sich die Ähnlichkeit nicht leugnen ließ, nannte Zeppelin dieses Gebilde einen Luftfahrzeug. Ein Begriff, den er noch lange beibehielt.¹



Abb. 9: Th. Kober

ZEPPELIN nahm Kontakt zur Daimler-Motoren-Gesellschaft auf, um sie für seine Zwecke zu gewinnen, denn ein besonders leichter und leistungsfähiger Motor war vonnöten. Mit THEODOR KOBER arbeitete er seine Konstruktion durch. Immer gingen sie – analog zur Eisenbahn – von einem Luftzug mit mehreren Elementen aus. Der langen zylindrischen Form maßen sie die beste Aerodynamik bei – ein Irrtum den SCHÜTTE 1908 zurechtrückte. Baumaterial sollte Aluminium sein, so wie es DAVID SCHWARZ auch verwendete. KOBER beschreibt das lenkbare Luftschiff wie folgt:

Im Gegensatz hierzu [gemeint ist das Luftschiff „La France“ von RENARD und KREBS, S.W.] ist das vorliegende Luftfahrzeug „Deutschland“ aus einem zylindrischem Gerippe aus nahtlosen Röhren, Drahtseilen und Flachringen gebildet. Zur Verminderung des Winddrucks endigt das Fahrzeug vorne in

1 KNÄUSEL (1985)

eine Spitze, welche ebenso wie die cylindrische Mantelfläche durch Röhren und Drahtnetz versteift und mittels gut passender, abnehmbarer Seidenhüllen gegen den Winddruck verstärkt ist. Zu weiterer Versteifung ist das Mantelgerippe durch Querwände aus Röhren und Drahtgeflecht in mehrere 8 m lange cylindrische Kammern – Abteilungen genannt – eingeteilt, in welche die inneren Gashüllen gut eingepaßt sind.

Die Seitensteuerung wird durch ein vorne am Cylinder angebrachtes, um die vertikale Achse drehbares Ruderpaar bewirkt und mittels Zugleinen vom Raum aus bedient.

Die Höhensteuerung wird durch Vor- und Rückwärtsbewegen eines unter der Fahrzeugmitte befindlichen Laufgewichtes in nachdrücklicher Weise erreicht. Das Laufgewicht selbst besteht aus Tauen und Ballastsäcken, welche beim Landen Verwendung finden. Ganz besonders ermöglicht auch dieses Laufgewicht, unter Ausnutzung der schrägen Fläche, mit Überlast zu fahren bezw. einem zu starken Auftrieb infolge zu geringer Fahrzeugbelastung entgegenzuwirken.

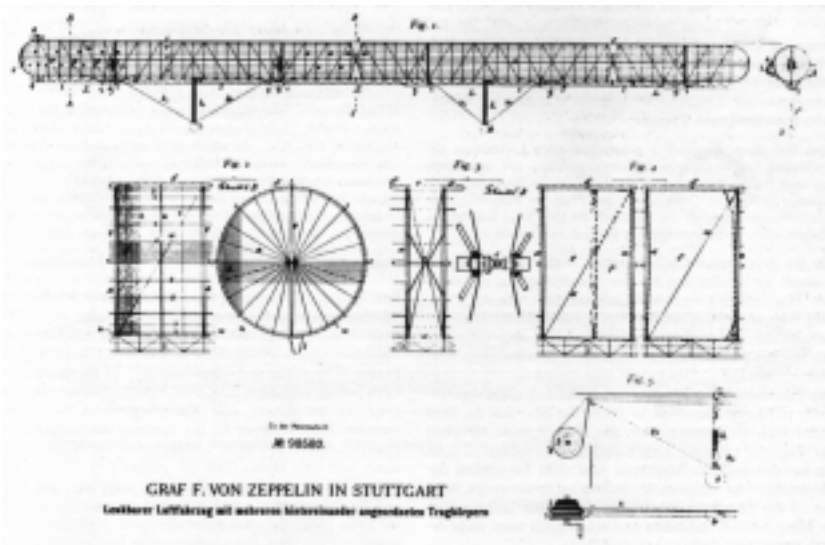


Abb. 10: Luftschiffpatent des Grafen von Zeppelin

Zur Vorwärtsbewegung des Fahrzeuges sind zwei Petrolmotoren, Patent Daimler, von je nominell 10 Pferdestärken vorgesehen.[...]

Jeder Motor treibt ein Paar symmetrisch zur Fahrzeugachse angeordneter Schraubenräder mit je vier Flügeln. Diese Räderpaare sind am Ende des ersten und dritten Viertels der Fahrzeuglänge, etwa in Höhe des Widerstandscentrums des Fahrzeugquerschnitts, angebracht.²

Der so beschriebene Luftzug wurde im Sommer 1895 zum Patent angemeldet. Dieser Luftzug trug schon alle prägenden Eigenschaften eines späteren Zeppelins. Doch die Patentansprüche bezogen sich nicht, wie immer behauptet wird, auf die zylindrische Form oder den Laufgang. Diese Merkmale waren zu diesem Zeitpunkt schon anderweitig geschützt. Ebenso war es mit dem Gerippe aus Röhren und Draht mit vertikalen Versteifungsstreben und die Unterteilung in Kammern.³ Besonders KNÄUSEL (1985) arbeitete diesen Aspekt heraus und stellte fest, dass die Patentschrift am tatsächlich gebauten ersten Starrluftschiff ZEPPELINS (und damit an den späteren auch) vorbeischoss. Die Patentansprüche bezogen sich auf die Unterteilung in mehrere Tragkörper, die lange, dünne Form, die Einführung einer speziellen Manövriergashülle und das tief unter dem Tragkörper hängende Laufgewicht.

Schon bald trennten sich ZEPPELIN und KOBER von dem Gedanken mehrerer Tragkörper. Den entscheidenden Einwand machte der ehemalige Kommandeur des preußischen Luftschifferbataillons RUDOLF VON TSCHUDI, der auf unüberwindbare Hindernisse in Bezug auf die Konstruktion, Fahrtechnik und Aerodynamik aufmerksam machte.⁴

ZEPPELIN gewann den Aluminiumindustriellen CARL BERG für sein Projekt. Dessen Erfahrung mit dem SCHWARZ-Luftschiff flossen nun ebenfalls ein. Nachdem die Finanzierung gesichert und eine schwimmende Montagehalle in Manzell errichtet war, begann der Bau an LZ 1. Dieses erste ZEPPELIN-Luftschiff trug schon die charakteristischen Merkmale eines Starrluftschiffes der ersten Jahre:

2 KOBER (1894), S.2 f.

3 Diese Art Gerippekonstruktion wurde als Patent Nr. 91887 für CAESAR EGGERT angemeldet. D.h. das Zeppelin nicht der originäre Erfinder ist, als den man ihn vielfach gerne sieht.

4 KNÄUSEL (1985); HAALAND, KNÄUSEL (1997)

- Langgestreckte zylindrische Form mit geschoßförmigen Spitzen.
- Gerippe aus Aluminiumprofilen und Drahtverspannung.
- Mehrere Gasballonets mit Überdruckventilen.
- Gondeln in denen die Benzinmotoren untergebracht waren.
- Über Wellen angetriebene Luftschauben, die seitlich des Tragkörpers angebracht waren.
- Eine Laufplanke unter dem gesamten Tragkörper, die alle Funktionsteile miteinander verband.
- Steuerung über Höhen- und Seitenruder. In der ersten Ausführung wurde einmalig noch ein Laufgewicht verwendet.
- Es wurde Wasserballast mitgeführt.

Diese grundlegenden Merkmale wurden in den nächsten Schiffen im wesentlichen beibehalten. Die Steuereinrichtung musste wegen ungenügender Funktionalität mehrfach geändert werden. Zunächst baute man am Heck Leitwerke nach Art der Pfeilfeder ein, wie ECKENER berichtete, um den Flug zu stabilisieren. Zur Steuerung verwendete man in der Manzeller Werft unterschiedlichste Ausführungen von Kastenruder, die vorn und hinten am Schiff angebracht waren. Schon bei LZ 2 begann man den Laufgang zu verkleiden. Auch änderte man die Spantenprofile, die im LZ 1 zuwenig Stabilität zeigten.⁵

In dieser Form experimentierte man in Manzell und später in Friedrichshafen fort und schaffte es auch lenkfähige Luftschiffe zu bauen. Doch der große Entwicklungsschub, der die Luftschiffe tatsächlich brauchbar werden ließ, setzte erst 1908 mit der Katastrophe von Echterdingen ein.

5.2 Echterdingen und die Folgen

Mit dem LZ 4 hatten die Manzeller Luftschiffbauer endlich ein gelungenes Schiff auf die Beine gestellt. Spektakuläre Fahrten sorgten für Sympathiegewinn in der ganzen Bevölkerung. Das Reich zeigte sich gewillt nach LZ 3 auch dieses Schiff zu kaufen, machte aber eine 24-Stunden-Fahrt zur Bedingung. Diese begann am 4. August 1908 und verlief vorerst ruhig. Nach elf Stunden jedoch platzte ein Zahnrad im Motor, und das Luftschiff musste auf dem Rhein wassern. Nach der Reparatur wurde jeglicher überflüssige Ballast von Bord geworfen; die Fahrt wurde fortgesetzt. LZ 4 umrundete Mainz und

5 DÜRR (1924), S. 21-26; HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 276-290; KNÄUSEL (1985)

machte sich auf dem Rückweg. Doch dann fiel der vordere Motor erneut aus. Mit dem hinteren schaffte das Schiff es noch bis Echterdingen bei Stuttgart, wo der Motor von Daimler-Monteuren wieder hergerichtet werden sollte. Ein aufkommender Sturm riß das Luftschiff aus seiner ungenügenden Verankerung, und es verendete mit lautem Knall und Feuersbrunst in einem nahen Wäldchen. Im Hitzesturm des Wasserstoffbrandes schmolz das gesamte Gerippe. LZ 4 war dahin, der GRAF VON ZEPPELIN am Boden zerstört.

Am Unglücksort sammelten sich Schaulustige. Unter ihnen begann nun spontan eine spektakuläre Spendenaktion, welche wie oben schon erwähnt, die Fortsetzung des Luftschiffbaus ermöglichte. Dieser patriotische Akt sondergleichen war aber nur die erste Folge. Das geschmolzene LZ 4 brachte noch mehr in Bewegung:

- Die gesamte Nation stellte sich hinter die Luftschiffe und übte über Vereine gesellschaftlichen Druck auf das Reich aus.
- Die Formierung der Luftfahrtforschung beschleunigte sich.
- Das Kaiserreich, speziell das Militär, investierte in den Luftschiffbau. Unter anderem auch, um den Verkauf von Patenten an das Ausland zu verhindern.
- KARL LANZ spendete ebenfalls.
- JOHANN SCHÜTTE begann Überlegungen zur Verbesserung der Luftschifftechnik anzustellen.

Echterdingen löste somit eine Kette von Ereignissen aus, die letztlich auch die Bedingungen für die Gründung des Luftschiffbaus Schütte-Lanz schufen.⁶

6 BÉLAFI (1990); CLAUSBERG (1979); KNÄUSEL (1985)

6 Der Luftschiffbau Schütte-Lanz

Die Gründungsgeschichte des Luftschiffbaus Schütte-Lanz ist in einzigartiger Weise als räumlicher und zeitlicher Prozess von DOROTHEA HAALAND dargestellt worden. Sie dokumentiert den Aufstieg und Fall des Luftschiffunternehmens und seine schließliche Diversifikation.¹

Angeregt durch das Unglück von Echterdingen machte sich JOHANN SCHÜTTE über die Problematik eines Luftschiffes im Fahrbetrieb und seine Konstruktion Gedanken. Sein Schluss war, dass es an Ecken und Kanten noch etwas zu feilen gab. So machte er eigene Entwürfe und als die beim Luftschiffbau Zeppelin ohne Würdigung gelassen wurden, beschloss er, selbst ein Luftschiff zu bauen. Zu diesem Zwecke suchte er einen Geldgeber, es wurde KARL LANZ. Dessen Zusage, nach eigenem Bekunden², war der damaligen Flugeuphorie entsprechend spontan. Sie schlossen einen Vorvertrag ab, der die Grundlage für ihr Unternehmen schuf, welches sich von Anfang an in der Konkurrenz zum Luftschiffbau Zeppelin und dem Flugzeug bewegte. Beide Konkurrenten machten in der gleichen Zeit essentielle Erfahrungen und technische Fortschritte durch.

6.1 Der Vorvertrag

Dieser Vorvertrag³ vom 22. April 1909 gründet zwar keine Firma, legt in vielerlei Hinsicht die Entwicklung der Gesellschaft fest. So sind nicht nur die wirtschaftlichen Verhältnisse geklärt, sondern auch patentrechtliche Fragen. Zudem richtet sich der Blick von Anfang an auf das Militär als Auftraggeber und Mitarbeiter. Wahrscheinlich liegt in diesem Vorvertrag schon das faule Ei, welches in den Patentrechtsprozessen nach dem Krieg ausgebrütet wurde, nämlich eine ungünstige Verquickung mit dem Staat, was die monopolistischen Tendenzen zu Ungunsten von Schütte-Lanz förderte. Vor allem

1 DOROTHEA HAALAND (1987): Der Luftschiffbau Schütte-Lanz Mannheim-Rheinau (1909-1925). Die Geschichte einer innovativen Idee als zeitlich-räumlicher Prozeß, Mannheim

2 Ersichtlich aus der Tischrede KARL LANZ' zum Erstaufstieg des SL 1 am 19.10.1911. Gefunden in HAALAND (1987), S. 70/90.

3 Nachlass SCHÜTTE D-a 57, S. 50 ff. ist eine Abschrift des Vertrags

aber begünstigte er eine verhältnismäßig unprofessionelle Organisation der Gesellschaft. Wesentliche Punkte des Vorvertrages sind:

- §2. Herr Professor SCHÜTTE überträgt alle Rechte, die ihm aus seinen jetzigen und später noch zu machenden Erfindungen auf dem Gebiet der Luftschiffkonstruktion zustehen, an Herrn KARL LANZ unter der Bedingung, daß derselbe ein Luftschiff nebst Ballonhalle nach Angaben und Plänen des Herrn Professor SCHÜTTE in Mannheim erbauen lässt.

Somit sind die Aufgaben klar verteilt. JOHANN SCHÜTTE brachte seine persönliche technische Leistung ein.⁴ KARL LANZ stellte Gelände, Halle und Kapital zur Verfügung. In Mannheim-Rheinau wurde die Bauwerft nach Entwürfen SCHÜTTES erstellt. Das SL 1 wird dort nach Plänen des Berliners CARL HUBER gebaut. SL 1 war nur von SCHÜTTE inspiriert. Am SL 2 wird dann tatsächlich nach Plänen SCHÜTTES gearbeitet, die dann von seine Ingenieuren nochmals überdacht und verfeinert wurden. Patente wurden nach diesen Konditionen im allgemeinen auf den Firmennamen Schütte-Lanz eingetragen.⁵

- §3. Herr Professor SCHÜTTE beziffert die hierfür aufzuwendenden Kosten auf höchstens M 350.000,- und räumt Herrn LANZ das Recht ein, sich nicht über diesen Betrag hinaus zu engagieren.

Die Kosten für das SL 1 wurden beträchtlich höher. KARL LANZ und mit ihm seine Familie blieben aber bei ihrem Engagement, auch wenn LANZ in finanzieller Hinsicht häufiger Druck machte.

- §4. Falls Gewinne erzielt werden, werden zunächst die jeweiligen Unkosten vergütet und der Gewinn 50:50 zwischen SCHÜTTE und LANZ verteilt.

Gewinne wurden mit dem hier angesprochenen SL 1 nicht erzielt, ganz im Gegenteil. Letztlich schloß man nach dem Verkauf mit 1.45 Millionen Mark Verlust. Auch mit den folgenden Schiffen wurde wenig Gewinn gemacht. Die buchhalterische Seite des Geschäftes müsste noch genauer untersucht werden.

4 Außerdem sollte er noch die Kontakte zu Zulieferfirmen herstellen. HAALAND (1987), S. 52

5 siehe auch die Zusammenstellung HAALANDS (1987), S.236

- §6. Herr Professor SCHÜTTE verpflichtet sich, alle seine Erfindungen, Verbesserungen und Veränderungen, welche er selbst machen sollte, soweit sich solche auf Luftschiffe beziehen, Herrn KARL LANZ für alle Länder als unter die Bedingungen dieses Vertrages fallend, kostenlos zur Verfügung zu stellen.

Das war eine Klausel, die kaum zum tragen kam, da in der Vorkriegszeit das Militär verstärkt die Tendenz entwickelte, die Patente an sich zu binden. Das Patentrecht ermöglichte staatswichtige Patente einzuziehen. Bei Luftschiffen kam diese Drohung besonders zum Tragen. Es wurden vor dem Krieg zwar Patente im Ausland angemeldet, doch gelang es nicht, sie lizenzmäßig zu veräußern.

- §7. Herr Professor SCHÜTTE ist verpflichtet, seine Person und seine Kenntnisse während seines zur Zeit erteilten Urlaubes in umfangreichster Weise und später, soweit es seine Zeit erlaubt, kostenlos in den Dienst der Sache zu stellen, soweit es die Konstruktion, den Bau und die Inbetriebsetzung des ersten Schiffes betrifft.[...]

Ganz klar geht hier das Verhältnis in der Gesellschaft hervor. LANZ bringt zuzusagen Geld mit, SCHÜTTE dagegen leistet Dienste.

- §8. Herr Professor SCHÜTTE verpflichtet sich, bei der Militärbehörde an massgebender Stelle dahingehend vorstellig zu werden, dass ein oder zwei höhere, im Fach erfahrene Offiziere zunächst wenigstens auf ein halbes Jahr beurlaubt [...] werden, um sich mit ihren Kenntnissen und Erfahrungen an den in Aussicht genommenen Arbeiten und Versuchsfahrten zu beteiligen; ebenso wird sich Herr Professor SCHÜTTE nach besten Kräften bemühen, für kostenlose Beteiligung von Mannschaften des Luftschifferbatallions, sowie sonstige militärische kostenlose Unterstützung zu sorgen, falls sich dies im Laufe der Zeit als notwendig bzw. zweckmässig erwiesen sollte.

In diesem Paragraphen wird klar, dass von Anfang an das Militär in den geschäftlichen Überlegungen eine Rolle spielt. Auch ist offensichtlich, dass es auf dem freien Arbeitsmarkt nicht genügend qualifiziertes Personal gab, und man sich mit dem Heer einlassen musste.

- §10 Herr Professor SCHÜTTE hat schließlich einen oder zwei Ingenieure nach der Fabrik von HEINRICH LANZ zu beordern, welche die weitere Ausarbeitung der erforderlichen Zeichnungen unter seiner Leitung übernehmen.

Das tat SCHÜTTE auch. Er schaute sich an der TH Danzig unter seine Studenten nach fähigen und vielversprechenden Kandidaten um. Von diesen engagierte er einige und schickte sie nach Rheinau.⁶

6.2 Schüttes Studenten werden wichtige Mitarbeiter im Luftschiffbau

Wie vertraglich vereinbart, gewinnt Schütte an der TH Danzig einige Studenten zur Mitarbeit im Luftschiffbau. Es sind namentlich GEORG CHRISTIANS, WALTER BLEISTEIN und FRANZ KRUCKENBERG. Noch zwei andere Ingenieure konnte er gewinnen. Doch H. STEINBRÜCK und F. ZAPF schieden bald wieder aus. Die drei anderen verbanden sich langjährig mit dem Luftschiffbau und trugen mit ihrem Einsatz maßgeblich zur Verwirklichung von Schütte-Lanz-Luftschiffen bei.

Zuerst der Maschinenbauer WALTER BLEISTEIN, der am 1. Juni 1909 zu Schütte-Lanz stieß. Er wurde mit der Maschinenabteilung betraut, der allgemeinen Konstruktion und dem Betrieb. Er nahm die Motoren ab und leitete den Versuchsstand. Seine Arbeit umfasste die Entwicklung der Ruderapparate, der Signalapparate und der Versorgungsleitungen im Schiff für Brennstoff und Strom. Als enger Mitarbeiter SCHÜTTES ging er 1916 nach Zeesen, wo eine zweite Werft gebaut wurde. Nach dem Krieg leitete er die Patentverkaufsversuche in den USA. Dort ließ er sich nach 1933 als Patentanwalt nieder. Von BLESTON, so nannte er sich in den USA, sind durch ein Interview mit ROBINSON kritische Äußerungen zum Charakter SCHÜTTES überliefert. Im Zusammenhang mit einer Kritik an der Entscheidung für Holz als Gerippematerial sagte er:

*[SCHÜTTE is] difficult, opinionated, and egoistically prone to exaggerate the value of his own ideas.*⁷

In der Tat ein vernichtendes Urteil von einem, der SCHÜTTE relativ nahe stand. Es zeugt offensichtlich von der verletzenden Art, wie SCHÜTTE die Bemühungen und Leistungen seiner Mitarbeiter würdigte.

Der Mann, der die nie endenden Konstruktionsaufgaben übernahm, war FRANZ KRUCKENBERG. Ebenfalls von der Danziger Hochschule, wurde er zuständig für die sichtbaren Konstruktionsmerkmale der Luftschiffe, wie Gondeln, Gerippe, Hüllen und Aufhängungen. Für die Konstruktion innerer

6 Vorvertrag aus dem Nachlass SCHÜTTES D-a 59, S. 50 ff.

7 ROBINSON (1979), S. 70

Elemente wie Ventile, Ballast- und Ankervorrichtungen zeichnete er ebenfalls verantwortlich. In den Zwanzigern, nach dem Zusammenbruch des Luftschiffbaus in Rheinau, erfand er einen Propellertriebswagen. Auch auf seine Überlegungen ging der Erfolg des SL 2 zurück. Der Wert seiner Überlegungen wird von D. HAALAND (1997, S. 203) so hoch eingeschätzt, dass sie ihn gerne in die Reihe großer Luftschiffkonstrukteure eingereiht sähe.⁸ In der Tat spielte er beim SL wohl eine ähnliche Rolle wie DÜRR beim LZ.

Schließlich trat noch GEORG CHRISTIANS in Rheinau an. Er leitete die Werft an sich und baute ihre Infrastruktur auf. Er beschäftigte sich mit der Halle, den Nebengebäuden, Gleisanlagen und Straßen. Nach dem Krieg leitete er die Holzabteilung, aus der durch Diversifizierung die Schütte-Lanz Holzwerke AG hervorging.⁹

6.3 Aufbau und Struktur des Luftschiffbaus Schütte-Lanz

Um den Aufbau und die Struktur des Luftschiffbaus als Wirtschaftsunternehmung zu erfassen, müsste man in erster Linie Jurist sein. Denn der Luftschiffbau Schütte-Lanz erweist sich bei näherer Betrachtung weder als Personen- noch als Kapitalgesellschaft im Rahmen der üblichen Gesellschaftsformen, die neugegründete Unternehmen eigentlich wählen.¹⁰ Die Frage der Gesellschaftsform ist jedoch besonders wichtig für die Entscheidungsgänge und Handlungsmotive bei Schütte-Lanz, da sie als Wirtschaftsverfassung den Rahmen für die innere Organisation einer Gesellschaft per Gesetz bis zu einem bestimmten Grad vorgibt. HAALAND (1987) scheute den Punkt der inneren Organisation anzusprechen, obschon sie den Luftschiffbau gezielt unter wirtschaftlichen Aspekten betrachtete. Der Grund ist ihre Zielvorgabe, nämlich den Aufstieg und Fall einer Wirtschaftsunternehmung, die lediglich ein Produkt herstellte, in seinem sozialen, wirtschaftlichen und regionalen Umfeld zu analysieren. Sie betrachtet die Phasen eines Produktlebenszyklus¹¹ am Beispiel der Schütte-Lanz-Luftschiffe.

8 HAALAND (1997), S. 203

9 Zu den Lebensläufen der angeworbenen Studenten und anderer Mitarbeiter siehe HAALAND (1987), S. 55-61 und HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 202 f.

10 Beispiele für eine Personengesellschaft sind die Kommanditgesellschaften (KG) oder Offene Handelsgesellschaften (OHG). Kapitalgesellschaften sind z.B. Aktiengesellschaften (AG) oder Gesellschaften mit beschränkter Haftung (GmbH). HGB §§ 105, 125a, 161, 264.

11 Gemeint ist damit der Entstehungszyklus gemeinsam mit dem Marktzyklus eines Produktes.

Das wirtschaftliche Handeln des SL, speziell der ihn anführenden Personen und die Art der Verträge, die mit Dritten abgeschlossen wurden, waren entscheidend durch die juristische Verfassung des Luftschiffbaus geprägt. Zur Untersuchung dieser Frage bedarf es Material über den Aufbau, die Verwaltung und Hierarchie der Firma HEINRICH LANZ/Mannheim, der Gesetzbücher des Kaiserreiches, JOHANN SCHÜTTES Nachlass und weiterführende Literatur.

Da die Beantwortung dieser Frage an dieser Stelle eher sekundär ist, möchte ich nur kurz auf die wesentlichsten Merkmale der inneren Organisation des Luftschiffbaus Schütte-Lanz eingehen.

Die konstituierenden Elemente des SL basieren auf dem oben bearbeiteten Vorvertrag vom 22. April 1909. Dieser Vorvertrag stellt juristisch gesehen keine Firmengründung dar, denn er legte keine Eintragung ins Handelsregister fest. Es wird nicht wie beispielsweise von ZEPPELIN eine GmbH oder andere Form von Kapitalgesellschaft vereinbart, sondern eine Gesellschaft bürgerlichen Rechts (auch BGB-Gesellschaft genannt), eine Personengesellschaft also. Diese Form von vertraglicher Vereinigung wird durch den vierzehnten Titel des Bürgerlichen Gesetzbuchs vom 18. August 1896 geregelt. Demnach verabreden sich die unterzeichnenden Personen zur Erreichung eines bestimmten Zwecks.

In diesem Fall sind die Personen KARL LANZ, JULIA LANZ (später meist ein Bevollmächtigter) und AUGUST RÖCHLING auf der einen Seite als Inhaber der Firma Heinrich Lanz und JOHANN SCHÜTTE auf der anderen Seite. Der Zweck ist der Bau eines Luftschiffes.

In §706 BGB wird geregelt, wie die Beiträge zu dieser Gesellschaft auszusehen haben. Grundsätzlich gilt, dass beide Partner gleiche Beiträge liefern müssen. Von der LANZ'schen Seite sind das die Investitionsmittel Kapital, Boden und Arbeitskräfte. SCHÜTTE sollte gemäß §706 Abs.3 seinen Beitrag durch Leistung von Diensten erbringen. Diese Dienste waren ein unentgeltliches Engagement.¹² Die Frage nach dem Wert seiner Idee kann hier in mehrfacher Weise gedeutet werden. Im Rahmen einer GbR wären sie als Dienst zu betrachten. Eine Verpflichtung zur Erhöhung der Beiträge oder der Ergänzung der Verluste besteht nicht. Somit erfüllt auch §9 des Vorvertrages

12 Vgl. §§7 und 10 im Vorvertrag.

die Anforderungen der §§706 Abs.3 und 707 und entsprächen der Rechtsform einer GbR.

In einem späteren Gutachten des Rechtsanwalts MAX HACHENBURG vom 23. April 1918 bezieht dieser die Position, dass es sich bei dem Vorvertrag eher um einen Kaufvertrag handelte. SCHÜTTE verkaufte seine Ideen und Patente an LANZ. LANZ bezahlte mit Investitionen.¹³ Die Position ist aus heutiger Sicht nicht nachzuvollziehen und dürfte eher eine taktische Maßnahme gewesen sein, deren Motivation vor dem Hintergrund des Niedergangs zu suchen wäre¹⁴. Denn in den Verträgen mit dem Reichsfiskus, bzw. dem Reichsfiskus, vor und im Krieg treten die Gesellschafter gemäß §709 Abs. 1 BGB als gemeinschaftliche Geschäftsführer auf. Es wird dabei in den Verträgen ausdrücklich von einer Gesellschaft gesprochen.¹⁵

Mit dieser kurzen Betrachtung soll gesagt sein, dass es sich bei dem Luftschiffbau Schütte-Lanz nie um eine Firma gehandelt hat, sondern um eine Gesellschaft, die einen Zweck verfolgte. Die genauere Abgleichung des Vorvertrages mit dem vierzehnten Teil BGB bestätigt diese Tatsache mit steigender Tendenz.

Die rechtliche Verfassung einer Gesellschaft bürgerlichen Rechts wirkte auf die innere Struktur zurück. Als derjenige, der vertragsbedingt Leistung erbringen musste, stand SCHÜTTE patriarchalisch der Gesellschaft vor. Für den Bau des Schiffes verantwortlich, observierte er von Danzig aus über intensiven Schriftverkehr. Eine ungünstige Konstellation, da vor Ort in Rheinau die Prozesse durch diesen langen Entscheidungsweg verzögert wurden. LANZ wollte sie beheben, indem er SCHÜTTE eine Professur in Mannheim besorgte.¹⁶ Häufig trat Schütte auch vor Verantwortliche des Reiches mit Generalvollmacht für alle Gesellschafter, so z.B. beim Verkauf des SL 1.¹⁷ Unter ihm angeordnet, fand sich seine Ingenieure, die die einzelnen Abteilungen leiteten. Wer sie entlohnte, konnte ich nicht herausfinden. Die Arbeiter gehörten den Heinrich-Lanz-Werken an.¹⁸

13 Nachlaß SCHÜTTE 60/S-Proz 011 und 92/Mappe 5.

14 HAALAND (1987), S. 95-128.

15 Nachlaß SCHÜTTE 59/S-Proz 002.

16 SCHÜTTE (1926), S. 141.

17 Als einziger Vertreter des SL, immer in Generalvollmacht, tritt SCHÜTTE in den Patentprozessen nach dem Krieg, speziell ab 1923/24 auf. Nachlass SCHÜTTE z.B. in 60/S-Proz 011, 61/S-Proz 015, 022 oder 86/Sda 019.

18 HAALAND (1987); HAALAND, KNÄUSEL (1997); Nachlaß SCHÜTTE; BGB

Dadurch, dass die Gesellschaft eigentlich über eine wenig geregelte Wirtschaftsverfassung verfügte und es nicht wirklich an Geld mangelte (immerhin versenkten die Gesellschafter zwei Millionen Mark im SL 1), wucherte eine gewisse Ineffizienz über der gesamten Unternehmung. Ein Kommentar des ehemaligen Mitarbeiters HERMANN MÜLLER, der 1916 nach England floh, belegt das Chaos:

The works organisation was defectiv, academical ideas predominated, considerable waste of time and materials occured. In every department extravagance prevailed, Correct ideas on recording the cost of production were absent, as a consequence the output of the works was low and discipline was far too easy going to make for efficiency.¹⁹

19 Zitat gefunden bei ROBINSON (1979), S. 69.

7 Technische Neuerungen des Luftschiffbaus Schütte-Lanz

Kann man von technischen Neuerungen beim Luftschiffbau Schütte-Lanz sprechen? Die bisherige Untersuchung hat gezeigt:

- Das Konzept Starrluftschiff ist keine Erfindung des GRAFEN VON ZEPPELIN. Er war es nur, der es erfolgreich aufnahm.
- Die technische Konstruktion des ersten Starrluftschiffes des GRAFEN VON ZEPPELIN ist grundlegend nicht auf sein Patent zurückzuführen. Die Konstruktion, die ZEPPELIN verwandte, war auf jeden Fall schon anderweitig patentiert. Die Ausführung der Konstruktion im LZ 1 ist also keine genuine Leistung ZEPPELINS oder seiner Konstrukteure.
- In Manzell gelang es bis 1908, vier funktionierende lenkbare Luftschiffe starren Systems herzustellen. Die Schiffe reiften dabei technisch. Diese technische Reifung ist auf permanentes *probierendes Hin- und Hertasten*¹ zurückzuführen. Die Vorgehensweise war empirisch. Verbesserungsvorschlägen von außen gegenüber zeigte man sich bei Zeppelin immun.

Das ist die Situation. JOHANN SCHÜTTE fasste die Fragen, die es nun nach Echterdingen im Herbst 1908 zu lösen galt, im Vorwort seiner Veröffentlichung über den Luftschiffbau Schütte-Lanz zusammen:

1. *Gab es bereits derartig exakte Festigkeitsrechnungen oder Rechenmethoden, die allen Anforderungen dieses Problems gerecht wurden?*
2. *Gab es Leichtmaterialien, die sich auf Grund eingehender Festigkeitsuntersuchungen für die Konstruktion und den Bau eines Gerüstes (Gerippe) besonders eigneten?*
3. *Konnte man auf Grund bisheriger Widerstandsuntersuchungen von im Wasser bewegten Körpern auf eine günstige Form von in der Luft besegelten Körpern schließen?*
4. *Wie mußten bei einer solchen günstigen Schiffsform Stabilisierungs- und Rudereinrichtungen beschaffen sein?*

1 MÜLLER-BRESLAU in einem Gutachten wertet die Zeppeliner Arbeitstechnik so. Nachlass SCHÜTTE 61/S-Proz 015; ENGBERDING (1928, S. 78) wertet nicht ganz so negativ: ... *die schrittweise technische Weiterentwicklung* ...

5. *War es nötig, die Resultierende aller Schub- und Antriebskräfte möglichst mit der Richtung der Resultierenden aller Widerstandskräfte zusammenfallen zu lassen?*
6. *Gab es Antriebsmotoren, die bei hinreichend leichter Konstruktion viele Stunden hindurch absolut zuverlässig arbeiteten und eine Zündungsgefahr des leicht brennbaren Gases ausschlossen?*
7. *War die Entzündungsgefahr von Wasserstoff und evt. Auftretenden Benzindämpfen überhaupt so weit ausgeschlossen, daß sie praktisch nicht mehr in Frage kam?²*

Auch wenn SCHÜTTE 1926 in der Rückschau die letzten beiden Fragen für noch nicht beantwortet hielt, so begann er 1909 an der Lösung der anderen zu arbeiten. Erfinden musste er das Starrluftschiff bekanntlich nicht. Der Typus des Starrluftschiffes lag klar definiert vor³ und dessen bediente man sich in Mannheim. Konklusiv heißt das:

Innovationen des SL konnten sich nur auf Ausführungsdetails beziehen, welche die Luftschiffe funktioneller und sicherer machten.

Der Luftschiffbau Schütte-Lanz baute in der Zeit von 1909-14 zwei Luftschiffe. Das erste stellte eine Art Versuchsballon dar, welcher in vorderster Linie der Erprobung des neuen Konzeptes diente. Dieses erste Schiff wird dem Namen Schütte-Lanz nach abgekürzt SL 1 genannt. Das zweite Schiff sollte aufgrund seines technischen Vorsprungs zum Standardschiff der deutschen und später internationalen Luftschifferei werden. Die Innovationen sind teilweise schon am SL 1 zu erkennen, perfektioniert wurden sie am SL 2.

Zuerst folgt nun ein kurze Vorstellung der Luftschiffe SL 1 und 2, um im folgenden einen Begriff von der zeitlichen und technischen Dimension in der Innovationsgeschichte zu haben. Die vergleichbaren Zeppelinische werden im jeweiligen Thema behandelt. Dabei zu berücksichtigen ist, um Verwirrung zu vermeiden, dass, nachdem ab 1909 die Produktion der Luftschiffe von Manzell nach Friedrichshafen wechselte und dann noch andere Werften durch den LZ gegründet wurden, die Nummerierung der LZ-Schiffe nicht

2 SCHÜTTE (1926), S.2

3 ENGBERDING (1928), S. 27 ff., dessen Buch in der Erstauflage 1925 erschien und der selbst nach dem Krieg bei Schütte-Lanz gearbeitet hat, wählt eine neutrale Position zwischen Zeppelin und Schütte-Lanz. Zeppelin spricht er das Geniale zu, und Schütte-Lanz die wissenschaftlich durchdachten Verbesserungen. Im groben ist damit die Leistungsverteilung geklärt.

chronologisch ablief. Dies verursachte besonders die kriegsbedingt erhöhte Produktion.⁴ Dann werden Innovation bzw. Patente behandelt, unabhängig davon, an welchem Schiff sie angewandt wurden, denn ihnen gilt die Konzentration.

7.1 Die Luftschiffe

7.1.1 SL 1. Das Versuchsschiff

Das erste Projekt des Luftschiffbaus Schütte-Lanz wurde 1909 in Angriff genommen. Nachdem die Entscheidung für Holz als Baumaterial und das Hubgerippe als Körperkonstruktion gefallen war, begann man mit der Montage. Wider Erwarten zog sich der Bau hin, wohl auch weil sämtliche Beteiligte absolute Anfänger auf dem Bereich des Luftschiffbaus waren. Der Hauptgrund aber war das labile Gerippe. Doch dann, versteift, machte SL 1 endlich am 17. Oktober 1911 seinen Erstflug.

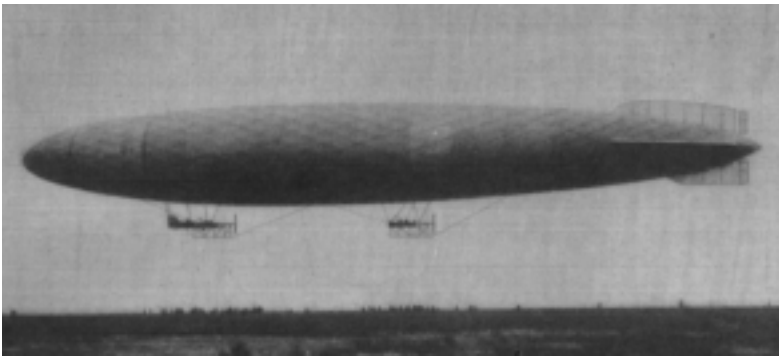


Abb. 11: SL 1 mit den Patentleitwerken, Frühjahr 1912

Das SL 1, der a-Typ, hatte bereits den stromlinienförmigen Körper und nach einigen Probefahrten auch die einfachen Leitwerke und Ruderflächen. Bei einer Länge von 131 m hatte es einen größten Durchmesser von 18,4 m. Das ergab ein Gasvolumen von 19.500 m³. Mit zwei Motoren, die je aus zwei verkuppelten Daimlermotoren bestanden, hatte es eine Motorleistung von

4 So war der Erstflug der Marine-Luftschiffe LZ 31 und 32 (03.11. und 20.11.14) vor dem des Heeresschiffs LZ 26 (14.12.14).

480 PS, was eine Eigengeschwindigkeit von 19,7 m/s erbrachte. Das Schiff hatte zwei offene Motorengondeln, die direkt unter dem Schiffskörper hingen. In der vorderen von beiden war auch der Führerstand untergebracht. Die Propeller wurden direkt angetrieben (nur ein Getriebe war dazwischengeschaltet).

Das Schiff machte innerhalb eines Jahres 53 Probefahrten und konnte dann von SCHÜTTE für 550.000 Reichsmark an das Heer verkauft werden.⁵ Das entsprach zwar nicht dem Herstellungspreis, aber dem des f-Typs der Zepelin-Konkurrenz aus demselben Jahr. Im Juli des Jahres 1913 machte das SL 1 im Heeresdienst eine Übungsfahrt nach Danzig und Königsberg. Auf seinem Rückweg musste es defektbedingt in Schneidmühl auf einem Exerzierplatz landen. Das ungeschützte Feld und ein Gewittersturm besiegelten sein Schicksal. Der Wind haute das Schiff in den nächsten Wald, wo es zerbrach. Schütte-Lanz hatte sein Echterdingen gefunden.⁶

7.1.2 SL 2. Das Standardschiff

Der Bau des zweiten Schiffes begann 1913. In die Planung sind die Erfahrungen mit dem SL 1 stark eingeflossen, und so führte man mehrere Verbesserungen ein, die zum Standard für die Starrluftschiffe allgemein wurden. Es hatte wie das SL 1 die strömungsgünstige Form, nun aber mit einem Längsspanntensystem kombiniert. Die Führergondel wurde von den Motorengondeln getrennt, die letzteren effektiver in den Luftstrom gehängt. Die Propeller wurden weiter direkt angetrieben. Ein als Kiel ausgeprägter Laufgang stabilisierte das Schiff im Inneren. Der innenliegende Laufgang wurde mit Gasschächten entlüftet. Vom SL 1 wurden die modernen Leit- und Ruderflächen übernommen und nochmals verbessert.

5 Unterzeichnung des Abnahmeprotokolls am 30.12.1912.

6 HAALAND (1987) und (1997) in den ausgewiesenen Kapiteln.

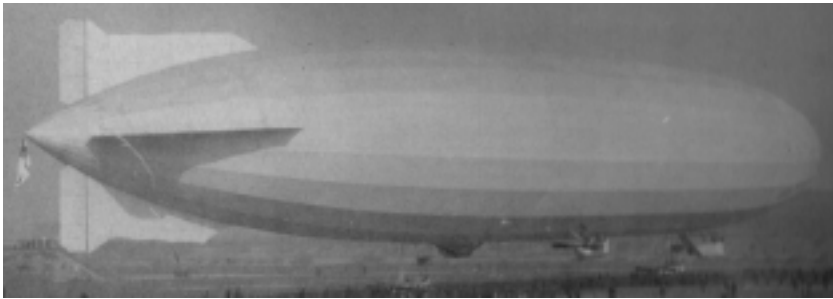


Abb. 12: SL 2 kurz vorm Start

Als es am 28. Februar 1914 seinen Erstflug machte, war es an Größe und Geschwindigkeit allen anderen Schiffen überlegen.⁷ Die werksinterne Typenbezeichnung für SL 2 war b-Typ. Der war 144 m lang und maß an seinem größten Durchmesser 18,2 m. Das Gasvolumen lag bei 24.500 m³. Die Eigengeschwindigkeit mit den vier CX-Maybachmotoren mit 720 Gesamt-PS betrug 24,5 m/s, ein Rekord den erst der LZ 38 im April 1915 einzustellen vermochte. SL 2 musste, um die Gipfelhöhe zu verbessern, im Frühsommer 1915 verlängert werden. Es wurde einfach der zylindrische Mittelteil mit einem weiteren zylindrischen Teil gereckt. Danach hatte das Luftschiff ein Gasvolumen von 27.800 m³. Das Heer kaufte auch dieses Luftschiff auf und nutzte es als Schulschiff. Im Krieg machte es Aufklärungsfahrten und Bombenangriffe. Bis es am 10. Januar 1916 in Luckenwalde strandete und abgewrackt werden musste.

Dem Konzept des SL 2 wurden alle folgenden SL-Schiffe nachgebildet. Im Laufe des Krieges nahmen in Deutschland auch die Starrluftschiffe ZEPPELINS und die PARSEVAL-Prallluftschiff die wichtigen Merkmale auf. Da über den Krieg hinaus die SL 2-Merkmale erhalten blieben und sich auch international durchsetzten, spricht man im allgemeinen über dieses Schiff als das Standard-Luftschiff.⁸

⁷ DIECKERHOFF (1973), S. 33

⁸ Zur Werden und Vergehen des SL 1 und SL 2: HAALAND (1987); HAALAND, KNÄUSEL (1997); SCHMALENBACH (1977); DIECKERHOFF (1973); ROBINSON (1979, 1980); SCHÜTTE (1926); und vor allem auch der Nachlass SCHÜTTES im Stadtarchiv Oldenburg

7.2 Die technischen Innovationen von 1909-1914

7.2.1 Stromlinienförmige Schiffskörper und Gerippekonstruktion

Das Konzept des Starrluftschiffs führt zu einer Reihe von Implikationen, die schon von GRAF ZEPPELIN genutzt wurden, um dasselbe zu preisen. Das Herz des Schiffes ist eine Gerippekonstruktion, die zwei wesentliche Aufgaben erfüllt. Sie soll eine statische Stabilität liefern, welche große Schiffsausmaße ermöglicht, und sie soll Formstabilität schaffen. Das starre Gerippe erlaubt außerdem eine vom Druck des Traggases unabhängige Gestaltung der äußerlichen Kontur des Schiffes.

Die freie Wahl der Form eines Schiffskörpers offeriert die Auseinandersetzung mit den das Schiff umgebenden Einflußfaktoren. Das ist im Falle eines Luftschiffes als erstes natürlich die Luft. Noch in der Anfangsphase des Starrluftschiffbaus bei Zeppelin in Manzell (bis 1910) wurden die sich aus diesen Möglichkeiten ergebenden Aspekte zunächst wenig berücksichtigt. Man begann dort Schiffe zu bauen, die eine langen zylindrischen Körper besaßen, der vorn und hinten in geschoßähnlichen Enden mündete. ZEPPELIN und KOBER glaubten zu Beginn, dass dies eine strömungsgünstige Form sei. Im weiteren wurden die Gestaltungsmöglichkeiten des Schiffskörpers nicht weiter genutzt, denn bei der geringen Geschwindigkeit der Luftschiffe, so nahm man an, würde die Schiffsform und auch die der Anbauteile strömungstechnisch nicht besonders ins Gewicht fallen.

Diese Haltung war in der Tat kurzsichtig. Schon weil aus Gründen der Betriebsfähigkeit und -sicherheit die Luftschiffe schneller werden mussten. Die Luftschiffe bis 1909 waren von so geringer Geschwindigkeit – das LZ 4 und seine Schwesterschiffe LZ 5 und 6 schafften 13,5 m/s – dass sicheres Fahren nur bei Windstille oder höchstens einer Brise⁹ möglich war. Zur sicheren und effektiv gelenkten Fahrt musste die Eigengeschwindigkeit des Schiffes die zu erwartende Windgeschwindigkeit übertreffen. War der Wind schneller, so wurde das Luftschiff hoffnungslos abgetrieben.

Die Ursache der Langsamkeit lag zum einen in den schwachen Motoren und zum anderen in der aerodynamisch ungünstigen Form der Luftschiffe aus Manzell. Der Luftschiffbau bei ZEPPELIN jedoch wusste noch keinen Wert auf eine aerodynamisch günstige Form zu legen, war doch das Widerstandsverhalten von Schiffsform und Anbauteilen wissenschaftlich noch nicht oder

9 Eine Brise ist Wind von 2-10 m/s.

nur wenig erforscht. Die Aerodynamik als Wissenschaft befand sich, wie schon geschildert, noch im Aufbau. Doch spätestens ab 1908 und dem Wirbel, den es um das Echterdingen-Unglück gab, wurden Versuche unternommen, stromlinienförmige Körper zu entwerfen und zu bauen.¹⁰ Die Konstrukteure des Luftschiffbaus Zeppelin, namentlich LUDWIG DÜRR, hielten aber am System mit dem zylindrischen Körper fest, da sich dieser mit seinen identisch großen Gerippungen ökonomischer produzieren ließ. Dieses Argument der geringen Produktionskosten war in den Jahren vor dem 1. Weltkrieg schwerwiegend, da der LZ für die DELAG und das Militär arbeitete.

Die Forderung nach strömungsgünstigen Schiffskörpern aber blieb, und so tat der Luftschiffbau Schütte-Lanz den Schritt in die kostenintensivere Produktion dieser Art Starrluftschiffe, denn die Rücksicht auf die Aerodynamik versprach auch große Vorteile. JOHANN SCHÜTTE, der in seiner Zeit beim Norddeutschen Lloyd mit Schlepversuchen an Schiffsmodellen betraut war, wusste um die Tatsache, dass unterschiedlich geformte Körper in einem Fluid unterschiedliche Widerstandswerte aufwiesen.¹¹ Er entwarf, inspiriert vom Echterdingen-Unglück, ein eigenes Konzept, welches er mit Hilfskräften an der Danziger Hochschule durchrechnet und zeichnen ließ. Sein Ziel war ein Patent. In der Erläuterung zur Anmeldung des Patenten formulierte Schütte sein neues Starrluftschiffkonzept.¹² Teil diese Konzeptes war die besondere Form mit paraboloidförmigen Enden und dem größten Querschnitt etwa auf 1/3 bis 2/5 seiner Gesamtlänge von vorn (Teilung etwa nach dem Goldenen Schnitt). Selbstbewusst schildert Schütte im nachhinein die Vorzüge seines Konzeptes:

Es war klar, daß ein Starrluftschiff von der Form eines langgestreckten geraden Zylinders mit halbkugel- oder ellipsoidförmigen, verhältnismäßig stumpfen Enden bezüglich des Luftwiderstandes keine befriedigende Lösung

10 So zum Beispiel bei der 1908 gegründeten Luft-Fahrzeug-Gesellschaft um den Konstrukteur VON PARSEVAL oder bei den deutschen Militärluftschiffen, System GROB/BASENACH. Bei diesen Luftschiffen handelte es sich um Prallluftschiffe. HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 145-187.

11 „Neben der Beschaffung eines brauchbaren, sicher arbeitenden leichten Antriebsmotors glaubte ich den Bau eines Gerippes als die schwierigste Angelegenheit ansehen zu müssen. Es sollte wenig wiegen, dabei doch stark genug sein, statischen und dynamischen Kräften zu widerstehen und der Fortbewegung durch die Luft möglichst wenig Widerstand entgegenzusetzen.“ SCHÜTTE (1926), S. 2

12 Gegenstand des Patenten war das Gerippeluftschiff und wurde unter der Nr. 234453 am 11.05.1911 auf SCHÜTTES Namen erteilt.

darstellte, ganz abgesehen davon, daß die Steuerorgane bei einem derartig geformten Körper in Wirbelzonen geraten mußten, die ihre Wirkung erheblich abschwächten.

Auch täuschte man sich in der Ansicht, daß ein solches Schiff bei gegebenen Pferdestärken um so schneller sein müsse, je größer das Streckungsverhältnis seiner Länge zum Durchmesser sei. Ebenfalls beruhte die Ansicht auf einem Irrtum, daß der Verjüngung des Rumpfes vom Hauptspant nach hinten nicht die ähnlich große Bedeutung für die Fahrgeschwindigkeit zukomme, wie bei den Wasserfahrzeugen. Ich entschloß mich deshalb gleich im ersten Entwurf, den Durchmesser, der bei bisher gebauten Starrluftschiffen und noch bis zum Jahr 1910 13 m und bis zum Jahre 1912 14 m betrug, um über 5 m größer zu wählen. Mein erstes Projekt hatte einen solchen von 18,55 m. Er vergrößerte das Volumen des Schiffes bei einer Länge von 130,2 m, – die bisherigen Längen schwankten zwischen 128 und 136 m, – um 5000 m³ gegenüber den bisher gebauten. Das Streckungsverhältnis war demnach 7:1, statt, wie bisher, 11 bzw. 10,5:1.

Ich habe im Winter 1908/09 versucht, der Form kleinsten Luftwiderstandes rechnerisch beizukommen, doch haben die exakten mathematischen Methoden zu keinem Ergebnis geführt.

Den größten Querschnitt legte ich an einen Punkt der Schiffslänge, der diese nach dem goldenen Schnitt teilte. Die Länge des Vorschiffs betrug demnach 0,382 L.¹³

13 SCHÜTTE (1926), S.5.

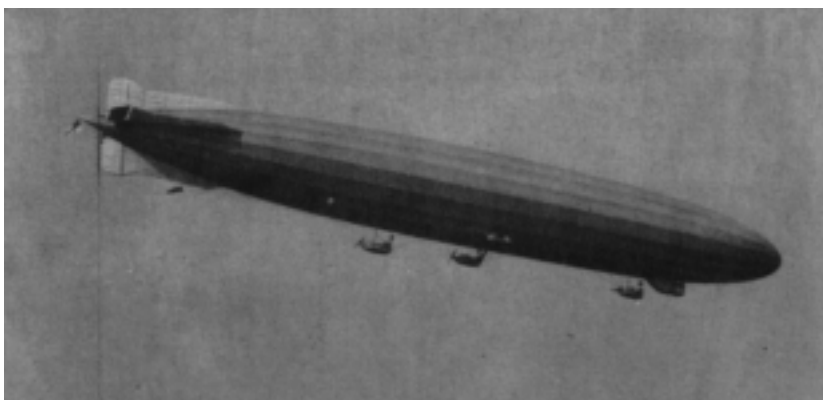


Abb. 13: SL 2 mit zylindrischem Mittelstück, modernen Leitwerke und den Motorengondeln mit direkten Propellerantrieb

Damit sah Schütte einen Schiffskörper vor, der im Profil seine Analogie in der Natur bei Vogel- und Fischkörpern hat. Vorteil dieser Form ist die geringe Widerstandskraft im Luftstrom. Während das SL 1 (Abb. 11) noch exakt die patentierte Form einhielt, so wurde im SL 2 doch ein zylindrisches Mittelstück nötig, um das Volumen zu vergrößern. Das zylindrische Zwischenstück wurde hinter dem größten Querschnitt angeordnet, so dass es, das wusste SCHÜTTE aus dem Schiffbau, wenig Einfluß auf die Aerodynamik nahm. Der lange Bug und das spitzauslaufende Heck blieben erhalten. Diese erwiesenermaßen strömungsgünstige Schiffsförmigkeit wurde an Zeppelinschiffen erstmals im i-Type (LZ 18 als L 2) angewendet. Konstituiertes Konstruktionselement wurde die aerodynamische Kontur beim Luftschiffbau Zeppelin erst ab Ende 1914 im LZ 26 und dann im o-Typ (LZ 36).

Dann stand noch die Ausformung des Gerippes selbst zur Debatte. Schon MÜLLER-BRESLAU hatte als Gutachter dem GRAFEN ZEPPELIN mitgeteilt, als dieser das Luftschiffprojekt von einer Kommission des Kriegsministeriums prüfen ließ, um Unterstützung durch das Militär zu erlangen, dass ein räumliches Fachwerk für die Skelettkonstruktion von statischen Gesichtspunkten her, am vorteilhaftesten sei.¹⁴

¹⁴ MÜLLER-BRESLAU, Professor für Statik, veröffentlichte seinen Bericht zur Arbeit in der Kommission unter dem Titel „Zur Geschichte des Zeppelinluftschiffs“ in „Verhandlungen zur Beförderung des Gewerbefleißes“ (1914). Er bescheinigt dem ersten Zeppelinentwurf völlige Unbrauchbarkeit.

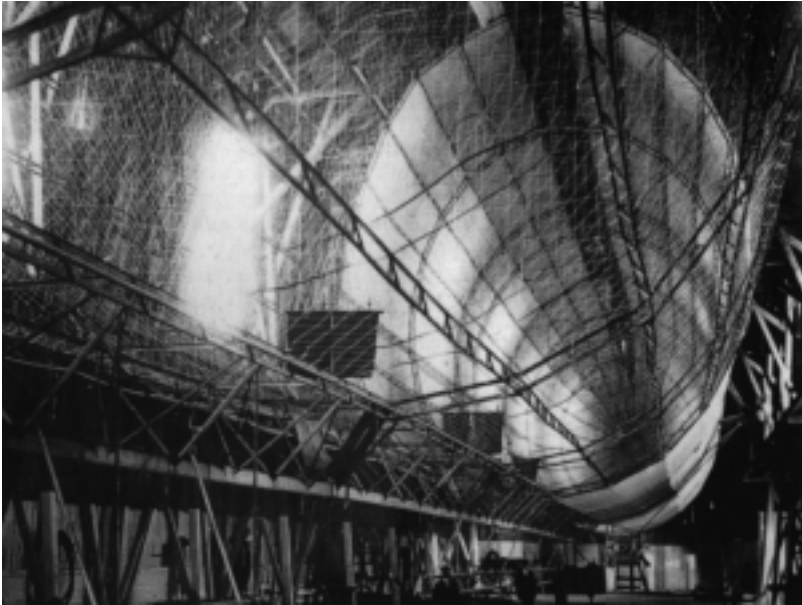


Abb. 15: LZ 1 mit verzogenen zweigurtigen Spanten

Nun, GRAF ZEPPELIN nahm den Vorschlag zwar entgegen, doch baute er letztlich das LZ 1 mit einfachen zweidimensionalen Spanten und Ringen. Die Längs- und Ringträger waren aus reinem Aluminium. Das Aluminium zu Winkel- und T-Profilen von 1-4 mm Stärke gewalzt, wurden zweigurtig mit gekreuzten Streben vernietet. Diese Trägerkonstruktion verzog sich aber trotz der Verspannung mit Draht, was unter anderem auch an den mangelnden Materialeigenschaften besonders bei Zugfestigkeit und Streckgrenze lag.¹⁵

Das erste Starrluftschiff des GRAFEN ZEPPELIN zeigte sich nicht so starr, wie es eigentlich sollte. Aus dieser Erfahrung lernend, verbaute man in Manzell schon am LZ 2 Spanten, die im Querschnitt dreieckig waren, also als räumliches Fachwerk ausgeprägt waren. Das Aluminium versuchte man durch Legierungen zu verbessern. Anfangs mit weniger Erfolg, da die ZnAl- und ZnAlCu-Legierungen unregelmäßig in den Eigenschaften waren und ärgerli-

¹⁵ Zugfestigkeit von 15-22 kg/mm² bei einer Streckgrenze von 10 bis 5 vH. DÜRR (1924), S. 32.

cherweise durch Lagerung die Tendenz zu Einrissen zeigten. Jedoch wurden die Materialeigenschaften beständig verbessert.¹⁶

Das Raumbachwerk des Luftschiffbaus Zeppelin in der Ring- und Längsträgerkonstruktion war wie folgt konstruiert. Man verwendete drei Gurte, die mit Rohren verstrebt waren (LZ 2,3). Bei den nächsten Schiffen konnte LZ aus gezogenem Blech gestanzte Streben verwenden, die in einer mit Sicke und Randwulst versehenen Löffelform eingeführt wurden. Gemeinsam mit dieser konstruktiven Ausführung wurden Versuche mit dem 1909 erfundenen Duraluminium¹⁷ durchgeführt. Dieser neue sehr feste und leichte Werkstoff konnte jedoch erst 1915 beim LZ 26 für ein komplettes Schiffskelett genutzt werden. Grund war die Suche nach den besten Legierungen für die unterschiedlichen Anforderungen. Zusätzlich mussten noch scherfeste Niete entwickelt werden. Die Verspannung der Spanten und Ringe wurde mit hochfesten Stahldrähten vorgenommen. Auch ihre Qualität wurde permanent erhöht. Von 1900-1915 machte die Reifung der Leichtmetallbauweise für das Luftschiffträgergerippe bei Zeppelin große Schritte.

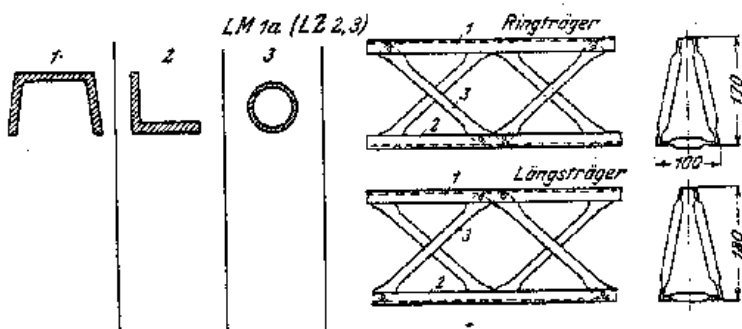


Abb. 16: Spantenkonstruktion des LZ 2 und 3

16 Zugfestigkeit von 35 kg/mm² bei einer Streckgrenze von 12 vH bei den gezogenen Profilen am LZ 7. DÜRR (1924), S. 32.

17 Erfinder des Duraluminiums ist der Dürrener Ingenieur WILM. Das Aluminium wurde durch eine spezielle Wärmebehandlung in seinen Materialeigenschaften verbessert. Problem war lange, die positiven Materialeigenschaften in einem rationalen Bauprozess zu erhalten. Wichtig war für den Luftschiffbau die später folgende Entwicklung von nahtlos gezogenen Duraluminrohren (auch mit stromlinienförmigen Querschnitt). DÜRR (1924), S. 33

Der Luftschiffbau Schütte-Lanz konstruierte seine Luftschiffe von Anfang an im Gegensatz zum Luftschiffbau Zeppelin mit einem Holzgerippe¹⁸. Stellten Holz und Gerippekonstruktion eine technische Verbesserung dar?

Das Holzgerippe ist ein Kuriosum, welches unterschiedlich zu bewerten und unter zwei Aspekten zu betrachten ist. Zum einen ist es das Baumaterial Holz, zum anderen das Gerippekonzept. Zuerst zum Gerippe. Nachdem SCHÜTTE seinen Patententwurf gemacht hatte, suchte er einen Konstrukteur, den er im Berliner Ingenieur CARL HUBER fand. HUBER entwickelte eine, wie SCHÜTTE betonte,¹⁹ vollkommen selbständige Konstruktion ohne jegliches Nachempfinden. Der Huberentwurf bestand, die Längs- und Querträger ersetzend, aus einem Geflecht von Rhomben.

Ein böses Erwachen gab es, als man nach der Montage des Gerippes die Schablonen entfernte. Da erwies sich diese Sperrholzkonstruktion als statische Katastrophe und deformierte sich gleich. HUBER und sein Statiker BARTH sind von offenbar falschen Berechnungsgrundlagen ausgegangen. Bei Schütte-Lanz sah man sich nun gezwungen, die Knotenpunkte mit Duraluminbeschlägen zu verstärken. Als dann



Abb. 17: SL 1 mit Hubergerippe

die ersten Gaszellen eingebaut und gefüllt wurden, verzog sich das Gerippe abermals. Dieses Problem wurde mit Druckringen und Drähten behoben. Das Gewicht des Schiffes stieg mit jeder Korrekturmaßnahme.

18 SCHÜTTE kam auf ein Luftschiff mit Holzgerippe, da er das Schiff für Aufklärungsfahrten des Militärs verwenden wollte. Er glaubte, damit sei die Entzündungsgefahr bei funktелеgraphischen Übermittlungen gemindert. Diese Annahme war unzutreffend. Ein anderes Argument hat Schütte vielleicht auch pro Holz gestimmt. Das Holz, als ein Mittel um sich von ZEPPELIN zu unterscheiden, konnte so als Argument in Verkaufsgesprächen beim Militär genutzt werden. HAALAND (1987, 1997)

19 SCHÜTTE (1926), S. 5

Dann hatte SL 1 eine ausreichende Festigkeit erlangt und fuhr erfolgreich. Trotzdem entschied man sich bei Schütte-Lanz, beim zweiten Schiff zu einem reinen Längsspanntensystem überzugehen, ähnlich wie jenes von Zeppelin, denn dieses versprach eine vereinfachte Bauweise und die Vorteile einer glatten Außenhülle entlang der Träger. SCHÜTTE gab nämlich der quasi rautig strukturierten Oberfläche bei SL 1 die Schuld an dessen enttäuschender Geschwindigkeit von nur 19,7 m/s bedingt durch Reibungsverluste und Wirbelbildungen an den Rhomben. Die Zeppelinschiffe des f-Typs von 1911/12, Erstaufstieg des LZ 9 am 02.10.1911, schafften dagegen schon 21,7 m/s, was SCHÜTTE mächtig ärgerte, denn so hat der Luftschiffbau Schütte-Lanz knapp verloren – SL 1 stieg erst zwei Wochen später erstmals auf. Er tröstete sich damit, dass die LZ-Schiffe des Jahres 1909, als Schütte-Lanz anfang zu konstruieren und zu bauen, erheblich langsamer waren.²⁰ Nur durch die lange Bauzeit überholte sich das SL 1 selbst.

In Holz als Baumaterial sehen MEYER und ROBINSON einen gravierenden Mangel.²¹ Nicht zu Unrecht, denn die Holzkonstruktion brachte im Einsatz in der Luftschiffahrt, besonders als Marine-Luftschiffe, einige Probleme mit sich. Da Holz die Eigenschaft besitzt zu „Arbeiten“ und damit Eigenschaften des Konstruktionsgefüges zu ändern, mussten erheblich Nachbesserungen, insbesondere beim SL 1, vorgenommen werden. Zudem waren die Verarbeitungsmittel, ich spreche von den Kaseinleime und Oberflächenschutzanstriche²², am Anfang dieses Jahrhunderts noch nicht auf dem notwendigen Stand.

Technisch genauer: Holz als Zellulosewerkstoff verändert Gewicht und Form, wenn es die Möglichkeit hat, durch osmotische Vorgänge die Holzzellen und die Zellzwischenräume mit Wasser zu füllen. Für das Luftschiffgerippe aus Holz ergeben sich damit naturgemäß folgende Nachteile: die Gerippespannen des Luftschiffs vergrößern sich beim Kontakt mit Luftfeuchtigkeit, da sie zur Verarbeitung vorher heruntergetrocknet, folglich im Volumen verkleinert, wurden. Durch die Verwendung von gesperrten Fur-

20 LZ 5, Baujahr 1909, hatte eine Höchstgeschwindigkeit 12,5 m/s. LZ 6 erlangte im selben Jahr 13 m/s. Der e-Typ des LZ aus den Jahren 1910/11 war mit 16,7 m/s im Jahr des ersten Aufstieges des SL 1 immernoch um 3 m/s langsamer.

21 MEYER (1980), S. 107 und ROBINSON (1979), S. 70

22 ROBINSON (1979), S. 70; SCHÜTTE (1926), S. 19. Die Oberflächenanstrichen bestanden aus Leinöl und primitiven Lacken.

nieren²³ als konstruktives Element der Spanten und Ringe versuchte man bei Schütte-Lanz dieser Tatsache entgegenzuwirken. Oberflächentechnisch machte man Versuche mit Harzung, Räuchern und Ölen.²⁴ Verhindern ließ sich das Arbeiten des Holzes so jedoch nicht. Grundsätzlich problematisch wurde dieser Faktor aber mit den im Verhältnis sehr kleinen Leimflächen. Die Leimverbindungen gerieten, weil klein und von aus heutiger Sicht minderwertiger Qualität, durch Verzug unter Spannung. Der SL sah sich gezwungen mit der Zeit, besonders am SL 1 immer mehr Verstärkungen einzubauen, speziell an den Knotenpunkten. Sie machten das Luftschiff zwar stabiler, aber auch schwerer und langsamer. Die Leimverbindungen brachten beim Einsatz in Gegenden mit feuchter, salzhaltiger Luft wie im Nordseeraum weitere Probleme. Die damaligen Kaseinleim hielten nicht den Belastungen stand, zudem neigten sie zum Faulen. Der Luftschiffbau Schütte-Lanz reagierte darauf mit einer Leimentwicklungsabteilung.

Das andere große Problem des Holzgerippes war eben das aufgenommene Wasser. Bei einer solch großen Konstruktion erhöhte sich das Gesamtgewicht meßbar. So verringerte sich die Traglast. Um das Arbeiten des Holzes zu mindern und die Konstruktion an sich vor Umwelteinflüssen zu schützen, wurde die Menge des Schutzanstriches erhöht. Mit der Menge des Schutzanstrichs, der aufgetragen wurde, erhöhte sich jedoch das Gesamtgewicht wiederum.²⁵ Ein Holzgerippe war also denkbar ungünstig.

Was Schütte-Lanz dazu bewog Holz zu verwenden kann nicht mehr genau nachvollzogen werden. Zum einen wird es die Tatsache gewesen sein, dass es noch keine nachteiligen Erfahrungen mit Holz gab, und dass der Ingenieur HUBER sein Gerippekonzept in Holz anbot. Zum anderen führte wahrscheinlich die anfänglich schlechte statische Qualität des Aluminiums SCHÜTTE zum Holz. Die statische Qualität wurde mit der Erfindung der Legierung Duraluminium einschneidend verbessert. Als dann 1915 vom Luftschiffbau Zeppelin brauchbar gemacht, ging man bei Schütte-Lanz trotzdem nicht zum Aluminium über. Erst der forcierte Druck der Marine im 1. Weltkrieg, die immer größere Schiffe brauchte, welche sich aber nicht mehr mit Holz reali-

23 Es handelte sich um Sperrholz, welches aus drei oder mehr miteinander Lagen dünner Furniere von 0,5-2 mm Stärke, deren Faserrichtung in den einzelnen Lagen sich rechtwinklig oder schiefwinklig kreuzten, hergestellt wurde. Die Furniere wurden während eines Kaltleimverfahrens nach HUBER in Form gepresst. SCHÜTTE (1926), S. 5/19 und 75-93; HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 208.

24 SCHÜTTE (1926), S. 75 ff.

25 ENGBERDING (1928), S. 84

sieren ließen, brachte den Luftschiffbau Schütte-Lanz in der Planungsarbeit ebenfalls zum Aluminium.²⁶ Für ein Aluminiumgerippe wählte man dann aber nicht Profile wie der LZ das tat, sondern eine Rohrkonstruktion. Diese kam aber nicht mehr zur Ausführung, Schütte-Lanz stellte den Luftschiffbau ein, doch die Rohrkonstruktion ist eine technische Idee, die heute noch im Fahrzeugbau verwendet wird, weil sie statische Vorteile gegenüber einer Profilkonstruktion hat. Beim Luftschiffbau Zeppelin ging man nach dem Krieg zu rechteckigen Kastenprofilen über.²⁷

Wie ist nun das Herz der Schütte-Lanz-Luftschiffe, das Gerippe zu bewerten? Die Entscheidung Holz zu verwenden, erwies sich sehr schnell als falsch. Die Konstruktion war keineswegs leichter, und stabiler war sie besonders in der Huberausführung schon gar nicht. Außerdem war das Holz erheblich schwerer zu verarbeiten, zumal die Verarbeitungsmittel wie die Kaseinleime sich als unbrauchbar erwiesen. Es ist unverständlich, warum Holz als Baumaterial mit dem Konzeptwechsel am SL 2 beibehalten wurde, vor allem weil die Aluminiumlegierungen zusehends besser wurden.²⁸ Mit der Stromlinienform wurde eine effektive Verbesserung des Schiffskörpers gefunden. Sie bildete die Grundlage für die spätere Optimierung von Leitwerken und Gondelpositionen.

7.2.2 Innenliegender Laufgang, als Kiel ausgeprägt

Alle Starrluftschiffe besaßen mehrere Gondeln für die Motoren, die Besatzung und die Kontrolleinheiten. Die Gondeln wurden durch einen Gang miteinander verbunden. An den ersten Luftschiffen hing dieser Gang lose gespannt zwischen den Gondeln. Der Luftschiffbau Zeppelin ging schon ab LZ 2 zur Verkleidung dieses Laufgangs über. Im Lauf der folgenden Modelle wurde der verkleidete Laufgang konstruktiv immer fester an den Schiffskörper gebunden. Im Laufgang wurden die Betriebsstoffe und alle Kabel und Züge verlegt. An der Bauart des außenliegenden Laufgangs hielt ZEPPELIN bis weit in den Krieg hinein fest.

26 Die beiden letzten Marineluftschiffe (SL 23 und 24) wurden bereits in Duraluminium durchkonstruiert und in Bau genommen. Doch bei Kriegsende, sie waren noch nicht fertiggestellt, mussten sie abgewrackt werden. SCHÜTTE (1926), S. 20.

27 DÜRR (1924), S.32-44, SCHÜTTE (1926), S. 2-11/20 und 75-93; ENGBERDING (1928); HAALAND (1987), S.61-66; HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 215-219 und 288-300.

28 Im Krieg, wegen versorgungsbedingter schlechter Materialqualität, kam es mitunter zu schwachen Aluminium-Gerippen.

Die einzige Ausnahme stellt das LZ 18 dar. Die Marine hat es im Rahmen ihres Aufrüstungsprogramms beim Luftschiffbau Zeppelin 1913 in Auftrag gegeben. An dieses L 2 genannte Schiff hatte die Marine erhöhte Ansprüche.

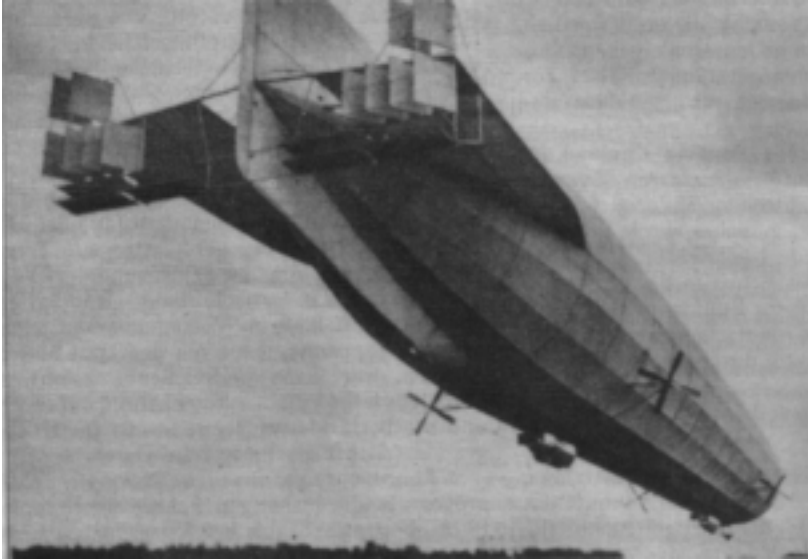


Abb.18: LZ 18 alias L 2 mit innenliegendem Laufgang und Jalousettenrudern

Sie forderte eine Mehrleistung an Reichweite und Tragkraft. Um ihre Interessen zu vertreten, schickte sie den Marineschiffbaumeister FELIX PIETZKER zur Zeppelinwerft nach Friedrichshafen. PIETZKER studierte und beobachtete für die Marine schon seit 1910 den Luftschiffbau in Friedrichshafen und Mannheim²⁹ gleichermaßen. Resultat dieser Beobachtungen ist sein Eintreten für die Stromlinienform der Schiffe. Damit machte er sich in Friedrichshafen nicht beliebt, denn GRAF ZEPPELIN schätzte keine Innovation, die in fremden Gärten wuchsen, und auch Chefingenieur LUDWIG DÜRR sprach sich eindeutig für eine Bauweise mit identischen Hauptringen, sprich die Zylinderform, aus. Da das LZ 18 aber in der kleinen Halle in Fuhlsbüttel stationiert werden sollte, gleichzeitig aber größer als die bisherigen Schiffe

29 PIETZKER nahm am 04. Juli 1912 an einer Probefahrt des SL 1 teil. HAALAND (1987), S. 77

sein musste, konnte PIETZKER einige Änderungen gegen die Zeppelinführung durchsetzen. Der Laufgang wurde nach innen verlegt, um den Rumpfdurchmesser vergrößern zu können. Gasschächte wurde nicht eingebaut. Aufgrund der Vergrößerung wurden die Motorgondeln sehr dicht an den Schiffskörper gelegt. Das ermöglichte eine Windschutzscheibe zwischen Motorgondel und Schiffsaußenhülle. Diese Bauausführung führte zu fortgesetzten Kontroversen zwischen PIETZKER und DÜRR, doch PIETZKER setzte sich durch.

Das sollte die Unterschrift unter seinem Todesurteil sein. Nach dem Verlust des L 1 beim Herbstmanöver über der Nordsee, dem ersten Luftschiffunfall mit Todesopfern übrigens, wurde L 2 nach Berlin-Johannisthal überstellt. Dort wurde eine Fahrt mit Vertretern der Admiralität, FELIX PIETZKER und Ingenieuren der Zeppelinwerft angesetzt. Am 17. Oktober 1913 lag das Schiff klar. Doch der Start musste wegen eines Motorschadens um einige Stunden verschoben werden. Das Luftschiff war der prallen Sonne ausgesetzt und überhitzte. Gas wich aus den gespannten Zellen, konnte aber wegen der fehlenden Gasschächte nicht abziehen. Nach dem Aufstieg bildete sich im Laufgang ein Knallgasgemisch, welches dann in 400 Meter Höhe explodierte. Das Schiff brannte lichterloh vom Bug bis Heck und stürzte ab. Es gab keine Überlebenden.

Eine Unfallanalyse erklärte das Unglück. Hinter den Windschutzscheiben, die zwischen Motorgondeln und Schiffskörper angebracht waren, bildete sich bei der Fahrt ein Unterdruck. Dieser saugte das Knallgasgemisch aus dem Laufgang durch die gasdurchlässige Schiffspannung zu den heißen Motoren. Dort entzündete es sich. Konsequenz dieses Desasters war für den Luftschiffbau Zeppelin die Rückkehr zum außenliegenden Laufgang.³⁰

Mit dem Tod PIETZKERS ging eine der wenigen Integrationspersonen der deutschen Luftschiffbaus verloren. Er hatte mit seiner Arbeit seit 1910 sowohl in Friedrichshafen bei Zeppelin als auch in Mannheim beim Luftschiffbau Schütte-Lanz Ansehen und Respekt gewonnen.³¹ Die Idee des innenliegenden Laufganges hatte PIETZKER aus Mannheim mitgebracht.

Dort war der innenliegende Laufgang eine der wichtigsten Neuerungen, quasi ein weithin „sichtbares“ Charakteristikum der Schütte-Lanz-Luftschiffe schlechthin. Beim SL 2 wurde 1913 dieses konstruktive Element erstmals

30 ROBINSON (1979), S.78 ff.; GÜTSCHOW (1985), S.55 f.; P. MEYER (1980), S.39; HAA-LAND, KNÄUSEL u.a.(1997), S.299

31 ROBINSON (1979), S.81

verbaut.³² Leitend für diese Verwirklichung sind folgende Überlegungen gewesen:

- Ein innenliegender Laufgang verringerte die Angriffsfläche für den Wind auf die Flanke des Schiffes.
- Außerdem ging man bei Schütte-Lanz davon aus, dass ein aufsetzender außenliegender Laufgang bei einer schwierigen Landung das Gerippe schädigen könnte.
- Ein weiteres Argument für die Verlegung des Laufganges nach innen, war die somit geschaffene Möglichkeit, statische Lasten auf ihn zu übertragen. Hier galt ein gezielter Blick dem Wasserballast, Benzin und Öl und außerdem Bomben und Ersatzteilen. Für einige dieser Lasten galt zudem, dass sie einfach abzuwerfen sein mussten. Vom einem Kiel aus ist das einfach.
- Selbstverständlich konnte er alle Betriebseinheiten des Schiffes sicher verbinden.

Unter diesen Gesichtspunkten meldete der Luftschiffbau Schütte-Lanz am 02. März 1913 das Patent Nr. 301637 mit dem Titel: „Luftschiff mit zylindrischem Gastragkörper“ welches den innenliegenden Laufsteg als Kiel ausgebildet beinhaltete.³³ Der Laufgang hat einen dreikantigen Querschnitt, stellt also einen im Innenraum ausgesparten nach oben spitzen Tunnel dar. Er ist ein räumlicher Fachwerkträger, dessen Gurte durch die unteren beiden Längsspannten und einem besonderen Obergurtträger gebildet werden. Das Fachwerk erhält außerdem in den drei Seitenwänden Pfosten in Gestalt der dreikantigen Querrahmen, die jeweils in der Ebene der Haupt- und Zwischenringe und dann noch einmal in der Mitte zwischen denselben sitzen. Die auf diese Weise gebildeten Vierecksträger des Laufgangfachwerks sind durch doppelte, gekreuzte Stahldrahtdiagonalen verspannt. In der Mitte der unteren Seite befindet sich ein etwa 20 cm breiter Träger, der sogenannte Laufträger, der von den unteren Querriegeln der Dreikantrahmen unterstützt wird. Dieser Laufträger ist der Laufgang durch das ganze Schiff. Der ganze Kiel ist so hoch ausgelegt, dass man aufgerichtet in ihm stehen kann.³⁴

32 Mit Ausnahme des SL 1, welches keinen Laufgang besaß.

33 Nachlass SCHÜTTE 35/PUr-d 007

34 SCHÜTTE (1926), S. 12 f.

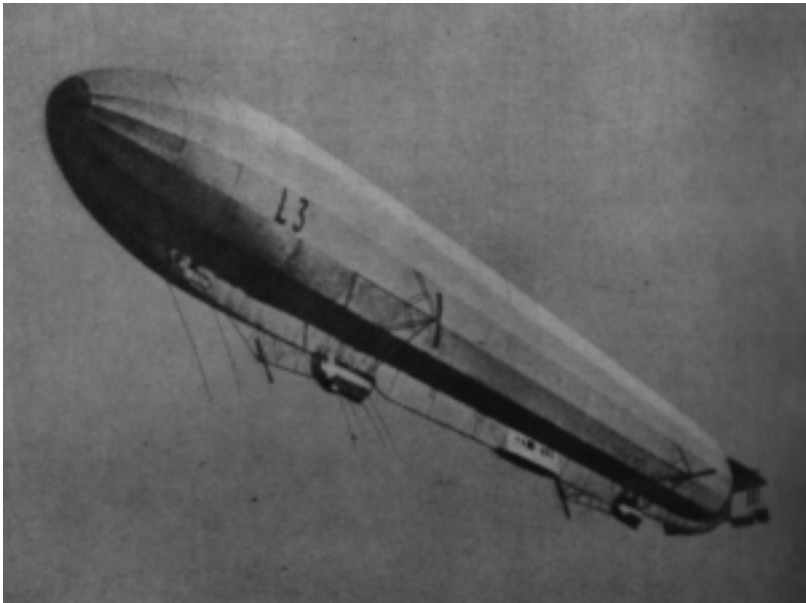


Abb. 19: LZ 24 Laufgang außen, zwei Maschinengondeln, seitliche Propeller

Anders als beim ersten Luftschiff mit innenliegendem Laufgang, dem oben geschilderten tragischen LZ 18, hat das SL 2 eine gerade Anzahl von Spanten, nämlich zwanzig. Das LZ 18 hatte 19 Ecken und einer von ihnen war der Firstspant. Da der LZ zwischen den Spanten gleichgroße Felder hatte, waren die Spanten an der Unterseite verhältnismäßig weit auseinander. Anders beim SL 2, wo die First- und Kielspanten enger zusammengeführt waren als bei den restlichen Feldern. Die engeren Kielspanten gaben mit dem dritten oberen Gurt den eben geschilderten Kiel ab.

Der Unterschied zu Zeppelin liegt also darin, dass der innenliegende Laufgang als Kiel, ähnlich wie bei einem Schiff, wichtige statische Funktionen übernahm. Die Laufgänge der LZs sind nach DÜRR (1924) bis zu diesem Zeitpunkt zwar außenliegend gewesen und waren fest mit dem Schiffskörper verbunden, doch hatten sie, auch wenn sie gewisse Lasten aufnahmen, alle

Nachteile in aerodynamischer Hinsicht, die den Luftschiffbau Schütte-Lanz zum innenliegenden Laufgang geleitet haben.³⁵

7.2.3 Gasanlage

Wie wir bereits wissen und mitbekommen haben sollten, ist das Starrluftschiff durch das mitgeführte Gas „leichter als Luft“. Das Gas war in Zellen eingeschlossen, die sich im Inneren des Gerippes befanden. Bei Starrluftschiffen befand sich je eine Traggaszelle zwischen den Hauptringen – vorausgesetzt natürlich es handelt sich beim Gerippe um ein Längsspantensystem. Die Zellen bestanden aus einer Haut, die zwei Bedingungen erfüllen musste. Sie musste leicht sein, wie alles an einem Luftschiff, und sie musste selbstverständlich so gasdicht wie möglich sein, wenn man länger fliegen wollte.

Die Haut der Gaszellen wurde zuerst aus Ballonstoff konfektioniert. Der Ballonstoff bestand aus zwei Schichten Baumwolle, zwischen die eine Gummischicht gelegt war. Diese Gaszellenhaut, Gummistoff getauft, zeigte sich geschmeidig und ließ sich leicht flicken, nur brach die Gummischicht, sie wurde schnell rissig und undicht, zudem hatten sich unangenehme elektrische Eigenschaften (elektrostatische Aufladung).

Ab 1909 machte man bei Zeppelin und der Berliner Firma Trenkmann³⁶ Versuche mit Goldschlägerhaut³⁷, welche die hauchdünne oberste Schicht von Rinderblinddärmen war und ungefähr 100x15 cm groß war. Sieben- und mehrlagig aufgebracht, ergaben sie sehr gasdichte und leichte, aber auch

35 An dieser Stelle ein Wort zu den Veröffentlichungen DÜRRS (1924) und SCHÜTTES (1926). Zum Zeitpunkte dieser Schriften war der langjährige Prozeß, den beide Parteien um Patentrechte führten, noch im Gang oder gerade vorbei – also keinsfalls vergessen. Die Vorsicht und Ungenauigkeit mit der DÜRR die Streitpunkte umschiffte und dabei den nächstliegenden Verdienst des LZ hervorhebt auf der einen Seite, und die mitunter wüste Apologetik, das ständige Beweisen der eigenen Leistung auf SCHÜTTES Seite, scheint in der Tat darauf hinzuweisen, dass der Luftschiffbau Zeppelin sich bewusst und vielleicht auch unrechtmäßig der SL-Innovation nach dem Krieg bediente. Mag auch sein, dass die unterschiedliche Art des Ausdrucks ihrer Ursache im Charakter der jeweils schreibenden Person hatte. Die beiden Veröffentlichungen und vor allem auch SCHÜTTES Briefe und Artikel in Zeitschriften wären es wert, einer eingehenden semantischen Untersuchung unterzogen zu werden.

36 Aus der Firma Trenkmann wurde 1912 die Ballonhüllen GmbH, an der der Luftschiffbau Zeppelin 80% hielt. HAALAND, KNÄUSEL (1997), S. 267 f.

37 So benannt, weil sie beim Austreiben von Blattgold verwendet wird.

empfindliche, Gaszellen.³⁸ Da man für ein Luftschiff 700.000 und mehr Rinderblindärme brauchte, die sich besonders im Krieg nur noch schwer beschaffen ließen (da ursprünglich meist von Rußland und Amerika kommend), begann man bei der neuen Ballonhüllen-GmbH die Rinderblindärme mit Baumwollstoffen zu kombinieren. So entstand die Stoffhaut, beim LZ so genannt, welche aus drei bis vier Lagen Goldschlägerhaut und einer Baumwollage hergestellt wurde. Die Stoffhaut kam erstmals beim LZ 24, Erstaufstieg am 11. Mai 1914, für Zeppelin zum Einsatz.

Zu diesem Zeitpunkt fuhr das SL 2 schon seit zweieinhalb Monaten mit einer Gaszelle aus Goldstoff. Der Goldstoff, wohl eine Wortkreation SCHÜTTES, ist das Produkt von Versuchen, die die Ballonfabrik Riedinger gemeinsam mit dem SL seit 1910 durchgeführt hat. Gefertigt wurde sie aus einer Baumwollage und drei Lagen Goldschlägerhaut, die verbunden wurden mit einem Klebstoff aus Gelatine bzw. Leim, Hausenblase und Glycerin, der ebenfalls gasdichtende Wirkung hatte. Goldstoff und Stoffhaut sind also das gleiche oder sehr ähnliche Produkte. Im Sommer 1914 wurden die letzten Gummistoffzellen des SL 2 gegen Goldstoffzellen ausgetauscht.³⁹

Ob Goldstoff oder Stoffhaut, völlig gasdicht waren diese Gaszellenhäute aber nie. Gegen die Gefahr des Überdrucks in den Gaszellen, besaßen diese Ventile, die selbsttätig das Gas abliesen. Gas entwich also den Gaszellen und konnte sich mit Luft zu Knallgas vermischen. Ein kurzer Blick zurück.

Die Luftschiffe besaßen durch das Streben nach einer aerodynamischen Form und der gleichzeitigen Notwendigkeit eines „Rückenmarks“⁴⁰ in der Ausprägung als Laufgang einen innenliegenden Kiel. Der Kiel war umschlossen von Gaszellen, die, wie gesagt, nie ganz gasdicht waren. Es konnte zu einer Knallgasbildung im Laufgang kommen, die dann beispielsweise auch gleich zur Explosion des ersten Schiffes mit einem innenliegenden Laufgang, dem LZ 18, führte. Das Knallgas musste, möglichst weit weg von den Motoren abgeführt werden oder wenigstens soweit mit Luft durchmischt

38 Das Gewicht war 163 g/m² für die Goldschlägerhautzellen. Zum Vergleich: der Gummistoff bis 1908 wogen an die 240 g/m². DÜRR (1924), S.49.

39 Zwischen der Ballonhüllen-GmbH und der Ballonfabrik Riedinger gab es nach dem Krieg einen Prozess um die Urheberschaft der Baumwoll/Goldschlägerhaut-Konfektion. DÜRR (1924, 49) berichtet zwar, dass erst der Krieg den LZ zum Kompromiß mit der Stoffhaut genötigt hat, sagt aber dann nicht, ob der LZ 24, der definitiv vor dem Krieg fertiggestellt wurde, mit Stoffhaut erstausgerüstet war, oder ob er nachgerüstet wurde. Vgl. Nachlass SCHÜTTE 61/S-Proz 013.

40 ENGBERDING (1928), S. 44

werden, so dass es nicht mehr zündfähig war. Dafür entwickelte man Gasabführungen.

Beim LZ 1 gelangte das Gas aus den Überdruckventilen, welche immer so tief wie möglich angebracht waren, in den Schiffsinnenraum.⁴¹ Durch einen Mantelraum zwischen Außenhülle und Gaszelle zog der Wasserstoff ab. In den nächsten LZ-Schiffen verbaute man eine gasdurchlässige Außenhülle, durch die die Entlüftung erfolgte. Nur so war unter Umständen Knallgas rings ums Schiff. Die Militärs wollten aber ihre Maschinengewehre aufbauen und sie zur Not auch benutzen. Eine gefährliche Konstellation bahnte sich an. Außerdem war das Problem der Gaskonzentration im Laufgang noch nicht behoben. Ab LZ 11, 19. Februar 1912, wurde ein Schacht über dem Fahrgastraum angeordnet, der direkt nach oben ins Freie führte. Anfang 1914 rückte man in Friedrichshafen die Überdruckventile weiter nach außen, zog eine Haube drüber und leitete das Gas an einen höhergelegenen Punkt im Mantelraum. Die Methode war aber ungünstig, da die Ventile unzugänglich wurden. Insofern problematisch, da das austretende Gas immer etwas feucht ist und in höheren Lagen bei niedrigen Temperaturen vereiste und so die Ventile nicht mehr richtig schlossen. Die nächste Verbesserung war im LZ 26 Ende 1914 zur Entlüftung des Laufganges eingeführt. Ein Entlüftungsschacht wurde an der Umfangsline des Schiffes über dessen Äquator-ebene geführt und dort nach draußen.

Bei Schütte-Lanz ließ man sich beim Bau des SL 2 nicht mehr auf die Gasentsorgung durch die Außenhaut ein, vor allem weil diese durch Imprägnierungen immer gasdichter wurden.⁴² Man baute neuartige Gasschächte ein, die das Gas von den Ventilen direkt zum Schiffsfirst leiteten. Diese Gasschächte waren von oben und unten offen. Damit erreichte Schütte-Lanz, dass der Laufgang entlüftet wurde und gleichzeitig von diesem aus die Überdruckventile im unteren Teil des Schachtes gewartet werden konnten. Die Schächte liefen nach oben konisch zu und gemeinsam mit dem Fahrtwind wurde eine Schornsteinwirkung erzeugt, die das Gas mit Luft durchmischte

41 Hier stellt sich die Frage, warum die Ventile nicht einfach weiter oben angebracht wurden. Nun, man wollte vermeiden, daß bei einem möglichen Defekt des Ventils, die Gaszelle leerläuft.

42 Mit den Cellonierung – Cellon ist ein Acetyl-Zellulose-Präparat – der Schiffkörperhülle wurde diese ganz gasundurchlässig. DÜRR (1924), S. 52. Nach dem Krieg wurde dem Cellonanstrich Alupulver beigemischt. Damit erhielten sie die silbergrau Farbe, die man für luftschifftypisch hält. Die Beimischung hatte den Zweck die Hitzeeinwirkung der Sonne zu verringern. Engberding (1928), S. 37.

und absaugte. Die Grenzen dieser Durchlüftung wurden erreicht, wenn das Luftschiff mit mehr als 2 m/s aufstieg. Dann haben die Überdruckventile derart viel Wasserstoff abgeblasen, das sehr wohl noch explosionsfähiges Wasserstoff-Luft-Gemisch im Laufgang und Gasschächten war. Dieses Problem bekam weder Schütte-Lanz noch Zeppelin während des Krieges in den Griff. Kennzeichnend für die SL-Schiffe war von Anfang an auch die Zuordnung von zwei Gaszellen zu einem Gasschacht, der dementsprechend zwei gegenüberliegende Überdruckventile aufwies. Gasschächte in der Art wie sie bei Schütte-Lanz ab dem SL 2 Verwendung fanden, setzte man in Friedrichshafen erst ab dem LZ 78, 22. September 1916, ein.

Eine Gasabführung im Sinne des Schütte-Lanz-Patents Nr. 303 968 als Gasschacht konstruiert findet man bis zum Krieg bei Zeppelin nicht. Die LZ-Gasabführung entstand hauptsächlich durch Spreizkörper zwischen den Zellen und der Schiffskörperhülle. Von einen eigentlichen Schacht kann nicht die Rede sein.⁴³

7.2.4 Seitliche Motorgondeln und direkter Propellerantrieb

Eine der am einfachsten zu klärenden Fragen ist die sinnvolle Anbringung der Gondeln hinsichtlich ihrer Anordnung im Vergleich zwischen Zeppelin und Schütte-Lanz, die beide lange Zeit in diesem Punkt, an Fotos sehr offensichtlich belegbar, unterschiedliche Wege gegangen sind. Mit in die Frage der Gondelordnung fällt die Betrachtung des Propellerantriebs.

Kurz möchte ich zur Führergondel etwas sagen. Die Führergondel blieb lange Zeit in der vordersten Motorengondel untergebracht. Erstmals wurde erstere im Herbst 1913 am LZ 18 (Abb. 19) von letzterer getrennt. Die Führergondel wurde an diesem Schiff fest mit dem Rumpf verbunden.

Bis 1914 gab es ansonsten nur zwei Ausführungen. Gemeinsam hatten beide Varianten die Lage der Motoren auf zwei zentral unter dem Schiffskörper angebrachten Gondeln. Von diesen fest montierten Gondeln wurden bei Zeppelin vier knapp unter der Äquatorebene liegende Propeller angetrieben. Die Kraftübertragung erfolgte durch Wellen. Beim SL 1 (Abb.11) trieben die Motoren Propeller an, die direkt am hinteren Ende der Gondel angebracht waren.

43 DÜRR (1926), S. 48 ff.; SCHÜTTE (1926), S. 67; ENGBERDING (1928), S. 46 f.; Nachlaß SCHÜTTE 61/S-Proz 022

Der Luftschiffbau Schütte-Lanz hielt bei allen weiteren Schiffen an diesem direkten Antrieb der Luftschauben fest. So auch am SL 2 (Abb.12 und 13), das im Frühjahr eine neuartige Verteilung der Gondeln aufwies. Vor allem wurde die Gondelzahl auf fünf erhöht. Vier Gondeln trugen dabei Motoren. Die Führergondel war ähnlich wie beim LZ 18 weit vorne angeordnet aber nicht fest am Bug. Dahinter befand sich die erste Motorengondel. Die nächsten beiden Motorengondeln waren etwa in der Mitte des Schiffes nach rechts und links versetzt angebracht. Wieder direkt unter dem Kiel befand sich zum Heck hin die letzte Motorengondel. Der SL wählte diese Anordnung der Gondeln, damit die Antriebsaggregate besser im Wind liegen – ihre Wirkfelder sollten sich nicht überschneiden, um einen Geschwindigkeitsverlust zu vermeiden. Diese aerodynamische Überlegung machte das SL 2 für lange Zeit zum schnellsten Schiff weit und breit.

Die Zeppelinluftschiffe machten dann eine Entwicklung in Richtung dieser Anordnung durch. Ende 1914 folgte am LZ eine gemischte Ordnung mit drei Propellern (Abb.14). Die hinteren wurden wie gehabt von einer Motorengondel aus angetrieben. Für die vordere Gondel übernahm man das SL-Prinzip des direkten Antriebs. Dann folgte das LZ 40 mit zwei direkten Propellern in zwei Gondeln. Die seitlichen Motorengondeln tauchten erstmals am LZ 62 auf. Allerdings war die Führergondel gleichzeitig auch wieder eine Motorengondel.

Das Konzept des direkten Antriebes der Propeller und der seitlichen Motorengondeln im Luftstrom sind von SL. Die Anbringung der Motorengondeln erfolgte mit Stahldraht und Knickstreben. Die statischen Lasten wurden auf die Hauptringe des Gerippes übertragen, von wo aus sie wieder über Draht verteilt wurden. Die Gondeln bei Zeppelin erhielten an der Unterseite Landepuffer. Beide Hersteller gingen dazu über die Gondeln, die Knickstreben, Puffer und sogar die Drahtverspannung aerodynamisch auszugestalten, da man feststellte, dass jedes noch so geringe Anbauteil die Stabilität und Geschwindigkeit beeinflusste.⁴⁴

44 Gutachten MÜLLER-BRESLAU im Nachlass SCHÜTTES 61/S-Proz 015; ENGBERDING (1928), S. 38 f./51; SCHIRMER (1942), S. 20 ff.;

7.2.5 Einfache Leitwerke und Steuerruder

Die Leitwerke und Steuerruder sind eines der größten Experimentalfelder der Luftschiffahrt überhaupt. Kaum eine andere Funktionsgruppe wies je eine derart vielfältige, bisweilen kuriose Formgebung auf. Sie variierte grundsätzlich bis das Idealkonzept gefunden wurde, und selbst dann wurde sie immer wieder angepasst und verbessert, was schon wegen unterschiedlicher Schiffsformen und -größen notwendig war. So kommt es, dass bald jedes Schiff andere Leitwerke und Steuerruder besaß.

Welche Funktion muss die Baugruppe erfüllen? Die Leitwerke, auch Dämpfungs- oder Stabilisationsflächen genannt, sorgen dafür, dass der Schiffskörper beim Vorwärtsfahren nicht stark nach allen Richtungen hin und her schwankt. Die Flächen am Schiffsheck dämpfen die Instabilität um die Längsachse und gewährleisten einen ruhigen und stetigen Fahrverlauf. Die Steuerruder übernehmen die Aufgabe, das Schiff lenkbar zu machen. Bei der Größenausführung der Schiffe musste jedoch beachtet werden, dass die Ruderflächen eine Gewichtskraft haben, die das Schiff unter Umständen aushebeln konnte. Mit Rücksicht auf eben diesen Gewichts- und Widerstandsaufwand blieb die Größe der Höhen- und Seitenleitwerke auf ein Maß beschränkt, das keine Eigenstabilität des Schiffes bei Ruderausschlag 0 ergab. Es blieb dem Einfühlungsvermögen der beiden Rudergänger überlassen, das Schiff ruhig auf Kurs bzw. Höhe zu halten. Diese gewisse Labilität konnte aber auch zu gewünschten Fahreigenschaften führen. Grundsätzlich wurde versucht, mit möglichst kleinem oder keinem Anstellwinkel zu fahren, da übermäßiger Rudereinschlag immer Geschwindigkeitsverlust und verstärkte Gerippebelastung bedeutete.⁴⁵

Die technische Entwicklung der Ruder am Luftschiff führt von kleinen Rudern unter den Schiffen zu Jalousetten-Rudern (Abb.19). Dann wurden auch Stabilisierungsflächen eingeführt, die meist an ein Pfeilgefieder erinnern.⁴⁶ Stabilisierungsflächen und Ruder wurden in vielfältigster Form kombiniert. Mit zunehmender Schiffsgeschwindigkeit wurden sie immer größer. Um 1910 wurden Kastenruder verwendet. Dann begann der Luftschiffbau Schütte-Lanz auf der Suche nach der aerodynamisch günstigsten Form und Position am Schiff, die Leitwerke und Steuerruderflächen zu opti-

45 SCHIRMER (1942), S. 20 f.

46 Die Leitwerke übernehmen ebenso wie das Gefieder eines Pfeils die longitudinale Stabilität. ENGBERDING (1928), S. 37.

mieren. Die Leitwerke wurden kreuzförmig⁴⁷ am Heck angeordnet. Je zwei im horizontalen Schnitt und vertikalen. Hinter die Leitwerke ordnete man die Ruderflächen. In der horizontalen die Höhenrunder und in der Vertikalen die Seitenrunder. Diese Anordnung der Ruderanlage profitierte notabene vom aerodynamischen Schiffskörper, welche die Luftströmung so ausfallen ließ, dass sie mit viel Kraft auf das Heck wirkte. Bei der herkömmlichen Schiffsform Zeppelins riß der Luftstrom am langen zylindrischen Mittelstück ab, und so blieben die Heckrunderanlagen uneffektiv. Die Ausprägung der Ruder am Heck hatte den enganliegenden Luftstrom zur Bedingung.

Als erstes fertigte man die Ruderanlage als einfache zweidimensionale Flächen, die mit Draht am Rumpf verspannt wurden. Die Drahtverspannung zeigte sich wenig strömungsgünstig. So ging man später zu räumlich ausgeprägten Flächen über, die in den Wurzelquerschnitten, wie die Schiffsform auch, aerodynamisch ausgeprägt waren. Ebenso begann man die Ruder auszubalancieren, um Kraftaufwand durch geringeren Rudereinschlag zu vermindern.

Der Verdienst des Luftschiffbaus Schütte-Lanz ist, was die Vereinfachung der Ruder- und Dämpfungflächen angeht, sehr gut zu erkennen. Schließlich fuhr das erste Zeppelinschiff mit der verbesserten Ruderanlage im Sommer 1914⁴⁸, also zwei Jahre nachdem letztere schon das Heck des SL 1 zierte.⁴⁹

7.2.6 Drahtverspannung und Verteilung der Lasten

Starrluftschiffe haben ein Trägergerüst. Um aufsteigen zu können muss es in Leichtbauweise ausgeführt werden. Wie das Zeppelin und Schütte-Lanz bewerkstelligt haben, ist oben geschildert. Nur waren die räumlichen Fachwerke in sich nicht stark genug und mussten verstärkt werden. Dies tat man in beiden Unternehmen mit Stahldraht. Genau damit sind wir zu grundsätzlichen Überlegungen zur Berechnung der Festigkeit und der technischen Ausföhrung des Schiffskörpers geleitet.

Es muss klargestellt werden, welche Beanspruchungen insgesamt und an bestimmten Orten des Schiffes vorhanden sind. In einer statischen Analyse muss festgestellt werden, wo Kräfte wirken, wie groß diese sind, und in wel-

47 Am SL 1 auf Abb.11 und am SL 2 auf Abb.13 und besonders 12 zu erkennen.

48 Also der LZ 25 am 13. Juli 1914

49 SCHIRMER (1942), S. 20-26 sowie Blatt 60/61; DÜRR (1924), S. 45-49; SCHÜTTE (1926), S. 10f./65; ENGBERDING (1928), S.50 f.

che Richtung sie laufen. Jede einzelne Baugruppe muss unter diesem Aspekt bemessen werden. Obendrein müssen noch verschiedene Kräfte berücksichtigt werden, die meteorologisch bedingt im Fahrbetrieb auftreten.

Zuerst einmal schwimmt ein Luftschiff in der Luft. Vertikal nach oben wirkt der Auftrieb des Traggases in den Gaszellen. Der Auftrieb ist auf das gesamte Schiff verteilt nicht immer gleich, sondern abhängig vom Volumen der Gaszellen, bzw. von der Reinheit des Gases. In einem stromlinienförmigen Schiff besonders, gibt es unterschiedlich großen Auftrieb an verschiedenen Stellen, da die Gaszellen nicht überall gleich groß sind. Vertikal abwärts wirken die Kräfte, die von den Belastungen durch Gewichte ausgehen. Damit sind die Gewichte vom Schiffskörper, den Gaszellen und der Außenhaut gemeint. Die sind aber relativ homogen über das Schiff verteilt. Damit sind aber auch die Gewichte der Motorgondeln, der Leitwerke, Ballast- und Betriebsstoffe gemeint, die heterogen über das Schiff verteilt sind und sich während der Fahrt auch noch ändern. Besonderes Augenmerk gilt dabei Einzellasten, wie den Motorgondeln, die an wenigen Punkten des Gerippes focussiert angreifen.

Für die Festigkeitsbeanspruchung am günstigsten wäre es, wenn unter einer bestimmten Menge Traggas mit festgelegtem Auftrieb eine ebensogroße Last nach unten wirken würde. Das ist real nicht zu verwirklichen, denn Auftriebskraft und Belastungskräfte sind untereinander häufig verschoben – konstruktionsbedingt oder betriebsbedingt.

Dann wirken auf ein Luftschiff Kräfte, die nicht vertikal wirken wie die Kraft des Traggases und die Gewichtsbelastungen, sondern in horizontaler Richtung. Die horizontalen Kräfte werden beeinflusst von der Windschlüpfigkeit, also des Luftwiderstands des Schiffskörpers und der Gondeln und der Schubkraft der Propeller. Einzelbeanspruchungen kommen in verschiedensten Richtungen durch das Legen von Höhen- und Seitenruder zustande.⁵⁰

Diese einwirkenden Kräfte müssen bei der Konstruktion eines Luftschiffes berücksichtigt werden. Von den ungünstigsten Belastungsfällen ausgehend, wird die Schiffskonstruktion durchgerechnet. Augenmerk liegt dabei auf der vorteilhaftesten Verteilung der Kräfte im räumlichen Fachwerk. Da dieses, wie gesagt, ausgesprochen filigran ausfallen muss, um möglichst niedrigstes

50 Weitere Kräfte können aus meteorologischen Ursachen entstehen, genauso wie aus Materialfehlern, falscher Verarbeitung, Kriegseinwirkungen usw. Sie sind hier erstmal zu vernachlässigen.

Eigengewicht zu besitzen, werden die Längs- und Ringträger mit, je nach Belastung, unterschiedlich dicken Stahldrahtseilen verspannt. Die Feldverspannung versteift die Konstruktion. Neben der Aufgabe die einwirkenden Kräfte zu verteilen, hat die Verspannung auch noch die Aufgabe die Gaszellen auf Prallhöhe in Form zu halten.⁵¹

Die Verspannung der Luftschiffe gedieh zu einer wahren Kunst. Nicht nur dass die Spanten untereinander verspannt waren und mit den Hauptringen, um dem Schiff Festigkeit und Steifigkeit zu geben. Die Ringe selbst waren in sich ebenfalls verspannt. In ihnen gab es eine waagerechte und lotrechte Verspannung und dann noch besondere Verteilungsdrähte, die die Funktion hatten, schwer belastete Knotenpunkte, und dort besonders die unteren, an denen die äußeren Anbauteile hingen, mit den oberen zur Entlastung zu verspannen.⁵²

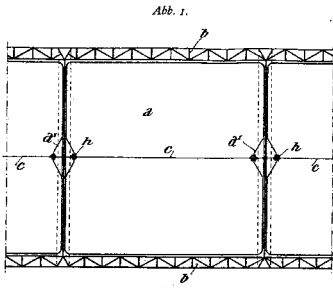
Bei Schütte-Lanz war man im Vergleich zu Zeppelin auf einem anderen Weg die Gerippe zu verspannen. Das lag aber ersteinmal am Hubergerippe und seiner konstruktiven Andersartigkeit. Die darauf bezogenen technischen Neuerungen erübrigten sich mit dem Übergang von Schütte-Lanz zu einer zeppelinähnlichen Gerippekonstruktion am SL 2. Sehr schnell fand der SL aber auch für die Verspannung dieser Gerippekonstruktion eine technische Neuerung, die am 13. September 1913 unter der Nr. 301647 patentiert wurde. Die sogenannte Zentralverspannung kennzeichnete sich dadurch, dass die Drähte die Gaszellen durchdrangen, um die Geripperringe untereinander zu verbinden. Diese Maßnahme wurde notwendig für den Fall, dass eine Gaszelle leer lief. Die nebenliegenden Gaszellen drücken dann in den freigeordneten Raum und zwar gegen die Ringverspannung in senkrechter Ebene. Die durch Drahtverspannung versteiften Gerippequerringe konnten auseinandergedrückt werden, und so entstand ein Zugspannung in den Spanten zwischen den belasteten Ringen. Die Zentralverspannung verhinderte also, dass die senkrechten Ringe auseinandergedrückt wurden. Dieses Schütte-Patent wurde erst im Mai 1916 von Zeppelin am LZ 62 eingeführt.⁵³

51 Durch den nachlassenden Luftdruck in großer Höhe, dehnt sich das Gas in den Zellen aus, um den selben Druck zu erlangen, wie die umgebende Luft. Dann ist die sogenannte Prallhöhe erreicht. Die Zellen könnten platzen, doch wird dies verhindert durch die Verspannung, welche nur ein bestimmtes Zellhöchstvolumen zuläßt und Überdruckventile, die sich ausdehnendes Gas in die Luft ablassen.

52 ENGBERDING (1928), Kap. „Leichtbau und Festigkeit“ S. 78-88; SCHÜTTE (1926), S. 10

53 Robinson (1980), S. 358, Nachlass Schütte 34/Pur-d 005

Zu der Patentschrift 301647
Kl. 77b Gr. 4



Zu der Patentschrift 301647
Kl. 77b Gr. 4

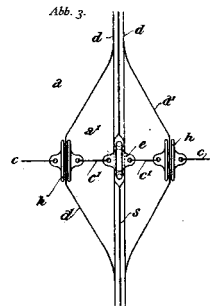
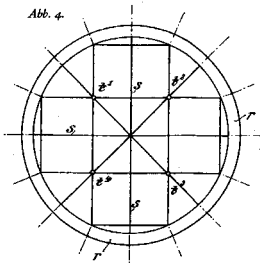
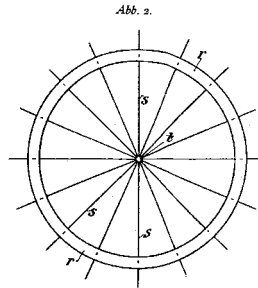


Abb. 20: Zentralverspannung

8 Die Schütte-Lanz-Innovationen im Kontext

8.1 Der 1. Weltkrieg, Kriegswichtigkeit und die Folgen

Bis zum Jahre 1914 führte der Luftschiffbau Schütte-Lanz Verbesserungen an Luftschiffen ein. Nach dem Krieg gab es einen großen Prozess, in dem es um Lizenzzahlungen für die Benutzung und Weiterbenutzung von Patenten ging. Der Prozess wurde von Schütte-Lanz angestrengt. Geklagt wurde gegen den Reichsfiskus und Zeppelin. Zeppelin antwortete mit Gegenklagen. Gegenstand der Klagen, die sich im folgenden häuften, waren Patentverletzungen und die Nichtigkeit von Patenten.

Daraus ersichtlich wird schon vom Namen her, dass man sich stritt, wer welchen Verdienst an der technischen Evolution der Luftschiffe hatte. Die Frage, wer geistiger Urheber von Erfindungen war, stand im Mittelpunkt des Interesses. Doch erst etwas Hintergrundinformation, sozusagen der Acker auf dem die Saat der Invention, des Geldes und der Kriegswichtigkeit fiel.

Der Prozess einer technischen Neuerung von Invention bis Nutzbarmachung läuft vor der rechtlichen Verfassung des Patentgesetzes ab und sei kurz dargestellt. Ein genialer Kopf findet die Lösung für ein (hier technisches) Problem. Wenn er die Lösung wirklich gut findet und die Hoffnung auf ökonomische Verwertbarkeit hat, meldet er ein Patent an. Ein Patent soll die Einmaligkeit und Neuigkeit der technischen Lösung bestätigen und dem Urheber die Verwertbarkeit rechtlich sichern.

Wer nun Gebrauch von dem Patent machen möchte, muss mit dem Patentinhaber eine Regelung zur Nutzung vereinbaren. Soweit, sogut! Da der Staat aber die Rechte des Patentinhabers sichern soll, behält er sich sozusagen ein Erstnutzungsrecht vor. In Fällen, wo es von besonderem Interesse ist, so bei einem Krieg, kann er die Patente sogar einziehen. Kriegswichtigkeit konnte für Patente auch schon zu Friedenszeiten bestehen. Dann wurde eine Prämie gezahlt. Der Erfinder durfte seine Patente dann nicht mehr ins Ausland verkaufen und musste Geheimhaltung wahren.

Zurück zum Luftschiffbau. Hier ist die Frage der Patente und der geistigen Urheberschaft besonders schwierig zu klären, da es vor dem 1. Weltkrieg und in ihm selbst zu einer aus patent- und marktrechtlicher Sicht unerfreuli-

chen Verquickung gekommen ist. Außer der DELAG gab es nur den Staat, speziell das Heer und die Marine, als Abnehmer für Luftschiffe. Der einzige Hersteller war der Luftschiffbau Zeppelin. Der Staat wollte, in der Hoffnung auf billigere Luftschiffe, die Konkurrenz von Zeppelin fördern. Diese Konkurrenz war der Luftschiffbau Schütte-Lanz, und das Militär trat dort als Kunde auf. Das Militär war jetzt Kunde beim LZ und beim SL. Das ist die Situation als eine weitere Komponente auf alle beteiligten Parteien einwirkt: die weltpolitische Lage. Ab 1911 mit der zweiten Marokkokrise setzte eine Tendenz zum Krieg in Europa ein, die zu einer verstärkten Rüstung führte. Das hatte Wirkung auf den Luftschiffbau. Das Heer und die Marine wollten mit Blick auf einen Ernstfall kriegstaugliche Luftschiffe. Sie stellten Anforderungen, konsultierten und berieten bei der Konstruktion. Namentlich das RMA und der Marinebaurat PIETZKER, dessen Schicksal schon geschildert wurde, nahmen dabei starken Einfluss auf beide Luftschiffhersteller. Besonders HAALAND und ENGBERDING sehen in der Marine eine nicht zu verachtende Einflussgröße.¹ Das RMA schmiegte sich in die Rolle des Verbesserers und Vermittlers. Durch Verträge und Patentgesetz gesichert, flossen Informationen durch diese Institution von einem Luftschiffbauer zum anderen und wurden dabei mitunter transformiert. Dann im Krieg beschleunigte sich die Entwicklung besonders leistungsfähiger Schiffe auf der Grundlage dieses Informationsaustausches. Die Folge: von außen waren die Starrluftschiffe der beiden Produzenten gegen Ende des Krieges kaum mehr zu unterscheiden.

8.1.1 Patentrecht, Patente und Patentstreitigkeiten

Dem Patentrecht kommt für diese Verquickung große Bedeutung zu und soll aus diesem Grund hier kurz erläutert werden. Zum ersten spielt es eine ganz wesentliche Rolle für die Vertragsabschlüsse zwischen JOHANN SCHÜTTE und KARL LANZ und später zwischen Schütte-Lanz und dem Kriegsministerium. Zum zweiten steht es im Brennpunkt, wenn die Frage anliegt, ob Schütte-Lanz oder Zeppelin eine Weiterentwicklung im Luftschiffbau hervorgebracht haben, und zum dritten klärt es das Verhältnis eines Patentes zum Gewerbe und zum deutschen Staat. Letztendlich definiert das Patentgesetz die Bedeutung eines Patentes auf deutschem Boden selbst, d.h. ob eine

1 HAALAND (1987) und ENGBERDING (1928), S. 93

Erfindung eine neue Erfindung ist und damit in diesem Fall eine „Technische Neuerung“.

In dieser Arbeit geht es in entscheidenden Punkten um technische Neuerungen. Diese technischen Neuerungen werden im wirtschaftlichen und privatrechtlichen Bereich in der Regel nur als solche anerkannt, wenn Patente angemeldet wurden. Wird ein Patent angemeldet, zur damaligen Zeit beim Reichspatentamt, wird dieses begutachtet. Kommt dieses Gutachten zum Schluß, dass tatsächlich eine neue Erfindung oder wesentliche Neuerung bzw. Änderung an bestehendem oder nicht bestehendem vorliegt, dann wird das Patent erteilt. Dieses Verfahren kann sich über Monate und Jahre hinziehen. Jedoch für die Ansprüche, die sich aus einem Patent ergeben, ist der Tag der Anmeldung von maßgebender Bedeutung.

Für die damaligen Patente galt das Patentgesetz vom 7. April 1891. Einige Paragraphen nenne ich hier, weil sie die im Untertitel dieser Arbeit bezeichneten „Technischen Neuerungen“ aus der Sicht der damaligen Zeit beschreiben und grundsätzlich kennenswert für den Vergleich von Schütte-Lanz mit Zeppelin sind:

§1 Patente werden erteilt für neue Erfindungen, welche eine gewerbliche Verwertung gestatten.[...]

§2 Eine Erfindung gilt nicht als neu, wenn sie zur Zeit der [...] Anmeldung in öffentlichen Druckschriften [...] bereits derart beschrieben oder im Inlande bereits so offenkundig benutzt ist, daß danach die Benutzung durch andere Sachverständige möglich erscheint. [...]

§3 Auf die Erteilung des Patents hat derjenige Anspruch, welcher die Erfindung zuerst nach Maßgabe dieses Gesetzes angemeldet hat. Eine spätere Anmeldung kann den Anspruch auf ein Patent nicht begründen, wenn die Erfindung Gegenstand des Patents des früheren Anmelders ist. [...] Ein Anspruch des Patentsuchers auf Erteilung des Patentbesitzes findet nicht statt, wenn der wesentliche Inhalt seiner Anmeldung den Beschreibungen, Zeichnungen, Modellen, Gerätschaften oder Einrichtungen eines anderen [...] ohne Einwilligung desselben entnommen und von dem letzteren aus diesem Grunde Einspruch erhoben ist.[...]

§4 Das Patent hat die Wirkung, daß der Patentinhaber ausschließlich befugt ist, gewerbmäßig den Gegenstand der Erfindung herzustellen, in Verkehr zu bringen, feilzuhalten oder zu gebrauchen.[...]

§5 Die Wirkung des Patents tritt gegen denjenigen nicht ein, welcher zur Zeit der Anmeldung bereits im Inlande die Erfindung in Benutzung genommen oder die zur Benutzung erforderlichen Veranstaltungen getroffen hatte. Derselbe ist befugt, die Erfindung für die Bedürfnisse seines eigenen Betriebes [...] auszunutzen. [...] Die Wirkung des Patents tritt insoweit nicht ein, als die Erfindung nach Bestimmung des Reichskanzlers für das Heer oder für die Flotte oder sonst im Interesse der öffentlichen Wohlfahrt benutzt werden soll. Doch hat der Patentinhaber [...] Anspruch auf angemessene Vergütung [...].

§10 Das Patent wird für nichtig erklärt, wenn sich ergibt:

1. daß der Gegenstand nach §§1 und 2 nicht patentfähig war,
2. daß die Erfindung Gegenstand des Patents eines früheren Anmelders ist,
3. daß der wesentliche Inhalt der Anmeldung den Beschreibungen, Zeichnungen, Modellen, Gerätschaften oder Einrichtungen eines anderen oder einem von diesem angewendeten Verfahren ohne Einwilligung desselben entnommen ist. [...]²

Ein Problem kann dann entstehen, wenn zwei konkurrierende Unternehmen zeitgleich ähnliche Lösungen finden und als Patent anmelden, oder wenn ein Patent angemeldet wird, welches sich auf eine grundsätzlich bestehende Sache bezieht, diese aber in neuartiger Weise ausführt. Dies war der Fall bei den Luftschiffbauunternehmungen Zeppelin und Schütte-Lanz. Luftschiffe gab es einfach schon, doch konnten Zeppelin und Schütte je ein Patent einreichen und damit einen neuen Typus kreieren. Die ausgeführten Starrluftschiffe sind in beiden Fällen dann wiederum nur noch geringfügig auf das Patent bezogen. Von ihren Ideen inspiriert entstanden Gegenstände, die sich durch die Praxis der Montage und des Betriebes fortwährend veränderten. Dabei wurden Verbesserungen vorgenommen, die wiederum im Detail neuartig waren und patentiert werden konnten. Das heißt aber nicht, dass es den patentierten Gegenstand nicht schon gegeben hätte. Beispiele sind die Ringverspannungen, die Gasschächte, Ausführungen von Gasventilen usw. Auch eine Neuartigkeit, wie die aerodynamische Form des Schiffskörpers bei Schütte-Lanz war an sich nicht neu. Stromlinienförmige Körper gab es schon, aber nicht im Starrluftschiffbau. Deswegen ließ sich diese Bauausführung patentieren.

2 Patentrecht vom 7. April 1891

Die Urheberschaft von technischen Neuerungen ist im Fall Schütte-Lanz versus Zeppelin schwierig zu klären. Durch den Krieg und die Tatsache, dass beide Unternehmen denselben Kunden hatte, der in der Gestalt des Reichsmarineamtes massiv bestimmte Ausführungen forderte, traten alle Beteiligten in einen mitunter zwar ungewollten aber dennoch fruchtbaren Austausch ein, mit dem Ziel, besonders kriegstaugliche Luftschiffe zu schaffen.

Für den späteren Betrachter ist aufgrund der unvollständigen Materialien und in diesem Fall auch noch durch die Folgen eines die Objektivität verzerrenden Gerichtsprozesses nicht immer genau das Datum einer technischen Neuerung zu erkennen und wem sie zuzuordnen ist, obschon es Patentanmeldungen gibt. Was ist also damals genau passiert?

Zur Zeit des 1. Weltkrieges sind nun Patente der Luftschiffbauer Zeppelin und Schütte-Lanz dem jeweils anderen aus Gründen der Staatsräson zur Verfügung gestellt worden (§5 Abs. 2 Patentgesetz), wobei die Patente der Firma Schütte-Lanz erkennbareren Einfluss auf die Luftschiffe Zeppelins hatten als umgekehrt. Der Grund lag zum einen in der langjährigen Arbeit des Ministeriums mit Zeppelin und zum anderen in einem Vertrag, den der Luftschiffbau Schütte-Lanz im April 1913 mit dem Königlich Preußischen Kriegsministerium abschloss, welcher festlegte, dass Schütte-Lanz seine Patentnutzungsrechte nicht ins Ausland verkaufen durfte und seine Patente an das Kriegsministerium abtrat. Im folgenden baute Schütte-Lanz das erste Luftschiff vom Typ b, unter der Bezeichnung SL 2 startete es am 28. Februar 1914 zum ersten Aufstieg. Die Neuerungen dieses Schiffes wurden später, auch auf Druck des Kriegsministeriums, im Luftschiffbau Zeppelin verwirklicht, namentlich ab den Typ m-Schiffen. Zeppelin-Luftschiffe des m-Typs stiegen aber frühestens seit dem 11. Mai 1914 auf (LZ 24). Deutlich erkennbar schon auf vergleichenden Fotos wird die Anwendung der Bauart Schütte-Lanz beim LZ 25³, das am 13. Juli 1914 seine erste Fahrt machte. Auch MEYER konstatiert für dieses Schiff technische Neuerungen.⁴ Von diesem Sommer an führen nur noch Luftschiffe, die im Grunde dem Typ b des Luftschiffbaus Schütte-Lanz entsprachen, welches in der Literatur fortan als Standard-Luftschiff bezeichnet wird.⁵

3 besonders die stromlinienförmige Form und die Leitwerke. MÜLLER-BRESLAU (1922); P. MEYER (1980), S. 42

4 MEYER (1980), S. 42

5 BROCKHAUS, JAHN (1978), HAALAND, KNÄUSEL u.a.(1997), S. 220

Die technischen Neuerungen, die nun von 1914 an bei Luftschiffen verwendet wurden, sind meistens von Schütte-Lanz als Patent eingereicht worden, auch wenn Zeppelin sie später anfocht. Die Gesetzeslage, der Krieg und die Verträge mit dem Kriegsministerium brachten aber eine Situation zustande, in der Patente an den Staat abgetreten wurden. Damit ändern sich die Nutzungsrechte für die Patente, und um diese – sowie um bereits geschehene Benutzung und die gesetzlich versicherten Abfindungen – geht es in der gerichtlichen Auseinandersetzung zwischen Schütte-Lanz und dem Fiskus und Zeppelin.

Dabei ging es jedoch in erster Linie um Fragen des Geldes und nicht der geistigen Urheberschaft von technischen Neuerungen im Luftschiffbau.

8.1.2 Der Vertrag mit dem Kriegsministerium

Der Vertrag mit dem Kriegsministerium, den ich an dieser Stelle ausführlich zitiere, sicherte den Luftschiffbau in Rheinau. Häufiger habe ich in dieser Arbeit schon auf ihn hingewiesen, da seine Wirkung entscheidend für den Luftschiffbau Schütte-Lanz war. Dieser Vertrag machte den Bau des SL 2 überhaupt erst möglich, schuf also die Grundlage für die Verwirklichung der technischen Neuerungen. Gleichzeitig gewährleistete er und der Ausbruch des 1. Weltkriegs den Fortbestand der Luftschiffwerft über das SL 2 hinaus. Doch sind gerade dieser Vertrag und der Krieg auch gleichzeitig Mitursache für den Niedergang von Schütte-Lanz. So lässt der Vertrag eigentlich die Möglichkeit aus, im nachhinein Klage zu führen. Der Vertrag ist also Basis für die Verwicklungen in den Kriegsjahren und der Prozesse nach dem Krieg und soll daher dem interessierten Leser nicht vorenthalten werden. Die Paragraphen lauten:

§1. Frau Geheime Kommerzienrat Julia Lanz, Herr Geheimer Kommerzienrat August Röchling, Herr Dr. Karl Lanz, alle zu Mannheim, Herr Professor Johann Schütte zu Danzig-Langfuhr wohnhaft, bilden den Luftschiffbau Schütte-Lanz zu Mannheim. Dieser ist Besitzer sämtlicher Patente des In- und Auslandes sowie aller Konstruktionen und Erfahrungen über den Luftschiffbau Schütte-Lanz.

§2. Die im § 1 Genannten, in der Folge kurz Luftschiffbau Schütte-Lanz (L.Sch.L.) genannt, übertragen sämtliche in der diesem Verträge angehefteten Liste aufgeführten Auslandspatente auf das Königlich Preussische Kriegsministerium als Vertreter des Reichsfiskus und verpflichten sich, kein

Luftschiff ihres Systems nach dem Auslande zu liefern, ebenso wenig ihre Konstruktionen, die sie über dieses Luftschiff gemacht haben oder noch machen sollten, dem Auslande direkt oder indirekt zur Verfügung zu stellen.

§ 3. Von allen Patenten, die vom L.Sch.L. eventuell noch in Deutschland genommen werden sollten, ist dem Kriegsministerium Mitteilung zu machen, damit dieses nach seinem Ermessen die Anmeldungen auch im Ausland veranlassen kann. Da die vorhandenen Patente auf den Namen Schütte lauten, so ist Professor Schütte insbesondere verpflichtet, auf Wunsch des Kriegsministeriums diese Patente auch bei den einzelnen ausländischen Patentämtern auf das Kriegsministerium oder eine vom Kriegsministerium zu bezeichnende Person zu übertragen bzw. sie zum Verfall zu bringen.

Alle auswärtigen Patentgebühren mit Einschluss der Uebertragungs- und Lösungsgebühren trägt vom 1. Januar 1913 an das Kriegsministerium.

§ 4. Das Königlich Preussische Kriegsministerium verpflichtet sich, den L.Sch.L. derart mit laufenden Aufträgen zu versehen, dass der Betrieb seiner Werft eine nennenswerte Unterbrechung nicht erleidet; jedoch nur unter nachstehenden Bedingungen:

Die Beschäftigung erfolgt nur nach Massgabe der durch das Etatsgesetz bewilligten Mittel und nur solange, als die Heeres- oder Marineverwaltung die Ausrüstung der Truppen mit Sch. L. Luftschiffen im Interesse der Landesverteidigung für erforderlich erachtet.

Die Beschäftigung erfolgt nur unter der Bedingung, dass über den Preis der zu erbauenden Luftschiffe eine Verständigung unter den Parteien erzielt wird und die gelieferten Schiffe den Anforderungen des Kriegsministeriums entsprechen. Sollte wider Erwarten über den Preis keine Einigung erzielt werden, so gilt der Vertrag als aufgelöst und es findet §7 entsprechende Anwendung. Bei der Festsetzung des Preises soll die Baubeschränkung §4 c tunlichst berücksichtigt werden.

Der Sch. L. darf seine Werftanlagen nur insoweit vergrössern, als es zum Bau der von der Militär- oder Marineverwaltung bestellten Luftschiffe erforderlich wird; er muss den Vertretern der vorbezeichneten Verwaltungen nach vorheriger Anmeldung den Zutritt zur Werft gestatten.

Bei der Ausführung der seitens der Heeres- oder Marineverwaltung erteilten Aufträge müssen die Bestimmungen auf S. 53 a bis 53 d der Vorschrift für die Verbindung von Leistungen, bei den Artilleriedepots Druckvorschrift Nr. 22 über die Geheimhaltung in jeder Beziehung gewahrt werden.

§5. Für den in den §§ 2 und 3 ausgesprochenen Verzicht erhält Herr Professor Schütte eine einmalige Entschädigung für seine Barauslagen und Arbeit in Höhe von M. 200.000 (Zweihunderttausend Mark), während die übrigen Beteiligten ausdrücklich auf eine derartige Entschädigung Verzicht leisten.

§6. Für den Fall der Nichterfüllung oder der unvollständigen Erfüllung der in dem § 4 übernommenen Verpflichtung verzichten die Vertragschliessenden gegenseitig auf die Erhebung von Schadensersatzansprüchen. Dagegen steht ihnen in diesem Falle das Rücktrittsrecht zu.

§7. Im Falle der Ausübung des Rücktrittsrechtes verbleibt dem Professor Schütte die gemäss § 5 gewährte Entschädigung. Die noch aufrecht erhaltenen Patente werden dem L.Sch.L. wieder übereignet. Soweit sie zum Verfall gebracht sind, findet eine Schadloshaltung nicht statt.

§8. Die im § 1 bezeichneten Mitglieder des L. Sch. L. sind mit Ausnahme der nur den Professor Schütte betreffenden Bestimmung des § 5 hinsichtlich der Rechte und Pflichten aus dem Verträge als Gesamtläubiger bzw. als Gesamtschuldner anzusehen. In allen denjenigen Fällen, in denen mit Dritten über Auslandspatente Streitigkeiten, Differenzen über die Aufrechterhaltung oder Streichung entstehen, hat sich das Kriegsministerium mit Professor Schütte allein auseinanderzusetzen.

Die Rechte aus diesem Verträge sind nicht übertragbar. Im Falle des Todes eines der im § 1 bezeichneten Mitglieder des L. Sch. L. geht die Beteiligung desselben auf seine Ehefrau resp. auf seine Kinder, soweit sie zur Erbfolge laut Gesetz oder Testament berufen sind, über. Sind solche nicht vorhanden, so steht jeder der am Vertragsschluss Beteiligten das Recht zu, den Vertrag mit dreimonatlicher Frist zu kündigen. In diesem Falle finden die Vorschriften des §7 des Verträge entsprechende Anwendung.

§9. Die zu Ansatz gelangende Hälfte des gesetzlichen Stempels trägt der L. Sch. L.

Mannheim, den 3. April

Gez. Dr. Karl Lanz
Gez. August Röchling
Gez. Paul Zabel mitfolgender
Vollmacht für Frau Julia Lanz
Gez. Johann Schütte⁶

Berlin, 24. April

Kriegsministerium
im Auftrage

6 Vertrag als Abschrift aus dem Nachlass Schütte 59/S-Proz 002

8.2 Das Ende des Luftschiffbaus Schütte-Lanz

Das Ende des Luftschiffbaus in Rheinau läutete die Einstellung der Heeresluftschiffahrt 1917 ein. Von da an war nur noch die Marine Abnehmer von Luftschiffen. Diese konnte aber ausgewiesenermaßen die Holzluftschiffe nicht leiden. Schütte-Lanz schwenkte zwar noch zum Aluminium über, doch es nützte nichts, weil der 1. Weltkrieg beendet wurde. Die neuen Verhältnisse untersagten den militärischen Luftschiffbau. Im Gegensatz zum Luftschiffbau Zeppelin hatte man auch keine Erfahrungen mit zivilen Luftschiffen gesammelt und so kamen diesbezügliche Projekte nicht über ein Planungsstadium hinaus.

Doch nicht nur die Umstände des Kriegsendes selbst, determiniert im Versailler Vertrag, besiegelten das Ende vom Luftschiffbau Schütte-Lanz. Es war der mangelhafte und unwirtschaftliche Betrieb in den Werften⁷ Schuld am Niedergang sowie die fehlende Annahme der Innovation im Umfeld.⁸ Ein großes Problem stellte auch die Klärung der Patent-, Lizenz- und Nutzungsrechte dar. Die Zeppelinschiffe waren über die Zeit des Krieges an den Standard der SL-Schiffe herangeführt worden, ebenso wie der SL von den Erfahrungen des RMA und des LZ profitierte. Wer durfte nun welche Patente in Anspruch nehmen und nutzen? Der Luftschiffbau Schütte-Lanz überstand die inneren und äußeren Konflikte nach dem Krieg nicht. Formal existierte er bis 1925 weiter, getragen hauptsächlich durch die Prozesse.

Mit dem sehr informativen und mit einer apologetischen Tendenz versehenen Buch „Der Luftschiffbau Schütte-Lanz 1909-25“ setzte der Herausgeber JOHANN SCHÜTTE, der zum Schluss quasi der SL in persona war, einen finalen Punkt hinter die Bemühungen, als Starrluftschiffbauer mit wissenschaftlichen Ansatz gegen den übermächtigen Konkurrenten Zeppelin zu bestehen.

7 ROBINSON (1979)

8 HAALAND (1987)

9 Resümee

Die Starrluftschiffe waren ein Phänomen des Strebens nach einem Luftverkehrsmittel. Als Langstreckentransporter, schlimmerweise meist als strategische Bomber, waren sie zuerst allein auf weiter Flur, doch die kontinuierliche Ausweitung der Flugzeugreichweiten machten sie letztlich überflüssig.

Inbegriff des Starrluftschiffes ist der Zeppelin. Der Luftschiffbau Zeppelin war in einem Zeitraum von vierzig Jahren der erste Lieferant von Starrluftschiffen und der letzte. Technisch erlangten die Luftschiffe in dieser Zeit höchste Vervollkommnung.

Einen wesentlichen Beitrag zur technischen Reifung leistete der Luftschiffbau Schütte-Lanz in den Jahren von 1909-14.

Die Neuerung, die sinnvolle Ergänzungen zum bestehenden Starrluftschiffkonzept möglich machte, war die aerodynamisch günstige Form. Sie bildete die Grundlage für die weiteren Verbesserungen an Lage und Ausführung der Motorgondeln und den einfachen Leitwerken. Eine Verbesserung am Laufgang und den Gasschächten wurde von SL eingeführt. Die Dinge an sich wurden nicht von Schütte-Lanz erfunden, jedoch sinnvoll und neuartig modifiziert.

Da die Luftschiffe, auch bestehende, einem, modern gesagt, kontinuierlichen Verbesserungsprozess unterlagen, wurden Erfindungen, Patentlösungen und Neuerungen schnell eingesetzt. Diese Situation verschärfte sich durch den Krieg. Durch die Verquickung mit dem Militär kam es zu einem vielschichtigen Informationsaustausch im deutschen Luftschiffbau. Dieser Informationsaustausch, obwohl gewollt und durch die Verträge mit dem Militär eingeleitet, wirkte sich für den Luftschiffbau Schütte-Lanz ungünstig aus.

Der Luftschiffbau Schütte-Lanz konnte sich nicht etablieren. Zum einen wirkte die Entscheidung für Holz als Gerippematerial katastrophal aus in Hinsicht auf die Produktionskosten und die Haltbarkeit der Schiffe im marinen Einsatz. Zum anderen wurden die technischen Neuerungen nicht entlohnt und nie vom Rest der Welt antizipiert. Die Neuerungen blieben nur am Zeppelin-Luftschiff weithin sichtbar. Einige technische Fortschritte entwickelt vom Luftschiffbau Schütte-Lanz konnten sich durchsetzen, die Unternehmung selbst konnte das nicht.

Der Luftschiffbau Zeppelin assimilierte die Innovationen aus dem Luftschiffbau Schütte-Lanz und verbesserte sie seinerseits in den Kriegsjahren und danach immer weiter. Am Ende des Krieges konnte man Zeppelin und Schütte-Lanz-Luftschiffe optisch nicht mehr unterscheiden. Als das besser organisierte und größere Unternehmen überstand es die kritischen Jahre nach dem Krieg besser. Im inneren Aufbau und finanziell besser gerüstet, hatte der Luftschiffbau Zeppelin die Substanz, die in Rheinau fehlte.

Zeppelin verfügte immer über die größeren Erfahrungswerte und konnte schneller und effizienter produzieren. Gerade mit den langen Produktionszeiten schnitt sich der SL ins Fleisch seiner Möglichkeiten. Da half auch der von JOHANN SCHÜTTE nimmermüde propagierte wissenschaftliche Stil des SL nicht, der in der Realität bei weitem nicht so zum Tragen kam, wie SCHÜTTE das gerne sah. Auch bei Schütte-Lanz, genauso wie bei Zeppelin, schritt man häufig tastend und versuchend voran. Bei Schütte-Lanz war man nur schneller und aufgeschlossener dem interdisziplinär-wissenschaftlichen Wissen gegenüber. Zeppelin war da vorsichtiger, auch mit Blick auf die Produktionskosten.

10 Bildnachweis

- Abbildung Umschlag: SL 1 und LZ 10 „Schwaben“ in Rheinau, 1912, ENGBERDING (1928)
- Abbildung 1: Ferdinand Graf von Zeppelin, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 2: Hugo Eckener, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 3: Ludwig Dürr, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 4: Johann Schütte, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 5: Karl Lanz, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 6: Druckkurve der Kräfte, aus: SCHÜTTE (1926)
- Abbildung 7: Verhältnis zwischen Beschleunigung und Verzögerung, aus: SCHÜTTE (1926)
- Abbildung 8: Koordinaten über Strömungsverläufe, aus: SCHÜTTE (1926)
- Abbildung 9: Theodor Kober, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 10: Das Patent des Grafen von Zeppelin, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 11: SL 1, aus: ROBINSON (1979)
- Abbildung 12: SL 2, aus: SCHÜTTE (1926)
- Abbildung 13: SL 2., aus: SCHÜTTE (1926)
- Abbildung 14: LZ 26, aus: SCHÜTTE (1926)
- Abbildung 15: LZ 1, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 16: Spantenkonstruktion LZ 2, aus: DÜRR (1924)
- Abbildung 17: Hubergerippe des SL 1, aus: HAALAND, KNÄUSEL (1997)
- Abbildung 18: LZ 18, aus: SCHÜTTE (1926)
- Abbildung 19: LZ 24, aus: SCHÜTTE (1926)
- Abbildung 20: Patent 301647, Nachlass Schütte 34/Pur-d 005

11 Literaturverzeichnis

- BÉLAFI, MICHAEL (1990): Ferdinand Graf von Zeppelin, Leipzig
- BEIER-LINDHARDT, ERICH (o.J.): Das deutsche Luftschiff. Seine Geschichte, Einrichtungen und Fahrten, Breslau.
- BORN, KARL ERICH (1985): Wirtschafts- und Sozialgeschichte des Deutschen Kaiserreichs (1867/71-1914), Stuttgart
- BOTTING, DOUGLAS (1981): Die Luftschiffe, Amsterdam
- BRÖCKELMANN (1909): Wir Luftschiffer, Berlin/Wien
- BUSEMEYER, K.L. (1982): RC-Luftschiffe und Ballone, Villingen-Schwenningen
- CLAUSBERG, KARL (1979): Zeppelin. Die Geschichte eines unwahrscheinlichen Erfolges, München
- CHAMBERLAIN, G.A. (1984): Airships – Cardington, Lavenham
- DEAN, CHRISTOPHER u.a. (1989): Housing the airship, London
- DIECKERHOFF, O. (1973): Deutsche Luftschiffe 1914-1918, Walluf/Rheingau
- DÜRR, LUDWIG (1924): 25 Jahre Zeppelin-Luftschiffbau, Berlin
- EBERLEIN, GERALD und DIETRICH, NORBERT (1983): Die Finalisierung der Wissenschaften. Analyse und Kritik einer forschungspolitischen Theorie, Freiburg/München
- ECKENER, HUGO (1949): Im Zeppelin über Länder und Meere, Flensburg
- ENGBERDING, DIETRICH (1928), Luftschiff und Luftschiffahrt in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, 2. Aflg., Berlin
- GÜTSCHOW, FRED (1985): Das Luftschiff, Stuttgart
- HARTCUP, G. (1974): The achievement of the airship. A history of the development of rigid, semirigid and non-rigid airships, London
- HAALAND, DOROTHEA (1987): Der Luftschiffbau Schütte-Lanz Mannheim-Rheinau, Mannheim
- HAALAND, DOROTHEA; KNÄUSEL, HANS G. u.a. (1997): Die deutsche Luftfahrt. Leichter als Luft – Ballone und Luftschiffe, Bonn

- HOOGH, PETER (1908): Zeppelin und die Eroberung des Luftmeers, Leipzig
- JAHN, JOHANN FRIEDRICH (1978): Technischer Nachlaß Johann Schütte, Oldenburg
- KNÄUSEL, H.G. (1985): Der erste Zeppelin. Geschichte einer Idee 1874-1908, Bonn
- KOBER, THEODOR (1894): Lenkbares Luftschiff, Berlin
- LÜTGE (1966): Wirtschafts- und Sozialgeschichte Deutschlands
- MEYER, HENRY CORD (1991): Airshipmen. Businessmen and Politics 1890-1940, Washington
- MEYER, PETER (1980): Luftschiffe. Die Geschichte der deutschen Zeppeline, Koblenz/Bonn
- MOTTEK, HANS u.a. (1975): Wirtschaftsgeschichte Deutschlands. Ein Grundriß, Bd. 3, 2. Aflg., Berlin
- NOWARRA, HEINZ. J. (1991): Deutsche Luftschiffe. Parseval, Schütte-Lanz, Zeppelin
- ROBINSON, DOUGLAS H. (1979): Giants in the sky. A history of the rigid airship, Seattle, 3.Aflg.
- ROBINSON, DOUGLAS H. (1980): The Zeppelin in combat, Washington, Reprint der 3.Aflg.
- SCHIRMER, MAX (1942): Aerodynamische Modellversuche, Braunschweig
- SCHMALENBACH, P. (1977): Die deutschen Marine-Luftschiffe, Herford
- SCHÜTTE, JOHANN u.a. (1926): Der Luftschiffbau Schütte-Lanz 1909-1925, München und Berlin
- STRAUB, HEINZ (1984): Fliegen mit Feuer und Gas. Geschichte der Ballon- und Luftschiffahrt, Aarau
- STÜMPKE, HERMANN (1969): Grundzüge der Flugmechanik und Ballistik, Braunschweig
- TELL, HANS W.; ZEPPELIN, FERDINAND GRAF VON u.a. (1929): Gedenkbuch der Woche. Zeppelin fährt um die Welt, Berlin
- TRISCHLER, HELMUT (1992): Luft- und Raumfahrt in Deutschland 1900-1970. Politische Geschichte einer Wissenschaft, Frankfurt/New York

VÖMEL, ALEXANDER (1913): Graf Ferdinand von Zeppelin. Ein Mann der Tat, Konstanz

WAGENFÜHR, F. (1940): Der Luftschiffbau Schütte-Lanz, 1909-1925. In: Luftwissen 7

TECHNISCHER NACHLASS JOHANN SCHÜTTES, Stadtmuseum Oldenburg, Signatur nach dem Jahn-Verzeichnis