

DEUTSCHER
SCHIFFBAU
1913

Herausgegeben

aus Anlass des 25 jährigen Regierungs-Jubiläums
S. M. des Deutschen Kaisers Wilhelm II.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300728



57.
136.

III W 6. 443/13.



G. 54
196

G. 62
11

XX
461

III W. 6. 443/13.

DEUTSCHER SCHIFFBAU



1913



Herausgegeben aus Anlass des 25 jährigen Regierungsjubiläums
S. M. des Deutschen Kaisers Wilhelm II.

Chefredakteur: Geheimer Regierungsrat Prof. Oswald Flamm, Charlottenburg
Verlag Carl Marfels Aktiengesellschaft, Berlin SW 68, Zimmerstrasse 9

Schiffswerft Maschinenfabrik Lokomotivfabrik

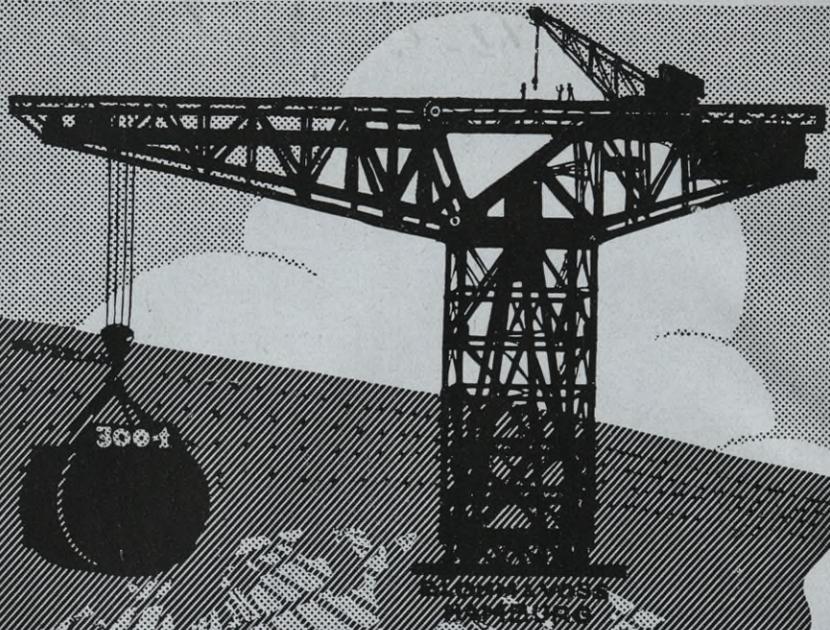


VULCAN-WERKE HAMBURG UND STETTIN

16000 Angestellte und Arbeiter

G. 54
136
12.71





1913
DER GRÖSSTE KRAN
DER WELT
ERBAUT VON
DEMAG
DUISBURG
DEUTSCHE
MASCHINENFABRIK

DEUTSCHER SCHIFFBAU 1913

Herausgegeben aus Anlaß des 25jährigen Regierungsjubiläums S. M. des Deutschen Kaisers Wilhelm II.

Chefredakteur: Geheimer Regierungsrat Professor Oswald Flamm, Charlottenburg

Verlag Carl Marfels Aktiengesellschaft (Zeitschrift „Schiffbau“) Berlin SW 68, Zimmerstr. 8-9

Nachdruck des gesamten Inhalts verboten

Hamburg-Amerika Linie

Hamburg

Alsterdamm 25

Gegr. 1847

Aktienkapital:

150 000 000
Mark

Reserven:
51 000 000
Mark

Ozeanflotte:
192 Dampfer
(1254 000 Br.
Reg. Tons)



Gegr. 1847

Betriebspersonal:
ca. 23000 Beamte,
Seeleute und
Arbeiter

Personen=
beförderung:
1912: 402 698
Passagiere
(1911: 365 393
Passagiere)

Gütertransport:
1912: 7 990 000
Tons
(1911: 7 286 000
Tons)

Regelmäßige Passagierbeförderung und Frachtschiffahrt von Hamburg nach New York

nach Boston
nach Philadelphia
nach Baltimore
nach New Orleans
nach Quebec, Montreal
nach Westindien

nach Mexiko
nach Zentralamerika
nach Brasilien
nach Argentinien
nach Chile
nach Peru

nach Ecuador
nach Columbien
nach Arabien
nach Persien
nach Indien
nach China

nach Japan
nach West- u. Südwest-
Afrika und Ostafrika
nach England
nach Frankreich
nach Holland

nach Belgien
nach Portugal
nach Spanien
nach den Nordsee-
bädern
Rivierafahrten ufw.

von Stettin nach New York
von Genua nach New York

von New York nach Westindien
von New York nach Zentralamerika
von New York nach Brasilien

von New York nach Ostafien
von New York nach Westafrika

Seetouristik und Reiseverkehr

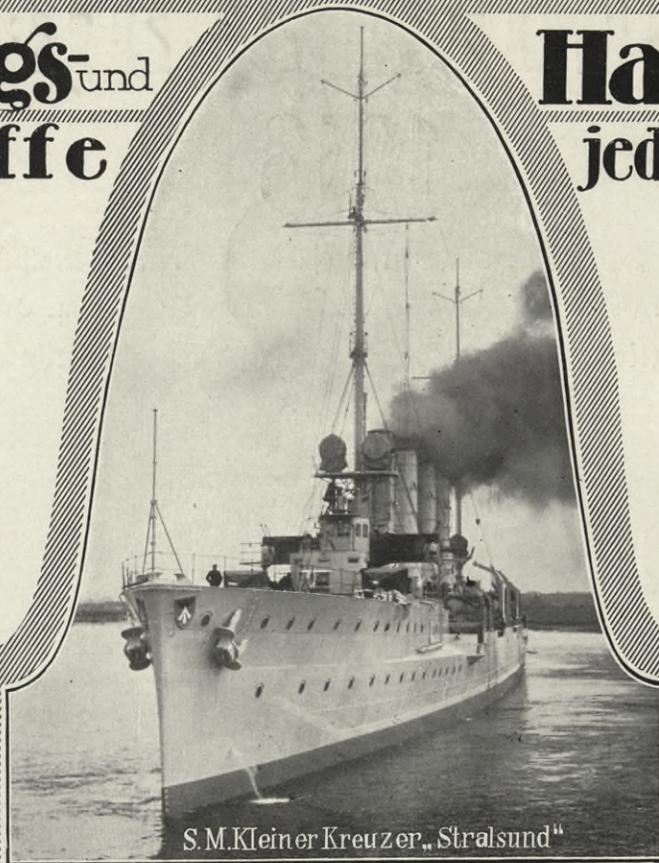
Norwegen-, Island-, Spitzbergen-, Mittelmeer-
und Orientfahrten, Westindienreisen, Weltreisen

Reisebureau der Hamburg-Amerika Linie (vormals C. Stangens Reisebureau)

XX
461

**Kriegs- und
Schiffe**

**Handels
jeder Größe**



S.M. Kleiner Kreuzer „Stralsund“



Actien-Gesellschaft „Weser“
in Bremen Schiffswerft und Maschinenfabrik

Kriegs- und Handelsschiffe jeder Größe
Dampfmaschinen · Dampfkessel · Dampfturbinen

DIESELMOTOREN

in allen Größen
für stationäre und für Schiffszwecke

REPARATUR UND UMBAU VON SCHIFFEN
3 SCHWIMMDOCKS



DEUTSCHER SCHIFFBAU

Herausgegeben aus Anlaß
des 25 jährigen Regierungsjubiläums
S. M. des Deutschen Kaisers Wilhelm II.

1913

Chefredakteur:
Geheimer Regierungsrat Professor
OSWALD FLAMM, Charlottenburg

III 17971



VORWORT

 In Vierteljahrhundert ist über die deutschen Lande dahin gegangen, seitdem der dritte seiner Kaiser, Wilhelm II. den Thron bestiegen und die Regierung übernommen, das Vierteljahrhundert einer nationalen Entwicklung, die aufgebaut auf den großen Taten der vorausgegangenen Jahrzehnte unter den Segnungen eines dauernden, ungestörten Friedens sich vollziehen konnte. Die guten Eigenschaften des Fleißes und der Arbeitsfreudigkeit, der Energie und der Gründlichkeit, die dem deutschen Volke eigentümlich sind, hatten in hohem Maße Gelegenheit, sich zu entfalten und Werke zu schaffen, die das gemeinsame Vaterland unendlich gefördert haben, die seinem Handel und seiner Industrie Ausbreitung und neue Bahnen, Absatzgebiete und lohnende Beschäftigung in solchem Umfang gebracht haben, daß die werbende Betätigung nach außen, der allgemeine Wohlstand im Innern gewaltige Zunahme erfahren und kaum geahnte Konsolidierung sich schaffen konnten.

Wohl verlohnt es, an diesem Abschnitt der Geschichte still zu stehen und verweilend das Auge zurückschauen zu lassen auf all das Streben und Mühen des Einzelnen, wie der großen Gruppen von Menschen, die an der Ausgestaltung dieser Kultur fähigen Anteil genommen.

Ein Gebiet, welches ganz besonders unter der Regierung Kaiser Wilhelm des Zweiten sich entwickelt und aus verhältnismäßig kleinen Betrieben zur höchsten Leistungsfähigkeit sich emporgearbeitet hat, ist der deutsche Schiffbau. Wenn man bedenkt, daß im Jahre 1888 noch nicht einmal volle Unabhängigkeit vom Auslande bestand, wenn man sich vergegenwärtigt, daß im großen deutschen Volke wenig Sinn und Verständnis für maritime Unternehmungen zu finden war, wenn man aus den Sitzungsberichten ersieht, daß die deutsche Volksvertretung nur in beschränktem Maße Mittel zum Ausbau der deutschen Flotte bewilligte, so zwingt es zu höchster Anerkennung, wenn heute nach 25 Jahren festzustellen ist, daß die deutsche Handelsflotte die zweite Stelle in der Welt für sich belegt, daß ihre Schiffe, sowohl hinsichtlich der Größe, wie der Leistungsfähigkeit hinter keinem ausländischen Bau zurückstehen, daß die deutsche Kriegsflotte gleichfalls nur noch von derjenigen Großbritanniens übertroffen wird, daß sogar gewisse ihrer Typen unerreicht zu nennen sind, und daß alles dies auf deutschen Werften, mit deutschem Material, von deutschen Ingenieuren und Kaufleuten, mit deutschen Arbeitern geschaffen worden ist.

Gerade dieses Gebiet des Schiffbaues und der Schifffahrt verkörpert ein gewaltiges Stück nationaler Arbeit, nationalen Erfolges, und diese Leistungen in ihren Einzelheiten zu schildern, ist der Zweck und das Ziel dieses Werkes. In einmütigem Streben haben eine Anzahl von Fachgenossen sich bereit gefunden, ihre Kenntnisse und ihre Arbeitskraft in den Dienst dieser vaterländischen Sache zu stellen, um durch vertiefte Behandlung ihrer Spezialgebiete der Gegenwart nicht nur, sondern auch der Zukunft eine bleibende Festlegung der Entwicklung und des zeitigen Standes ihrer Industrie zu geben, dabei in vollem Umfange der Vergangenheit gerecht werdend.

Und Hand in Hand mit den Autoren hat auch der Verlag gehandelt, indem er nicht nur hinsichtlich buchkünstlerischer Ausstattung, den Erfordernissen eines derartigen Unternehmens voll Rechnung trug, sondern auch dafür sorgte, daß das Werk den weniger Bemittelten leicht zugänglich geworden ist.

So ist zu hoffen, daß das Werk den Freunden einer maritimen Betätigung unseres Volkes eine willkommene Gabe sein, in ihnen allen aber das dankbare Empfinden dem deutschen Kaiser gegenüber auslösen möge für die Förderung dieser vaterländischen Entwicklung durch das stets entgegen gebrachte Interesse und für die Möglichkeit ihrer Betätigung durch die Erhaltung des Völkerfriedens!

Charlottenburg im Juni 1913

Oswald Flamm

Inhalts-Verzeichnis

	Seite
Deutscher Kriegsschiffbau. Vom Kaiserlichen Marine-Baurat S ü ß e n - g u t h	3
Deutscher Handelsschiffbau und seine Gesetzgebung. Vom Konstruktions- Ingenieur K i e l h o r n	31
Deutsche Schiffswerften. Vom Geh. Marine-Baurat und Schiffbaudirektor T j a r d S c h w a r z	83
Deutscher Schiffsmaschinenbau (Dampfmaschinen, Turbinen, Oel- maschinen). Vom Professor W a l t e r M e n t z	117
Verbilligung der Schiffsbauten durch Vereinfachung, Verbesserung und Beschleunigung des Arbeitsvorganges. Vom Professor L i e n a u . . .	165
Sicherheitseinrichtungen an Bord moderner Handelsschiffe. Vom Geh. Regierungs-Rat Professor F l a m m	203
Die Befeuernng der Deutschen Küsten und der Deutsche Leuchfeuerbau. Vom Dipl.-Ing. E. K l e b e r t	229
Wissenschaftliche Forschung im Schiffbau und ihre Institute. Vom Marine- Schiffbaumeister und Privatdozent P i e t z k e r	241
Elektrotechnik an Bord. Vom Direktor K r e l l und Dr.-Ing. A. S t a u c h	263
Konservierung der Schiffe. Vom Kaiserlichen Marine-Oberbaurat S c h i r m e r	301
Hygiene und Bequemlichkeit an Bord der großen Passagierdampfer. Von J o s e f M e l n i k	309
Eisenindustrie und Deutscher Schiffbau. Vom Dr.-Ing. S c h r o e d t e r .	331



Kunstbeilage zu „Deutscher Schiffbau 1913“.

Rob. Hahn



Deutscher Kriegsschiffbau

von Kaiserlich. Marine-Ratm. Süssner, v. H.

Mit 22 Abbildungen

Am 1. Juni 1871 übertrug Deutschland das Zügeln der Regierung an sein neues Kaiser.

Der Kaiser übernahm von Regierung 17 Jahre nach der Beendigung des Krieges, der Deutschland gewohnt hatte und dem Ansehen unseres Vaterlandes wieder Geltung und Stimme unter den führenden Weltmächten verschafft hatte. Die 17 Jahre waren vor allem zum inneren Ausbau und zur Festigung des Landes im Schutze des Friedens verwendet worden. Deutschlands Bodenschätze und sein großer Gebirgsüberschub drängte zur langsamen Umwandlung des Agrarstaates in den Industriestaat, was am auffälligsten durch die immer steigende Eisenerzeugung zum Ausdruck kommt. Seit dem verletzten Jahre hat Deutschland die größte Eisenerzeugung unter allen Ländern Europas aufzuweisen.

Ein Vergleich für 1912 gibt folgende Ziffern: Eisenerzeugung 1912:

Vereinigte Staaten	29,7 Mill. t.
Deutschland	17,9 „ „
England	10,5 „ „
Frankreich	5,2 „ „

Die Industrie verlangt Absatzgebiete. Wenn auch die uns benachbarten Kulturstaaten infolge der Güte und der jeden Weltbewerb aushaltenden Preise unserer Industrieerzeugnisse für diese ein gutes Absatzgebiet gebildet haben, so liegt doch die Gefahr vor, daß durch Zollschikanen, Kündigung von Handelsverträgen und sonstige weltgeschichtliche Ereignisse uns diese Absatzgebiete gesperrt werden können. Ein Staat mit solch enger Bevölkerung und solch industrieller Entwicklung wie Deutschland ist daher auf den überseeischen Verkehr unbedingt angewiesen. Die Ein- und Ausfuhr im Jahre 1912 ohne Berücksichtigung der Durchfuhr betrug in:

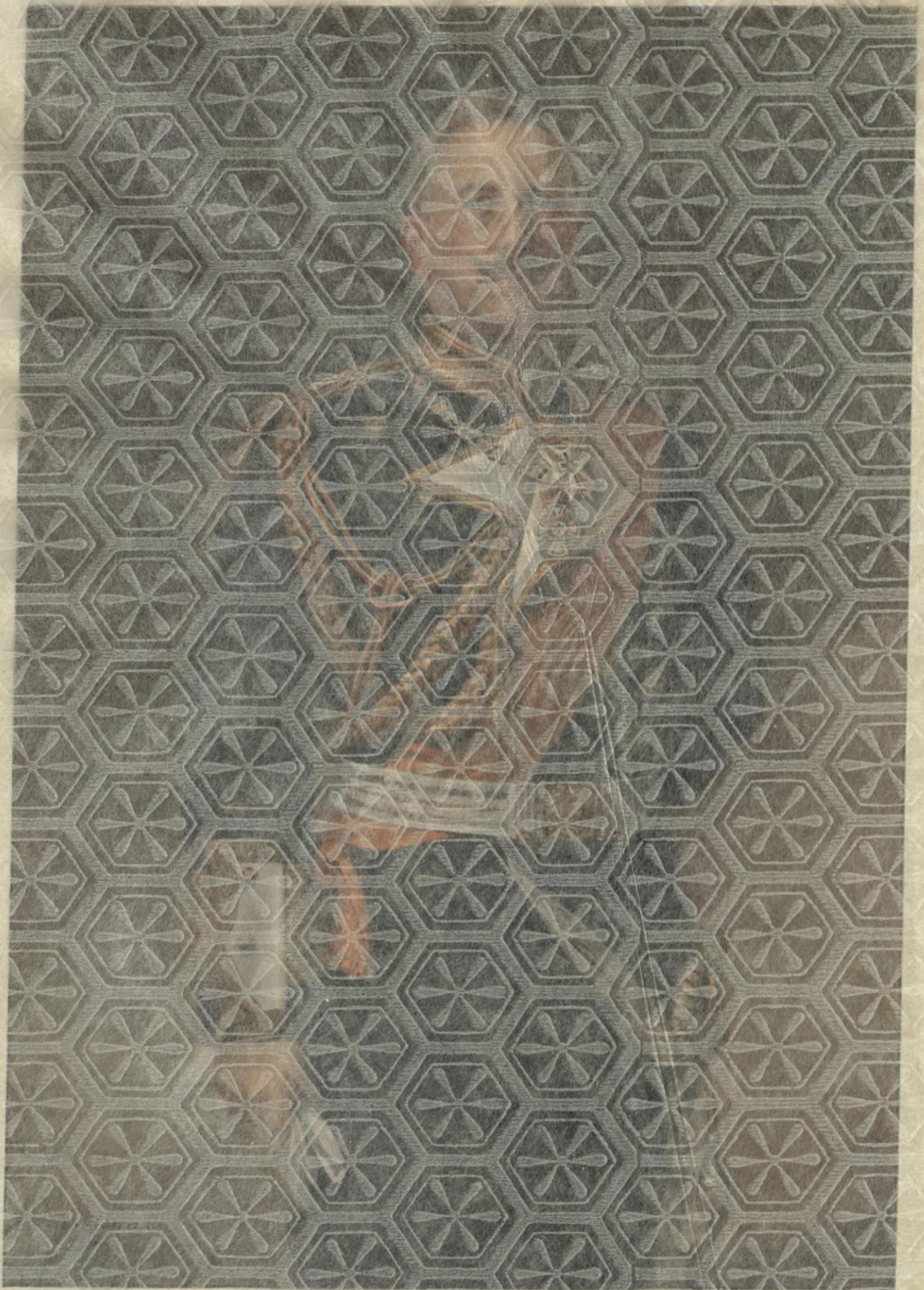
England	22,656 Mill. M.
Deutschland	19,180 „ „
Vereinigte Staaten	17,714 „ „
Frankreich	11,616 „ „

Der Überseehandel kann aber nur gedeihen, wenn Deutschland auch die Meeresmächte besitzt, ihn zu schützen.

Auf dieser Basis baute sich das Regierungsziel unseres Kaisers, das Ziel der Industrie und dem Handel Deutschlands eine kräftige, auch von dem stärksten Gegner in Rechnung zu ziehende Schutzmacht in Gestalt einer genügend starken Flotte an die Seite zu stellen, um ihnen eine ruhige Entwicklung im Frieden zu gewähren.

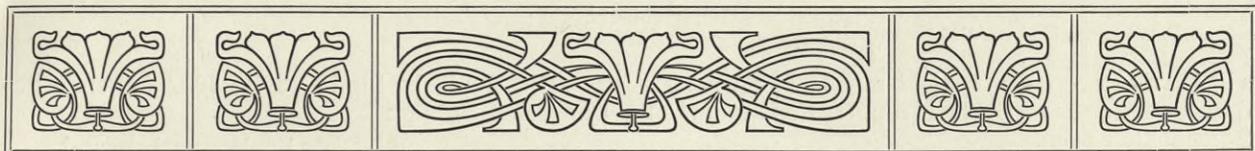
Dieses Ziel ist unserem Kaiser dank seiner Energie, seiner Friedensliebe und der Einsicht des eigenen Landes schon vor Ablauf des ersten Vierteljahrhunderts seiner Regierung gelungen.

Eine der ersten Taten in dieser Richtung war die Reorganisation der obersten Marinebehörden. Zuerst wurde als Nachfolger des Generals von Caprivi ein Admiral Graf von Monts am 5. Juli 1888 mit der Wahrnehmung der Geschäfte als Chef der Admiralität betraut. Am 1. April 1889 erfolgte die Teilung der Admiralität in das Oberkommando der Marine und das Reichs-Marine-Amt. Da Graf Monts im Januar 1889 starb, wurde Frhr. v. d. Goltz zum kommandierenden Admiral und Kontre-Admiral Heusner zum ersten Staatssekretär des Reichs-Marine-Amtes ernannt. Diesem folgte im März 1890 Kontre-Admiral Hollmann, der diese Stelle bis zum 15. Juni 1897 inne hatte, worauf Kontre-Admiral Tirpitz diese Stelle erhielt, in der es ihm gelang, die Deutsche Flotte zu dem in der ganzen Welt geachteten Machtfaktor zu entwickeln, so daß sie sich heute nicht mehr wie damals an



Kunstbeilage zu „Deutscher Schiffbau 1913“.

Wilhelm
28



Deutscher Kriegsschiffbau

Vom Kaiserlichen Marine-Baurat Süssenguth

Mit 23 Abbildungen

Vorwort.

Im Juni d. J. feiert Deutschland das 25jährige Regierungsjubiläum seines Kaisers.

Derselbe übernahm die Regierung 17 Jahre nach der Beendigung des Krieges, der Deutschland geeinigt hatte und dem Ansehen unseres Vaterlandes wieder Geltung und Stimme unter den führenden Weltreichen verschafft hatte. Die 17 Jahre waren vor allem zum inneren Ausbau und zur Festigung des Landes im Schutze des Friedens verwendet worden. Deutschlands Bodenschätze und sein großer Geburtenüberschuß drängte zur langsamen Umwandlung des Agrarstaates in den Industriestaat, was am auffälligsten durch die immer steigende Eisenerzeugung zum Ausdruck kommt. Seit dem vorletzten Jahre hat Deutschland die größte Eisenerzeugung unter allen Ländern Europas aufzuweisen.

Ein Vergleich für 1912 gibt folgende Ziffern: Roheisenerzeugung 1912:

Vereinigte Staaten	29,7 Mill. t.
Deutschland	17,9 „ „
England	10,5 „ „
Frankreich	5,2 „ „

Die Industrie verlangt Absatzgebiete. Wenn auch die uns benachbarten Kulturstaaten infolge der Güte und der jeden Wettbewerb aushaltenden Preise unserer Industrieerzeugnisse für diese ein gutes Absatzgebiet gebildet haben, so liegt doch die Gefahr vor, daß durch Zollschikanen, Kündigung von Handelsverträgen und sonstige weltgeschichtliche Ereignisse uns diese Absatzgebiete gesperrt werden können. Ein Staat mit solch enger Bevölkerung und solch industrieller Entwicklung wie Deutschland ist daher auf den überseeischen Verkehr unbedingt angewiesen. Die Ein- und Ausfuhr im Jahre 1912 ohne Berücksichtigung der Durchfuhr betrug in:

England	22,858 Mill. M.
Deutschland	19,180 „ „
Vereinigte Staaten	17,714 „ „
Frankreich	11,816 „ „

Der Ueberseehandel kann aber nur gedeihen, wenn Deutschland auch die Machtmittel besitzt, ihn zu schützen.

Auf dieser Basis baute sich das Regierungsziel unseres Kaisers, das Ziel, der Industrie und dem Handel Deutschlands eine kräftige, auch von dem stärksten Gegner in Rechnung zu ziehende Schutzmacht in Gestalt einer genügend starken Flotte an die Seite zu stellen, um ihnen eine ruhige Entwicklung im Frieden zu gewähren.

Dieses Ziel ist unserem Kaiser dank seiner Energie, seiner Friedensliebe und der Einsicht des eigenen Landes schon vor Ablauf des ersten Vierteljahrhunderts seiner Regierung gelungen.

Eine der ersten Taten in dieser Richtung war die Reorganisation der obersten Marinebehörden. Zuerst wurde als Nachfolger des Generals von Caprivi ein Admiral Graf von Monts am 5. Juli 1888 mit der Wahrnehmung der Geschäfte als Chef der Admiralität betraut. Am 1. April 1889 erfolgte die Teilung der Admiralität in das Oberkommando der Marine und das Reichs-Marine-Amt. Da Graf Monts im Januar 1889 starb, wurde Frhr. v. d. Goltz zum kommandierenden Admiral und Kontre-Admiral Heuser zum ersten Staatssekretär des Reichs-Marine-Amts ernannt. Diesem folgte im März 1890 Kontre-Admiral Hollmann, der diese Stelle bis zum 15. Juni 1897 inne hatte, worauf Kontre-Admiral Tirpitz diese Stelle erhielt, in der es ihm gelang, die Deutsche Flotte zu dem in der ganzen Welt geachteten Machtfaktor zu entwickeln, so daß sie sich heute nicht mehr wie damals an

siebenter oder achter Stelle, sondern an zweiter Stelle unter den modernen Seemächten reiht.

Um zu zeigen, aus welcher Dürftigkeit die Marine sich in den letzten 25 Jahren heraus zu der jetzigen Größe entwickelt hat, ist beigefügte Tabelle aufgestellt, in der zum Vergleich die Angaben der englischen Flotte mit angeführt worden sind.

	Deutschland	England	Verhältnis Englands zu Deutschland
	1887		
Schlachtschiffe †	68 848	332 210	4,82
Küstenverteidiger †	11 400	64 050	5,62
Kreuzer, Stations- Kanonenboote, Avisos †	67 315	212 170	3,15
Summa:	147 563	608 430	4,00
	1913		
Schlachtschiffe und Schlachtkreuzer, jünger als 20 Jahre †	528 400	1 106 100	2,09
Küstenverteidiger †	32 800	—	—
Kreuzer, Stationska- nonenboot, Avisos †	287 980	930 500	3,13
Summa:	849 180	2 036 600	2,39
Verhältnis zum Be- stand 1887	5,75	3,40	—

In dieser Tabelle sind Torpedoboote, Schul- und Auxiliarschiffe, weil nebensächlicher, nicht enthalten.

Die englische Flotte war der deutschen, was eigentliche Kampfschiffe anbetrifft, im Jahre 1887 um fast das 5fache an Displacement überlegen, während sie jetzt nur noch doppelt so groß ist.

An Kreuzern hat sich das Verhältnis freilich nur unwesentlich verschoben, was ja auch verständlich ist, da England bei seinem ausgedehnten Kolonialreich weit größere Anforderungen an die Zahl der Kreuzer zu stellen hat, als Deutschland. Es ist ferner dabei zu berücksichtigen, daß unter den englischen Kreuzern eine besonders große Zahl von Schiffen sich befindet, die wegen ihrer geringen Geschwindigkeit für die Begleitung einer Schlachtflotte gar nicht mehr in Betracht kommt.

An eigentlichen Geschwaderkreuzern entspricht das Verhältnis von England zu Deutschland etwa demjenigen der Schlachtschiffe.

Während der Marineetat Englands 1888 noch 275 Mill. M. betrug und jetzt auf fast eine Milliarde angewachsen ist, hat sich der deutsche in dieser Zeit von nur 48 Mill. auf 467 Mill. M. erhöht.

Die Marine vor den Flottengesetzen

Wie unbedeutend 1887 unsere Flotte war, zeigt die Tatsache, daß das damalige Gesamtdeplacement derselben annähernd demjenigen unserer heutigen Schulschiffsflotte gleichkommt.

Die Deutsche Flotte zählte 1887 folgende gepanzerten Schiffe:

	Baujahr	Displacement	Bauort
König Wilhelm	68	9757	England
Kaiser	74	7676	„
Deutschland	74	7676	„
Friedrich Karl	67	6000	Frankreich
Kronprinz	67	5568	England
Friedrich d. Große	74	6770	Deutschland
Preußen	74	6770	„
Sachsen	77	7368	„
Bayern	78	7368	„
Württemberg	78	7368	„
Baden	80	7368	„
Oldenburg	84	5200	„

Hierzu kommen noch die 11 Kanonenboote der Wespe-Klasse, die 1876 bis 1881 gebaut wurden und die beiden aus 1884 stammenden „Brummer“ und „Bremse“.

Die Kreuzer hatten damals noch kein Panzerdeck und hießen noch Kreuzer-Fregatten und -Korvetten. Die ersten Panzerdeckkreuzer „Irene“ und „Prinzess Wilhelm“ befanden sich seit dem Frühling 1886 auf dem Steffiner Vulkan und der Germaniawerft in Kiel im Bau.

Mit dem Jahre 1887 hatte die Grundsteinlegung des Nord-Ostsee-Kanals stattgefunden. Mit der Begründung, die Mündungen dieses Kanals zu schützen, war auch im Etat 1887 das erste Schiff der Siegfried-Klasse vorgesehen, doch wurde „Siegfried“ erst im Frühling 1888 auf der Germaniawerft begonnen und war erst 1890 dienstbereit.

Dank der Energie unseres Kaisers gelang es, von dem Reichstag die Bewilligung des Baus von 8 Schiffen dieses Typs zu erhalten, die in ziemlich stetiger Folge auf Stapel gelegt wurden. Fertig wurden diese Schiffe in der Reihenfolge „Siegfried“ 1890, „Beowulf“ und „Frithjof“ 1892, „Hildebrand“ 1893, „Heimdall“ und „Hagen“ 1894, „Odin“ 1896, „Aegir“ 1897. Letztere beiden Schiffe hatten abweichend von den 6 Vorgängern keinen durchlaufenden Gürtelpanzer, sondern nur eine Zitadelle, davor und dahinter ein Unterwasserpanzerdeck, welches entsprechend verstärkt war. Da die Schiffe nur zum Schutz der Küste gebaut waren, hatten sie sehr wenig Kohlen, was später zu einem umfangreichen Umbau führte.

Eine große Freude für jeden für unsere Flotte interessierten Deutschen war die Bewilligung der 4 Linienschiffe der Brandenburg-Klasse von 10 100 t Displacement, die mit je 6 modernen 28 cm Kanonen armiert waren. Sie nahmen Ende 1893 und 1894 den Frontdienst auf. 6 Jahre bildeten sie allein das Rückgrat unserer Schlachtflotte. Ihnen war es vergönnt, an der Jahrhundertwende die Fahrt nach dem fernen Osten zu unternehmen, um dort Deutschlands Macht zu vertreten, als es galt, in China festen Fuß zu fassen.

So gut es nun geglückt war, gleich in den ersten 3 Jahren der Regierung unseres Kaisers die

Marine zu erweitern, so schlimm wurden die nächsten Jahre, wo dem Reichstag, der durch der Parteien Hader zersplittert war, und nicht durch gemeinsames nationales Interesse geleitet wurde, jedes Schiff einzeln abgerungen werden mußte, jedesmal unter besonderen Versprechungen an die Parteien wie bei einem Kuhhandel. Trotz der unermüdlichen Arbeit des im letzten Januar verstorbenen Staatssekretärs Hollmann gelang es in der langen Zeit von 1890 bis 1898 nicht, dem Reichstage weitere Schiffe abzugewinnen, als die ersten beiden Linienschiffe der Kaiser-Klasse „Kaiser Friedrich III.“ und „Kaiser Wilhelm II.“, den Panzerkreuzer „Fürst Bismarck“, die 5 Panzerkreuzer der Freya-Klasse, den geschützten Kreuzer „Kaiserin Augusta“, die „Gefion“, „Gazelle“, „Hela“ und die Kanonenboote der Illis-Klasse nebst verschiedenen Torpedoboote. Es wurden ferner noch die Umbauten der Sachsenklasse und der Neubau der Kaiserjacht „Hohenzollern“ bewilligt. Es war dieses die Zeit, in der sogar die Konservativen zeitweilig sich den Forderungen für die Flotte widersetzen, wo das Schlagwort entstand „ohne Kanitz keine Kähne“. Und alles dieses zu einer Zeit, wo England und Frankreich immer eifriger die Flotte erweiterten, wo England ganze Serien von erstklassigen Schiffen nach der „Naval defence act“ erbaute. Diese ermüdenden und aufreibenden Kämpfe mit den gesetzgebenden Körperschaften führten dann 1897 zum Rücktritt des Staatssekretärs Hollmann und zur Uebernahme des Amtes durch Kontreadmiral Tirpitz.

Die Flottengesetze

Nach längeren Vorarbeiten zur Erlangung der Zustimmung des Bundesrats, an der sich unser Kaiser auch äußerlich erkennbar durch eigenhändige Aufstellung aufklärender Flottentabellen beteiligte, wurde 1897 der Entwurf zu dem ersten deutschen Flottengesetz veröffentlicht, am 28. März 1898 vom Reichstag angenommen und am 10. April vom Kaiser vollzogen, womit der zweite ruhmreiche Abschnitt in der Entwicklung der Deutschen Flotte unter unserm Kaiser begann. Das Gesetz setzte den Schiffsbestand der Flotte, abgesehen von Torpedofahrzeugen, Schulschiffen, Spezialschiffen und Kanonenbooten für die Zeit bis 1903 fest auf:

- a) Verwendungsbereit:
 - 1 Flottenflaggschiff,
 - 2 Geschwader zu je 8 Linienschiffen,
 - 2 Divisionen zu je 4 Küstenpanzerschiffen,
 - 6 große Kreuzer
 - 16 kleine Kreuzer
 - 3 große Kreuzer
 - 10 kleine Kreuzer
 als Aufklärungsschiffe der heimischen Flotte, für den Auslandsdienst,
- b) als Materialreserve:
 - 2 Linienschiffe,
 - 3 große Kreuzer,
 - 4 kleine Kreuzer.

Ferner wurde das frontfähige Höchstalter der Schiffe festgesetzt auf
 25 Jahre bei Linienschiffen und Küstenpanzern,
 20 Jahre bei großen Kreuzern,
 15 Jahre bei kleinen Kreuzern.

Hiermit war die Grundlage für einen ruhigen, ökonomischen und rechtzeitigen Ausbau der Flotte geschaffen. Man kann das Jahr 1898 daher das Geburtsjahr Deutschlands als Weltmacht bezeichnen. In dasselbe Jahr fiel auch der 99jährige Pachtvertrag mit China über das Land, welches in einem Umkreise von 50 km von der Kiautschou-Bucht liegt. — 1899/01 wurde Emden zum Seehafen ausgebaut.

Seit dieser Zeit begann auch der Flottenverein die Aufklärungsarbeit. Es entstand der Nauticus, jenes deutsche Marinehandbuch, welches jedem fremdländischen gleiche Tendenzen verfolgenden Jahrbuch, wie z. B. dem Naval Annual von Lord Brassey an Zuverlässigkeit und Mannigfaltigkeit des Inhalts überlegen ist und das als zuverlässig bekannte Taschenbuch der Kriegsflootten. Es entstanden ferner Zeitschriften wie „Ueberall“ und „Schiffbau“, welche das Interesse des deutschen Fachmanns und Nichtfachmanns für die Marine wachhalten. Allenthalben im deutschen Vaterlande zeigte sich erwachende Begeisterung für die Marine, so daß die Worte unseres Kaisers, die beim Ablauf des Linienschiffes „Kaiser Karl der Große“ am 18. Oktober 1899 gesprochen wurden „bitter not ist uns eine starke deutsche Flotte“ allseitiges Verständnis fanden und zur Annahme des zweiten Flottengesetzes, schon 2 Jahre nach der Annahme des ersten, am 14. Juni 1900 führte. Dieses bedeutete eine große Erweiterung des ersten. Es setzte den Schiffsbestand fest auf:

- a) Schlachtflotte:
 - 2 Flottenflaggschiffe,
 - 4 Geschwader von je 8 Linienschiffen,
 - 8 große Kreuzer,
 - 24 kleine Kreuzer,
- b) Auslandsflotte:
 - 3 große Kreuzer,
 - 10 kleine Kreuzer,
- c) Materialreserve:
 - 4 Linienschiffe,
 - 3 große Kreuzer,
 - 4 kleine Kreuzer.

Obwohl dieses genehmigte zweite Gesetz noch nicht ganz den Forderungen der Regierung entsprechen hatte, da noch 6 Auslandskreuzer von der ursprünglichen Forderung gestrichen waren, wurden die Verdienste des Staatssekretärs doch gebührend belohnt, dadurch, daß ihm, der schon vorher preußischer Staatsminister geworden war, der erbliche Adel verliehen wurde.

Nachdem 1906 der Zeitpunkt gekommen war, an dem nach dem nicht genehmigten Entwurf des zweiten Flottengesetzes der Bau von 6 Auslandskreuzern beginnen sollte, wurden dieselben in einer Novelle neu gefordert. Zugleich wurden

die Anschläge für die Bausummen erheblich vergrößert, da in England die Dreadnoughtaera begonnen hatte. Gleichfalls wurde die Erweiterung des Kaiser-Wilhelm-Kanals und die Vermehrung der 16 Torpedobootsdivisionen auf 24, also 144 Boote, beantragt. Da kurz vorher das englisch-japanische Bündnis geschlossen worden war, ferner die erste Marokko-Krise zwischen Deutschland und England geschwebt hatte, war das national-politische Empfinden der Reichstagsabgeordneten so gestärkt, daß sie die zwingende Notwendigkeit dieser Forderungen — von den Sozialdemokraten abgesehen — einmütig einsahen und dieselben bewilligten. Die Annahme bedeutete eine Verstärkung der Deutschen Marine um 35 % gegenüber den früheren Flottengesetzen.

Da man inzwischen sich überzeugt hatte, daß die Lebensdauer der Schlachtschiffe mit 25 Jahren zu hoch angenommen war, kam 1908 eine Novelle, welche die Lebensdauer auf 20 Jahre, wie bei den Kreuzern, herabsetzte. Außerdem wurden zum ersten Mal Mittel für Unterseeboote gefordert.

Als dann am 21. Mai 1911 französische Truppen in Fez einzogen, Spanien am 10. Juni 1911 Elksar besetzte, Deutschland sich genötigt sah, am 30. Juni den „Panther“ nach Agadir zu entsenden, als Lord Churchill am 18. März 1912 die Rede von der deutschen „Luxusflotte“ gehalten hatte und nach Aussprache der ersten Staatsmänner der Krieg mit Deutschland gegen die Tripleentente dicht vor der Tür gestanden hatte, sah sich Deutschland genötigt, das Flottengesetz noch einmal zu erweitern, wonach jetzt die Flotte bestehen soll aus:

1. Die Schlachtflotte:
 - 1 Flottenflaggschiff,
 - 5 Geschwader zu 8 Linienschiffen,
 - 12 große Kreuzer,
 - 30 kleine Kreuzer.
2. Die Auslandsflotte:
 - 8 große Kreuzer,
 - 10 kleine Kreuzer.

Ferner wurden die Indienstaltungsbestimmungen erweitert, so daß sie jetzt nach folgenden Grundsätzen geregelt sind:

- 1 Flottenflaggschiff,
- 3 Linienschiffsgeschwader,
- 8 große Kreuzer und 18 kleine Kreuzer bilden die aktive Schlachtflotte,
- 2 Linienschiffsgeschwader, 4 große Kreuzer, 12 kleine Kreuzer bilden die Reserve-schlachtflotte.

Von der aktiven Schlachtflotte sollen sämtliche, von der Reserveschlachtflotte ein Viertel dauernd in Dienst gehalten werden.

Der gesetzmäßige Schiffsbestand erfuhr hierdurch eine Vermehrung von 3 Linienschiffen und 2 kleinen Kreuzern. In Dienst sind hiernach mehr: 3 Linienschiffe, 3 große Kreuzer und 3 kleine Kreuzer.

Ferner wurde auch ein Bauprogramm für Unterseeboote festgelegt. In Aussicht genommen ist, in jedem Jahr 6 Unterseeboote anzufordern. Die Lebensdauer ist auf 12 Jahre festgesetzt. 54 Boote sollen in Dienst sein, 18 sollen Materialreserve bilden. Die Vorlage wurde am 15. Mai 1912 angenommen, alle bürgerlichen Parteien hatten in der zweiten Lesung auf das Wort verzichtet.

Bei der nie stillstehenden Entwicklung der Marine, bei der schnellen Aufeinanderfolge neuer Erfindungen, bei dem Auftauchen neuer Angriffs- und Verteidigungswaffen ist diese Novelle von 1912 aber wohl noch nicht als das letzte Wort in der Frage der Größenbegrenzung unserer Marine anzusehen. So ist im Frühling noch das erste Luftflottengesetz herausgekommen, ferner hat der Staatssekretär bereits am 22. April 1912 im Reichstag angedeutet, daß auch ihm ein schnellerer Ersatz der veralteten großen Kreuzer willkommen wäre, so daß wohl noch nach Lage der Mittel des Reichs weitere Forderungen zu erwarten stehen, wenn die Genehmigung derselben unumgänglich notwendig geworden ist.

Zweifellos sind auch die Grenzen für die Lebensdauer der Schiffe noch zu hoch gesetzt, denn die Entwicklung der Marinen ist so schnell, daß alle die vor 1888, dem Jahre unseres ersten Flottengesetzes fertiggestellten Schiffe vor den Augen des Schiffbauers und Seeoffiziers nur noch historischen Wert haben.

Stieg doch die Widerstandsfähigkeit des Schiffspanzers bis 1880 innerhalb 20 Jahren um 30 % und in den darauffolgenden 15 Jahren abermals um 35 %. Die Leistungsfähigkeit der schweren Geschütze ist von 1890 bis 1908 an Durchschlagskraft an der Mündung um fast 130 %, an Ladegeschwindigkeit um 150 %, insgesamt um annähernd das 6fache für das einzelne Geschütz, die der Torpedowaffe um das 5fache gestiegen. Und während 1890 bei den mit Zylinderkesseln ausgerüsteten Schiffen der Brandenburg-Klasse auf die Konstruktionspferdestärke bezogen noch 82 kg an Kesselgewicht und 47 kg an Maschinengewicht kamen, sind die Zahlen auf den neuesten Groß-Turbinenschiffen auf 15–20 kg an Kesselgewicht und 20–25 kg an Maschinengewicht gesunken.

Es gilt dieses nicht nur für Deutschland, sondern genau in demselben Maße allgemein für die anderen Marinen. Von den englischen vor 1898 fertiggestellten Linienschiffen sind nur noch Schiffe der Majestic-Klasse in der Flottenliste aufgeführt: ein besonders gut gelungener Typ, der den Schiffen anderer Marinen um mehrere Jahre voraus war. Doch sind seine Tage auch schon gezählt. Auch Frankreich muß noch einige mehr als 15 Jahre alte Linienschiffe in Dienst halten, da es aus Kurz-sichtigkeit der jeune école den Linienschiffsbau mehrere Jahre vernachlässigt hatte, darunter den Masséna, auf dem im Januar infolge Abrostungen in der alten Dampfrohrleitung 7 Mann verbrüht wurden. In Deutschland haben wir die 6 Küstenpanzerschiffe der Siegfried-Klasse. Wenn diese nicht

einem Umbau unterzogen worden wären, würden sie auch wohl nicht mehr frontdienstfähig sein. In einem Kriege mit einer größeren Seemacht ist nur auf Schiffe zu zählen, die weniger als 15 Jahre alt sind, mögen es nun Linienschiffe, Panzerkreuzer oder Kreuzer sein. Wenn auch die Konstruktions-teile der mehr als 15 Jahre alten Schiffe leidlich erhalten sein sollten, so sind die wesentlichsten Einrichtungen doch so veraltet, daß die Schiffe nicht mehr schlachtdienstfähig sind.

Gegen einen seekräftigen Feind zu gebrauchen sind heute nur noch die nach dem ersten Flottengesetz fertig gewordenen Schiffe, deren Entwicklung wir hier näher betrachten wollen.

Linienschiffe

Der wichtigste Bestandteil jeder Flotte sind die Linienschiffe, die Schlachtschiffe, oder neuerdings auch Dreadnoughts und Ueberdreadnoughts genannt. Nicht immer ist dieser Grundsatz anerkannt. Unter der Amtsführung des Admirals Hollmann ist verschiedentlich Propaganda dafür gemacht, die Verteidigung des Vaterlandes nur auf den Kreuzerkrieg und die schwimmende Küstenverteidigung zu stützen. Dieser Gedanke ist für weite Kreise vor allem dadurch so verlockend gewesen, weil er, ähnlich wie bei der in den achtziger Jahren aufgekommenen Torpedobootswaffe, die Täuschung vorspiegelte, es sei für eine schwächere Macht möglich, ein billiges Kriegsmittel zu finden, dem auch die stärkste Seemacht nicht gewachsen ist. Auch Frankreich hat anfangs dieses Jahrhunderts diesem Gedanken Folge gegeben und ist dadurch von dem zweiten Platz unter den Seemächten in wenigen Jahren auf den vierten hinuntergerückt. Admiral Hollmann hat diesen Gedanken aber sicher nicht aus freier Ueberzeugung zeitweilig zum Programm erhoben, sondern nur infolge der Zwangslage, in der er sich durch das damalige Unverständnis des Reichstags befand. Seitdem wir das Flottengesetz haben, ist Deutschland trotz des Vorgehens der westlichen Nachbarn immer dem Grundsatz treu geblieben, daß die Hauptkraft einer Flotte in der Zahl und Stärke der Linienschiffe liegt. Infolgedessen hat jedes Flottengesetz und jede Novelle auch eine Vergrößerung der Zahl der Linienschiffe gebracht und jeder neue Typ war, wenn zugänglich, gegenüber dem frühern vergrößert.

Zur Zeit des ersten Flottengesetzes war der Kaiser-Friedrich-Typ in Bau. In England hatte man bereits die 4000 t größere Majestic-Klasse fertig mit schrägem, an die Unterkante stoßendem Panzerdeck und ungepanzerten Schiffsenden. Auf der Kaiser-Friedrich-Klasse lief der Panzer bis zum Bug und war 300 mm in der Schiffsmittle dick gegen 225 auf der Majestic-Klasse. Ferner genossen wir in Deutschland als erste den Vorteil aus der Erfindung Krupps, dem es gelungen war, an der Oberfläche gehärteten Nickelstahlpanzer herzustellen, der auch bis jetzt, also etwa 15 bis 20 Jahre nach seiner Erfindung, noch nicht

übertroffen worden ist. Die Armierung mit dem 24 cm S.K. als schwerstem Geschütz erfolgte, weil dies Geschütz an Durchschlagskraft und Trefffähigkeit dem bei anderen Marinen gebräuchlichen Kalibern nicht wesentlich nachstand, dabei aber, als Schnellfeuergeschütz konstruiert, eine bessere

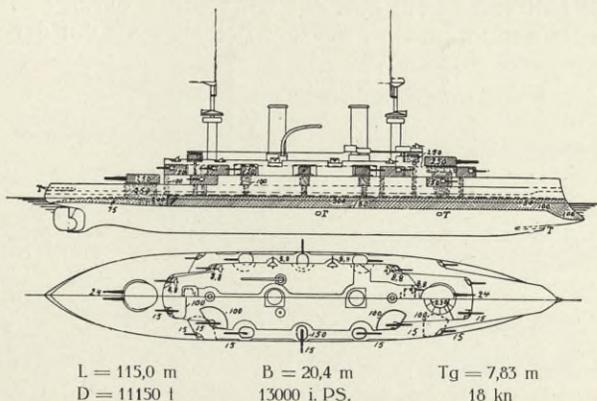


Abb. 1. „Kaiser Friedrich III.“ 1896, „Kaiser Wilhelm II.“, „Kaiser Wilhelm der Große“, „Barbarossa“, „Kaiser Karl der Große“

Feuergeschwindigkeit gewährleistete. Entsprechend dem Grundsatz, ein Geschwader aus möglichst gleichen Schiffen zusammensetzen, und diesem auch möglichst gleiche Armierung zu geben, — Vorzüge, welche auf die taktische Verwendung des Geschwaders, die Ausbildung der Besatzung und die Munitionsversorgung von großer Bedeutung sind, — wurde auch die folgende Wittelsbach-Klasse noch mit der 24 cm S.K.L./40 armiert. Auf beiden Linienschiffstypen wurde auch die Mittelartillerie (18—15 cm S.K.L./40) sehr stark betont, weil die großen ungepanzerten Flächen der damaligen Schiffe anderer Marinen für die 15 cm Granaten der Mittelartillerie geeignete Angriffsobjekte boten. Auf der Wittelsbach-Klasse war

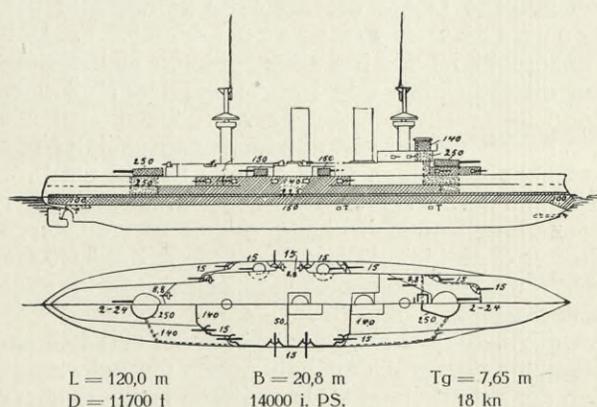


Abb. 2. „Wittelsbach“ 1900, „Wettin“, „Zähringen“, „Mecklenburg“, „Schwaben“

der Gürtelpanzer, der damaligen Strömung auf Vergrößerung der gepanzerten Flächen folgend, bis dicht an den Hinterstevn geführt. Die größte Dicke betrug nur 225 mm. Ferner hatte man die Mittelartillerie durch die gepanzerte Zitadelle bes-

ser geschützt. Das Panzergewicht in Prozenten des Schiffsgewichts ausgedrückt, stieg von 33,2 auf 34,4 %, das Artilleriegewicht fiel von 7,6 auf 7,5 %. Der Nachteil der Kaiser-Friedrich-Klasse, daß die 15 cm S.K. nur auf den gepanzerten Munitionsländen erbaut waren, wurde beseitigt. Auch sind die hinteren 24 cm S.K. auf Wittelsbach durch das Feuer der 15 cm S.K. weniger belästigt als auf der

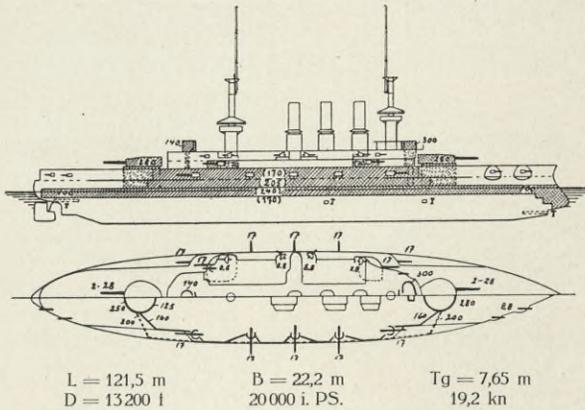


Abb. 3. „Deutschland“ 1904, „Pommern“ 1905, „Hannover“ 1905, „Schlesien“ 1906, „Schleswig-Holstein“ 1906

Kaiser-Friedrich-Klasse. Das Hinterschiff war um 1 Deck erhöht zur Sicherung der Gebrauchsfähigkeit des hinteren Turmes im Seegang. Auch war das Hecklorpedorohr hinzugekommen.

Die beiden nächsten Schiffsklassen, die Braunschweig- und Deutschland-Klasse, erhielten das 28 cm S.K.L. 40. Das Displacement stieg auf 13 200 t, die Geschwindigkeit auf 19 Knoten, die Breite auf 27,2 m, ein Maß, welches durch die Abmessungen der Hafeneinfahrt in Wilhelmshaven vorgeschrieben war. In der Länge war man noch nicht so beschränkt, blieb aber bei beiden Klassen aus Gewichtersparnisgründen bei 126 m. Die Länge der Zitadelle beträgt auf der Braunschweig-Klasse schon 0,6 L. Das Panzerdeck ist wie bei allen späteren Linienschiffen an die Unterkante Panzer herniedergezogen. Zitadell- und Kasemattpanzer ergänzen sich mit den Barbetten derartig, daß kein ungeschützter Teil zwischen denselben mehr bleibt. Die 15 cm S.K. der Mittelartillerie sind zwecks Erzielung einer panzerbrechenden Wirkung gegen den dünneren Panzer der Mittelartillerie durch 17 cm S.K.L/40 ersetzt, während zur gleichen Zeit England aber schon das 23,4 cm Geschütz auf der King Edward VII.-Klasse neben dem 30,5 cm und 15,3 cm Geschütz einführte, damit aber auch die Schwierigkeit der Feuerleitung eines weiteren Kalibers übernehmen mußte. Zwar hatten die fremden Schiffe eine absolute artilleristische Ueberlegenheit, doch stand sie nicht im richtigen Verhältnis zu dem Displacementsunterschied von 3500 t.

Bei der Deutschland-Klasse sahen wir uns immer noch genötigt, nicht über 22 m Schiffsbreite, und daher nicht über die Abmessungen der Braunschweig-Klasse hinauszugehen. Da-

für wurden aber verschiedene Verbesserungen vorgenommen: die über der Batterie-Deckskasematte angeordneten 17 cm S.K. sind nicht mehr in Türmen, sondern in Einzelkasematten untergebracht. Der Gürtelpanzer ist von 225 auf 240 mm, der Zitadellpanzer von 150 auf 205, die Batteriedeckskasematte von 150 auf 170 mm verdickt. Die Kasematte ist länger geworden. Die Zahl der 8,8 cm S.K. ist von 12 auf 22 erhöht. Die 17 cm S.K. ist aber noch beibehalten, um die Einheit der Mittelartillerie zu wahren.

Während der Fertigstellung der ersten Schiffe der Deutschland-Klasse baute England den Dreadnought und eröffnete damit einen ganz neuen Abschnitt im Linienschiffsbau, die Dreadnought-Aera. Den Anstoß bildeten hauptsächlich die Erfahrungen des russisch-japanischen Krieges, vor allem der Grundsatz, bei größtmöglicher Ausdehnung der gepanzerten Flächen nur noch mit Granaten schweren Kalibers entscheidenden Erfolg erringen zu können. Deutschland, infolge Bewilligung der dritten Hafeneinfahrt in Wilhelmshaven und der Erweiterung des Kaiser-Wilhelm-Kanals, konnte dem Vorgehen Englands sofort folgen und legte am 7. März 1908 den ersten deutschen Dreadnought, die „Nassau“, auf Stapel. Wenn man auch aus Sparsamkeitsrücksichten die Dimensionen etwas geringer hielt als beim Dreadnought, so gab man der Nassau-Klasse doch eine stärkere Armierung, da man 6 Türme anstatt der 5 auf Dreadnought aufstellte und vor allem, man gab der ersten deutschen Dreadnoughtklasse schon eine Mittelartillerie von 12 - 15 cm S.K. in gepanzelter Kasematte, während England die ersten 18 Dreadnoughts, außer mit den

Depl. 18900 t	Artill. 12-28 L/45	Torp. 1-B.▼	Kohlen 1800 t
Masch. 20000 PS	12-15 L/45	4-S.▼	Oel 200 t
Schnell. 20. 20,3 Sm	16-8,8 L/40	1-H.▼	Dampfstrecke 5500 Sm

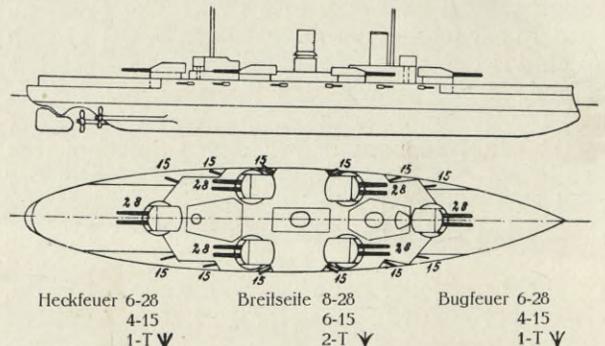


Abb. 4. Linienschiffe „Nassau“, „Dosen“, „Rheinland“, „Westfalen“ 1908

schweren Geschützen, nur mit 7,6 cm S.K. ausstattete und erst 1912 begonnen hat, hierin der Führung Deutschlands zu folgen. Ferner besaß schon die Nassau-Klasse die auch jetzt von England angenommene Anordnung des Seitenpanzers, durch welche die Schornsteinhöhe bis zum Oberdeck hinauf hinter Panzerschutz gestellt wurde. Das Displacement war der Deutschland-Klasse gegenüber um 5700 t gesteigert. Das 28 cm Geschütz war aber noch beibehalten.

Panzer noch einen absoluten Schutz gegen die Panzergeschosse auf 4000 m Entfernung bot, mußte im Gefecht mit einem Aufeinanderzulaufen der Gegner gerechnet werden, wodurch die Aufstellung einer möglichst starken Bug- und Heckarmierung erforderlich wurde. Seitdem aber die schwere Artillerie den jetzt vorkommenden Panzer noch auf 10 000 m durchschlägt, seitdem der Torpedo eine Laufstrecke von 10 000 m besitzt, ist die Gefechtsentfernung auf 10 000 m hinaufgerückt und es wird das Aufeinanderzulaufen der Gegner so selten sein, daß man gezwungen ist, bei der Aufstellung der Artillerie den Hauptwert auf die Breitseite zu verwenden. Kann man ein gutes Ueberendfeuer mit der Breitseiteaufstellung vereinen, dann um so besser. Der Hauptwert ist aber auf das Breitseitefeuer zu legen. Während wir auf der Kaiser-Friedrich-Klasse die Mittelartillerie noch so aufstellten, daß 8—15 cm voraus, 6—15 cm achteraus schießen konnten, waren schon auf der Deutschland-Klasse nur noch je 4—15 cm S.K. hart voraus und achteraus zu richten und auf den deutschen Dreadnoughts anscheinend nur je 2.

Bei der ersten Veröffentlichung der Angaben über die Nassau-Klasse wurde in der Presse am meisten die Frage behandelt, ob wir mit der Einführung der Mittelartillerie von 15 cm S.K. auf unsern Dreadnoughts auf dem richtigen Wege wären. Die Zweifel traten auf, weil England neben der schweren Artillerie nur leichte Artillerie (auf Dreadnought 7,6 cm, auf den folgenden 10,2 cm S.K.) einbaute. Maßgebend waren die Ergebnisse der Schießübungen, die gezeigt hatten, daß die gleichzeitige Leitung des Feuers der schweren und Mittelartillerie möglich sei, ferner, daß bei gleichen Armierungsgewichten die Treffergewichte der schweren und Mittelartillerie sich wie 2,3 : 1, die Zahl der Treffer hingegen wie 1 : 3½ verhalten. Den Treffern der Mittelartillerie auf glatten gepanzerten Flächen ist zwar keine Bedeutung beizulegen. Doch betragen auf den modernen Schiffen die ungepanzerten Flächen etwa das 1½fache der gepanzerten Flächen, ferner ist auch bei den vielen Pforten und Scharten auf dem Panzer noch mit Zufallstreffern zu rechnen. Auch wird gegen ungepanzerte Flächen ein Geschöß mittleren Kalibers häufig genug imstande sein, die erforderliche Wirkung ebensogut wie das schwere Geschöß zu erzielen (Schornsteine, Masten, Beobachtungsgegenstände usw.). Hinzu kommen noch die Aussichten, welche die Mittelartillerie bei Nahgefechten (Nebel, Dämmerung) bietet. Ferner ist auch zu berücksichtigen, daß die 15 cm Granate gegen ein Torpedoboot von der Größe der englischen Zerstörer größere Aussichten auf gründliche Vernichtung derselben bietet, als die leichte Artillerie. Daß Deutschland sich auf dem richtigen Wege hierbei befunden hat, lehrt die Tatsache, daß alle anderen Marinen jetzt ein der deutschen 15 cm S.K. ganz oder beinahe gleichwertiges Geschütz auf ihren Dreadnoughts angenommen haben, unter gleichzeitiger Neueinführung eines noch kleineren

Schnellfeuergeschützes als Torpedobootsabwehrkanone beim Nachtgefecht.

Bei den schweren Türmen ist Deutschland ebenso wie England noch nicht zum Drillings-turm übergegangen, obwohl man hiermit ein Ersparnis an Turmgewichten von etwa 20 % erzielen kann. Der Hauptgrund, der gegen die Drillings-türme anzuführen ist, besteht in der Gefahr, 3 Geschütze durch einen einzigen Treffer verlieren zu können. Dieser Grund wird aber durch Verringerung der Trefferfläche aufgehoben. Auch der bisher erhobene Einwand, daß das beim Abschießen der äußeren Geschütze entstehende Drehmoment nicht oder nur unvollkommen aufzunehmen sei, hat sich nach der Erprobung des österreichischen Linienschiffs „Viribus Unitis“ als gegenstandslos erwiesen. Frankreich ist sogar noch weiter gegangen und will jetzt den Vierlingsturm einführen.

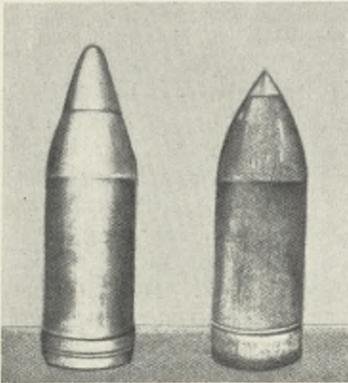
Panzerung

In der Qualität des Panzers sind in den letzten 25 Jahren derartige Verbesserungen eingetreten, daß der jetzt in allen Marinen gebräuchliche Krupp'sche Panzer eine etwa dreimal so große Widerstandskraft besitzt wie der frühere Eisenpanzer. 100 mm des jetzigen Panzers schützen etwa ebensogut wie 125 mm Harvey-, 200 mm Verbund- oder 300 mm Eisen-Panzer. Der Krupp'sche gehärtete Nickelstahlpanzer wurde zuerst auf der Kaiser-Friedrich-Klasse eingeführt. Derselbe enthält 3½ % Nickel und ca. 2 % Chrom und wird auf der zu härtenden Seite glühend mit Leuchtgas zementiert und dann durch Eintauchen in ein Oelbad gehärtet. Die Zementierung dringt je nach Dauer des Glühens bis 75 mm in die Platte ein. Dünne Platten, unter 100 mm, werden nicht zementiert, sondern nur gehärtet. Eine Zeit schien es, als habe der Panzer über die Artillerie gesiegt, da die auf die gehärteten Nickelstahlplatten treffenden Granaten außen zerbrachen. Durch Einführung der Kappen aus weichem Schmiedeeisen auf den Granaten gelang es, die Spitze der Granate so zu stützen, daß sie die Platte bei genügender lebendiger Kraft durchschlägt, so daß die jetzt gebräuchlichen Panzerstärken von Dreadnoughts noch auf 10 000 m durchschlagen werden. Obwohl sich infolgedessen, vor allem in jüngster Zeit (Vortrag des Colonel Cuniberti vor der italienischen schiffbautechnischen Gesellschaft) die Stimmen mehren, welche zu einer Entpanzerung der Schiffe auf den weniger wichtigen Stellen zu Gunsten der Verdickung derselben an den wichtigsten Stellen drängen, ist, wie in allen Marinen, das Verhältnis der gepanzerten Fläche der Linienschiffe zur nichtgepanzerten noch immer gestiegen. Deutschland ist hierin mit am schnellsten vorangegangen, da hier schon auf den seit 1900 begonnenen Schiffen ein vollständig herumlaufender Gürtel und eine bis zum Oberdeck geführte Seitenpanzerung eingebaut worden ist. Wenn auch der Panzer von den Granaten durchschlagen wird, so sind doch die hierdurch hervorgerufenen Löcher von solcher

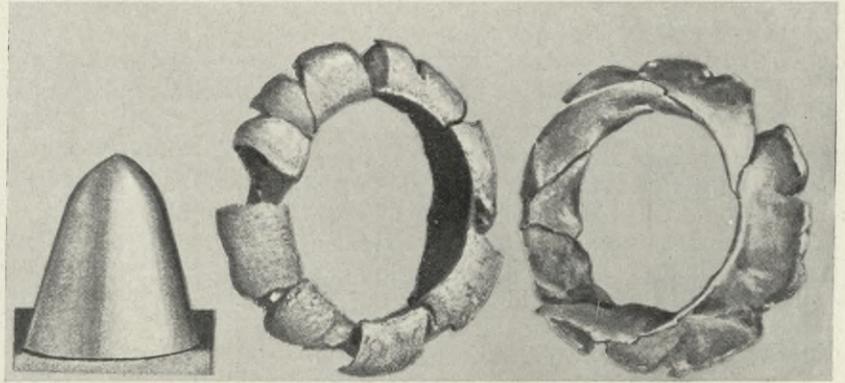
Form, daß sie sich leicht stopfen lassen. Auch bringt das Durchschlagen der Panzerplatten die Granaten sofort zur Entzündung, während dieses beim Durchschlagen der dünnen ungepanzerten Außenhaut erst später eintritt, nachdem die Granate in gefährdetere Schiffsteile eingedrungen ist. Ein besonderer Wert wird jetzt darauf gelegt, den Bug gut zu schützen, da das Eindringen größerer Wassermassen im Vorschiff die Geschwindigkeit und Manövrierfähigkeit des Schiffes besonders gefährdet. An den vor allem zu sichernden Stellen (Maschinen- und Munitionsräume und Armierung) geht das Streben gleichzeitig auf weitere Verdickung des Panzers, so daß das Anwachsen des Displacements der Dreadnoughts hierdurch wesentlich mit beeinflußt wird. Es kommt hierbei noch besonders erschwerend hinzu, daß die Gürtel jetzt nicht nur höher, sondern auch tiefer als früher zu führen sind, da infolge der dauernden Vergröße-

nationale Werte darstellen, auf die Deutschland stolz sein kann.

Das Anwachsen der Displacements der Linienschiffe, wodurch der Wert der Kampfeinheit immer mehr gestiegen ist, hat dazu geführt, die Schiffe mit einem besonderen Schutz gegen die Explosionen von Torpedos, Minen oder Granaten an der Schiffsseite unter Wasser vorzusehen. Wenn einerseits die Größe des Schiffes den Unterswasserschutz fordert, so gibt sie im Ausgleich auch in sehr viel höherem Maße als das kleine Schiff die Möglichkeit, ihn wirksam zu gestalten. Leider hat gleichzeitig mit der Einführung der Dreadnoughts auch die Zeit weitgehendster Geheimhaltung begonnen. Diese ist für den Unterswasserschutz besonders gut durchführbar, da er beim fertigen Schiff nicht so leicht ausgekundschaftet werden kann. Infolgedessen fehlen jegliche Angaben über denselben in der deutschen Marine.



Kappen-Geschosse
Abb. 8.



Vor dem Aufschlag

Abb. 9

Nach dem Aufschlag

rung der Schiffsbreiten die ungepanzerten Teile der Außenhaut schon bei einer geringen Krängung infolge Wassereintruchs sonst aus dem Wasser herauskommen könnten, ferner auch noch, daß die durch Unterwassertreffer hervorgerufene Gefahr gewachsen sein soll. Die Preise des Vertikalpanzer-Materials betragen vor 1901 noch 2300 M. p. t, wurden damals auf 1900 M. herabgesetzt und sind seit der Zeit nochmals zweimal im Preise ermäßigt. Im Jahre 1910 nahm sich auch der Reichstag der Frage der Preise an. Der Staatssekretär konnte aber den Beweis liefern, daß die Erzeugnisse der Firma Krupp das Beste in der Welt darstellen, daß die Preise für Panzerplatten bei uns jetzt geringer sind als im Auslande. Ferner teilte derselbe mit, daß man auch schon in Deutschland versucht hatte, Konkurrenz heranzuziehen, daß diese aber bei den hohen Anlagekosten eines Panzerplattenwerks, welche nach einer Nachforschung des amerikanischen Marinesekretärs etwa 14 bis 24 Mill. M. betragen, sich noch nicht gefunden hat. Mit Recht wurde damals aus dem Reichstage heraus hervorgehoben, daß die Firmen Krupp und Dilligen

Torpedonetze hatte man Ende vorigen Jahrhunderts auf allen Schiffen der deutschen Marine fortfallen lassen. 1911 hat man dieselben wegen der gesteigerten Bedeutung der Torpedogefahr trotz der problematischen Wirksamkeit unter Inkaufnahme der Nachteile wieder eingeführt.

Die beim Bau der Dreadnoughts erwarteten Schwierigkeiten in bezug auf das Steuern und den Drehkreis haben sich nicht bewahrheitet. Das Trägheitsmoment dieser großen Schiffe ist zwar infolge der Anordnung der Türme und der Panzergewichte gegenüber den früheren Schiffen stärker gewachsen als die Displacements, doch hat man durch weitgehendes Wegschneiden des Totholzes und infolge der Anordnung zweier nebeneinander angeordneter Ruder diese Schwierigkeiten wenn auch nicht ganz zu besiegen, so doch sehr wesentlich zu mildern verstanden.

Die Geschwindigkeit der Linienschiffe ist mit der Größe gewachsen. Während die Kaiser-Friedrich- und Wittelsbach-Klasse noch durchschnittlich 17,5 Knoten liefen, ist man bei der Nassau-Klasse auf reichlich 21 Knoten gelangt.

Eine den Fachmann sowohl wie den Nichtfachmann interessierende Frage ist die: werden sich die Abmessungen der Schiffe in Zukunft noch vergrößern? Prophezeien ist ein schlechtes Geschäft. Mit Sicherheit ist darüber nichts zu sagen, doch hat die bisherige Entwicklung des Kriegsschiffbaues, abgesehen von einzelnen durch Sonderverhältnisse verursachte Stockungen, noch dauernd zu Vergrößerungen der Neubauten gegenüber den Vorgängern in allen Marinen geführt, so daß wohl anzunehmen ist, daß es so bleiben wird, wenn nicht entweder die bisher dafür ausschlaggebend gewesenen Gründe hinfällig geworden sind oder andere neue Gründe dagegen jetzt neu aufgetaucht sind.

Die Gründe für eine eventuelle Verkleinerung der Abmessungen sind folgende:

Mit der Verringerung der Abmessungen wächst die Manövrierfähigkeit, es verringern sich die Neubau- und Unterhaltungskosten, die Zielfläche und die Möglichkeit der Grundberührungen. Der Ausfall eines kleinen Schiffes durch eine Havarie ist nicht so empfindlich wie der Verlust einer größeren Einheit.

Für das Anwachsen der Abmessungen sprechen folgende Gründe:

Mit wachsendem Displacement verringert sich das Verhältnis der Pferdestärken zum Displacement, wenn eine bestimmte Geschwindigkeit erreicht werden soll. Man erreicht also die gewünschte Geschwindigkeit mit einer verhältnismäßig geringeren Maschinenkraft und Gewicht. Man behält also mehr Displacement für die Unterbringung von Offensiv- und Defensivwaffen. Da ein Schiff um so besser ist, je mehr Kanonen es tragen kann, je dickeren Panzerschutz es besitzt, und je länger und schneller es fahren kann, so wird dieser Hauptgrund wohl dauernd die Schiffsgrößen wachsen lassen. Es kommt aber noch folgendes hinzu:

Das größere Schiff ist seefähiger als das kleine. Es verringert sich mit wachsender Größe des Schiffes die Gefahr für das Schiff, welche eine Torpedo- oder Minenexplosion mit sich bringt. Wenige große Schiffe sind leichter einheitlich zu leiten als eine größere Zahl entsprechend kleinerer Schiffe. Für gleiche Kosten erhält man bei größeren Schiffen mehr Offensiv- und Defensivwaffen als bei kleinen Schiffen. Am meisten spricht aber für die Vergrößerung der Schiffe das Bestreben, dem Feind mit kampfkraftigeren Mitteln entgegenzutreten zu können.

Eine weitere Frage ist, ob der Konstrukteur imstande ist, Schiffe beliebig größeren Displacements zu erbauen. Auch diese Frage ist zu bejahen, denn die Wissenschaft beherrscht die für das Schiff in Frage kommenden Berechnungen jetzt mit Sicherheit, so daß es von Seiten des Schiffbauers innerhalb möglicher Anforderungen kaum eine Grenze gibt. So haben wir schon die fast 60 000 t großen Han-

delsdampfer der „Imperator“-Klasse gebaut und unbedenklich würde man heute auch auf Verlangen an das 100 000-t-Schiff herangehen. Doch tauchen hier andere Umstände auf, welche dem Kriegsschiffbauer Grenzen auferlegen. Begrenzt ist zunächst der Tiefgang für ein Kriegsschiff. Letzteres soll den Feind nach Möglichkeit überall hin verfolgen können. Es darf also keinen größeren Tiefgang haben, als die Fahrwassertiefen zulassen. Aus diesem Grunde ist man bei den deutschen Schiffen noch nicht über einen Tiefgang von 8,3 m hinausgegangen, der sich bei einer Ausrüstung zu einer langen Reise bis zu 9 m vergrößern kann. Andere Nationen haben zwar schon tiefergehende Linienschiffe. Wir haben aber vor allem mit den flachen Fahrwasserverhältnissen der Nordseehäfen, des Kaiser-Wilhelm-Kanals und der Ostseeinfahrten zu rechnen. Der Tiefgang ist also bei den großen Schiffen schon begrenzt. Mit der Länge und Breite liegen andere Verhältnisse vor. Bis wir Deutschen uns entschlossen hatten, die Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals zu vergrößern und die Krümmungen desselben zu strecken, war die Länge und Breite der großen Schiffe durch die lichte Weite und Länge der bisherigen Schleusen dieses Kanals bestimmt. Die neuen Schleusen sind 330 m lang und 45 m breit. Wir könnten also die Länge und Breite der Schiffe auf 320 m und 40 m unbedenklich wachsen lassen. Doch gebietet der Panama-Kanal, die neueste und gewaltigste Welthandelsstraße, dessen Schleusen nur 304 m lang und 34,5 m breit sind, schon engere Grenzen. Mit einer Breite der „Goeben“ von 29,5 m sind wir schon dicht an der für den Panama-Kanal zulässigen Breite angelangt. Da doch die Möglichkeit, den Panama-Kanal passieren zu können, für die großen Kreuzer einer Weltmacht in den meisten Fällen wünschenswert bleiben muß, wird wohl, sobald nicht die Schleusen erweitert oder ganz beseitigt sein werden, die größte Breite der Schlachtkreuzer mit 32 m etwa erreicht sein. In Amerika hat man sich schon ernstlich mit dem Gedanken getragen, die nächsten Linienschiffe so groß zu machen, daß sie den Panama-Kanal eben passieren können und hat das Höchstdisplacement eines solchen Schiffes auf 47 000 t berechnet. Die Italiener projektieren auch schon 35 000 t große Linienschiffe.

Für die anderen Schiffstypen, wie Kreuzer, Torpedoboote und Unterseeboote drängt das Bestreben nach besserer Seefähigkeit, größerer Geschwindigkeit, stärkerer Armierung, längerer Dampfstrecke und besseren Schutzes wohl unaufhaltsam weiter nach Vergrößerung der Abmessungen, einzig durch den Geldbeutel des Landes begrenzt. Hin und wieder tritt freilich infolge einer neuen Erfindung ein Rasten auf einem Punkt in dieser Aufwärtsbewegung ein. So hat die Einführung besserer Materialien, besserer und sparsamerer Maschinen, höheren Dampfdrucks, größerer Umdrehungszahl, besserer Kessel zeit-

weilig zur Verringerung der Gewichte geführt. Doch nach jeder Einführung einer solchen Verbesserung hat das immer gültige Gesetz des Strebens nach Besserem und Vollkommenerem sehr bald nach dem Rasten zum Fortschreiten geführt.

Umbauten

Der chinesisch-japanische Krieg, ferner die Schlacht bei Santiago hatten gelehrt, daß die bis

motivkessel und Ueberwasser-Torpedorohre. Der Umbau umfaßte demnach eine vollständige Entholung der Schiffe, ferner eine Verlängerung durch Einsetzen eines Mittelschiffs von 7 Spantentfernungen, insgesamt von 8,4 m Länge. Der Kohlenvorrat konnte auf 580 t erhöht werden. Der Aktionsradius stieg hierdurch von 2000 Sm. auf 3500 Sm. Die Lokomotivkessel wurden durch Schulz-Kessel ersetzt. Die Maschinen leisteten nach dem Umbau infolgedessen etwa 500 i. PS.

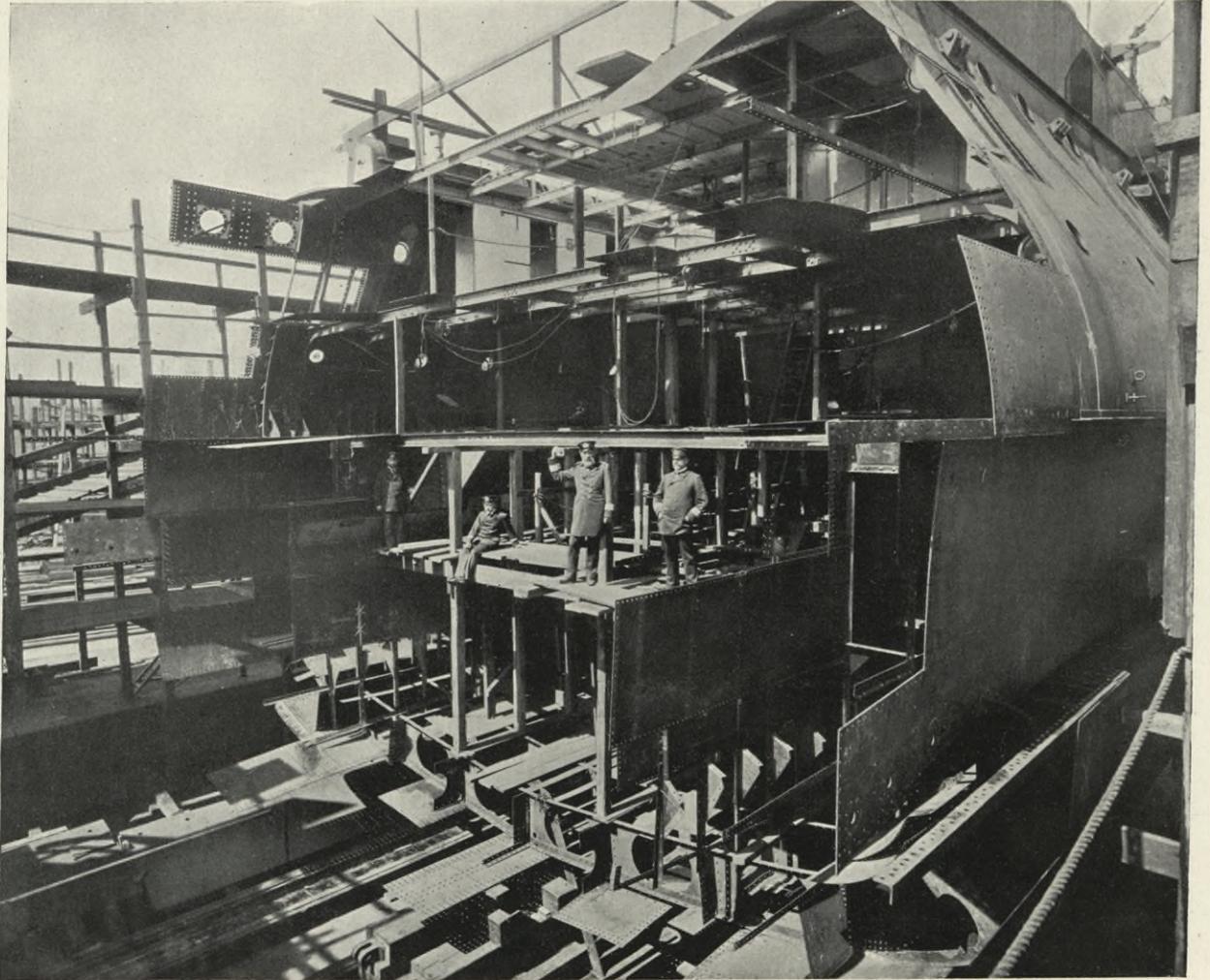


Abb. 22. Verlängerung von S. M. S. „Hildebrand“

dahin übliche Ausstattung der Schiffe mit Möbeln, Wegerung, Kammerschotten und Decks aus Holz eine der schlimmsten Gefahren für alle Schiffe bedeutete. Sollten die fertigen Schiffe daher noch einen Gefechtswert haben, so mußten sie entholt werden. Da dieses einem vollständigen Umbau der Schiffe gleichkam, so benutzte man diese Gelegenheit, den Schiffen auch andere Verbesserungen zuteil werden zu lassen. Die Umbauten begannen mit der „Siegfried“-Klasse im Sommer 1901. Diese hatte nur einen Kohlenvorrat von 320 t, außerdem Loko-

mehr als vorher, auch stieg die Höchstgeschwindigkeit noch um etwa $\frac{1}{2}$ kn. Die Artillerie wurde um zwei 8,8-cm-S.K. und sechs 3,7-cm-Masch.-Kan. vermehrt. Die zwei 35-cm-Ueberwasser-Torpedorohre wurden entfernt und statt dessen zwei 45-cm-Unterwasser-Breitseiterohre eingebaut. Das 35-cm-Ueberwasser-Heckrohr wurde durch ein gepanzertes 45-cm-Heckrohr ersetzt. Statt des 80 mm dicken Kommandoturmes wurde ein 180 mm dicker eingebaut. 1904 war die „Siegfried“-Klasse wieder fahrbereit. 1902 begann der Umbau der „Brandenburg“-Klasse, welche seit 1894

fast ununterbrochen in Dienst gewesen war und 1904 aus Ostasien zurückgekommen war. Es handelte sich im wesentlichen um Erneuerung der Kesselanlagen, Herstellung größerer Kohlenräume, besserer Ventilationseinrichtungen und Entholzung der Schiffe. Auch die Gefechtskraft wurde durch Verbesserung der Armierung, soweit dies möglich war, durch den Einbau eines gepanzerten Kommandoturmes im Hinterschiff und durch Verlegen der Torpedorohre unter die Wasserlinie verstärkt. Der schwache Punkt der Linienschiffe, das Fehlen einer leistungsfähigen Mittelartillerie, konnte nicht beseitigt werden. 1905 waren auch diese Umbauten erledigt.

1906 begann der Umbau der „Hertha“-Klasse zu Seekadetten- und Schiffsjungenschulsschiffen, der pro Schiff 1 Mill. M kostete.

1907 wurde mit dem Umbau der „Kaiser-Friedrich“-Klasse begonnen. Dieser erstreckte sich auf die Verringerung der Aufbauten, Ersatz der Gefechtsmasten durch Pfahlmasten und die Entfernung der vier unteren 15-cm-Kasemattgeschütze. Es ist auf diese Weise gelungen, die Zielhöhe der Schiffe zu verringern und vor allem durch die Erleichterung des Schiffes den Gürtelpanzer mehr aus dem Wasser zu bringen.

Maschinenanlagen

Unter dem Zwange, den Schiffen bei gegebenem Displacement eine immer höhere Kampfkraft zu erteilen, ging das Bestreben darauf hin, den Schiffskörper und die Maschinen möglichst leicht zu bauen. Dieses Bestreben hat beim Maschinenbau größere Erfolge gehabt als beim Schiffbau, da im Schiffsmaschinenbau in den letzten 25 Jahren ganz grundlegende Umwälzungen vor sich gegangen sind und noch weiter vor sich gehen werden. Die drei wesentlichsten Etappen sind in dieser Zeit gewesen

der Uebergang zu dem Wasserrohrkessel,

der Uebergang zu den Dampfturbinen,

die Einführung des Oelmotors.

Dazu kommt noch das dauernde Vordringen der Elektrizität zu allen möglichen Verwendungszwecken auf den Kriegsschiffen, die ja versuchsweise auch zum Antrieb der Schrauben (Vulkan) geführt hat.

Die ersten Versuche zur Gewichtsverringerung der Kessel wurden durch Einführung des künstlichen Zuges gemacht, um hierdurch die Wärmeerzeugung in einem Kessel zu erhöhen. Die bei der Forzierung entstehenden hohen Temperaturen und Unterschiede derselben bei den Kesselkonstruktionsteilen brachten Materialspannungen hervor, denen weder die Rundkessel noch die vorübergehend versuchten Loko-

motivkessel („Siegfried“-Klasse, Avisos und Torpedoboote) auf die Dauer gewachsen waren, was sich bei Vergrößerung der Abmessungen der Kessel noch verschlimmerte. Man wandte sich daher dem Wasserrohrkessel zu, der, bei vollständig gleicher Wirtschaftlichkeit, bequem die höchsten Forzierungen gestattet. Derselbe brachte unter den verschiedenen sonstigen Vorteilen auch den der größeren Betriebsbereitschaft mit sich, da das Dampfaufmachen bei kaltem Zylinderkessel bis acht Stunden, beim Wasserrohrkessel nur 25 bis 30 Minuten dauert. Das Kesselgewicht einschließlich der dem Kesselbetrieb zugehörigen Hilfsmaschinen, Dampfrohrleitungen und Schornsteine sank von 72 kg beim Zylinderkessel und 48 kg beim Lokomotivkessel auf 20 bis 30 kg bei Thornycroft-Schulz- und dem späteren Marinekessel. Bei den Torpedoboote, wo noch höher forziert wird, sinkt die Zahl je nach der Forzierung noch bedeutend tiefer. In Deutschland begann die Aera der Wasserrohrkessel mit der Inaugabe der Thornycroftkessel für „Aegir“ und Torpedoboot „S. 74“. Gleichzeitig wurde der Schulz-Kessel für „S. 42“ begonnen. Bald darauf folgten „Freyja“ und „Gazelle“ mit Niclausse-Kesseln, von „Hertha“ und „Hansa“ mit Belleville-Kesseln, von „Baden“ mit Dürr-Kesseln, der auch noch auf „Bayern“, „Sachsen“, „Vineta“, „Victoria Louise“, „Prinz Heinrich“ und den folgenden großen Kreuzern bis „York“ zur Anwendung gelangte. Mehr und mehr konzentrierte sich aber das Interesse auf den Thornycroft-Kessel und seinen verbesserten Nachfolger, den Schulz-Kessel, nachdem auch noch der Yarrow-Kessel auf „S. 32“ und der Normand-Kessel auf „D. 3“ versucht war. Das erste nur mit Schulz-Kesseln ausgestattete Linienschiff war „Württemberg“, welche sie beim Umbau erhielt. Die Linienschiffe von der „Kaiser“-Klasse und der Panzerkreuzer „Fürst Bismarck“ ab erhielten ein Gemisch von Zylinder- und Schulz-Kesseln. Von dem Linienschiff „Pommern“ ab wurde der Marine-Kessel ausschließlich auf den Linienschiffen eingeführt. Bei den Panzerkreuzern wurde von der „Gneisenau“ ab der Dürr-Kessel gänzlich durch den Marine-Kessel verdrängt. Damit war in der deutschen Marine eine Einheitlichkeit erreicht, wie sie in keiner anderen Marine als in der befreundeten Oesterreichs zu finden ist, die sich für den Yarrow-Kessel entschieden hat.

Eine alle Marinen beschäftigende Frage, die Oelheizung, ist auch bei uns nach jeder Hinsicht erschöpfend behandelt, wengleich wir zu einer anderen Stellungnahme gelangt sind, wie die anderen Marinen. Amerika heizt jetzt auch die neuen großen Kampfschiffe nur mit Oel, England, Frankreich und Italien alle neuen Torpedoboote. Die Gründe, welche dazu geführt haben, sind folgende: 1. Vergrößerung des Aktionsradius um 40 bis 50%; 2. bequeme Unterbringung des Oels und leichte Uebernahme desselben auch auf See; 3. Entlastung des Heizerpersonals bzw. Personalsparnis, was wohl für England der Hauptgrund

für die Einführung gewesen ist, 4. Erzielbarkeit hoher Dampfleistungen, 5. geringe Rauchentwicklung auch bei hoher Forzierung, 6. Schonung der Kessel, 7. bessere Manövrierfähigkeit, da die Verbrennung sich genau dem augenblicklichen Dampfverbrauch anpassen kann, 8. bessere Ausnutzung der Kesselanlage, 9. Verringerung der Kosten des Brennmaterials. Letzteres gilt nur für die Vereinigten Staaten, aber nicht für England und Deutschland, wo zurzeit die Oelheizung bedeutend teurer ist als Kohlenfeuerung. Da bei den Großkampfschiffen aber genug Platz für Unterbringung von Kohle vorhanden ist, da diese ferner einen, wenn auch nur geringen Schutz gegen Geschosse gewährt, da seine Oelbunker immerhin eine gewisse Feuersgefahr-Quelle bilden, haben wir in Deutschland, abgesehen von „Siegfried“, der vor dem Umbau mit reiner Oelfeuerung versuchsweise ausgerüstet war, bei allen Schiffen auf reine Oelfeuerung verzichtet. Da es ferner bei den meisten Kesselkonstruktionen nicht zweckmäßig erscheint, die Feuerungen sowohl für reine Kohlen- als auch für reine Oelheizung einzurichten, weil die bei letzteren leicht auftretende Stichflammenbildung besondere Maßnahmen bedingt, die wiederum für reine Kohlenfeuerung unvorteilhaft sein würden, so bleibt für Linienschiffe und Kreuzer nur das System der gemischten Feuerung übrig, oder aber die Einrichtung eines Teils der Kessel nur für Kohlenfeuerung und der übrigen Kessel zwecks besonderer Forzierung für reine Oelfeuerung. Bei den neueren Torpedoboote hat man, um nicht den Schutz der Kohlenbunker zu verlieren, von der Oelfeuerung ganz Abstand genommen. Um die für Kriegsschiffe bedeutungsvolle Rauchlosigkeit der Schornsteingase zu erzielen, sind die verschiedensten Mittel eingehend erprobt. Versucht sind verschiedene Beschickungsarten, besondere Rosten, Sekundärluftzuführung und Dampfschleier, Einbau besonderer Verbrennungskammern und Preßluftzuführung sowie auch mechanische Unter- und Vorfeuerungen, doch ohne den erwünschten Erfolg, so daß gasarme Kohlen und geübte Heizer noch als bestes Mittel für rauchfreie Feuerungen gelten.

Bei der fast ausschließlichen Verwendung von Kohle in der deutschen Marine wird auch bei uns ein entsprechender Wert auf schnelles Kohlenübernehmen gelegt. Anfangs des Jahrhunderts wurde dieses in England als ein „Alle Mann“-Manöver eingeführt und hat dort zu einer sportmäßigen Hingabe an das leider sehr schmutzige Geschäft geführt. Dieses Bestreben griff auch auf Deutschland über und führte zu einer früher nicht vermuteten Entwicklung der Kohlenübernahme-Einrichtungen durch Vermehrung und Vergrößerung der Zahl der Kohlenlöcher und durch Verbesserung der Kohlentakelage und Erweiterung der maschinellen Heißvorrichtungen. Die Folge war ein schnelles jährliches Wachsen der Höchstziffern an Stundenleistung, so daß wir alle anderen Marinen hierin um mehr als 25 % überholt haben.

Jahr	Schiff	Gesamt t	Durchschnitt t per Stunde	Höchstleistung
1907	„Roon“	800	384	409
1907	„Wettin“	778	389	431
1909	„Kaiser Wilhelm II.“	—	383	—
1909	„Vork“	—	435	—
1910	„Schleswig-Holstein“	700	494	566
1911	„Helgoland“	—	550	671
1911	„Ostfriesland“	—	574	722

Diese Resultate sind natürlich nur bei festliegendem Schiff und Kohlenprahm erzielt worden. Die bei fahrendem Schiff auf hoher See gemachten Versuche haben freilich ein nicht annähernd so gutes Ergebnis gehabt. Man erzielte nach Nachrichten aus anderen Marinen etwa 50 bis 100 t stündlich. Die Frage der Bekohlung auf See gewann das größte Interesse bei der Fahrt der russischen Hochseeflotte unter Admiral Rohsjestwenski nach Ostasien, da er fast auf der ganzen Reise gezwungen war, auf See zu kohlen. Abgesehen von dem Temperley-Transporter, der sich gut bewährt, wenn er nicht auf dem Kriegsschiff, sondern auf dem Kohlendampfer angebracht ist, hat man in England und Amerika den Seebekohlungsapparat von Spencer Miller mit mehr oder weniger Erfolg erprobt. Auch deutsche Erfinder haben erprobte Apparate geliefert, so haben Ingenieur Leue und die Lahmeyer-Werke betriebsfähige Apparate gebaut und geliefert.

Zu der Entwicklung der Maschinenanlage übergehend, sei zunächst eine Eigentümlichkeit der deutschen Marine erwähnt, das Dreischraubensystem. Wir haben es seit der „Kaiser-Friedrich“-Klasse bei allen Großkampfschiffen trotz der vielfachen Kritik, die es gefunden hat, verwendet. Unbestritten wird die Maschinenanlage durch die Dreiteilung komplizierter, teurer und erfordert mehr Bedienungspersonal und Grundfläche als die in anderen Marinen übliche Zweiteilung. Andererseits bietet sie den Vorteil ökonomischeren Betriebs bei Marschgeschwindigkeit, des geringeren Raumbedarfs an Höhe, was wegen des Panzerdecks und des geringen Tiefgangs unserer Schiffe von Vorteil ist und vor allem einer besseren Manövrierbarkeit, die von der Front für die Navigation im Kaiser-Wilhelm-Kanal verlangt wird. Dazu kommt noch die geringere Einbuße an Gefechtswert, wenn eine Maschine in der Schlacht durch Schuß oder Havarie ausfällt, da dann nicht die Hälfte, sondern nur ein Drittel der Gesamtleistung der Maschine entbehrt werden muß. Bei den Großkampfschiffen bilden nur die neuesten Schlachtkreuzer von „von der Tann“ ab eine Ausnahme, da äußere Gründe zu einer Vierteilung der Maschinenanlage zwangen. Die kleinen Kreuzer und Torpedoboote haben durchweg zwei Schrauben und

zwei Hauptmaschinen mit Ausnahme von „Lübeck“ und „Kolberg“. Die Gesamtleistung der Maschinenanlage der Schiffe hat sich seit dem Flottengesetz vervielfacht. Hatte die „Kaiser-Friedrich“-Klasse noch 13 500 PS., so ist die Leistung auf der „Kaiser“-Klasse schon bis über 40 000 PS. gestiegen. Die Panzerkreuzeranlagen haben sich von 13 500 PS. auf „Fürst Bismarck“ bis über 60 000 PS. bei den neuesten Schlachtkreuzern vergrößert. Die ersten kleinen Kreuzer der „Gazelle“-Klasse hatten 6000 bis 8000 PS., die neuesten annähernd 30 000. Bei den größeren Torpedoboote ist die Leistung von 5400 bei „S. 90“ bis „S. 101“ auf 16 000 bei „S. 176“ bis „S. 179“ gestiegen. Ermöglicht ist dieser Fortschritt durch Verringerung des Gewichts der Maschinenanlage pro i. PS., das bei den großen Schiffen bis auf 50 kg pro W.P.S. gefallen ist, und durch Verringerung des Raumbedarfes der Anlagen. Dieses wurde vor allem durch die Heranziehung der Turbine für den Schiffsantrieb verwirklicht.

Mit der Einführung der Turbinen ist England vorangegangen, und zwar zunächst 1904 auf dem Versuchsboot „Turbinia“, dann 1898 auf den später durchgebrochenen Zerstörern „Viper“ und „Cobra“. Letztere beiden Boote erzielten die für damalige Zeiten Erstaunen erregende Geschwindigkeit von 37 kn. Hierdurch wurde der Siegeslauf der Turbine begründet. Es folgte dann der Zerstörer „Velox“ und ein kleiner Kreuzer. Im Großkampfschiffsbau trat die Turbine 1906 mit dem alles revolutionierenden Dreadnought ein. Die ersten Versuchsboote ergaben für die Turbine gegenüber den Kolbenmaschinen folgende Vorteile: 1. Geringeres Gewicht; 2. geringere Höhe bei gleicher Grundfläche; 3. Fehlen von Vibrationen. Wenn auch bei einzelnen Turbinenschiffen starke Vibrationen eingetreten sind, so ist festgestellt, daß diese nicht durch die Turbinen, sondern durch die Anordnung der Schrauben zu dicht an der Außenhaut der Schiffe hervorgerufen worden sind; 4. Betriebssicherheit; 5. leichtere Bedienbarkeit; 6. geringere Reparaturkosten; 7. Schonung der Kessel, da die Turbinen nur wenig Schmieröl bedürfen und das Speisewasser weniger verfetten; 8. schnellere Betriebsbereitschaft; 9. fast unbegrenzte Forzierbarkeit. Demgegenüber steht als Nachteil: 1. Die Unmöglichkeit, Schaufelbrüche mit Bordmitteln zu beseitigen; 2. Erfordernis einer besonderen Einrichtung (Rückwärtsturbine) zum Rückwärtsfahren; 3. größerer Dampfverbrauch bei der Marschgeschwindigkeit. Dieser Grund war sogar in Amerika ausschlaggebend, auf dem Linienschiff „New-York“ 1911 wieder Kolbenmaschinen zu verwenden, trotzdem frühere Linienschiffe dort schon Turbinenantrieb hatten. Man hat in dieser Beziehung aber durch Fortschritte (Marschturbine) bereits günstigere Verhältnisse geschaffen.

Deutschland entschloß sich 1903, das Torpedoboot „G 125“ und den kleinen Kreuzer

„Lübeck“ mit Turbinenantrieb auszustatten. Beide erhielten Parsons-Turbinen. Das erste deutsche Schiff, welches eine Aktions-Turbine erhielt, war der H. A. P. A. G.-Dampfer „Kaiser“, welcher auf der A.-G. Vulkan Stettin erbaut war und A. E. G.-Curtis-Turbinen erhielt, die sich durch bedeutend geringere Baulänge auszeichneten. Wenn auch bei diesen ersten deutschen Turbinen die erwarteten Gewichts- und Raumersparnisse nicht erreicht wurden, so erkannte man doch richtig die Entwicklungsfähigkeit dieses Antriebsmittels. 1906 wurde daher das Torpedoboot „G. 137“ mit Parsons-Turbinen und die Kreuzer „Dresden“, „Stettin“ wieder mit Parsons-Turbinen, und 1907 die „Mainz“ mit Vulkan-Turbinen und der Schlachtkreuzer „von der Tann“ mit Parsons-Turbinen bei Blohm & Voß, Hamburg, bestellt. Die ersten Turbinen-Linienschiffe waren die 1909 in Bau gegebenen, „Kaiser“ und „Friedrich der Große“. Die mit den Turbinen erzielten günstigen Erfolge haben die deutschen Werften veranlaßt, sich mit dem Turbinenbau zu befassen und sich von der Parsons-Turbine unabhängig zu machen. So hat die Firma Schichau, Elbing, eine der Parsons-Turbine nahe verwandte und der Melms- und Pfenninger-Turbine ähnliche eigene Turbine, die Schichau-Turbine. Ferner hat die A.-G. Vulkan Stettin eine eigene Turbine entwickelt, die sich der Curtis-A. E. G.-Turbine anschließt. Die von der Germaniawerft gebaute Turbine unterscheidet sich von der A. E. G.-Turbine nur in Konstruktionseinzelheiten und hat auf dem kleinen Kreuzer „Cöln“, den Torpedoboote „G. 192“ bis „G. 197“ schon schöne Erfolge erzielt. Große Schwierigkeit machte bei Einführung der Turbinen anfangs die Propellerfrage. Durch möglichste Verringerung der Umdrehungen und durch Vergrößerung der Propellerflächen ist man derselben aber Herr geworden, so daß man in bezug auf Dampfverbrauch bei den Höchstleistungen zu einem mittleren Verhältnis von 13:15 zwischen Turbinen- und Kolbenmaschine gelangt ist. Dabei hat die Turbine noch Aussichten, sich zu verbessern, während die Kolbenmaschine ihren höchsten Entwicklungsgrad erreicht hat.

Auch bietet sich schon ein neuer Weg, auf dem die Turbine vielleicht ihre wertvollen Eigenschaften erst richtig zur Geltung zu bringen vermag, das ist der indirekte Antrieb. Die Dampfturbine bringt ihre Wirtschaftlichkeit erst zur vollen Geltung, wenn sie mit größter Geschwindigkeit laufen kann. Der Schraubenpropeller dagegen verlangt mäßige Umdrehungszahlen, um den größten Nutzeffekt zu liefern. Es ist daher zwischen Turbine und der Schraubenwelle eine Uebersetzung einzuschalten. Band-, Seil- und Kettengeräte scheiden hierbei als ungeeignet für den Bordbetrieb von vornherein aus. Dagegen sind Stirnräder von de Laval versucht. Diese haben sich nur bis 300 PS. bewährt. Neuerdings hat Parsons den Stirnräderbetrieb vielfach mit großem Erfolge bis 6000 PS. angewendet. In den Vereinigten Staaten ist das

Melville-Macalpine-Getriebe erfolgreich versucht. In Deutschland hat die hydraulische Uebertragung von Dr. Föttinger auch bereits Erfolge gezeitigt. Bei letzterer fällt ferner noch die Rückwärts-Turbine fort. Auch die Elektrizität ist schon mehrfach für die Kraftübersetzung herangezogen.

Noch sind die ersten Versuche mit der Turbine als Antriebsmittel in den Marinen keine zehn Jahre alt, und schon pocht eine neue umwälzende Erfindung an die Tore und verlangt Einführung in den Kriegsschiffbau. Das ist der Großölmotor. In kleinen Ausführungen hat sich derselbe schon auf den Unterseebooten sehr gut bewährt. Vor allem haben sich deutsche Konstruktionen als brauchbar erwiesen und sind sogar in der französischen Marine in größerer Zahl eingeführt. Doch sind die Versuche mit dem Großölmotor noch nicht so weit gediehen, daß ein Schiff mit einem solchen fahrbereit ist. Es hat aber den Anschein, als ob auch hierin Deutschland an der Spitze marschieren wird. Welchen Fortschritt die Verwirklichung des Großölmotors bedeuten würde, geht daraus hervor, daß wir mit der besten Dampfmaschine nur 17 % der verwendeten Wärme in Kraft umsetzen, daß der Diesel-Motor dagegen 40 % Nutzeffekt besitzt. Dazu kommt die große Raum- und Gewichtersparnis, die Rauchverringering und der Fortfall der großen Schornsteine.

Kanäle, Werften, Docks

Um im Kriegsfall mit der in der Ostsee befindlichen Flotte nicht durch Sperrung der drei Ausfahrten von dem Kampf mit dem Feinde abgeschlossen zu werden — ähnlich wie die Schwarze-Meer-Flotte Rußlands sich im Kriege mit Japan nicht betätigen konnte — wurde durch Reichsgesetz vom 16. März 1886 der Bau des Kaiser-Wilhelm-Kanals beschlossen. Das Reich steuerte 156 Mill. M, Preußen 50 Mill. M hierzu bei. Der Kanal wurde am 21. Juni 1895 dem Verkehr übergeben. Der Kanal ist 99 km lang, erhielt 22 m Sohlenbreite, 9 bis 10 m Wasserliefe, 67 m Wasserspiegelbreite und je zwei Kammer-schleusen von 150 m Länge, 25 m Breite, 9,57 m Süllhöhe, geeignet für Schiffe von 145 m Länge, 23 m Breite und 8,5 m Tiefe, die im havarierten Zustande 9,5 m tiefgehen können. Im Jahre 1910 wurde der Kanal von 45 569 abgabepflichtigen Schiffen mit 7 580 000 Reg.-T. Raumgehalt benutzt. Der Suez-Kanal ist im gleichen Jahr von Schiffen mit 16 000 000 Reg.-T. befahren. 1906 wurde die Erweiterung des Kanals für einen Kostenaufwand von weiteren 223 000 000 M beschlossen. Die Arbeiten sollen im Frühjahr 1915 fertig sein. Der Kanal erhält jetzt 44 m Sohlen-, 102 m Wasserspiegelbreite und 11 m Wasserliefe. Die Dimensionen der Schleusen gehen aus nachfolgender Zusammenstellung hervor, der die Angabe der Schleusenabmessungen des Panama-Kanals und der Hafeneinfahrt in Wilhelmshaven zum Vergleich beigegeben sind.

	Kaiser- Wilhelm- Kanal neu	Panama- Kanal	Hafen- einfahrt Wilhelmshaven
Länge	330	305	260
Lichte Weite der Einfahrt	45	33,5	41
Drempelhöhe der Einfahrt	13,77	12,2	10

Auch für Docks mußte bei dem Anwachsen der Abmessungen der Schiffe immer rechtzeitig Vorsorge getroffen werden. In Wilhelmshaven sind drei Trockendocks gebaut, welche 190 m lang sind bei 30,5 m Einfahrtsbreite. Dieselben wurden von 1909 bis 1912 beendet. Auch die Kieler Werft erhielt zwei neue Trockendocks größerer Länge, von denen eins gleich nach Fertigstellung 1907 wieder leck wurde und größere Reparaturkosten verursachte. Außer diesen Trockendocks begrenzter Länge wurde noch für die Werft Kiel ein Schwimmdock von 200 m Länge, 45 m lichte Weite und 40 000 t Hebekraft 1912 fertiggestellt und hat sich so gut bewährt, daß 1912 noch ein zweites ähnliches Dock für Wilhelmshaven bestellt worden ist. Es sind dieses mit dem bei Blohm & Voß in Gebrauch befindlichen die größten Schwimmdocks der Welt.

Die beiden Kriegshäfen Kiel und Wilhelmshaven haben sich der Bedeutung der Marine entsprechend vergrößert. In Kiel ist das westliche Ufer der Förde, die Wiker Bucht, zum Torpedobootshafen eingerichtet. In Wilhelmshaven hat man die dritte Einfahrt gebaut und durch Eindeichung ein gewaltiges Hafenbassin gewonnen. In Helgoland ist für etwa 30 Mill. M ein geräumiger Hafen geschaffen. Ferner ist Tsingtau zu einem guten Kriegshafen ausgebaut. Die Kaiserlichen Werften selbst sind gleichfalls erweitert, wenn auch nicht im Verhältnis zum Anwachsen des Marineetats, und haben sich durch Uebernahme von Neubauten an der Durchführung der Flottengesetze hervorragend beteiligt. Sie sind mit den neuesten Werkstatthanlagen ausgerüstet, haben mustergültige Transportanlagen erhalten und sind so eingerichtet, daß sie jedes Kriegsschiff nebst den Maschinenanlagen billiger als die Privatindustrie erbauen können. Nur die Kaiserliche Werft in Danzig hat keine entsprechende Entwicklung erfahren, da sie durch die Vernichtung der russischen Flotte im Kriege mit den Japanern an Bedeutung verloren hat. Sie hat in den letzten Jahren keine anderen Neubauten als Unterseeboote hergestellt, hat sich aber hierin zu einer erstklassigen Spezialwerft entwickelt. Hervorzuheben ist noch besonders die Entwicklung der Kaiserlichen Werft in Tsingtau, welche von einem Marine-Baurat geleitet, sehr günstige wirtschaftliche Erfolge aufzuweisen hat und nach Art einer Privatwerft neben den Reparaturen des ostasiatischen Geschwaders auch Neubauten von Handelsdampfern erfolgreich unternommen und alle Betriebskosten aus ihrem Verdienst gedeckt hat.

Einen grundlegenden Einfluß hat der deutsche Kriegsschiffbau auch auf die Entwicklung der deutschen Seeschiffswerften gehabt. Von den 37 fertigen und im Bau befindlichen deutschen Linienschiffen sind nur neun auf Kaiserlichen Werften, die übrigen auf Privatwerften erbaut. Von den 15 Panzer- und Schlachtkreuzern sind nur fünf Panzerkreuzer an die Kaiserliche Werft in Kiel vergeben. Von den 32 kleinen Kreuzern sind 23 auf Privatwerften erbaut. Die Torpedoboote stammen ausschließlich aus der Privatindustrie. Die Schichauwerft verdankt ihre gesamte Entwicklung

Die deutsche private Schiffbauindustriestand daher mit 81 % am günstigsten da. Sie erhält verhältnismäßig in ungleich größerem Umfange von ihrer Kriegsmarine Aufträge als die ausländischen Werften. Abgesehen davon, daß die Werften durch die Beteiligung am Kriegsschiffbau gezwungen wurden, sich mit den modernsten Hebevorrichtungen und Einrichtungen zu versehen, und sich, wie die A.-G. Vulkan durch Anlegung einer Tochterwerft in Hamburg, zu vergrößern, wurden sie durch die infolge des Flottengesetzes gleichmäßig einkommenden Aufträge in Stand gesetzt, die Anlagen während

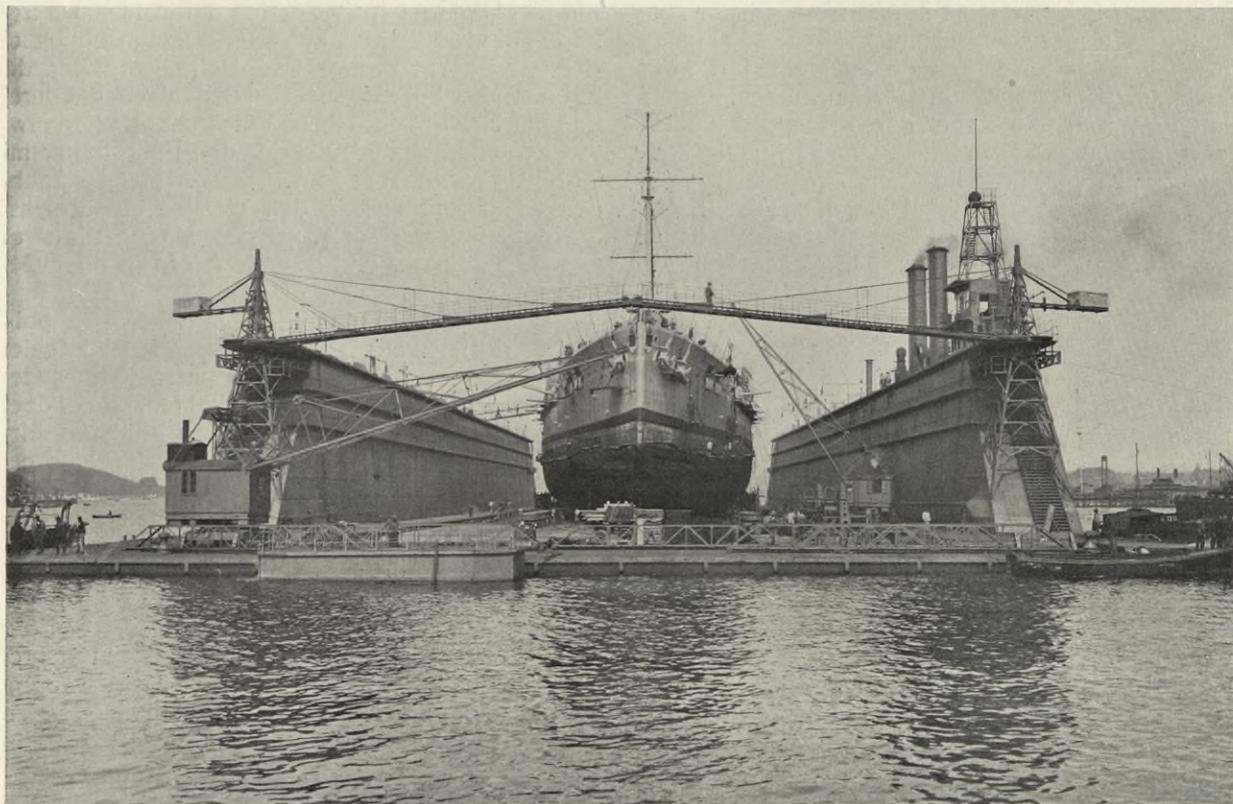


Abb. 23. 40000 t-Dock der Kaiserl. Werft Kiel, von vorn gesehen mit S. M. S. „Helgoland“

den zunächst im Torpedobootsbau errungenen Erfolgen. Insgesamt sind von den seit 1898 bis 1911 für Schiffsneubauten ausgegebenen 1310 Mill. M 896 Mill. M auf die Gesamtbaukosten, 1310 1/2 Mill. M auf Panzermaterial und 104 Mill. M auf Verschiedenes aufgewendet. Von den 896 Mill. M Gesamtbaukosten wurden auf den drei Kaiserlichen Werften nur 173 1/2 Mill. M, der Rest auf den Privatwerften verarbeitet. Nach einer Zusammenstellung des „Temps“ vom 21. Dezember 1910 vergaben die Marineverwaltungen der verschiedenen Länder in den Jahren 1906 bis 1910 ihre Schiffbauten wie folgt:

Frankreich . . .	53 %	an Staatswerften
England . . .	35 %	„
Amerika . . .	21 %	„
Deutschland . .	19 %	„

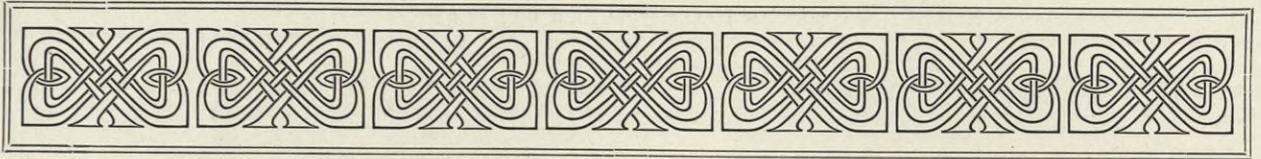
der Zeit rückläufiger Schiffbaukonjunktur im Seeschiffbau mit nur wenig verringerter Arbeiterzahl in Betrieb zu halten. Im letzten Jahrzehnt sind zwei solcher Flautezeiten zu verzeichnen gewesen, 1901–03 und 1909–11. Es ist wohl außer Zweifel, daß sich wenigstens eine Werft durch die Kriegsschiffbau-Aufträge vor dem Zusammenbruch hat bewahren können. Bei den andern Privatwerften würden beim Fehlen der Marineaufträge leere Hellingen und Stillstand großer Teile der Werkstätten zu Arbeiterentlassungen im größeren Umfange geführt haben. Und nichts ist heute für den Wettbewerb wichtiger und schwerer zu missen als ein Stamm geschulter Arbeiter.

Die im Kriegsschiffbau für Deutschland gewonnenen Erfahrungen haben unseren Privatwerf-

ten auch manchen lohnenden Auftrag aus dem Ausland zugeführt. Gerade im letzten Jahre sind mehrere Kriegsschiffe von außen hereingekommen. Schichau in Elbing baut zwei kleine Kreuzer für Rußland von je 4300 t. Der Vulkan in Stettin hat ein Linienschiff von 19 500 t für Griechenland erhalten. Ferner baut dieselbe Werft noch sechs Torpedoboote für Griechenland. Erwähnenswert sind noch mehrere Unterseeboote für Norwegen und Oesterreich-Ungarn, die bei der Germaniawerft bestellt worden sind und mehrere für das Ausland noch bei Schichau im Bau befindliche Torpedoboote und ein Minenleger für die Türkei beim Vulkan. Diese Tatsache ist sehr erfreulich, zumal in den letzten Jahren trotz größter Anstrengungen der deutschen Werften hier keine Großkampfschiffe für das Ausland geliefert worden sind. Die Gründe hierfür sind mannigfacher Natur. Durch die Lage der Eisenproduktionszentren zu den Werften hat England billigeres Material. Ferner ist in Chile, Peru, Argentinien, Brasilien, China und der Türkei die englische Diplomatie durch ältere Beziehungen in der Vorhand. Ferner kommt noch hinzu, daß in diesen Ländern die englische Sprache bekannter ist als die deutsche. Auch ist die geographische Lage Deutschlands etwas hinderlich. Wir liegen gleichsam im Innern eines Hafens, dessen Ausgang England bewacht. Auch nimmt die englische Regierung aktives Interesse an den Auslandsbauten in England, da sie, wie sich kürzlich nach Angabe der „Deutschen Tageszeitung“ herausgestellt hat, sogar die Ratenzahlungen für Auslandsschiffe übernimmt, wenn sie von dem Besteller aus irgend einem Grunde nicht geleistet werden, so wie z. B. bei dem türkischen Linienschiff „Reschad V“. Dieses Vorgehen zeigt auch, wie die Kreditgewährung bei wirtschaftlich schwachen Völkern bei den Vergabungen der Aufträge eine große Rolle spielt. Es ist wahrscheinlich, daß das reiche England, bei seinem glänzenden Zusammenarbeiten zwischen Diplomatie, Industrie und Finanz auch hier wieder im Vorteil ist. Schon mehrfach sind Anleihen von der Verpflichtung abhängig gemacht, dafür Kriegsschiffe in England bauen zu lassen wie z. B. bei Spanien und Portugal.

Aber nicht nur die Schiffswerften fanden ihren Vorteil bei den Kriegsschiffbauten. Ein Aufsatz im „Nautikus“ 1912 zeigt, wie sich die Mittel des Marine-Etats auf die verschiedensten Industrien auch des Inlands verteilen. Danach sind im Durchschnitt der letzten drei Etatsjahre jährlich etwa 238 Mill. M für Schiffsbauten und Armierung ausgegeben. Hieran fanden etwa 21 000 Werftarbeiter für 34 Mill. M Arbeit. Ueber 45 000 Arbeiter in den Halbzeugeisen-, Stahl- und Metallindustrien, in dem Maschinen- und Kesselbau, der Elektrotechnik, der Instrumenten-, Geräte-, der Ausrüstungs-, Holz-Faserstoff- und chemischen Industrie verdienten hieran mehr als 90 Mill. M. Ferner zehrten daran 15 000 Bergleute mit etwa 22 Mill. M Verdienst. Einschließlich der Transport-Arbeiter und Betriebsarbeiter der Fabriken beträgt die Kopfzahl derjenigen, die durch den Marine-Bau-Etat ihren Verdienst erhalten etwa 90 000, dazu noch 7000 Kopf- und Pullarbeiter mit 22 Mill. M Verdienst bzw. Gehalt. Nach Angabe des Staatssekretärs in den diesjährigen Reichstagsdebatten werden 75 % des Marine-Etats an deutsche Arbeiter und Beamte als Lohn oder Gehalt ausbezahlt.

Wenn es auch nie gelingen wird, alle politischen Parteien Deutschlands durch solche Zahlen von ihrer grundsätzlichen Gegnerschaft gegen solche Rüstungsausgaben zu bekehren, so hat doch die Form der Annahme der letzten Flottengesetz-novellen durch den deutschen Reichstag klar gezeigt, daß die Erkenntnis von der wirtschaftlichen Notwendigkeit einer starken deutschen Flotte so weit in das Volk eingedrungen ist, daß ein Rückschritt in dieser Richtung nicht zu erwarten steht. Der Wille, Weltmacht zu werden, ist keine vorübergehende Erscheinung, kein künstliches Gebilde, ist nicht nur gestützt durch einen starken Mann. Er wird getragen von der überwältigenden Mehrheit im Deutschen Reichstage, der Vertretung des deutschen Volkes. „Auf dem Meere geschehen die großen Schritte, die den Boden der Geschichte erweitern. Was das Land in Jahrtausenden vorbereitet hat, vollendet eine maritime Großtat in wenig Jahren.“



Deutscher Handelsschiffbau und seine Gesetzgebung

Vom Konstruktions-Ingenieur Carl Kielhorn in Zehlendorf

I.

Die deutsche Handelsflotte und der Handelsschiffbau im Jahre 1888

Um ein richtiges Bild über die Entwicklung des deutschen Handelsschiffbaus in den letzten fünf- und zwanzig Jahren zu erhalten, muß man zunächst den Bestand der deutschen Handelsflotte im Jahre 1888 betrachten. Dieselbe zählte, wenn wir das Register und die Nachträge des Germanischen Lloyd vom darauffolgenden Jahre zugrunde legen 2828 Schiffe. In dieser Zahl sind auch die Seeschiffe unter 100 Br.-Reg.-Tonnen mitgezählt, während man heutzutage in der Regel nur die Seeschiffe über 100 Br.-Reg.-Tonnen zur Seehandelsflotte zu zählen pflegt. Indessen bildeten diese kleineren Betriebe bei der damals noch regen Segelschiffahrt weit über die Hälfte der Seeschiffe, so daß ihre Vernachlässigung, die für die heutige Statistik belanglos ist, für die damalige Zeit ein völlig verkehrtes Bild geben würde.

Diese 2828 Seeschiffe hatten einen Gesamtbrutto-Tonnengehalt von 1 359 389 Reg.-Tons und setzten sich zusammen aus 696 Dampfern von zusammen 727 572 Br.-Reg.-Tons und einer Gesamtmaschinenleistung von 436 785 i. PS., 206 eisernen Segelschiffen von zusammen 190 105 Br.-Reg.-Tons, und 1926 hölzernen Segelschiffen von zusammen 441 712 Br.-Reg.-Tons. Sehen wir als Maßstab für das Seeschiff den vermessenen Brutto-Tonnengehalt an, so hatte das Dampfschiff den Segler bereits um 95 755 Tons überholt, legen wir dagegen die Zahl der Betriebe zugrunde, so gab es immer noch dreimal mehr Segelschiffe als Dampfer.

Aus Deutschland stammten aus der ganzen deutschen Handelsflotte nur 61 Prozent, die übrigen 39 Prozent waren im Ausland gebaut. Diese im Ausland gebauten Schiffe bildeten nicht den schlechtesten Teil der deutschen Flotte. Von den Dampfern waren 222 mit zusammen 321 924 Br.-Reg.-Tons und 218 059 i. PS., das sind 44,24 Prozent im Ausland gebaut und zwar bis auf einige

in Dänemark gebaute Schiffe sämtlich in England. — Von den eisernen Seglern stammten gar 56,45 Prozent aus England. Die hölzernen Segler waren in der überwiegenden Zahl auf deutschen Werften gebaut, stammten sie ja zum Teil noch aus jener Blüteepoche des deutschen Schiffbaues in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, in der auch mancher englische Reeder sein Schiff auf einer der zahlreichen deutschen Werften in Auftrag gab. Immerhin waren von den hölzernen Segelschiffen noch 138 mit 100 924 Br.-Reg.-Tons im Ausland gebaut, das sind der Zahl nach nur 7,17 Prozent, dem Brutto-Tonnengehalt nach aber 22,85 Prozent. Es sind demnach die im Ausland erbauten hölzernen Segelschiffe verhältnismäßig groß gewesen, meistens waren es Schiffe von 700 bis 1500 Br.-Reg.-Tons und stammten zu neun Zehnteln aus Nord-Amerika; England kam als Bauland für hölzerne Schiffe nicht in Frage.

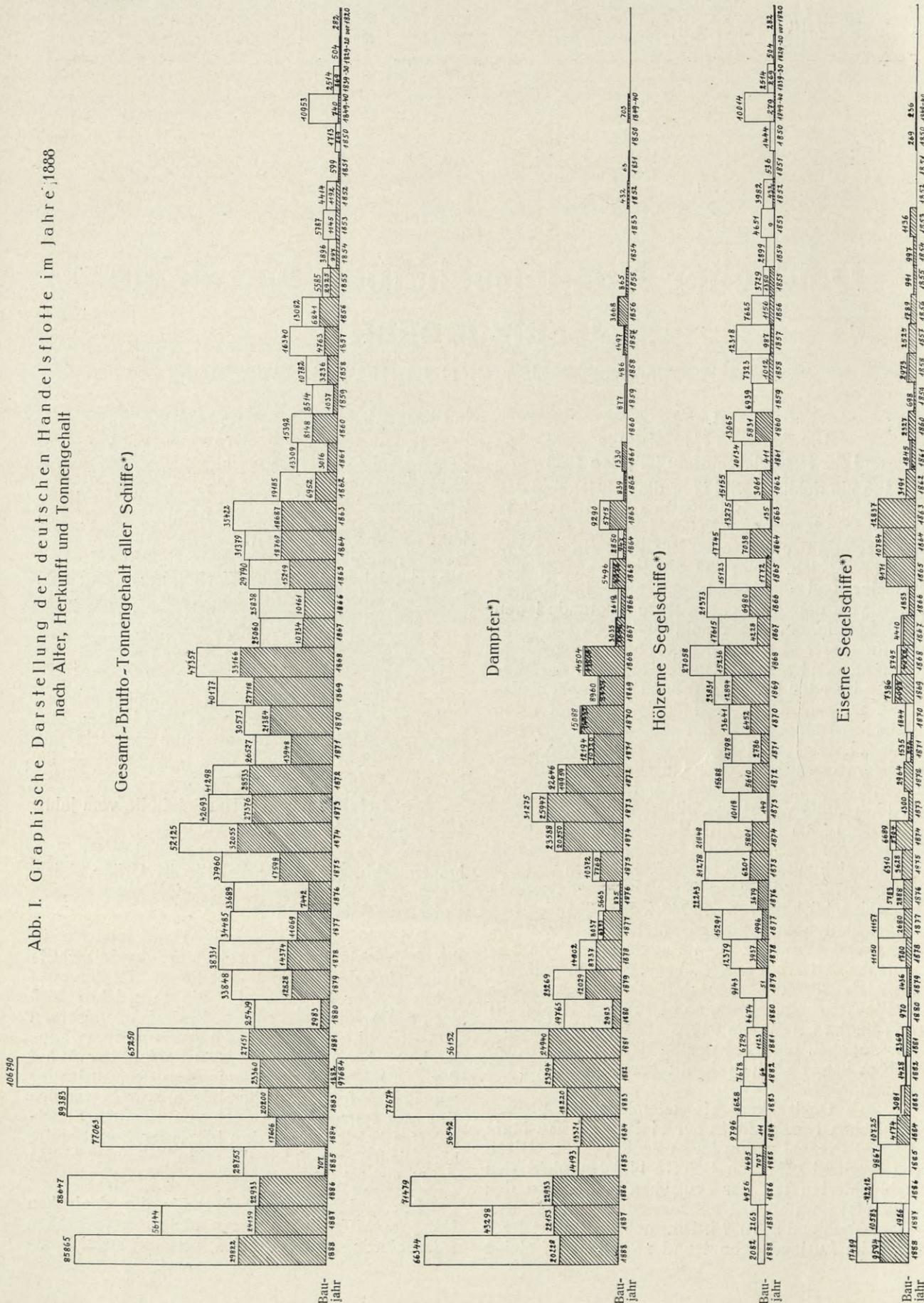
Die Schiffe unserer Handelsflotte vom Jahre 1888 waren dazu zum Teil recht alt.

Aus den nachstehenden graphischen Darstellungen, Abb. 1 und der Tabelle ist Größe, Alter, Herkunft und Baumaterial der deutschen Handelsflotte vom Jahre 1888 deutlich ersichtlich.

Die Abb. 1 veranschaulicht uns gleichzeitig die Entwicklung des deutschen Handelsschiffbaues in den Jahren vor dem Regierungsantritt Kaiser Wilhelms II. Bis zum Jahre 1888 deckte Deutschland seinen Bedarf an eisernen Handelsschiffen mit geringen Ausnahmen in England. Erst mit dem Jahre 1880 beginnt der Anteil der deutschen Werften denjenigen des Auslandes um ein Mehrfaches zu übersteigen, sowohl was den Bau von Dampfern als auch von eisernen Segelschiffen betrifft. Der Bau hölzerner Segelschiffe hört allmählich auf, wie die dritte Reihe der Abb. 1 deutlich zeigt.

Die ersten Auftraggeber für die deutschen Handelsschiffswerften waren nicht unsere großen Passagierdampferreedereien, sondern meist Ham-

Abb. I. Graphische Darstellung der deutschen Handelsflotte im Jahre 1888 nach Alter, Herkunft und Tonnengehalt



*) Die schraffierten Teile geben den Anteil des Auslandes an dem Bau der deutschen Handelsflotte an.

burger Frachtdampferreeder. Erst das Dampfer-subventionsgesetz vom Jahre 1885, welches die Bestimmung enthielt, daß das gesamte zu beschaffende Dampfermaterial ausschließlich auf deutschen Werften aus deutschem Material gebaut werden mußte, wurde für den Norddeutschen Lloyd Veranlassung, die Dampfer „Preußen“, „Sachsen“ und „Bayern“ und die drei kleineren „Stettin“, „Lübeck“ und „Danzig“ der Werft der A.-G. Vulcan in Stettin in Auftrag zu geben. Wenn auch finanziell ein Mißerfolg, waren sie in technischer Hinsicht für den Vulcan ein glänzendes Zeugnis seiner Leistungsfähigkeit. Die Folge war, daß die Hamburg-Amerika-Linie einen Doppelschrauben-Schnelldampfer, die „Auguste-Victoria“, dem Vulcan in Auftrag gab, während „Columbia“ und „Normannia“ noch in Birkenhead bzw. Glasgow gebaut wurden. Der letzte Schnelldampfer, den der Norddeutsche Lloyd in England bestellt hatte, war die „Lahn“. Die nächsten, „Spree“ und „Havel“, wurden gleichfalls dem Vulcan in Auftrag gegeben. Wir finden also im Jahre 1888 den deutschen Handelsschiffbau in einer wesentlich günstigeren Lage als in der vorangegangenen Zeit.

II.

Der deutsche Handelsschiffbau vom Jahre 1888 bis zum Uebergang der deutschen Reeder zum Germanischen Lloyd im Jahre 1894

In technischer Hinsicht freilich war nur wenig gebessert. Mit geringen Ausnahmen wurden die Schiffe nach den Bauvorschriften der französischen Klassifikations-Gesellschaft „Bureau Veritas“, die damals für den ganzen deutschen Handelsschiffbau maßgebend war, gebaut. Die hiernach sich ergebenden Abmessungen der Verbandteile, die für schmale, scharfe, eiserne Schiffe mit geringem Displacement genügt haben mochten, und die zudem nach der Einführung des Stahls als Schiffbaumaterial um ein Fünftel verringert werden konnten, erwiesen sich für die jetzt aufkommenden breiteren und völligen Schiffe mit entsprechend größerem Displacement und dementsprechend größerer Beanspruchung der Verbände nicht mehr als ausreichend. Wollte man ein sicheres Seeschiff haben, so wurde es schon über die Regeln des Bureau Veritas hinaus gebaut.

Außer nach den Vorschriften des Bureau Veritas baute man nach denen des englischen Lloyd, doch galten diese andererseits auch wieder als zu weitgehend, besonders seitdem sie nach Einführung des Tiefladegesetzes in England im Jahre 1885 eine völlige Umarbeitung erfahren hatten.

Zwar gab es auch eine deutsche Klassifikations-Gesellschaft, den Germanischen Lloyd, allein derselbe hatte keine Vorschriften, nach denen die Schiffe hätten gebaut werden können. Der Germanische Lloyd hatte zwar einmal — im Jahre 1877 — Bauvorschriften für eiserne Schiffe herausgegeben, die bezüglich der verlangten Materialstärken zwischen denen des Bureau

Veritas und des Englischen Lloyd lagen, und auch, was die Anordnung der Verbände betraf, den Bauvorschriften der beiden ausländischen Klassifikationsgesellschaften mindestens gleichwertig waren. Mit der Zeit waren sie indessen veraltet, da Lloyd's und Veritas alljährlich neue Vorschriften herausgaben, während der Germanische Lloyd im Jahre 1888 noch nicht dazu gekommen war, die alten Vorschriften vom Jahre 1877 einer Umarbeitung zu unterziehen. Schon beim Bau der Reichspostdampfer, für welche die deutschen Vorschriften maßgebend sein sollten, hatte dies zu Unzulänglichkeiten geführt. Die deutschen Werften hätten gern nach deutschen Vorschriften gebaut, und forderten wiederholt vom Germanischen Lloyd die Aufstellung zeitgemäßer Bauvorschriften im Gegensatz zu den Versicherern, die bei Lloyds und Veritas, besonders der ersteren Gesellschaft, maßgebenden Einfluß besaßen, und die einem deutschen Konkurrenzunternehmen wenig günstig gesinnt waren.

Dies wurde erst anders, als im Jahre 1889 der Germanische Lloyd, welcher bis dahin lediglich ein Privatunternehmen, wenn auch verschiedentlich mit korporativen Rechten ausgestattet war, in eine Aktien-Gesellschaft umgewandelt wurde, in deren Vorstand als Vertreter der Versicherer der Generalsekretär des Internationalen Transport-Versicherungs-Verbandes Ulrich berufen wurde. Für die technische Leitung wurde an Stelle des zurücktretenden Reichsschiffs-Vermessungs-Inspektors Schüler, welcher als Generaldirektor des alten Germanischen Lloyd fungiert hatte, Friedrich Ludwig Middendorf berufen. Sein erstes Werk war die Herausgabe zeitgemäßer Bauvorschriften. Ähnlich wie bei den im Jahre 1877 von Schüler herausgegebenen Vorschriften hielten die danach sich ergebenden Materialstärken die Mitte zwischen dem Bureau Veritas und dem Englischen Lloyd. Was die Verteilung der Materialstärken betrifft, so war dieselbe vielfach besser als bei dem englischen Lloyd und Veritas. Indessen behielt Middendorf die auch bei den anderen Klassifikationsgesellschaften seit Beginn der siebziger Jahre üblichen drei Schiffstypen: Volldeck-, Spardeck- und Sturmdeckschiff bei.

Im Volldeck- und Spardeckschiff bildete das oberste Deck die Gurtung, während bei dem Sturmdeckschiff die obere Gurtung im zweiten Deck von oben angeordnet war und die Verbandteile des obersten Decks nur ganz leicht gehalten waren. Für Sturmdeck- und Spardeckschiffe schrieb der Germanische Lloyd auch eine Tiefladelinie vor, welche sich eng an die englischen Freibordregeln anlehnte. Nun waren aber die Spardeckschiffe, die nach den Regeln des englischen Lloyd gebaut wurden, ganz erheblich schwächer als die Spardeckschiffe nach den Regeln des Germanischen Lloyd, da bei ersterem das Spardeck nur sehr schwach war. Dadurch erhielten also die Spardeckschiffe nach den Bauvorschriften des Germanischen Lloyd von letzterem einen verhält-

nismäßig viel zu großen Freibord; so konnte es vorkommen, daß, wenn für ein deutsches Spardeckschiff, welches nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd gebaut war, ein englisches Freibordzertifikat beim Board of Trade beantragt wurde, von letzterem ein zwei Fuß größerer Tiefgang gestattet wurde, als vom Germanischen Lloyd. Ja, bei gewissen Schiffstypen war es möglich, durch Anordnung ganz unbedeutender Verstärkungen bzw. nur veränderte Anordnung im übrigen gleich schwerer Verbandteile für Sturmdeckschiffe nach den Regeln des Germanischen Lloyd, den Vollderker-Freibord des Board of Trade zu erreichen.

Ein Beispiel hierfür bilden die Argodampfer „Düsseldorf“, „Köln“, „Mannheim“, welche als Sturmdeckschiffe projektiert waren. Sie hatten eine Länge von 52,00 m, eine Breite von 8,30 m und eine Seitenhöhe von 5,30 m bis Sturmdeck. Als reine Sturmdeckschiffe konnten sie nach den Regeln des Germanischen Lloyd nur 2,62 m Tiefgang bekommen. Durch Anordnung des stählernen Decks im Sturmdeck statt im zweiten Deck erhielten die Schiffe dann vom Board of Trade einen Tiefgang von 4,62 m zugebilligt, d. h. also, volle 2 m mehr. Es handelt sich hierbei natürlich um extreme Fälle, immerhin zeigen sie deutlich, daß die kritiklose Annahme der englischen Freibordregeln durch den Germanischen Lloyd der deutschen Handelsschiffahrt empfindliche Nachteile bringen konnte.

Die Bauvorschriften des Germanischen Lloyd kamen indessen für die deutschen Schiffe zuerst nur sehr langsam in Aufnahme. Das Bureau Veritas beherrschte nach wie vor den deutschen Handelsschiffbau und nur vereinzelt wurden Schiffe nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd gebaut.

Als erste von den großen deutschen Reedereien ließ der Norddeutsche Lloyd seine Schnelldampfer „Havel“ und „Spree“ nach den Vorschriften des Germanischen Lloyd erbauen, die ihm für dieselben eine größere Sicherheit gewährleisteten, als die Regeln des englischen Lloyd und des Bureau Veritas. Eine der ersten Verbesserungen, die Middendorf an den neuen Bauvorschriften vornahm, war nämlich die Aufstellung sinngemäßer Vorschriften über wasserdichte Schotten. Anregung dazu hatten ihm die leider für den englischen Handelsschiffbau ergebnislos gebliebenen Verhandlungen des „Bulkhead Committees“ in England im Jahre 1891 gegeben. Middendorf forderte für die sogenannten wasserdichten Schotten, welche zur Begrenzung der Laderäume gegen die Maschinen- und Kesselräume sowie an den Enden der Dampfer vorgeschrieben waren, eine derartige Versteifung, daß diese Schotte auch im Falle der Gefahr den Wasserdruck wirklich aushalten konnten. So selbstverständlich uns heute diese Forderung erscheinen mag, so wenig begründet schien sie damals. Die Reeder wandten ein, daß im Falle des Vollaufens eines Laderaumes das Schiff durch

das Gewicht des eingedrungenen Wassers doch zum Sinken gebracht werde, eine besonders kräftige Versteifung der Schotte also doch keinen Zweck habe. Diesen Einwänden gegenüber mußte der Germanische Lloyd seine Forderung der „verstärkten Schotte“ für gewöhnliche Frachtdampfer fallen lassen und hielt sie nur für Schiffe mit einer Schotteinteilung, welche Sicherheit gegen ein Wegsinken bei Vollaufen eines oder mehrerer Räume gewährleistete, aufrecht, das waren in erster Reihe die Passagierdampfer. Die Schottvorschriften des Germanischen Lloyd blieben also bei aller Vortrefflichkeit nur Stückwerk, solange nicht auch die Stellung der Schotten vorgeschrieben wurde. Auch sonst faßte der Germanische Lloyd nur langsam Fuß, zumal an der Elbe noch bis zum Jahre 1894 das Bureau Veritas fast allein den Schiffbau kontrollierte.

Eine entscheidende Wendung zugunsten der deutschen Klassifikationsgesellschaft trat erst ein, als 1894 die See-Berufsgenossenschaft mit dem Germanischen Lloyd einen Vertrag abschloß, nach welchem dieser in allen technischen Fragen als Gutachter der See-Berufsgenossenschaft fungieren sollte. Der bis dahin ablehnende Standpunkt des größten Teils der deutschen Reeder wird ohne weiteres begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Klassifikation der Handelsschiffe doch im Grunde nur einen Maßstab für den Versicherer bzw. Verfrachter abgeben sollte, in wie weit die einzelnen Schiffe Vertrauen verdienten. Solange also seitens der Mehrzahl der Versicherer nicht der Germanischen Lloydklasse volle Gleichberechtigung mit den älteren französischen und englischen Gesellschaften zugestanden war, war es für die Reeder nicht möglich, für Schiffe, welche nur Germanische Lloydklasse hatten, bezüglich Fracht und Versicherung gleich günstige Bedingungen zu erzielen, bildeten doch damals wie noch heute Lloyds in London die Zentrale für das gesamte Versicherungswesen auf dem Frachtenmarkte.

Nach dem Abschluß des Vertrages der See-Berufsgenossenschaft mit dem Germanischen Lloyd 1894 ging der größte Teil der deutschen Reeder mit seinen Schiffen zum Germanischen Lloyd über.

Die in diesem Zeitraum von 1888 bis 1894 gebauten deutschen Schiffe waren, abgesehen von den Schnelldampfern des Norddeutschen Lloyd und einer Anzahl Frachtdampfer der großen Küstenfahrt, fast ausschließlich nach den Regeln des Bureau Veritas gebaut, in erster Linie also die Schnelldampfer der Hamburg-Amerika-Linie „Auguste Victoria“ und „Fürst Bismarck“, von den ebenfalls nach den Vorschriften des Bureau Veritas in England gebauten Schwesterschiffen ganz abgesehen. Auch die in Deutschland gebauten großen Sturmdeck-Frachtdampfer, die „Patria“, „Palatia“, „Phoenicia“, erstere vom Steffiner Vulcan, letztere von Blohm & Voß in Hamburg gebaut, die „Persia“ und „Prussia“ von Harland & Wolff in Belfast, waren alle nach den Regeln des Bureau Veritas gebaut.

mehr als die Hälfte des Bedarfs der deutschen Reederei, zu decken. Dabei handelte es sich bei den nach England vergebenen Schiffen meist um reine Frachtdampfer von 4000 bis 6000 Br.-Reg.-Tons.

An kleineren Schiffen fielen umgekehrt im Jahre 1896 eine ganze Reihe Auslandsaufträge den deutschen Werften zu. Es handelte sich dabei um Naphtha-Tankdampfer für das Kaspische Meer für russische Rechnung, von denen durch Vermittlung der Werft in Uebigau den deutschen Schiffswerften mehr als ein Dutzend in Bau gegeben wurden. Obwohl sie sich dort bis heute gut bewährt haben, ist diese Lieferung der deutschen Schiffbau-Industrie für das Ausland leider nur eine Episode geblieben.

Ehe wir nun zur Weiterentwicklung des deutschen Schiffbaues in dieser Periode übergehen, müssen wir auf ein Ereignis zurückgreifen, das für den deutschen Handelsschiffbau, besonders für den Bau der Passagierdampfer, von einschneidenden Folgen gewesen ist.

Am 30. Januar 1895 wurde der Schnelldampfer „Elbe“ von dem kleinen englischen Kohlendampfer „Crathie“ am hinteren Maschinenschott angerannt und sank mit dem Heck voran in die Tiefe. Die großen Verluste an Menschenleben, die der Untergang der „Elbe“ zur Folge hatte, veranlaßten Regierung, Reederei und Seeberufsgenossenschaft, der Frage näherzutreten, wie für die deutschen Passagierdampfer in außereuropäischer Fahrt eine größere Sicherheit erreicht werden könne. In England waren, wie bereits erwähnt, die Vorschläge des Bulkhead Committees nicht zur Einführung gekommen, weil man fürchtete, durch einseitiges Vorgehen mit derartigen Beschränkungen die Wettbewerbsfähigkeit der englischen Handelsflotte zu beeinträchtigen.

Der deutschen Reederei gereicht es zum Ruhme, daß sie sich in ihrem Vorgehen nicht durch derartig kleinliche Erwerbsrücksichten wie Englands Reeder, die sich so stolz die „carriers of the world“ nennen, von dem vorgesteckten Ziel, möglichst großer Sicherheit in der transatlantischen Passagierfahrt, abbringen ließ. Die von dem Germanischen Lloyd im Auftrage der Seeberufsgenossenschaft auf ähnlicher Grundlage wie die des englischen Bulkhead Committee vorgeschlagenen Schottvorschriften gelangten nach eingehender Beratung der interessierten Parteien, Reeder und Regierung, mit gewissen Aenderungen im Jahre 1896 zur obligatorischen Einführung für alle deutschen Passagierdampfer in außereuropäischer Fahrt. Die Einführung dieser Schottvorschriften, mögen ihnen auch noch manche Mängel anhaften, sind eine Kulturfat, deren keine andere der seefahrenden Nationen sich rühmen kann. Wir können nur wünschen, daß die Seeberufsgenossenschaft diese Vorschriften, die vor 18 Jahren erlassen sind, auch auf der Höhe der Zeit hält mit dem gleichen Weitblick und ebenso unberührt von kleinlicher Rücksichtnahme, wie sie die Vorschriften im Jahre 1896 geschaffen hat.

Für die deutsche Passagierfahrt hat die erhöhte Sicherheit der deutschen Passagierdampfer einen guten Einfluß gehabt. Zu der Blüte des heutigen deutschen transatlantischen Passagegeschäfts hat neben der bequemen Bauart und der Schnelligkeit der Schiffe nicht zum geringsten Teil die durch die sinngemäße Schottanordnung erhöhte Sicherheit beigetragen. Gleichzeitig mit der Herausgabe der Schottvorschriften hatte die Seeberufsgenossenschaft die gesamten Unfallverhütungsvorschriften der zu ihr gehörenden Betriebe einer Neubearbeitung unterzogen, die nach jahrelanger Arbeit im Jahre 1899 neu erschienen und für die ganze Handelsflotte einen erhöhten Grad der Sicherheit in erster Linie natürlich für die Besatzung schufen.

Mit der Ablieferung der Schiffe für die „Barbarossa“-Klasse und des Schnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Große“ hatten die deutschen Großschiffswerften den Beweis erbracht, daß sie in jeder Hinsicht sowohl bezüglich der Bauausführung wie der Bauzeit den englischen Werften ebenbürtig waren. Es folgten nun die großen Schiffe in rascher Reihenfolge. Bei Blohm & Voß als Schwesterschiffe zur „Pennsylvania“ die „Pretoria“ von 13 234 Br.-Reg.-Tons sowie der „Graf Waldersee“; auf dem Stettiner Vulkan die „Patricia“ für die Hamburg-Amerika Linie. Für dieselbe Reederei wurden von der sogenannten „Bulgaria“-Klasse bei Blohm & Voß die „Bulgaria“, „Batavia“ und „Belgravia“ von je etwa 11 500 Br.-Reg.-Tons gebaut. Für den Norddeutschen Lloyd baute der Stettiner Vulkan den „König Albert“ von 10 600 Br.-Reg.-Tons und die „Princess Irene“; für die Hamburg-Amerika Linie die Schwesterschiffe dazu „Hamburg“ und „Kiäutschou“ für die Ostasienfahrt. F. Schichau in Danzig den „Großer Kurfürst“ für den Lloyd von 13 100 Brutto-Register-Tons. Inzwischen war 1897 auch die Werft von Joh. C. Tecklenborg A.-G. zum Großschiffbau übergegangen und baute für die Hamburg-Amerika Linie die „Assyria“ von 6570 Br.-Reg.-Tons sowie für den Norddeutschen Lloyd die „Köln“ und „Frankfurt“ von je 7500 Br.-Reg.-Tons, und den „Neckar“ von 9835 Br.-Reg.-Tons, während als Schwesterschiffe zu letzterem Blohm & Voß die Dampfer „Rhein“ und „Main“ auf Stapel legte. Dieselbe Werft lieferte für die Nederl.-Amer. Stoomboot-Maatschappij die „Potsdam“ von 12 400 Br.-Reg.-Tons.

Fast in noch höherem Maße wie der Großschiffbau entwickelte sich der Bau mittlerer Frachtdampfer. So wurden für die Hamburg-Südamerika-Linie von 1897 bis 1899 auf den Werften von Blohm & Voß, sowie der Reiherstiegwerft zehn Dampfer von 51 900 Br.-Reg.-Tons gebaut, für den Norddeutschen Lloyd außer den erwähnten großen Schiffen beim Bremer Vulkan in Vegesack der 1898 zum Großschiffbau übergang, zwei Dampfer von zusammen 10 142 Br.-Reg.-Tons. Für die Hamburg-Amerika Linie acht Schiffe von 40 000 Br.-Reg.-Tons bei Blohm & Voß, der Reiherstiegwerft und der Flensburger Schiffbaugesellschaft.

Sieben Dampfer für die Deutsch-Australische Dampfschiffsgesellschaft von zusammen 37 400 Br.-Reg.-Tons bei der Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft. Ferner einzelne Dampfer für die Deutsche Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Hansa“ in Bremen sowie die Deutsche Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Kosmos“ in Hamburg, ebenfalls auf der Flensburger Werft.

Eine ähnliche Blütezeit im Schiffbau hatten auch die Werften, welche die Nord- und Ostseefahrer bauten, wie z. B. die A.-G. Weser, die damals im Handelsschiffbau noch nicht zu größeren Bauten übergegangen war, der Bremer Vulkan in Vegesack, G. Seebeck A.-G. in Geestemünde, F. W. Wencke in Bremerhaven, die Howaldtswerke in Kiel, welche jedoch hauptsächlich für ausländische Rechnung bauten, dann aber die Schiffswerft von Henry Koch in Lübeck, die A.-G. Neptun in Rostock, die Oderwerke sowie Nüscke & Co. in Stettin, Klawitter und Johannsen & Co. in Danzig, Schichau auf der Stammwerft in Elbing und Gustav Fechter in Königsberg.

In technischer Beziehung hatte sich der Handelsschiffbau gegenüber der Stillstandsperiode in der Zeit von 1870 bis Anfang der 90er Jahre ebenfalls kräftig weiterentwickelt. An Stelle der aus dem Holzschiffbau überkommenen Raumbalken in 7 bis 8' Abstand im Raum war das Rahmenspantensystem getreten und dieses wieder gegen Ende des Jahrhunderts zum größten Teil durch das Hochspantensystem verdrängt worden. Das Bestreben, weite und freie Laderäume zu schaffen, setzte an Stelle der vielen massiven Stützen an jeden zweiten Spant aus Platten gebaute, hohle Stützen in großen Abständen in Verbindung mit starken Unterzügen. Die Vernietung mit Stoßblechen wurde auf den Kiel, die Scheergänge und den Stringer beschränkt, im übrigen die Ueberlappsnielung eingeführt. Auch die Methode bei größeren Schiffen zwei oder drei Kimmgänge zu doppeln, hatte man als irrig erkannt.

An der geheiligten Dreiteilung der Schiffstypen in Volldeck-, Spardeck- und Sturmdeckschiffe hielt man zwar noch ängstlich fest, aber man ordnete jetzt die Verbände schon mehr sinngemäß nach der tatsächlichen Beanspruchung an. Das Sturmdeckschiff trat an die Stelle des Spardeckers, während der Spardecker seinerseits wieder das Volldeckschiff verdrängte. Daneben nahmen die Eindeckschiffe immer größere Dimensionen an und es ist keines der geringsten Verdienste des Germanischen Lloyd, durch seine Vorschriften den Bau großer Eindeckschiffe ermöglicht zu haben, als der englische Lloyd noch an der allhergebrachten Maximaltiefe von 24' festhielt.

IV.

Der Deutsche Handelsschiffbau von der Jahrhundertwende bis zur Einführung der neuen Bauweise 1900 bis 1909

Das Jahr 1900 ist für die Entwicklung der deutschen Handelsschiffstypen von größter Bedeutung. In diesem Jahre beschloß nämlich die Seeberuf-

genossenschaft auf ihrer Sommersammlung der Frage der Einführung einer Freibordmarke für alle Schiffe außerhalb der kleinen Küstenmarke näher zu treten. England hatte durch die Plimsoll Akte im Jahre 1875 für alle Handelsschiffe die Anbringung einer Tieflademarken vorgeschrieben, aber erst später genauere Angaben darüber erlassen, wie diese Tieflademarken berechnet werden sollte. Die von dem Load Line Committee aufgestellten Freibordtabellen wurden im August 1890 vom Board of Trade angenommen und durch die Merchant Shipping Act vom Jahre 1894 gesetzlich eingeführt. Die Folge dieser langen Fristen war natürlich die, daß die Grundlagen, auf denen die Freibordgesetze aufgebaut waren, inzwischen veraltet waren. Da das Gesetz den Board of Trade Beamten das Recht gab, auch alle ausländischen Schiffe in englischen Häfen festzuhalten, wenn sie tiefer weggeladen hatten, als die englischen Freibordtabellen gestatteten, so führte dies zu allerlei Unzuträglichkeiten. Schiffe, welche regelmäßig nach England fuhren, ließen sich ein besonderes von dem englischen Board of Trade anerkanntes Freibordzertifikat ausstellen, da das Board of Trade den vom Germanischen Lloyd für alle Spardeck- und Sturmdeckschiffe vorgeschriebenen Freibord nicht anerkannte. Da aber, wie erwähnt, die englischen Freibordregeln auf inzwischen veralteten Grundlagen aufgebaut waren und infolgedessen der Freibord meist nicht sehr günstig ausfiel, andererseits die Festhaltung der nach englischer Ansicht überladenen Schiffe stets zu diplomatischen Auseinandersetzungen Veranlassung gab, so fand bei Reedern und Regierung die Absicht, auch in Deutschland eine Tiefladelinie einzuführen, einen günstig vorbereiteten Boden, zumal auch die ganze Entwicklung der Schiffstypen auf den Freibord als einen unzertrennlichen Bestandteil der Klasse hinauslief. Schon vor dem erwähnten Beschluß der Seeberufsgenossenschaft, der Freibordfrage näher zu treten, hatte die Hamburg-Amerika Linie für alle Schiffe ihrer Flotte eine besondere Freibordmarke eingeführt. Die Berechnung derselben wurde von Middendorf, dem Direktor des Germanischen Lloyd, nach ähnlichen Grundsätzen wie die in dem englischen Tiefladengesetz enthaltenen ausgeführt.

Auf die Meldung der Reederei von diesem Beschluß ließ S. M. der Kaiser derselben ein Glückwunschtelegramm zugehen, welches mit den Worten schloß: „Möge Ihr gutes Beispiel reichlich Nachahmer finden.“

Im Sommer 1900 beschloß die deutsche Seeberufsgenossenschaft auf Antrag des Generaldirektors Dr. Wiegand vom Norddeutschen Lloyd, die Aufsicht über den Tiefgang der Seeschiffe zu übernehmen. Um richtige Grundlagen für die Bestimmung der Tiefladelinie zu schaffen, mußte jeder Kapitän einen sogenannten Tiefgangsnachweis ausfüllen, in welchem die Tiefgänge bei Antritt und Beendigung der Reise und etwa hierbei sich ergebende Unzuträglichkeiten eingetragen werden mußten. Diese Tiefgangsnachweise wur-

den an den Germanischen Lloyd gesandt, welcher den nach den englischen Freibordregeln zulässigen Tiefgang des Schiffes errechnete und mit dem wirklichen Tiefgang verglich.

Auf diese Weise wurde eine einwandfreie Grundlage für die Aufstellung der deutschen Freibordvorschriften



Abb. 4
Carl Ferdinand Laeisz,
I. Vorsitzender
der See-Berufsgenossenschaft
(gest. am 22. August 1900)

Vorsitzenden, den Hamburger Reeder R. Krogmann, durch eine hohe Ordensauszeichnung.

Die deutschen Freibordvorschriften unterscheiden sich von den englischen dadurch, daß sie von Anfang an den modernen Schiffstypen Rechnung getragen haben und namentlich für Schiffe mit Aufbauten eine wesentlich größere Festigkeit zugrunde legen als die englischen Freibordregeln dies getan hatten. Dadurch wurde nach den Regeln der Seeberufsgenossenschaft der Freibord von Schiffen mit langen Aufbauten günstiger, als nach den englischen Freibordregeln, während umgekehrt für Schiffe ohne Aufbauten der Freibord ungünstiger wurde, als nach den englischen Freibordvorschriften.

Das Hauptverdienst an dem Zustandekommen des Freibordgesetzes gebührt zwei Männern, die die endgültige Einführung desselben leider beide nicht mehr erlebten. Der eine, welcher der Einführung des Freibordgesetzes den Boden geebnet und die Reeder mit dem Gedanken der Freibordregeln vertraut gemacht hatte, war der I. Vorsitzende der Seeberufsgenossenschaft, Carl Ferdinand Laeisz, der im August 1900 starb. Er war seit der Gründung der Seeberufsgenossenschaft am 5. Dezember 1887 deren Vorsitzender gewesen. Der Ausbau der Unfallverhütungsvorschriften, die Schottvorschriften und endlich die Vorbereitung der Freibordvorschriften waren seiner Initiative entsprungen, und für ihre Förderung hatte er sein ganzes reiches Können und seine schier unerschöpfliche Arbeitskraft aufgewendet.

gewonnen, die im Frühjahr 1903 fertiggestellt wurden. In der Sommerversammlung der Seeberufsgenossenschaft 1903 wurde die Annahme dieser Vorschriften beschlossen, die dann durch Verfügung des Präsidenten des Reichs - Versicherungsamtes in Kraft trafen. Der Seeberufsgenossenschaft sprach der Kaiser auf die Meldung von der Annahme der Freibordbestimmungen telegraphisch seinen Dank aus und ehrte den

Der zweite, der die Pläne Laeizszs zur Ausführung gebracht, war der Direktor des Germanischen Lloyd, Friedrich Ludwig Middendorf, der bei der Fertigstellung der Freibordvorschriften plötzlich am 12. Februar 1903 aus seinem arbeitsreichen Leben abgerufen wurde. Seine Verdienste um den deutschen Handelsschiffbau, durch Herausgabe der Bauvorschriften des Germanischen Lloyd, um die Ausarbeitung der Unfallverhütungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft, um die Schottvorschriften für Passagierdampfer der transatlantischen Fahrt und endlich um die Freibordvorschriften werden im deutschen Handelsschiffbau unvergessen bleiben. Wir geben nachstehend das Bild Middendorfs.

Mit dem Beginn des neuen Jahrhunderts hatte der deutsche Handelsschiffbau den Höhepunkt der Entwicklung erreicht. Für die Jahre 1900 und 1901 bleibt die Beschäftigungsziffer annähernd die gleiche, um dann im Jahre 1902 um mehr als ein volles Drittel zu sinken. Im Jahre 1903 beginnt wieder ein geringes Steigen, dem nach gewissen Schwankungen in den Jahren 1905 und 1906 ein Hinaufschnellen der Beschäftigungsziffern auf eine vorher nicht gekannte Höhe folgt. Indessen noch viel schroffer als der Aufstieg ist der Abfall in den Jahren 1907 und 1908. Schon 1907 beginnen manche Handelsschiffswerften Schiffe für eigene Rechnung zu bauen, nur um sich den Stamm gelernter Arbeiter zu erhalten.

Im Jahre 1901 war in den Bestellungen der großen deutschen Reedereien ein gewisser Stillstand eingetreten.

Die Weserwerften bauten die „Brandenburg“ - Klasse des Norddeutschen Lloyd, und zwar der Bremer Vulkan die „Brandenburg“ und „Breslau“, Joh. C. Tecklenborg A.-G. die „Cassel“ und „Chemnitz“, ferner den „Sambas“ für die ostindische Küstenfahrt, der Stettiner Vulkan den Schnelldampfer „Kronprinz Wilhelm“. Im nächsten



Abb. 5
Friedrich Ludwig Middendorf,
Direktor des Germanischen Lloyd
(gest. am 12. Februar 1903)

Jahre brachten die Bestellungen des Norddeutschen Lloyd, der die Schiffe der „Feldherrn“-Klasse in Auftrag gab, eine geringe Belebung. Joh. C. Tecklenborg baute „Roon“ und „Scharnhorst“, Schichau in Danzig „Zieten“ und „Seydlitz“, der Stettiner Vulkan die „Gneisenau“, außerdem die „Schleswig“ und endlich als neues Rekordschiff den Schnelldampfer „Kaiser Wil-

helm II.“. Im Jahre 1903 kommt als einzige neue Bestellung des Norddeutschen Lloyd der Dampfer „Prinz Eitel Friedrich“ beim Stettiner Vulkan dazu.

Die Hamburg-Amerika Linie hatte im Jahre 1900 als schnellstes Schiff der Welt die „Deutschland“ in Dienst gestellt. An Frachtdampfern hatte sie bei der Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft die „Sambia“, „Sithonia“ und „C. Ferd. Laeisz“, im folgenden Jahre die großen Passagierdampfer „Blücher“ und „Mollke“ von je 12 600 Br.-Reg.-Tons in Bau gegeben. Beim Bremer Vulkan wurden „Prinz Adalbert“ und „Prinz Oskar“, bei der Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft „Prinz August Wilhelm“ und „Prinz Joachim“ gebaut. Einen besonderen Schiffstyp bildeten die bei der A.-G. „Neptun“ gebauten Dampfer „Nauplia“ und „Nicaria“ mit hohen Seitentanks, die eine doppelte Wand bis zum Deck bildeten, nach dem Patent des Schotten Mc. Glashan. Es sind dies die einzigen in Deutschland gebauten Schiffe dieses Typs geblieben.

Es würde nun hier zu weit führen, wollten wir alle in dieser Periode gebauten Schiffe einzeln nennen. Die vorhergehende Aufzählung zeigt uns den entscheidenden Einfluß der großen Reedereien auf die deutsche Schiffbau-Industrie. Letztere ist völlig abhängig von den Bestellungen der inländischen Reeder, da ihr ein ausgleichendes ausländisches Absatzgebiet, wie es heute noch der englische Handelsschiffbau besitzt, und welches fast ein Drittel der vergleichsweise viel größeren englischen Produktion aufnimmt, völlig fehlt. Mit dem Nachlassen der Bestellungen der großen Reedereien läßt auch sofort die Beschäftigung der Werften nach. Zwar hat Deutschland noch eine ganze Anzahl mittlerer Reedereien, welche dem Schiffbaumarkt Aufträge zuführen, indessen können sie nicht den Ausfall der Bestellungen der Großreedereien kompensieren. Von diesen Reedereien hatten die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrts-Gesellschaft die Capdampfer in Auftrag gegeben. „Cap Frio“, „Cap Roca“, „Cap Blanco“, „Cap Orlegal“ usw. Die Woermann-Linie die „Irma Woermann“, „Lili Woermann“, „Martha Woermann“, „Lucie Woermann“, „Henriette Woermann“, alle bei Blohm & Voß, die „Emilie Woermann“ bei der Reiherstieg Schiffswerft. Die Deutsch-Ostafrika-Linie die Dampfer „Präsident“, „Gouverneur“, „Kurfürst“, „Prinzregent“ und „Feldmarschall“. Dazu kamen die Aufträge der Deutschen Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Hansa“, die wieder ihre Aufträge mehr deutschen Werften zuzuwenden begann, mit den Dampfern „Marienfels“, „Schönfels“, „Liebenfels“, „Werdenfels“, „Axenfels“, „Trautenfels“, „Mollkefels“, „Heimburg“ usw.

Neben dem Dampfschiffbau sehen wir in jener Periode den Bau großer stählerner Segelschiffe noch einmal aufleben, so baute Joh. C. Tecklenborg A.-G. in Geestemünde das Schulschiff „Großherzogin Elisabeth“ für den Deutschen Schul-

schiffverein und das Fünfmastvollschiff „Preußen“, das größte Segelschiff der Welt für die Rederei Laeisz in Hamburg, ferner die Viermastbark „Pangani“. Für dieselbe Rederei baute Blohm & Voß die Viermastbark „Petschili“. Noch etwas größer in ihren Abmessungen als die „Preußen“ war die „R. C. Rickmers“ von Rickmers Reismühlen, Reederei und Schiffbau-A.-G. in Bremerhaven gebaut, eine Fünfmastbark mit einer Dreifach-Expansionsmaschine von 1000 i. PS., so daß sie eher unter die Dampfer zu zählen ist, unter denen sie der Germanische Lloyd auch registriert.

Es war dies gewissermaßen das letzte Aufleben des Segelschiffbaues in Deutschland, denn wenn auch einige Jahre später die Werft von Blohm & Voß außer einem Schulschiff noch einmal zwei Viermastbarken, die „Peking“ und „Passat“ baute, so handelte es sich hierbei nur um Ersatzbauten. Die Zeiten des Segelschiffbaues sind wohl endgültig vorüber, erhält doch das neue zurzeit bei Joh. C. Tecklenborg im Bau befindliche Schulschiff einen Dieselmotor von 500 Pferdestärken. Nicht weniger als die Entwicklung des Großschiffbaues interessiert der Bau der mittleren Handelsschiffe besonders der größeren Nord- und Ostseefahrer in jener Periode. Mit dem neuen Jahrhundert beginnt nämlich ein neuer Faktor auf die Wahl der Handelsschiffstypen bestimmend mitzuwirken, die Schiffsvermessung.

Aus England war die Praxis überkommen bei der amtlichen Vermessung des Schiffes diejenigen Aufbauten als offen anzusehen und folglich von der Vermessung auszuschließen, bei denen eine Oeffnung in den Endschotten oder eine Luke im Deck keine ständig angebrachten Verschlussvorrichtungen aufwies. Da nun nach dem vermessenen Tonnengehalt die Hafengebühren usw. bezahlt werden, so bedeutete eine kleine Vermessung für Schiffe, welche nur kurze Reisen zu machen halten, einen wichtigen Faktor in der Rentabilität. Zuerst beschränkte man sich darauf, die großen Aufbauten von der Vermessung auszuschließen, bald aber ging man dazu über, durch Einschneiden einer sogenannten Vermessungsluke im oberen Deck und Anbringung von Durchgangsöffnungen in den Schotten des Zwischendecks auch das ganze Zwischendeck von der Vermessung auszuschließen.

Im übrigen zeigte sich seit Beginn des Jahrhunderts im Handelsschiffbau ein unverkennbares Streben, eine rationellere Bauweise einzuführen. Bei der vollständigen Abhängigkeit des Handelsschiffbaues von den Klassifikationsgesellschaften war aber nur ein Erfolg zu erwarten, wenn diese Bestrebungen die Billigung der Schiffs-Klassifikationsgesellschaften fanden. Die bis zum Jahre 1900 in Deutschland in dieser Hinsicht gemachten Fortschritte haben wir bereits im vorigen Abschnitt erwähnt. Seit 1900 begann aber der englische Lloyd in ununterbrochener Folge Verbesserungen einzuführen. Eine wirksame Unterstützung fand er dabei durch das British Standard Committee. Diese

Vereinigung von Vertretern der verschiedensten Körperschaften auf allen Gebieten der Technik, die wir in einem Teile etwa mit der deutschen Normal-Profil-Kommission vergleichen können, hatte in den im Februar 1903 herausgegebenen British Standard Sections speziell für den Handelsschiffbau Profile geschaffen, welche den damals geltenden deutschen Normalprofilen gegenüber, was möglichst große Festigkeit bei möglichst geringem Gewicht betraf, erheblich günstiger waren. Waren nun früher die nach den Regeln des Germanischen Lloyd gebauten Schiffe bei geringerem Eigengewicht stärker als die nach den englischen Regeln gebauten, so konnte man dies jetzt nicht mehr behaupten. Im Gegenteil wurden die Schiffe nach den englischen Regeln immer vorteilhafter. Brachten schon die günstigeren englischen Profile eine Gewichtsverminderung gegenüber den in Deutschland gebauten Schiffen, so suchte der englische Lloyd durch günstigere Anordnung des Materials bei gleichzeitiger Gewichtsverringerung die Festigkeit weiter zu erhöhen. Durch die Anordnung des Doppelbodens war die neutrale Achse bei den Handelsschiffen unverhältnismäßig weit nach unten geschoben worden, so daß die obere Gurtung übermäßigen Beanspruchungen ausgesetzt war. Man hatte aus diesem Grunde den bei den ersten Schnelldampfern noch typischen Doppelboden mit Längsträgern später als Doppelboden mit Bodenteilen auf jedem Spant, bei dem nur Mittelträger und Randplatte durchlaufend angeordnet waren, gebaut. Der englische Lloyd ging nun dazu über, die Abmessungen der Verbandteile der Doppelböden erheblich zu verringern. Schon vorher hatte er jegliche Kimmverstärkung der Außenhaut bei größeren Schiffen fallen lassen, während der Germanische Lloyd bei niedrigen Schiffen noch die Dopplung eines oder mehrerer Kimmgänge für halbe oder gar drei Viertel Schiffslänge vorschrieb. Andererseits verstärkte der englische Lloyd die von Bord zu Bord reichenden Aufbauten, so bald sie einen größeren Teil der Schiffslänge mittschiffs einnahmen, so daß sie geeignet waren, die Spannungen der oberen Gurtung aufzunehmen. Die enormen Fortschritte, die der englische Lloyd in dieser Hinsicht machte, führte im Jahre 1905 zu Erörterungen im Deutschen Nautischen Verein und in der Schiffbautechnischen Gesellschaft, ohne daß es für den deutschen Handelsschiffbau zu Änderungen gekommen wäre. Da der englische Lloyd die Klassifikation von Schiffen, die in Deutschland nach den Regeln des Germanischen Lloyd gebaut wurden, ablehnte, so sahen sich viele deutsche Reeder gezwungen, ihre Schiffe nach den Regeln des englischen Lloyd bauen zu lassen, namentlich die Reeder der Frachtdampferlinien. Diese aber waren nach dem Jahre 1906 noch die einzigen Auftraggeber des deutschen Handelsschiffbaues. Bis zu jenem Jahre hatten die großen deutschen Passagierdampferlinien eine große Zahl Schiffe bauen lassen, es seien nur die „Kaiserin Auguste Victoria“ beim Stettiner Vulcan und die „Cincinnati“ bei F. Schichau für die Hamburg-

Amerika Linie, die „Kronprinzessin Cecilie“ und den „George Washington“ beim Stettiner Vulcan, sowie der „Kronprinz Friedrich Wilhelm“ bei der Joh. C. Tecklenborg A.-G. für den Norddeutschen Lloyd genannt, das letzte große Schiff des Lloyd war der Anfang 1907 bei der A.-G. Weser, die inzwischen auch den Bau großer Handelsschiffe aufgenommen hatte, in Auftrag gegebene Doppelschraubendampfer „Berlin“. Dann wurde es still auf den Handelsschiffswerften. Es brach eine Periode des Tiefstandes für die deutsche Reederei und sofort auch für den deutschen Schiffbau an.

Das Fehlen des Auslandsgeschäftes, welches bei den Schwankungen der Konjunktur wenigstens einigermaßen ausgleichend für die deutsche Schiffbauindustrie wirken können, machte sich sofort wieder in empfindlichster Weise namentlich bei den reinen Handelsschiffswerften geltend. Für diejenigen Werften, welche gleichzeitig Kriegsschiffbau betrieben, war die Lage durch die für die deutsche Marine in Auftrag gegebenen Neubauten weniger kritisch. Indessen blieb dieser Tiefstand in der Schiffbau-Industrie nicht nur auf Deutschland beschränkt, sondern die viel mächtigere britische Schiffbau-Industrie hatte noch viel empfindlicher unter der ungünstigen Konjunktur zu leiden. Die Preise der Schiffe fielen ganz außerordentlich, was andererseits für einzelne kapitalkräftige Reedereien gerade Anlaß zu Neubestellungen wurde. So ließ die Deutsche Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Hansa“ eine beträchtliche Anzahl großer Frachtdampfer in dieser Periode bauen, und es ist ihr besonders hoch anzurechnen, daß sie dieselben trotz des drückenden englischen Wettbewerbes fast ohne Ausnahme auf deutschen Werften in Auftrag gab.

V.

Die Umwälzung im Handelsschiffbau im Jahre 1909

Gerade zu der Zeit, als der deutsche Handelsschiffbau in Deutschland und England am tiefsten darnieder lag, gab der englische Lloyd neue Bauvorschriften heraus, die auf ganz anderer Grundlage aufgebaut waren, als die bisherigen.

Zunächst brach der englische Lloyd mit der Begünstigung der breiten Schiffe, indem er als Leitzahl die Summe aus Breite und Seitenhöhe nahm. Des weiteren waren die neuen Regeln ausschließlich auf den Grundsätzen der Festigkeitslehre aufgebaut. Es gab nur mehr einen Schiffstyp, bei welchem die starke Gurtung unter allen Umständen in das oberste durchlaufende Deck bzw. den über eine größere Länge mittschiffs sich erstreckenden obersten Aufbau gelegt war.

Im übrigen erstrebten die neuen Bauvorschriften eine Verstärkung des Oberschiffs und eine Verringerung der Materialstärken im Unterschiff namentlich im Doppelboden, um eine günstigere Lage der neutralen Faser und somit eine Entlastung der oberen Gurtung zu erzielen, die nach den alten Bauregeln namentlich bei langen und niedrigen Schiffen stets zu schwach war.

Die neuen Bauvorschriften waren auf die Entwicklung der Schiffstypen von weittragender Bedeutung. Es war für den Bau großer Eindeckschiffe die Bahn freigegeben. In technischer Hinsicht ergab sich eine Verminderung des toten Stahlgewichts bis zu 7½ % bei gleichzeitiger Steigerung des Widerstandsmomentes bis um 14 %. Noch erheblich größer war der Vorteil bei Mehrdeckschiffen, da hier die neue sinngemäße Anordnung der Querverbände, die bis dahin nach den vom alten Holzschiffbau überkommenen Grundsätzen verlangt waren, eine vermehrte günstige Wirkung zeigte. Das Rahmenspannt wurde auf den Maschinen- und Kesselraum beschränkt und das Hochspannt, welches bis dahin in voller Stärke vom Boden bis zum oberen Deck durchlaufen mußte, wurde nun sinngemäß in verschieden starke Raumspannten, Zwischendeckspannten und Aufbauspannten geteilt.

An Stelle der vielen breiten, weit in den Raum hineinragenden, aus Platten und Winkeln gebauten Seitenstringer, die ohne auf die Festigkeit des Schiffskörpers von größerem Einfluß zu sein, die Ladefähigkeit beschränkten, trafen jetzt schmale Winkelstringer, oder man ließ die Seitenstringer ganz weg.

Ein weiterer großer Fortschritt war die Zulassung größerer Abstände der Querverbände, statt der bis dahin üblichen engen Spantenordnung.

VI.

Der Einfluß der neuen englischen Bauvorschriften vom Jahre 1909 auf den deutschen Handelsschiffbau

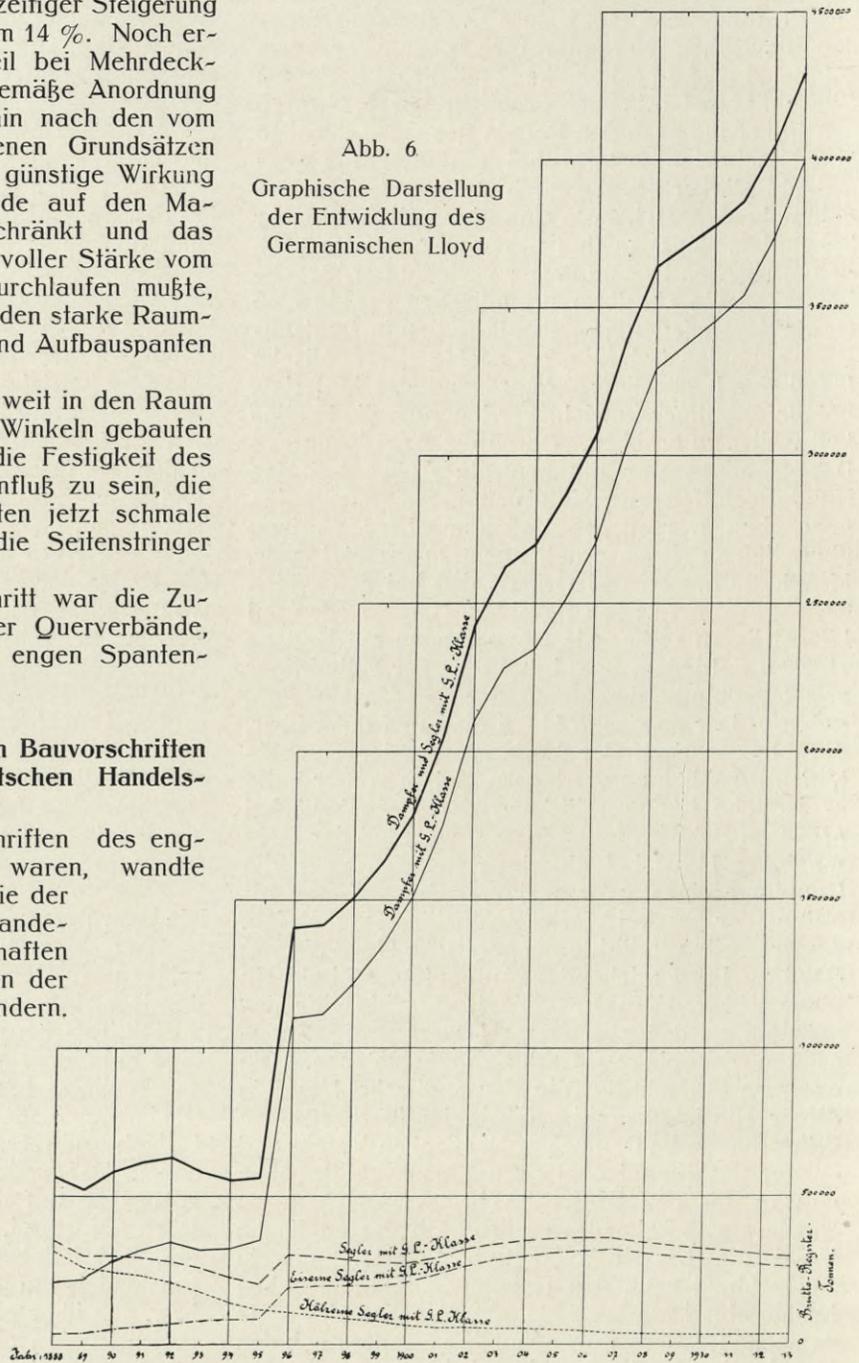
Kaum daß die neuen Vorschriften des englischen Lloyd herausgekommen waren, wandte sich die gesamte Schiffbauindustrie der neuen Bauweise zu. Es blieb den anderen Schiffsklassifikationsgesellschaften nichts übrig, als ihre Vorschriften der neuen Bauweise entsprechend zu ändern.

Der Germanische Lloyd machte sich im großen und ganzen die Regeln des englischen Lloyd zu eigen, doch weisen seine Vorschriften an einzelnen Stellen noch Verschiedenheiten auf.

Der Germanische Lloyd hat in noch viel ausgeprägterem Maße das Widerstandsmoment der durchlaufenden Längsverbände als Maßstab für die Festigkeit des Schiffes aufgestellt als der englische. Er sucht durch die Anordnung starker Deckstringer möglichst viel Material in der äußersten Faser anzuhäufen, während er den Gang unter dem Scheergang zur Verstärkung der oberen Gurting nicht heranzieht. Desgleichen betrachtet der Germanische Lloyd die unteren Decks lediglich als Plattform und als mehr oder minder belanglos für die Längsfestigkeit des Schiffes. Er kennt deshalb

in den unteren Stahldecks keinen besonderen Deckstringer. Eine weitere grundsätzliche Verschiedenheit findet sich beim Germanischen Lloyd in der gleichmäßigen Verringerung aller durchlaufenden Längsverbandteile bei geringerem Tief-

Abb. 6
Graphische Darstellung der Entwicklung des Germanischen Lloyd



gang als für ein Schiff mit vollen Materialstärken zulässig ist. Hierdurch ergibt sich bei gleichzeitiger Beibehaltung der für das Schiff mit vollen Materialstärken zugelassenen großen Spantenfernung eine Schwächung mancher Verbandteile, welche nicht alle großen Handelsschiffswerften in solchem Umfang für zulässig erachten. Beim englischen Lloyd entspricht dem Schiff mit verringer-

tem Tiefgang und dementsprechend verringerten Materialstärken auch immer eine entsprechend engere Spantenfernung.

Immerhin bedeuten die heute geltenden Bauvorschriften eine ganz erhebliche Verbesserung der Bauweise gegenüber den vor 1910 geltenden Bauvorschriften und die deutsche Schiffbauindustrie muß dem technischen Direktor, Professor Pagel, der seit Middendorfs Tod die technische Leitung des Germanischen Lloyd hat, Dank dafür wissen, daß er die deutschen Bauvorschriften auf der Höhe der Zeit zu halten und den englischen Gleichwertiges zu schaffen bemüht ist.

Welchen Einfluß der Germanische Lloyd inzwischen auf den deutschen Handelsschiffbau gewonnen, geht aus Bild 6 hervor.

Gleichzeitig mit der durch die Klassifikationsgesellschaften eingeführten neuen Bauweise kam in England das Längsspanntensystem im Handelsschiffbau in Aufnahme, das bis dahin, abgesehen von dem „Great Eastern“ und einigen kleineren gleichfalls von Scott Russel gebauten Handelsschiffen ausschließlich im Kriegsschiffbau Anwendung gefunden hatte. Es war das nach dem Engländer Isherwood benannte System, das an Stelle der engstehenden gewöhnlichen Spanten in Abständen etwa wie die früheren Rahmenspanten durchlaufende, aus Platten und Winkeln bzw. Wulstwinkeln zusammengebaute geschlossene Rahmen vorsieht, und die Längsverbände, Deck, Boden und Seitenbeplattung durch durchlaufende in entsprechenden Abständen angeordnete Längsspannten aus Wulstwinkeln oder C-Profilen, welche die Rahmen an ihrer Außenkante bündig durchsetzen, verstärkt. Der große Vorteil dieser Bauart besteht darin, daß durch entsprechende Wahl der Profile und des Abstandes der Längsspannten die Festigkeit stets entsprechend der Beanspruchung gewählt werden kann. Das Isherwoodsystem gestattet also eine rationellere Anordnung des Materials als das Querspanntensystem, und ein entsprechend geringeres Stahlgewicht bei gleichzeitig größerer Tragfähigkeit. So ist das Isherwoodsystem z. B. für Tankdampfer, bei denen nach dem gewöhnlichen Spantensystem die untere Gurtung in den seltensten Fällen stark genug wird, die gegebene Bauweise.

Die Periode des Tiefstandes in der Seeschiffahrt in den Jahren 1907 bis 1909 war von den Reedereien benutzt worden, einen Teil der älteren Schiffe abzustoßen. Die dann 1910 einsetzende günstigere Konjunktur gab den deutschen Werften um so regere Beschäftigung. Für das Jahr 1908 gab der Germanische Lloyd 79 Seeschiffe von insgesamt 146 139 Br.-Reg.-Tons als Gesamtleistung der deutschen Handelsschiffswerften an, 1911 war diese Zahl schon annähernd auf das Doppelte gestiegen, betrug doch der Gesamttonnengehalt der fertiggestellten Schiffe 263 673 Br.-Reg.-Tons, um 1912 noch weiter, auf 274 041 Br.-Reg.-Tons zu steigen. Zurzeit ist von einem Nachlassen der Beschäftigung noch nicht viel zu merken, denn laut

Ausweis des Germanischen Lloyd blieben im Dezember 1911 noch 180 Dampfer von 454 070 Br.-Reg.-Tons, 69 Motorschiffe von 42 812 Br.-Reg.-Tons und 179 Segelschiffe von 56 933 Br.-Reg.-Tons, zusammen 428 Handelsschiffe von 553 815 Br.-Reg.-Tons im Bau. Diese Zahlen wiesen im Dezember 1912 wiederum eine ganz erhebliche Steigerung auf, denn die Zahl der auf deutschen Werften noch im Bau befindlichen Handelsschiffe belief sich auf 452 mit einem Gesamt-Bruttoraumgehalt von 878 223 Reg.-Tons, d. i. eine Steigerung gegen das vorhergehende Jahr um 58,6 %, davon waren 191 Dampfer mit 762 569 Br.-Reg.-Tons, 58 Motorschiffe mit 45 365 Br.-Reg.-Tons und 203 Segelschiffe mit 70 289 Br.-Reg.-Tons.

Zunächst waren es, abgesehen von einigen Riesendampfern der großen Dampfschiffahrts-Gesellschaften, die Frachtdampferreedereien, welche große Schiffsräume in Auftrag gaben, vor allem die Deutsche Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Hansa“, welche, wie vorerwähnt, die Zeit des Daniederliegens des deutschen Handelsschiffbaues benutzt hatte, um mit geringen Gesteuerungskosten ihre Flotte zu erneuern und zu vergrößern. Ihr folgte die Deutsch-Australische Dampfschiffgesellschaft in Hamburg, sowie die Deutsche Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Kosmos“. So gab die „Hansa“ allein in den letzten beiden Jahren etwa 20 Schiffe mit über 100 000 Br.-Reg.-Tons deutschen Werften in Bau, die Deutsch-Australische Dampfschiffgesellschaft 19 Schiffe von etwa 127 000 Br.-Reg.-Tons, die Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Kosmos“ 10 Dampfer von etwa 70 000 Br.-Reg.-Tons.

Das Aufblühen des Handels mit Südamerika hatte eine große Anzahl von Bauaufträgen auf Fracht- und Passagierdampfer der Hamburg-Südamerika-Linie für die deutschen Werften zur Folge. Am 1. Januar d. J. waren allein für diese Reederei noch 10 Dampfer mit etwa 94 000 Br.-Reg. Tons im Bau. Allein diese Zahlen verschwinden gegen die Bauaufträge, welche die beiden größten deutschen Reedereien den deutschen Werften zuführten. So waren für die Hamburg-Amerika Linie eine große Anzahl Dampfer mit rund 300 000 Br.-Reg.-Tons im Bau. Diese Zahl erscheint allerdings weniger erstaunlich, wenn man berücksichtigt, daß „Imperator“ und „Vaterland“ zusammen schon über 100 000 Br.-Reg.-Tons messen. Für den Norddeutschen Lloyd waren 13 Schiffe mit etwa 120 000 Tonnen im Bau, darunter der „Columbus“ bei F. Schichau mit 35 200 Br.-Reg.-Tons im Bau. Ueber die hervorragendsten Schiffe dieser Reedereien ist bei den einzelnen Werften ausführlicher die Rede.

Zum Schluß sei noch der Bestrebungen gedacht, den Motor in die transatlantische Schifffahrt einzuführen. Als erstes transatlantisches Motorschiff, welches auf einer deutschen Werft gebaut war, machte der „Monte Penedo“ der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft im August 1912 die Reise über den Ozean, doch waren die Motoren im Ausland, von Gebr. Sulzer

in Winterthur, gebaut, ihm folgte das Motorschiff „Rolandseck“ für die Deutsche Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Hansa“, welches bei Joh. C. Tecklenborg erbaut und mit „Carel-Tecklenborg“-Motoren versehen war. Im Frühjahr dieses Jahres wurde dann als erstes Motorschiff mit rein deut-

mit vollgetakelten Masten und völlig glattem Deck ohne Aufbauten. Alle Wohnräume für die Passagiere waren in das Innere des Schiffsrumpfes verbaut. Nur bei gutem Wetter konnten die Passagiere auf dem Oberdeck an die frische Luft kommen. Als Gegenstück hierzu sehen wir den

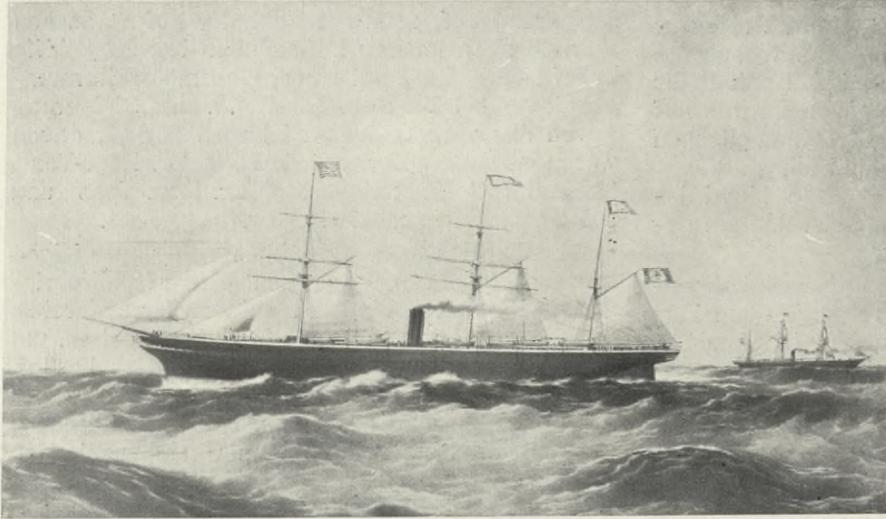


Abb. 7. Alter Lloydampfer

schon Motoren das Petroleumtankschiff „Hagen“ von der Fried Krupp A.-G. in Kiel für die Deutsch-Amerikanische Petroleum-Gesellschaft in Hamburg in Fahrt gestellt. Ueberhaupt ist es der Petroleum-tankdampferbau, der den Motorschiffbau in Deutschland weiter ermutigt hat, nachdem die außerordentlich hohen Oelpreise zurzeit den Betrieb von Motorschiffen in der allgemeinen Frachtfahrt wenig rentabel machen. Von 17 Tankschiffen von zusammen 98 980 Br.-Reg.-Tons, die zurzeit in Deutschland im Bau sind, sind 6 Motorschiffe, für die übrigen hat man den Dampf als Betriebskraft beibehalten.

Haben wir in den vorhergehenden Abschnitten die technische Entwicklung im Bau und der Konstruktion des Schiffskörpers und der Anordnung der Verbände in Deutschland in den vergangenen

25 Jahren erörtert, so sei zum Schluß kurz auf die Entwicklung hingewiesen, welche der Handelsschiffbau auch auf den übrigen Gebieten in diesem Zeitraum durchgemacht. Das obenstehende Bild zeigt uns einen alten Lloydampfer als Typ des alten Passagierdampfers, wie er noch vielfach zu Ende der achtziger Jahre in Fahrt war. Ein Schiff

Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm II.“ des Norddeutschen Lloyd mit seinen mehrfach übereinander angeordneten Aufbauten, neben denen langgestreckte Promenadengänge den Passagieren auch bei schlechtem Wetter ausgedehnte Spaziergänge gestatten. Statt der vollgetakelten Raamasten drei schlanke Pfahlmasten, die lediglich für Ladezwecke und als Signalmasten dienen und deren hohe Stengen die Antennen der drahtlosen Telegraphie tragen, die den Nachrichtenverkehr mit dem Lande ermöglichen, nachdem es schon tagelang außer Sicht gekommen. Statt des einen

Schornsteins, vier mächtige Schloten, die die gewaltigen Maschinenkräfte ahnen lassen, die im Innern des Schiffes arbeiten.

Und wie die Silhouette des Ozeandampfers sich geändert, so hat auch sein Inneres grund-

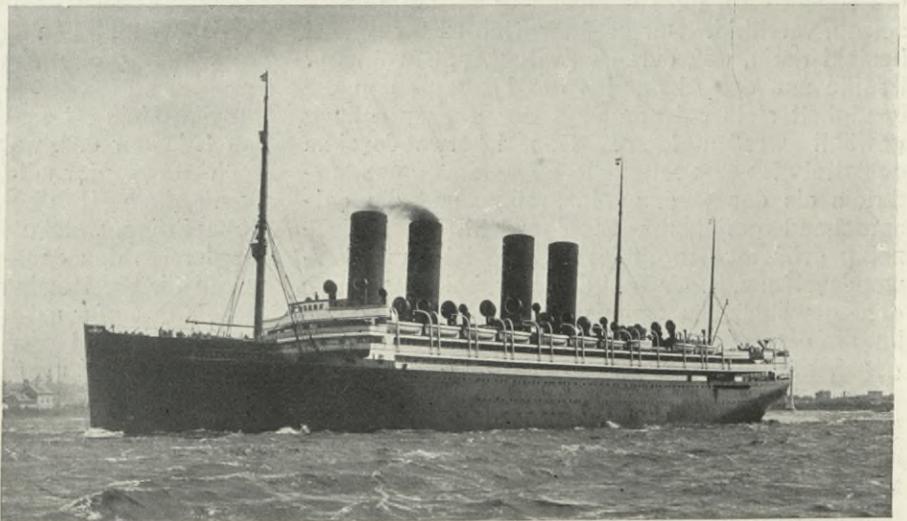


Abb. 8. Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm II.“ des Norddeutschen Lloyd, gebaut von der Steffiner Schiffs- und Maschinenbau-A.-G. Vulcan

legende Wandlungen durchgemacht. Hier ist nicht der Platz, um die Erungenschaften der Technik aufzuzählen, die im Laufe des Vierteljahrhunderts all die Hunderte von Hilfsmaschinen geschaffen, welche heute der Bequemlichkeit und Sicherheit der Passagiere dienen. Auch die Einrichtung der prächtigen Innenräume hat die Wandlungen der

Zeit erfahren. Auf dem nebenstehenden Bilde sehen wir den Speisesaal eines Lloyd-schnelldampfers vom Ende der achtziger Jahre. Verhältnismäßig niedrige Räume, die Decke mit einer überladenen Pracht, Säulen und Möbel im Rokokostil, und dabei die Tische in langgestreckten Reihen, Platz an Platz, lang wie die Speisekarte, deren Unzahl Gerichte dem Passagier, wenn ihn nicht die Seekrankheit quälte, die Langeweile des Bordlebens vertreiben helfen mußte. Das Bild darunter zeigt uns den Speisesaal des Schnelldampfers „Kronprinzessin Cecilie“ des Norddeutschen Lloyd. Hohe luftige Räume im modernen Stil lassen den Passagier vergessen, daß er sich an Bord eines Schiffes auf hoher See befindet. Statt der langgestreckten Tafeln überall verteilt kleine runde Tische, an denen die Passagiere nach Belieben zusammen sitzen können. Statt der unendlichen Speisenfolge der Table d'hôte die Auswahl nach der Karte.



Abb. 9. Speisesaal eines alten Lloyd dampfers

Wie für die Bequemlichkeit und den Luxus, so sind für die Hygiene an Bord der heutigen Passagierdampfer Einrichtungen geschaffen, wie man sie vor 25 Jahren noch an Land nirgendwo kannte. Wir wollen hier jedoch die in einer besonderen Abhandlung einzeln aufgeführten hygienischen Einrichtungen nicht weiter aufzählen. Eine der neuesten und beliebtesten Erfindungen auf diesem Gebiet sind die Schwimmbäder.

Den Höhepunkt des Luxus stellt die künstliche Ausstattung des Schwimmbades und der Ruheraum auf dem Vier-schrauben - Turbinendampfer „Imperator“ dar.

Das Schwimmbad zeigt eine Anordnung von 14 freistehenden Säulen und vier Eckpfeilern zum Teil in echter Mosaik. Der Fußboden zwischen den Säulen im unteren Umgang ist in ornamentiertem Mosaik - Marmor hergestellt, der Fußboden im ganzen Schwimmbad in echtem Marmor. Die Wände usw. bedecken Malereien nach römischen



Abb. 10. Speisesaal des Schnelldampfers „Kronprinzessin Cecilie“ des Norddeutschen Lloyd

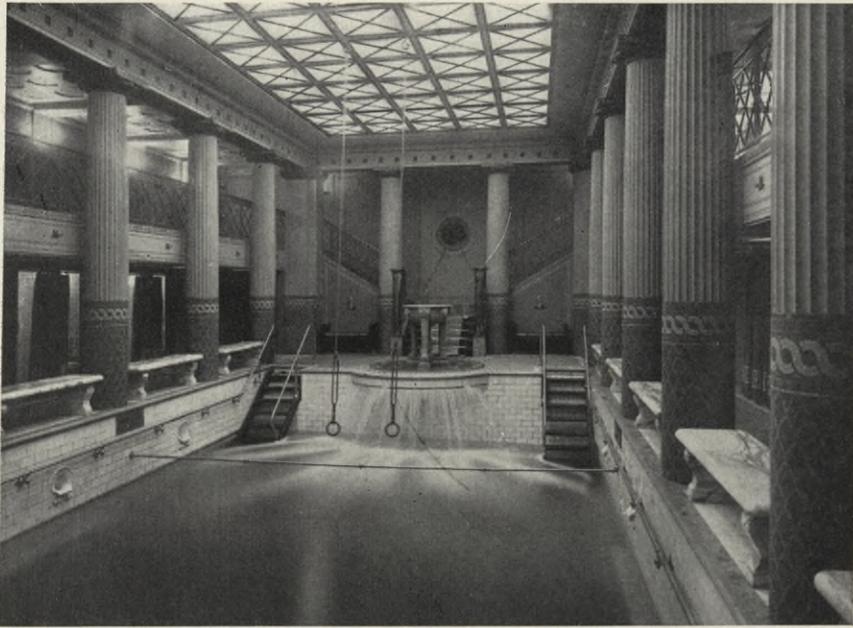


Abb. 11. Schwimmbad an Bord des Dampfers „Imperator“

Vorbildern. Treppen- und Brüstungsgeländer nach antiker Manier.

Der Ruheraum ist in pompejanischer klassischer Auffassung ausgeführt mit Malereien an den Wänden nach alten Originalmotiven.

Diesen gesteigerten Luxus finden wir nicht nur auf den Riesendampfern der großen transatlantischen Schifffahrtsgesellschaften, sondern auch auf kleineren Postdampfern. Ein bezeichnendes Beispiel hierfür ist der Postdampfer „Henny Wörmann“, (Abb. 16), auf welchem in den Kabinen und Schreibzimmern das von der Marmorlichtvertriebsgesellschaft in Hamburg hergestellte Marmorlicht in bedeutendem Umfange zur Anwendung gekommen ist.

Wie für Bequemlichkeit, Luxus und Hygiene, so ist auch für die Sicherheit der Reisenden in erhöhtem Maße gesorgt. Wir haben in den vorhergehenden Abschnitten die Entstehung der Vorschriften über wasserdichte Schotten in transatlantischen Passagierdampfern eingehend geschildert. Für die in diesen Schotten aus Gründen des Betriebes vielfach unvermeidlichen wasserdichten Türen gibt es eine ganze Anzahl von Konstruktionen, welche im Falle der Gefahr ein Schließen sowohl von der Kommandobrücke wie an Ort und Stelle ermöglichen sollen. Eine der neuesten Konstruktionen ist dem Zivil-Ingenieur H. Sievers

in Hamburg patentiert, dieselbe ist von der Seeberufsgenossenschaft genehmigt und auf dem Dampfer „Rugia“ der Hamburg-Amerika Linie eingebaut. Im übrigen müssen wir bezüglich der Sicherheitseinrichtungen auf den besonderen Aufsatz von Geh. Reg.-Rat Professor Flamm in diesem Werke verweisen.

Was die Frachtdampfer betrifft, so haben wir die Entwicklung der einzelnen Typen in den Abschnitten I bis V eingehend geschildert.

Indessen ist der wirtschaftlich rentabelste Typ das Turmdeckschiff, von dem die deutsche Handelsflotte nur sehr wenige hat, Abb. 12 zeigt den Hansadampfer „Kattenturm“, in England gebaut, der bei 6018 Brutto-Register-Tons nur 3471 Netto-Register-Tons mißt.

VII.

Die Auftraggeber des deutschen Handelsschiffbaus

Wenn wir im vorhergehenden die Entwicklung der deutschen Handelsflotte und ihren Einfluß auf die deutsche Schiffbauindustrie in den vergangenen 25 Jahren eingehend gewürdigt haben, so können wir nicht die Männer übergehen, welche an der Spitze der großen Reedereien stehend, auf das Aufblühen der deutschen Schiffbauindustrie von entscheidendem Einfluß gewesen sind.

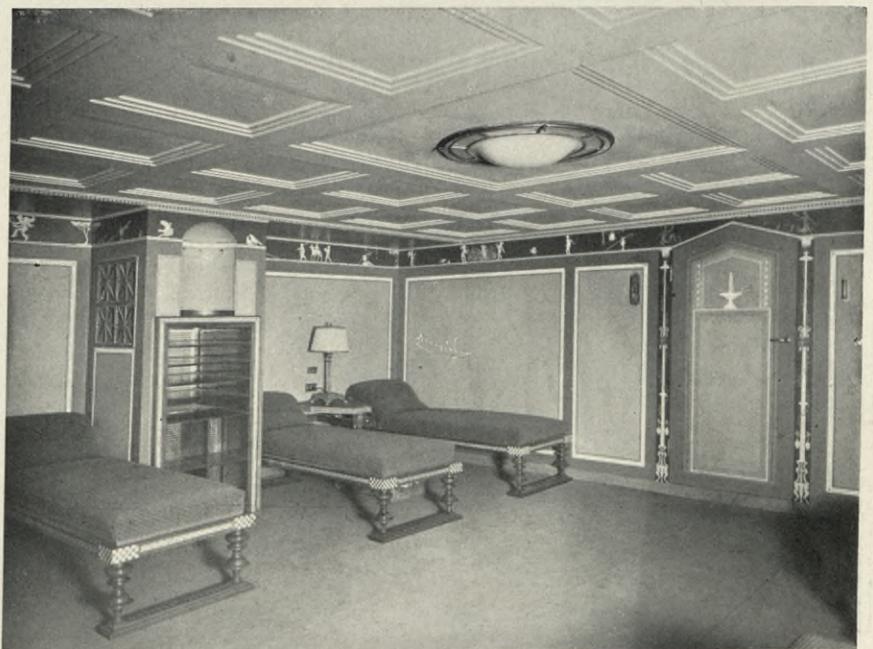


Abb. 11a. Ruheraum des Schwimmbades auf dem Dampfer „Imperator“ im pompejanischen Stil

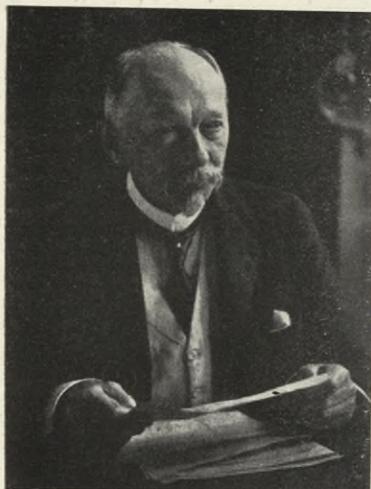


Abb. 21
Konsul Fritz Achelis,
Präsident des
Norddeutschen Lloyd



Abb. 22
Philipp Heineken,
Vorsitzender des Direktoriums
des Norddeutschen Lloyd

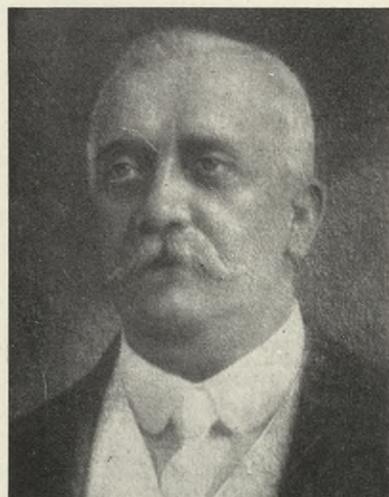


Abb. 23
Direktor O. J. D. Ahlers †
der Deutschen Dampfschiffahrts-
Gesellschaft „Hansa“

zuwandte. Auf den Einfluß der Hansa-Neubauten auf unsere deutsche Schiffbauindustrie zurzeit des Tiefstandes in den Jahren 1907–1910 haben wir im Vorhergehenden schon hingewiesen. An der Spitze der „Hansa“ stand bis zu seinem vor zwei Jahren erfolgten Ableben der Direktor O. J. D. Ahlers, während an der Spitze der technischen Abteilung schon seit langen Jahren D. Wulff steht.

Wenn wir der führenden Männer auf dem Gebiete des Handelsschiffbaues gedenken, dürfen ihre Namen nicht vergessen werden.

Ein Bild von dem heutigen Stand der deutschen Handelsflotte geben uns die graphischen Darstellungen Abb. 17–20 und die Tabelle 2 am Schluß dieses Aufsatzes. Aus den 2828 Schiffen mit 1 359 389 Brutto-Register-Tons im Jahre 1888 sind am 1. Mai d. J. 3911 Schiffe mit 5 321 715 Brutto-Reg.-Tons geworden. Leider ist auch der Anteil des Auslandes, d. h. der im Ausland gebaute Teil der deutschen Handelsflotte von 530 169 Brutto-Reg.-Tons im Jahre 1888 auf 1 603 269 Brutto-Reg.-Tons am 1. Mai d. J. angewachsen.

VIII.

Der Handelsschiffbau der einzelnen deutschen Werften

A. Die im Privatbesitz befindlichen deutschen Werften

I. Die Schichauwerke in Elbing, Danzig und Pillau

Die bedeutendsten der in Privatbesitz befindlichen deutschen Werften sind die Schichauwerke in Elbing, Danzig und Pillau.

a) Die Zeit von der Begründung bis zum Jahre 1888

Im Jahre 1837 hatte Ferdinand Schichau in Elbing eine Maschinenwerkstatt begründet, die aus kleinen Anfängen sich in technischer Hinsicht bald zu einer der leistungsfähigsten Maschinenfabriken des damaligen Preußen entwickelte. 1841 wurde dort der erste deutsche Dampfbagger gebaut. 1847 die erste Schiffsmaschine für die bei J. W. Klawitter in Danzig im Bau befindliche Radkorvette „Danzig“. 1852 erweiterte F. Schichau die Werke durch Anlage einer Werft für Eisenschiffbau, auf der 1854 der erste in Preußen erbaute eiserne Schraubendampfer, die „Borussia“, vom Stapel lief. Im Jahre 1860 nahm Schichau mit gleichem Erfolg den Lokomotivbau auf. Dieser Fabrikationszweig gedieh bald zu solcher Blüte, daß Schichau im Jahre 1869 die große Lokomotivfabrik anlegte, die für eine Jahresproduktion von ca. 100 Lokomotiven eingerichtet war; dieser wurde auch die Kesselschmiede angegliedert.



Abb. 24
Dr.-Ing. h. c. Albert Ballin,
Generaldirektor
der Hamburg-Amerika Linie

Im Jahre 1873 begann mit dem Eintritt des Ingenieurs Carl H. Ziese als Leiter des Maschinenbaues eine neue Periode der Weiterentwicklung. Am 2. Juli 1848 zu Moskau als Sohn eines deutschen Maschinenfabrikbesitzers geboren, erhielt er seine praktische Vorbildung in Kiel bei der damaligen Maschinenfabrik von Schwefel & Howaldt, aus der später die Howaldtswerke hervorgegangen sind. Wie so manche unserer führenden Männer auf dem Gebiet des Schiffbaues und

des Schiffsmaschinenbaues war Ziese mehrere Jahre in England und Schottland u. a. auch längere Zeit bei John Elder & Co. in Glasgow tätig und studierte hierauf drei Jahre Schiffbau und Ingenieurwesen an der Gewerbeakademie in Berlin.

Auf Zieses Anregung hin und auf Grund seiner Konstruktionen nahm Schichau neben dem Handelsschiffbau den Torpedobootsbau auf, welcher seiner Werft bald neue Bahnen wies und die bis heute unbestrittene erste Stellung der Schichauwerke auf diesem Gebiete des Schiffbaues schuf.

Zugleich begann der Bau größerer Passagierdampfer und leichter flachgehender Flugdampfer für Rußland. Am 2. März 1876 erfolgte die Vermählung Zieses mit Ferdinand Schichaus Tochter Elisabeth. 1877 wurde das erste Torpedoboot für die russische Marine gebaut, im folgenden Jahre die Kanonenboote „Habicht“ und „Möwe“ für die Kaiserlich Deutsche Marine, welche zugleich die ersten deutschen Kriegsschiffe mit Compound-Maschinen waren. Sie bedeuteten einen neuen großen Erfolg für die Werft; ebenso wie die in

geführten Maschinensystem erbracht hatte, die 450 pferdige Dreifach-Expansions-Maschine für den im Jahre 1883 zur Ablieferung gelangten Dampfer „Nierstein“ der Deutschen Dampfschiffahrtsgesellschaft „Hansa“ in Bremen.



Abb. 25.
Geheimer Kommerzienrat
Dr. ing. h. c. Carl H. Ziese

b) Die Schichauwerke
von 1888 bis zum Ableben
des Begründers 1896

Bei einer derartig schnellen Entwicklung, wie sie die Schichauwerke seit dem Eintritt Zieses genommen hatten, war es natürlich, daß die Werft bald auch zum Großschiffbau übergehen mußte. Die zu geringe Tiefe des Elbingflusses und seine nicht ausreichende Breite ließen indessen Elbing nicht als den geeigneten Ort für die Anlage einer Großschiffswerft erscheinen. Hierfür war zunächst Pillau auszuersuchen, wo Reparaturwerkstätten errichtet und 1889 ein großes Schwimmdock zur Aufnahme großer Torpedoboote und Ostseedampfer angelegt wurde. Da aber Pillau stark befestigt war, so war die Erlangung der Baugenehmigung mit so großen Schwierigkeiten ver-

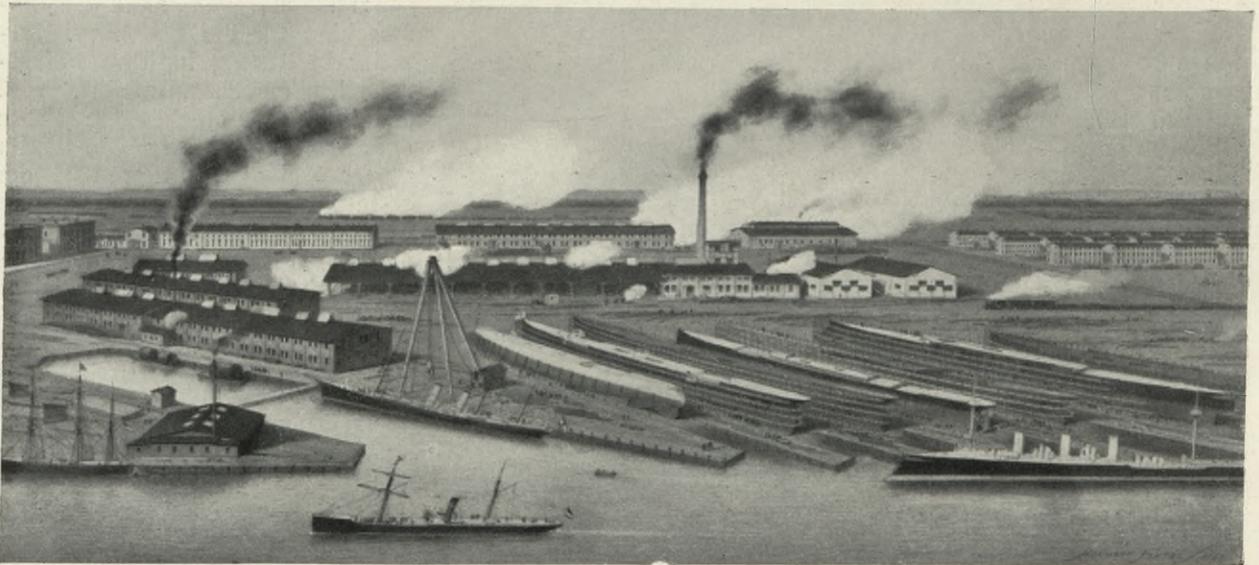
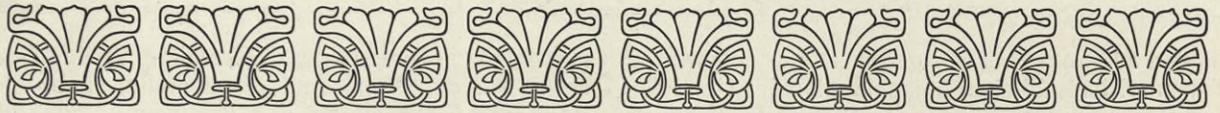


Abb. 26. Schiffswerft von F. Schichau, Danzig

dieses Jahr fallenden weiteren Torpedobootsbauten für die russische Marine. 1881 baute Ziese die erste dreifache Expansionsmaschine von 180 i. PS. und als er mit deren Leistungen den praktischen Beweis für die enorme Ueberlegenheit dieses später im Handelsschiffbau allgemein ein-

knüpft, daß Schichau es vorzog, Danzig für die Anlage der neuen Großschiffswerft zu wählen.

Er erwarb hier im Jahre 1890 an der Weichsel ein Gelände von 50 ha. Allerdings waren auch hier, obwohl die Entfestigung der Stadt Danzig längst in Aussicht genommen war, allerlei Be-



Die deutschen Schiffswerften

Von Tjard Schwarz, Geh. Marinebaurat, Kiel

Die Lage des deutschen Schiffbaues 1888

Das Jahr 1888 kennzeichnet in der Entwicklung des deutschen Schiffbaus sowie des deutschen Seegewerbes überhaupt einen bedeutungsvollen Wendepunkt. Mit diesem Jahre kam der weiche Stahl als Schiffbaumaterial sowie die dreifache Expansionsmaschine in Verbindung mit Hochdruckkesseln aus Stahlmaterial zur allgemeinen Einführung und wurde hiermit die Grundlage geschaffen zur Aufnahme des Baus von transatlantischen Schnelldampfern, dessen erster Bau für die Hamburg-Amerika Linie in diesem Jahre in Angriff genommen wurde. In den vorausgegangenen vier Jahren hatte der deutsche Schiffbau einen bedauernswerten Tiefstand nicht nur in der Bautätigkeit, sondern auch mit Bezug auf die wirtschaftliche Ausbeute erlebt. Der Kriegsschiffbau für die deutsche Marine, welcher unter der weitsichtigen Organisation des Generals von Stosch seit Anfang der 70er Jahre für die Entwicklung und den Aufschwung der deutschen Werften von ausschlaggebender Bedeutung geworden war, beschränkte sich von 1884 bis 1888 unter seinem Nachfolger General von Caprivi auf den Bau eines kleineren Panzerschiffes sowie

mehrerer geschützter und ungeschützter Kreuzer zugunsten der Schaffung einer leistungsfähigen Torpedobootsflotte und wurde der Bau von Panzerschiffen erst im Jahre 1887 zögernd und mit kleinen Mitteln wieder aufgenommen. Erst mit dem Regierungsantritt Kaiser Wilhelms II. wurde dann unter den Nachfolgern des Generals Caprivi der Ausbau der deutschen Flotte wiederum planmäßig gefördert und stellte bereits 1889 die Forderung von 4 Linienschiffen der „Brandenburg“-Klasse sowie des ersten Dreischraubenkreuzers „Kaiserin Augusta“ die deutschen Werften vor bedeutungsvolle, neue Aufgaben.

Auch der Handelsschiffbau lag in den Jahren 1884 bis 1888 nicht nur in Deutschland, sondern auch in Großbritannien stark darnieder. Wie bei der Einführung des Eisens als Schiffbaumaterial zeigte sich auch beim Uebergang zum Stahlschiffbau eine bedenkliche Zurückhaltung der Reeder für Neubaufaufträge sowohl wegen der erhöhten Baukosten als auch infolge allerlei übler Erfahrungen, welche man in der Anfangsperiode mit zu hartem Stahl auf den Werften und während der Indiensthaltung machte, obwohl die Stahlschiffe wegen Reduktion der Materialstärken gegenüber den Eisenschiffen und zwar um 20 Prozent, wie solche vom englischen Lloyd im Jahre 1880 zugelassen wurde, einen Gewinn an Tragfähigkeit von 10–14 Prozent mit sich brachten. Dazu kam, daß man in Großbritannien nach den günstigen Ergebnissen der von Kirk für den Dampfer „Aberdeen“ 1882 erbauten ersten dreifachen Expansionsmaschine mit Zylinderkesseln aus Stahl und 9 Atm. Dampfspannung, wodurch ein weiterer Gewinn an Ladefähigkeit von 5 Prozent im Vergleich zur Compoundmaschine und ferner eine Kohlenspar-

*) Benutzte Literatur:

- Tjard Schwarz und Ernst von Halle. Die Schiffbauindustrie in Deutschland und im Auslande. Berlin 1902.
Tjard Schwarz. Schiffbau und Schifffahrt im Zeitalter der Kartelle und Trusts. Marine-Rundschau 1905. I.
Derselbe. 50 Jahre deutschen Schiffbaues. Amtlicher Führer der Deutschen Schiffbau-Ausstellung. Berlin 1908.
Oswald Flamm. Deutscher Schiffbau. Berlin 1908.
Aug. Kaegbein, Schifffahrt und Schiffbau Deutschlands und des Auslandes. Hamburg 1912/1913.

nis von 30 Prozent dieser gegenüber erzielt wurde, diesen wirtschaftlichen Maschinentyp für Handelsdampfer einzuführen begann. Beide technischen Neuerungen kamen den deutschen Werften insofern etwas überraschend, als nicht nur ihnen, sondern auch den deutschen Hüttenwerken Erfahrungen mit dem neuen Stahlmaterial fehlten und ihnen erfolgreiche Resultate mit dreifachen Expansionsmaschinen zunächst nicht zur Seite standen. Zwar hatte die Firma F. Schichau, Elbing, bereits 1883 eine dreifache Expansionsmaschine für den Dampfer „Nierstein“ der Dampfschiffahrts-Gesellschaft Hansa-Bremen zur Ablieferung gebracht und konnte diese Maschine die garantierten Vorzüge nach dreimonatigem Betriebe anstandslos erfüllen, aber trotzdem bevorzugten die deutschen Reeder die englischen Werften mit Neubaufträgen namentlich bei größeren Schiffen und Maschinenanlagen, selbst bei sonst

Handelsbeziehungen durch Erweiterung der deutschen Reedereibetriebe fördern sollte, so brachte doch die Einschaltung der Bedingung, daß die Subventionsdampfer auf deutschen Werften zu erbauen seien, den deutschen Werften neue Aufträge und vor allem eine Erstarkung der so wichtigen Beziehungen zwischen den Hauptgliedern des Seegewerbes, dem Schiffbau und der Schifffahrt. Der Bau der ersten 6 Subventionsdampfer im Werte von $9\frac{1}{2}$ Millionen Mark wurde von dem Steffiner Vulcan in den Jahren 1885 und 1886 unter Berücksichtigung der neuesten Errungenschaften der Technik — Stahl als Baumaterial für den Schiffsrumpf und die Kessel sowie dreifache Expansionsmaschine — erfolgreich durchgeführt, das wirtschaftliche Resultat war jedoch ein äußerst ungünstiges, da diese Werft infolge der neuen Aufgaben, welche ihr diese transatlantischen Passagier- und Frachtdampfer stellten,

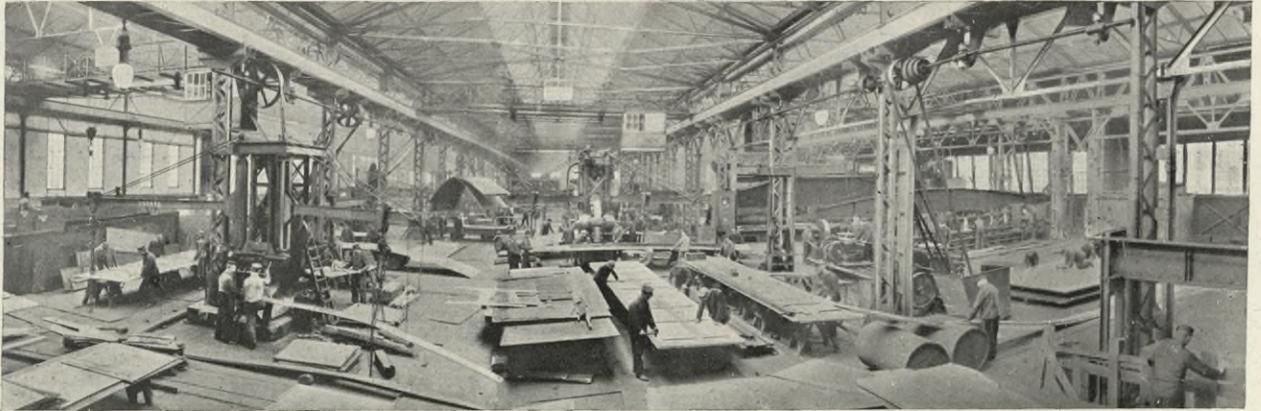


Abb. 1. Germaniawerft-Kiel, Schiffbau-Werkstatt

gleichen Lieferungsangeboten lediglich deshalb, weil sie eine englische Maschine erwerben wollten. Aber auch mit bezug auf Preis und Lieferzeit trat Großbritannien als gefährlicher Konkurrent auf, da die Preise und Lieferzeiten für das Schiffbaumaterial in Deutschland trotz der Aufhebung des Eingangszolls für Schiffbaumaterial im Jahre 1879 ungünstiger waren als in England. Dazu kam, daß die Betriebseinrichtungen der den Stahl-schiffbau erst aufnehmenden deutschen Werften noch unzureichend waren und eine leistungsfähige Hilfsindustrie für Filtings- und Hilfsmaschinen in Deutschland gänzlich fehlte, so daß eine schnelle und wirtschaftliche Bauweise zunächst nicht durchzuführen war. Nur so ist es erklärlich, daß der Norddeutsche Lloyd in den Jahren 1881 bis 1887 die Bauaufträge für seine Schnelldampfer von der „Elbe“ bis zur „Lahn“ im Gesamtwerte von 40 Millionen nach England gab, um seinen Schiffspark neuzeitlich auszugestalten und zu verjüngen. Erst das Dampfersubventions-Gesetz von 1885 brachte eine entscheidende Wendung zugunsten des deutschen Schiffbaus. Wenngleich dieses Gesetz ursprünglich nur die deutschen

beim Bau derselben rund $1\frac{3}{4}$ Millionen zusetzen mußte, so daß im Jahre 1886 eine Dividende zunächst nicht verteilt werden konnte. Und so ist die Zeit von 1884—1888 für den deutschen Schiffbau sowohl in technischer wie wirtschaftlicher Beziehung eine Periode ernster Prüfung, zwar reich an Erfahrungen und Fortschritten, aber auch reich an teurem Lehrgeld.

Im Jahre 1888 waren in Deutschland nach dem Gründungsjahr geordnet für den Seeschiffbau und zwar vornehmlich im Eisen- und Stahlschiffbau neben den drei Kaiserlichen Werften von Wilhelmshaven, Kiel und Danzig nachstehende Werften mit den angegebenen Arbeiterzahlen tätig:

F. Schichau, Elbing, 1837, Eisen-	
schiffbau 1855	2500 Arbeiter
Steffiner Vulcan (Fürchtenicht &	
Brock), 1851	2700 „
A.-G. Neptun, Rostock (Tischbein)	
1851	700 „
Steffiner Oderwerke (Möller &	
Hollberg) 1854	1000 „
J. W. Klawitter, Danzig, 1855 . .	450 „

Reiherstieg-Werft, Hamburg, 1855	800 Arbeiter	Gutehoffnungshütte, Ruhrort. Auf- gegeben 1899.	
Johannsen, Danzig (Devrient), 1856	50	Berninghaus, Duisburg	— Arbeiter
Janssen & Schmilinsky, Hamburg, 1858	250	Gebr. Sachsenberg, Roßlau a. E., 1866	700
Germania - Werft, Kiel (Nord- deutsche Werft), 1864	1380	Schiffswerft Uebigau a. Elbe	—
A.-G. Weser, Bremen, 1871	1050	R. Holtz, Harburg	—
Flensburger Schiffsbau-Ges., 1872	865	C. Lühring, Kirchhammelwarden a. Weser	12
Jos. L. Meyer, Papenburg, 1872	146	Lemm, Boitzenburg	80
F. W. Wencke, Bremerhaven, 1872	50	Wojan, Danzig-Troyl	15

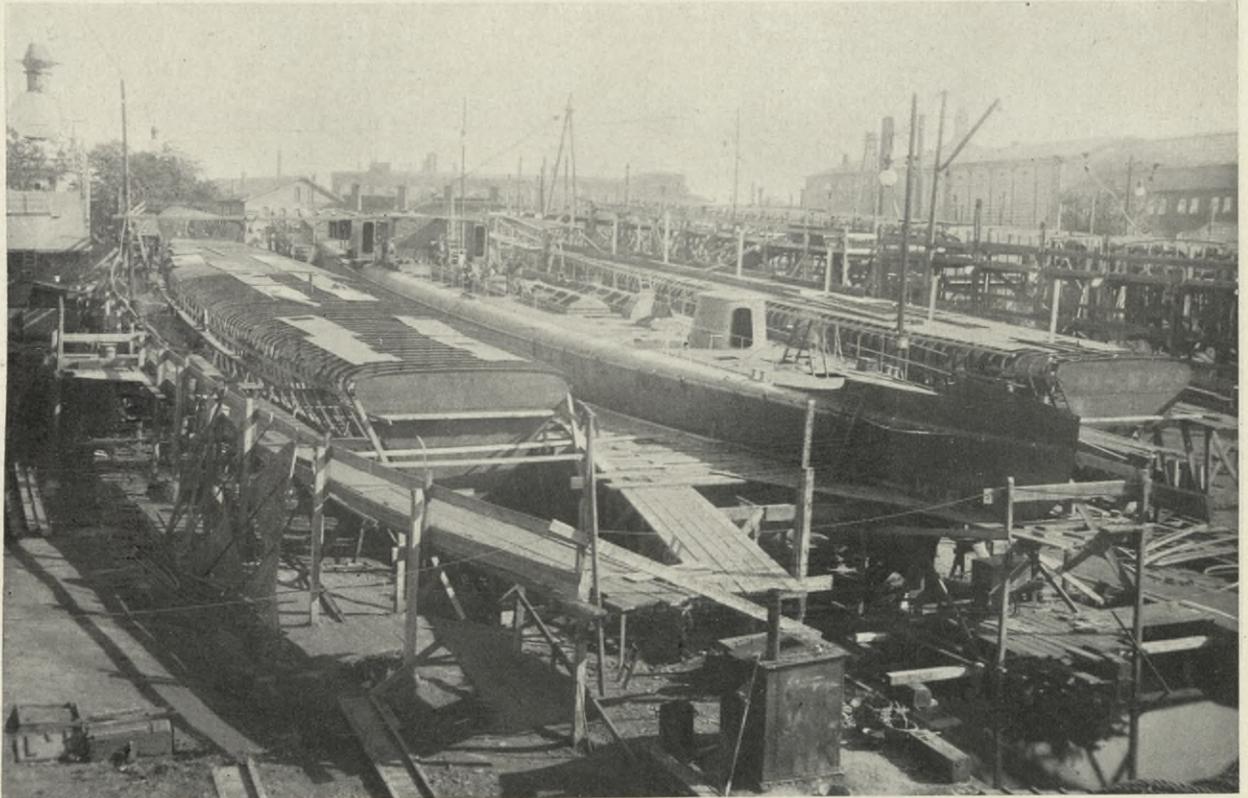


Abb. 2. Torpedobootshellinge der Firma F. Schichau, Elbing

Brandenburg, Hamburg, 1873	200 Arbeiter
Stülcken, Hamburg, 1875	200
Howaldt, Kiel, 1876	1100
Blohm & Voß, Hamburg, 1877	2000
Seebeck, Bremerhaven, 1878	120
Tecklenborg, Geestemünde, 1879	520
Henry Koch, Lübeck, 1885	400
Nüscke, Stettin, 1886	60
Gustav Fechter, Königsberg, 1888	40
Schömer & Jensen, Tönning (Eisenschiffbau 1889)	100
Rickmers, Bremerhaven (Eisen- schiffbau), 1890	145

An Flußschiffwerften kamen im Jahre 1888 für den Stahl- und Eisenschiffbau in der Hauptsache in Frage:

Unter Berücksichtigung der Zahlen der drei Kaiserlichen Werften mit 6500 Arbeitern sowie der nicht aufgeführten kleinen Werften waren 1888 rund 25 000 Arbeiter im Schiffbau tätig, während das Anlagekapital der Privatwerften, d. h. ausschließlich der Kaiserlichen Werften auf rund 33 Millionen eingeschätzt werden muß. Von den aufgeführten 24 Seeschiffswerften waren noch 17 Privatunternehmungen und die übrigen 7 Aktiengesellschaften, während die Flußschiffwerften mit einer Ausnahme in Privathänden waren. Von den Seeschiffswerften waren im Kriegsschiffbau für die deutsche Marine erfolgreich tätig gewesen: die Kaiserlichen Werften Kiel und Wilhelmshaven für Panzerschiffe, Kreuzer und Avisos, die Kaiserliche Werft Danzig für Kreuzer, der Stettiner Vulcan für Panzerschiffe, Kreuzer und Torpedo-

boote, die Aktien-Gesellschaft Weser für Küstenpanzerschiffe, geschützte Avisos und Torpedoboote, die Aktien-Gesellschaft Germania für Kreuzer und Avisos und die Firma F. Schichau für Kanonenboote und vor allem Torpedoboote.

Neben diesen Kriegsschiffbauten für die heimische Marine gelang es Howaldt 1878/79, die schnellen Doppelschraubenschiffe „Diogenes“ und „Socrates“ für Peru und 1883 zwei Glatdeckskorvetten für China in Auftrag zu erhalten. Wesentlich umfangreicher und bedeutungsvoller waren die Bauaufträge, welche der Stettiner Vulcan von 1881–1887 für die chinesische Regierung zu erledigen hatte, bestehend in Torpedoboote, zwei Panzerschiffen, zwei Panzerkreuzern und einem geschützten Kreuzer. F. Schichau baute 1877/78 bereits 11 Torpedoboote für Rußland und erhielt dann 1883 die ersten Be-

Vulcan, erst an dritter Stelle erscheint, so liegt dies darin begründet, daß sie bis in die Mitte der 80er Jahre den Kriegsschiffbau bevorzugte. Die übrigen Seeschiffswerften beschränkten sich bis 1888 auf den Bau von kleineren Frachtdampfern und Passagierdampfern für die europäische Fahrt und von Hafendampfern.

Die damaligen Betriebe der deutschen Schiffswerften waren in ihrem Aufbau und in ihrer Gliederung den englischen Anlagen nachgebildet mit dem merklichen Unterschied, daß die Vereinigung von Schiffbau und Schiffsmaschinenbau von Anfang an angestrebt wurde. Von den 24 Seeschiffswerften bezogen 1888 nur 7 Werften die Schiffsmaschinen von außerhalb, während der Kesselbau teilweise bereits ihren Betrieben angegliedert war. Die typische deutsche Schiffswerft war daher zu jener Zeit ein Unternehmen, das aus

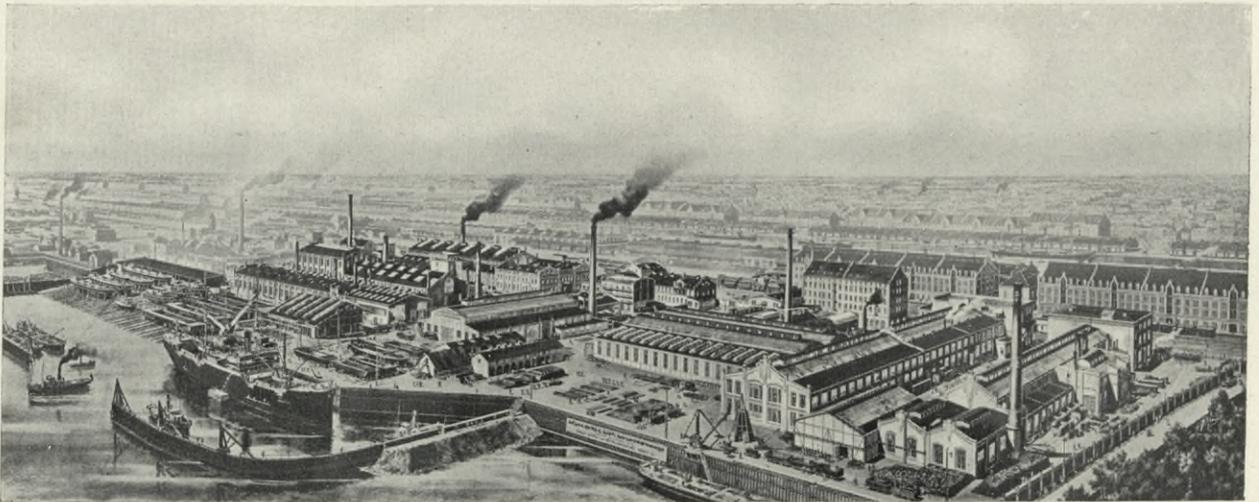


Abb. 3. Atlas-Werke, Bremen, Querhellinge

stellungen für die deutsche Marine, denen alsbald in schneller Folge Aufträge für Italien, Rußland, Oesterreich, China, die Türkei und Brasilien folgten, so daß von 1877–1888 im ganzen 160 Hochseetorpedoboote zur Ablieferung gelangten.

Ueber die Leistungen der größeren Seeschiffswerften im Handelsschiffbau bis zum Jahre 1888 gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluß. Hiernach bauten von 1881 bis 1888 Handelsdampfer über 2000 Br.-Register-Tonnen:

Blohm & Voß, Hamburg	14	Schiffe
Reiherstieg-Werft	14	„
Stettiner Vulcan	10	„
Flensburger Werft	8	„
Germania-Werft	4	„
Akt.-Ges. Weser	2	„
Tecklenborg	2	„
Howaldt	1	„

Vor 1881 ist in Deutschland überhaupt kein Schiff über 2000 Br.-Reg.-Tonnen erbaut worden. Wenn die damalige größte Werft, der Stettiner

bezogenem Stahlmaterial den Schiffsrumpf und die dazu gehörigen Maschinen und Kessel baute und die Schiffe mit dem teilweise von anderen Fabriken bezogenen Zubehöerteilen ausrüstete. Für die Ausstattung der Werkstätten mit leistungsfähigen Arbeitsmaschinen war man vornehmlich auf den englischen Maschinenbau angewiesen und kam die heimische Maschinenindustrie nur mit vereinzelt Typen in Frage. Der Antrieb der Werkzeug- und Arbeitsmaschinen erfolgte entweder durch besondere, teilweise noch im Freien aufgestellte Dampfmaschinen oder in den Werkstätten durch Transmission- und Riemenantrieb von einer Betriebsmaschine aus. Der Transport des Materials im Freien und teilweise auch in den Werkstätten erfolgte unter Zuhilfenahme von Handwagen oder Karren mit Menschenkraft. Nur zum Einsetzen der schweren Maschinenteile und Kessel ins Schiff und zum Anbringen von Panzerplatten waren feste Scherenkrane und vereinzelt auch Schwimmkrane mit Dampftrieb in Benutzung. Zum Biegen und Richten der Panzer-

platten verwendete man große hydraulische Pressen mit besonderen Pumpen. Der Zusammenbau des Schiffsrumpfes auf der Helling bestand aus reiner Handarbeit, während im Maschinenbau und teilweise auch im Kesselbau die Maschinenarbeit vorwiegend war. Für größere Reparaturen am Schiffsrumpf sowie für Konservierung der Unterwasserteile waren allein die Kaiserlichen Werften mit ausreichenden Dockanlagen von Anfang an ausgerüstet. Da diese auf den Privatwerften damals nur in unzureichendem Maße vertreten waren, waren die deutschen Reeder

Zunahme der deutschen Reedereibetriebe und des Schiffsverkehrs in den Seehäfen und war überdies die Größe der Docks für die größten Schiffe unzureichend, so daß der erste in Deutschland gebaute transatlantische Schnelldampfer „Auguste Victoria“ zur Erfüllung seiner Abnahmefahrt nach London zur Bodenreinigung ins Dock gehen mußte.

Die Tätigkeit der deutschen Werften blieb daher vornehmlich auf den Neubau von Schiffen beschränkt, während die besonders einträglichen Reparaturarbeiten dem Auslande vorbehalten

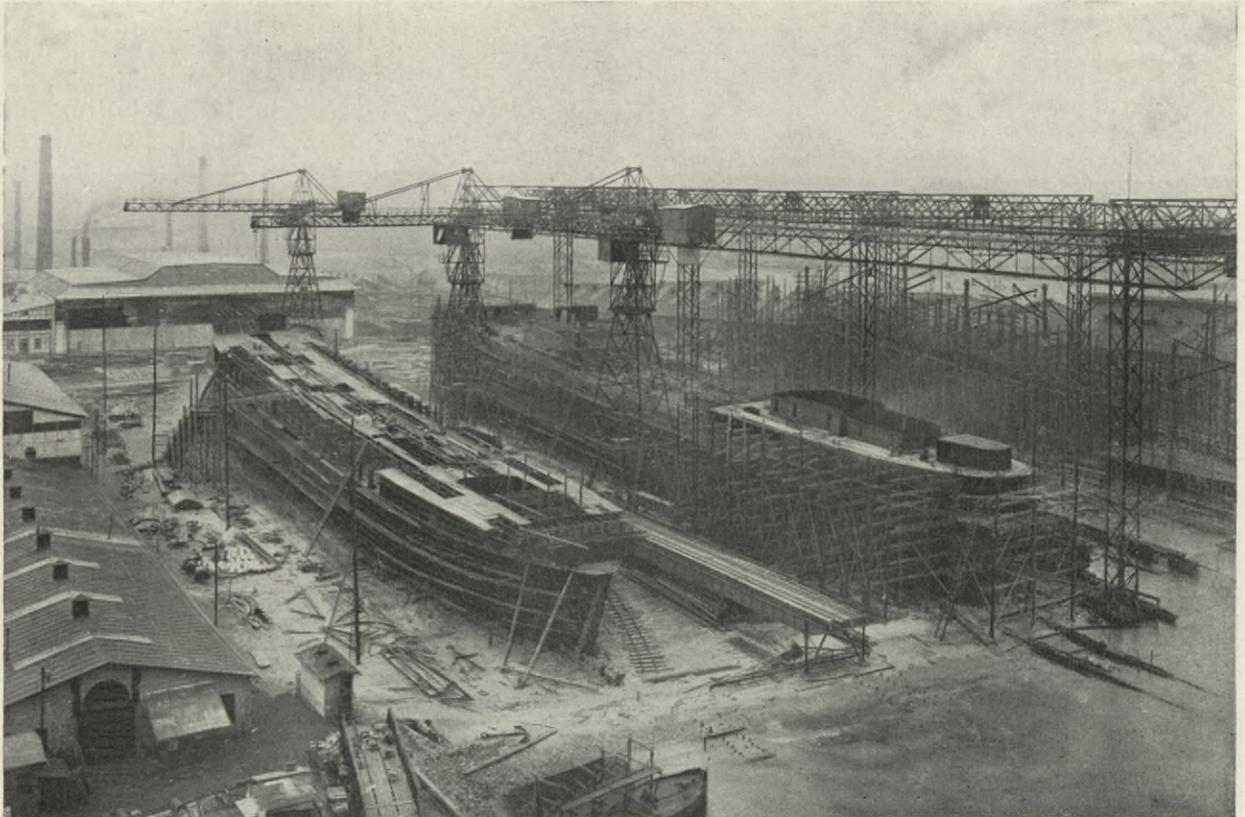


Abb. 4. Howaldtswerke-Kiel, Hellinge mit Turmkranen und Hellingengerüst

meist gezwungen, ihre Schiffe zur Bodenreinigung und Konservierung sowie für Reparaturen an den Unterwasserteilen ins Ausland zu senden, wobei dann gleichzeitig auch die Instandsetzungen und Reparaturen der Maschinen- und Kesselanlage ausgeführt wurden, so daß den deutschen Werften die wertvollen Erfahrungen über den Bau des Schiffsrumpfes mit Bezug auf Festigkeit der Verbände und Dauerhaftigkeit des Materials sowie über das Verhalten der Schiffsmaschinen und Schiffskessel in Betrieben vorenthalten wurden und eine engere Fühlung zwischen Reeder und Werft durch die fehlenden Reparaturen ausblieb. Zwar stieg die Zahl der im Besitz der Privatwerften befindlichen Docks von 2 im Jahre 1870 auf 11 im Jahre 1880 und dann auf 19 im Jahre 1890, doch stand diese Vermehrung nicht im Einklang mit der

blieben. Die allmähliche Entwicklung der Reparaturbetriebe mit Dockgelegenheit in die neuzeitlichen Bahnen hinein ist jedoch nicht allein dem deutschen Schiffbaugewerbe von großem Nutzen geworden, sie hat auch dazu beigetragen, den Germanischen Lloyd als nationale Schiffsklassifikations-Gesellschaft derart zu stützen und zu fördern, daß nunmehr das deutsche Seegewerbe von dem hemmenden Einfluß der ausländischen Schiffsklassifikations-Gesellschaft frei geworden ist.

Die technische Entwicklung der Werften von 1888–1913

Mit dem Regierungsantritt Kaiser Wilhelms II. wurde im deutschen Kriegsschiffbau die Politik der Zurückhaltung im Bau von kampfkraftigen

Panzerschiffen aufgegeben und konnten bereits 1890 neben der Fortsetzung des Baus der Küstenpanzerschiffe der „Siegfried“-Klasse die schwer

der deutschen Flotte in geregelte Bahnen und brachte den großen Werften eine gleichmäßige und andauernde Beschäftigung. Nachdem bereits 1891 Blohm & Voß mit dem kleinen Kreuzer „Condor“ und F. Schichau, Danzig, 1892 mit dem geschützten Kreuzer „Gefion“ den Kriegsschiffbau aufgenommen hatten, folgten die Howaldtswerke 1901 mit dem Bau des geschützten kleinen Kreuzers „Undine“. Von den Kaiserlichen Werften bildete sich die Werft Wilhelmshaven vornehmlich im Bau von Linienschiffen, die Werft Kiel im Bau von großen Kreuzern und die Werft Danzig im Bau von kleinen Kreuzern und später (seit 1908) von Unterseebooten aus.

Der Bau von Unterseebooten wurde in Deutschland schon 1902 von der Kruppschen

Germania-Werft aufgenommen und hat sie hierdurch die Einführung dieses Kriegsschiffstyps für die deutsche Marine vorbereitet. Das erste Versuchsboot war ein kleines Unterseeboot von

armierten Panzerschiffe der „Brandenburg“-Klasse sowie der geschützte Kreuzer „Kaiserin Augusta“ von dem Steffiner Vulcan, der Germania-Werft und der Kaiserl. Werft Wilhelmshaven auf Stapel

gesetzt werden. 1895/98 folgten die Linienschiffe der „Kaiser“-Klasse, von denen zwei die Werft Wilhelmshaven und je eines die Germania-Werft, Blohm & Voß und F. Schichau, Danzig, in Auftrag erhielten und mit welchen Blohm & Voß nach Vergrößerung ihrer Werftanlage sowie F. Schichau nach Gründung der Danziger Filiale im Jahre 1892 in den Groß - Kriegsschiffbau eintraten. Zu gleicher Zeit erhielt die Kaiserliche Werft Kiel den Bau des Panzerkreuzers „Fürst Bismarck“, während die 5 geschützten Kreuzer der „Hertha“-Klasse 1895/96 der Kaiserlichen Werft Danzig, dem Steffiner Vulkan und der Aktien-Gesellschaft

„Weser“ zufielen. Als dann der im Juni 1897 zum Staatssekretär des Reichs-Marineamts berufene Konteradmiral Tirpitz das Flottengesetz von 1898 im Reichstage durchsetzte, gelangte der Ausbau

17 Tonnen Wasserverdrängung, dessen Erprobung so befriedigend ausfiel, daß die russische Regierung es erwarb und alsbald drei größere Boote in Auftrag gab, die nach dem sog. Tauchboot-Typ

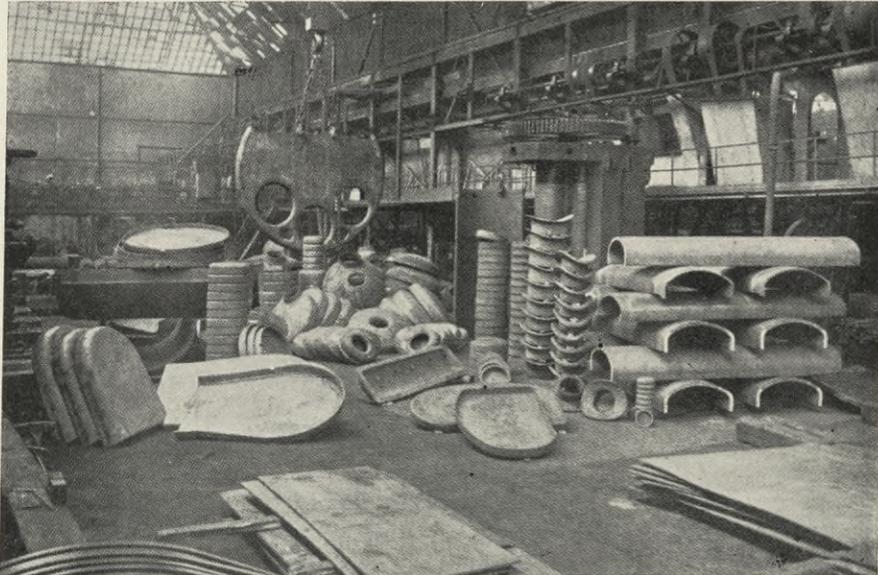


Abb. 5. Vulcan-Werke, Steffin, Preßwerk der Kesselschmiede

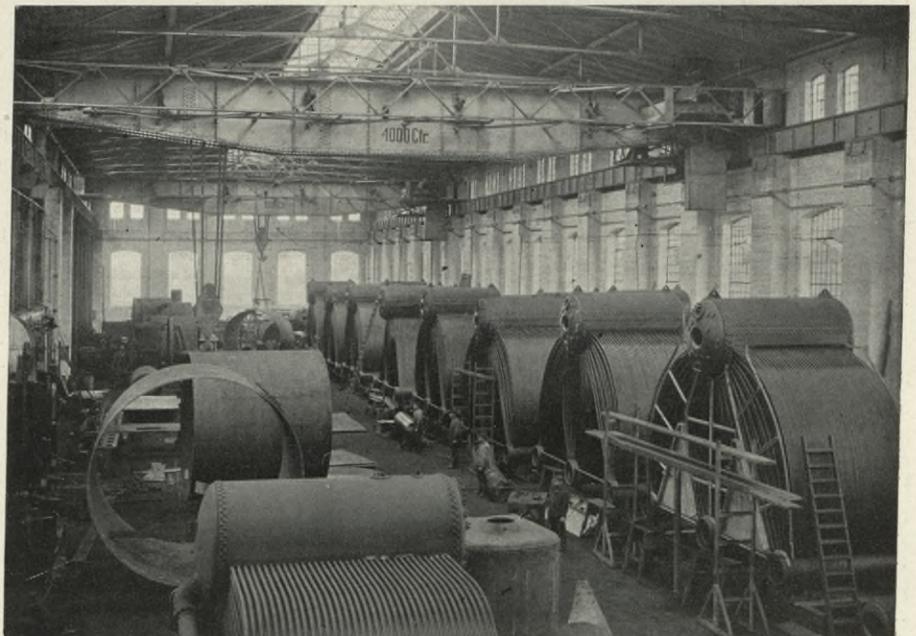


Abb. 6. Kesselschmiede von F. Schichau-Elbing

konstruiert wurden, welcher dann auch 1907 in der deutschen Marine Eingang fand. Und so sehen wir bei dem Bau der Unterseeboote durch die Germania-Werft sich dasselbe Spiel wie bei der Einführung der Torpedoboote wiederholen, nämlich, daß die russische Regierung durch Bestellungen in Deutschland die Einführung dieser neuen Schiffstypen der Torpedowaffe in die deutsche Marine einleitet. Ebenso wie Schichau mit Torpedoboote wußte dann die Germania-Werft nach Ausgestaltung der Dieselmachinentypen in Unterseebooten weitere Aufträge für fremde Marinen und zwar für Oesterreich, Norwegen und Italien zu erhalten, so daß die Zahl der fertiggestellten und zurzeit im Bau befindlichen Unterseeboote bereits die beträchtliche Zahl von 37 erreicht hat.

Der nach den Flottengesetzen von 1898 und 1900 festgelegte Ausbau der deutschen Flotte konnte sich nach dem Ausbau der deutschen Werften in schnellem Bautempo vollziehen. Im Jahre 1903 stellte dann die Auftragserteilung von

Kreuzer „Augsburg“ und später für das Linienschiff „Kaiser“ auf und folgte die Kaiserliche Werft Wilhelmshaven diesem Schritt für den Bau der Schiffsturbinen für kleine Kreuzer und Linienschiffe, so daß, da auch die A.-G. Weser 1913 zwei Turbinenkreuzer abgeliefert hat, sämtliche Werften für Kriegsschiffbau mit Ausnahme der Howaldtswerke den Turbinenbau selbstständig betreiben. Die mit der Stapellegung des englischen Linienschiffes Dreadnought 1905 begonnene sprunghafte Steigerung des Displacements der Hauptkampfschiffe auf über 20 000 Tonnen führte dann in Deutschland 1907 zum Bau der Linienschiffe der „Nassau“-Klasse und 1908 zur Stapellegung der Schiffe der „Helgoland“-Klasse sowie in demselben Jahre zum Bau des Dreadnought-Kreuzers „von der Tann“. Während an dem Bau der Linienschiffe mit Kolbenmaschinen neben der Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven die Werften: Steffiner Vulcan, Germania, Weser, Howaldt und Schichau beteiligt waren, fielen die



Abb. 7. Germaniawerft-Kiel, Gießerei

Schiffsturbinen an die Turbinia A.-G. für das Torpedoboot S 125 und den kleinen Kreuzer „Lübeck“, denen 1905 zwei weitere Dampfturbinenanlagen für das Torpedoboot G 137 und den kleinen Kreuzer „Stettin“ folgten, die größeren Werften vor die wichtige Entscheidung, bei der großen Ueberlegenheit der Dampfturbinen gegenüber den Kolbenmaschinen für diese Schiffstypen die Herstellung der Schiffsturbinen in den eigenen Werkstätten zu übernehmen. Nachdem die Firma Blohm & Voß im Jahre 1906 für den kleinen Kreuzer „Dresden“ die Rechte der Ausführung der Parsons-Schiffsturbine erworben hatte, folgte alsbald der Steffiner Vulcan mit dem Bau von Dampfturbinen nach dem System Curtis-A. E. G. für den kleinen Kreuzer „Mainz“ und die Torpedoboote V 161 und V 163, F. Schichau, Elbing, mit dem Bau von Turbinen unter Zugrundelegung des Systems Melms & Pfenninger für den kleinen Kreuzer „Colberg“ sowie für die Torpedoboote und die Germania mit Turbinen nach dem System Zoelly für den kleinen Kreuzer „Cöln“. Zu gleicher Zeit nahm die Kaiserliche Werft Kiel den Turbinenbau nach dem System Parsons für den kleinen

Neubauten der großen Kreuzer mit Dampfturbinenantrieb der Firma Blohm & Voß zu. Erst mit der Inbaunahme der Linienschiffe der „Kaiser“-Klasse mit Turbinenantrieb erhielt auch die Kaiserliche Werft Kiel wieder ein Hauptkampfschiff in Auftrag, so daß zurzeit zwei Kaiserliche Werften und sechs Privatwerften für den Bau der modernen Dreadnought-Linienschiffe und großen Kreuzer erfolgreich tätig gewesen sind, nachdem sie zum Bau dieser Schiffriesen die Hellinge und Werfteinrichtungen wesentlich erweitert und vervollkommen hatten. Die A.-G. Weser hatte bereits 1904 zu diesem Zweck eine Verlegung der Werft außerhalb des Stadtgebietes vornehmen müssen, da eine Erweiterungsmöglichkeit an der alten Stelle ausgeschlossen war.

Während diese plötzliche Steigerung der Schiffsabmessungen im Kriegsschiffbau namentlich mit bezug auf die großen Schiffsbauten den Werften etwas überraschend kam und sie zu eingreifenden Erweiterungen nötigten, war die Größenentwicklung im Handelsschiffbau eine gleichmäßig fortschreitende gewesen seit Aufnahme des Baues von transatlantischen Schnelldampfern durch den

Stettiner Vulcan 1888 und mit den zahlreichen Bauaufträgen von kombinierten Fracht- und Passagierdampfern seitens des Norddeutschen Lloyd und der Hamburg-Amerika Linie von 1895 ab an die Werften Stettiner Vulcan, Blohm & Voß sowie F. Schichau. Auf diesen Werften entstanden allein von 1895 bis 1899 20 Riesenschiffe über 10 000 Br.-Reg.-Tonnen, darunter drei transatlantische Schnelldampfer, und wurden hiermit die entsprechenden Leistungen Großbritanniens mit nur acht Schiffen dieser Größe bei weitem in den Schatten gestellt. Es folgten dann von 1900 bis 1907 die erfolgreichen ersten Fahrten der

Vege sack, 1895 wurde die Eiderwerft in Tönning zum Bau von Frachtdampfern gegründet und machten 1900 die Schiffswerft in Einswarden als Filiale der Maschinenfabrik von Frerichs & Co. in Scharmbeck-Osterholz und 1905 die Nordseewerke in Emden den Abschluß. Zu gleicher Zeit ging eine größere Zahl von Privatunternehmungen in Aktien-Gesellschaften über, so daß diese Unternehmungsform bei den Schiffswerften die übliche geworden ist.

Der Anfang der neunziger Jahre beginnende Ausbau der deutschen Werften verfolgte vornehmlich den Gedanken, die bisher vorwiegende Hand-

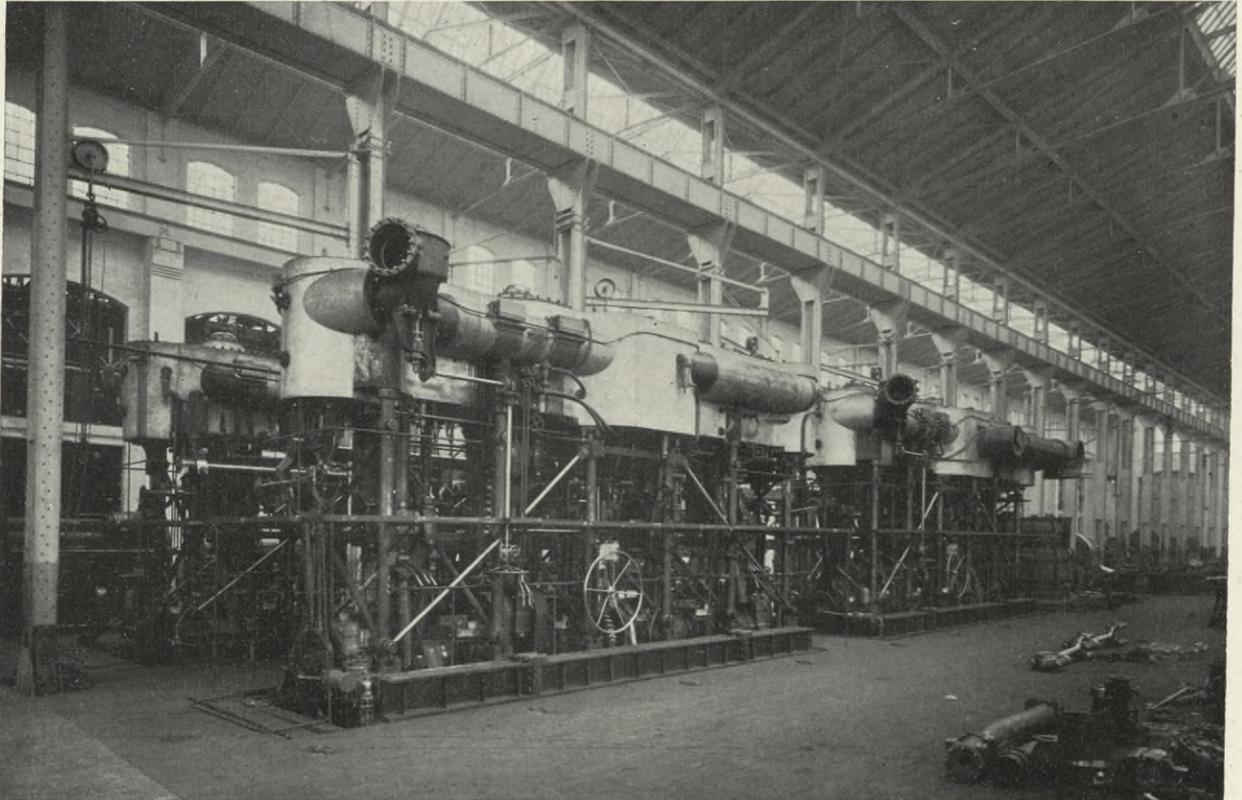


Abb. 8. Drei Vierzylinder-Dreifach-Expansionsmaschine für S.M.S. „Oldenburg“, erbaut von F. Schichau-Elbing

transatlantischen Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm der Große“, „Deutschland“, „Kronprinz Wilhelm“, „Kaiser Wilhelm II.“ und „Kronprinzessin Cecilie“ mit Durchschnittsgeschwindigkeiten von $23\frac{1}{2}$ Knoten über den Ozean. Der Bau dieser Schiffsriesen mit Maschinenanlagen bis zu 45 000 PS. und die hieran anschließende ständige weitere Steigerung der Schiffgrößen bis zu den Riesenschiffen der „Imperator“-Klasse von 50 000 bis 55 000 Br.-Reg.-Tonnen stellte naturgemäß an die bestehenden Schiffswerften neue dringende Anforderungen, die Betriebseinrichtungen zu erweitern und den neuesten Fortschritten der Technik entsprechend auszugestalten, sie führte aber auch gleichzeitig zur Gründung neuer und leistungsfähiger Werften. 1893 entstand aus zwei alten Holzschiffswerften der Bremer Vulcan in

arbeit in weitestem Maße durch Maschinenarbeit zu ersetzen. Bei der getrennten Lage der einzelnen Werkstätten und der Betriebsstellen beim Zusammenbau des Schiffsrumpfes auf der Helling sowie nach dem Stapellauf am Ausrüstungskai erwies sich für den Werftbetrieb die elektrische Kraftübertragung besonders geeignet, im besonderen da mit Einführung der elektrischen Krane seit 1889 der Transport in den Werkstätten sowie im Freien wesentlich beschleunigt und vereinfacht werden konnte. Der bisherige Dampftrieb für die zahlreichen und zerstreut angeordneten Arbeitsstätten wurde daher nach und nach durch elektrische Kraftübertragung ersetzt. Während 1895 erst acht Werften mit elektrischen Primärstationen ausgerüstet waren, besaßen 1899 bereits 22 Werften 136 Primärmaschinen von rund

5300 KW. Leistung und 572 elektrische Motore von insgesamt 4700 PS. Mit der Einführung des elektrischen Kraftbetriebes namentlich für maschinelle Arbeiten am Schiffsrumpf auf der Helling war seit 1894 die Kaiserliche Werft Wilhelmshaven beim Bau des Linienschiffes „Kaiser Friedrich III.“ bahnbrechend vorgegangen und hatte hierbei zugleich den Materialtransport auf der Helling mit Hilfe elektrisch betriebener Laufkrane als erste Werft in Deutschland eingeführt. Gegen Schluß des verflorbenen Jahrhunderts beginnt dann der elektrische Hellingkran seinen Einzug in fast alle deutschen Werften zu halten, und zwar so nachdrücklich und umfassend, daß dank der besonders hoch

tender Hubhöhe und Ausladung. Ein Stillstand in dieser Entwicklung der Werftbetriebe wird jedoch für die nächste Zukunft kaum zu erwarten sein, da schon jetzt die größte Niederdruckturbine für den Riesendampfer „Imperator“ das stattliche Gewicht von 380 Tonnen aufweist.

Neben dem elektrischen Kraftbetrieb haben sich die Kraftübertragungen mittels Preßwasser und Preßluft auf allen Werften eingebürgert. Obwohl der hydraulische Kraftbetrieb neben dem Dampfantrieb schon auf den ältesten Werften zu finden war, so hat er doch ständig weitere Ausgestaltungen erfahren mit Zunahme der Schiffsgößen und der hierdurch bedingten Materialstär-



Abb. 9. Ufer-T-Kran und Schwimmkran der Germaniawerft in Kiel

entwickelten deutschen Hebezeugtechnik die deutsche Schiffbauindustrie in dieser modernen Betriebsart allen ausländischen Werften bei weitem vorausleitete. Neben großen, die Hellinge überspannenden und teilweise eingedeckten Eisengerüsten mit zahlreichen Laufkranen verschiedenster Konstruktion, finden fahrbare Turmkrane mit schwenkbarem Ausleger die weiteste Verwendung. Auch die von Amerika übernommene Hochbahnkrane sowie die in England zuerst ausgeführten Seilbahnen mit elektrischer Laufkatze haben vereinzelt Eingang gefunden. Neben den Hellingkranen mit Tragfähigkeiten bis zu 10 Tonnen entstanden auf den deutschen Werften nach deutschen Entwürfen elektrisch betriebene Schwerlastkrane von 100 bis neuerdings 250 Tonnen Tragfähigkeit am Kai und Riesenschwimmkrane bis zu 150 Tonnen Tragfähigkeit mit bedeu-

ten. Mit Hilfe eines Wasserdrucks von 100 bis 150 Atm. Spannung werden im Schiffbau- und Kesselbau eine Reihe von Arbeitsmaschinen betrieben, welche eine intensive und schnelle Kraftleistung ausüben sollen. Hierher gehören die schweren Arbeitsmaschinen zum Biegen, Börteln, Stanzen sowie Schneiden starker Bleche im kalten und warmen Zustande, sowie schwere Nietarbeiten namentlich für den Kesselbau. Das Biegen und Börteln der Panzerdeck- und Torpedoschottbleche kann mit schweren hydraulischen Pressen sogar ohne vorheriges Anwärmen erfolgen, ein Vorteil, welcher mit bezug auf die Erhaltung der Homogenität des Materials nicht zu unterschätzen ist und bedeutende Kosten für große Glühöfen und deren Betrieb erspart. Auch ist es den Kaiserlichen Werften Kiel und Wilhelmshaven geglückt, Kröpfungen und Biegungen im Winkel von Profil-

stählen in rotwarmem Zustande unter der hydraulischen Presse in einem Arbeitsvorgang herzustellen und die kostspieligen und zeitraubenden Schweißungen zu vermeiden. Mit Hilfe von hydraulischen Gesenkpresse sowie unter Ausnutzung der von Amerika aus eingeführten automatischen Schmiedemaschinen für Beschlagteile und Ausrüstungsgegenstände des Schiffes kann die Schmiedearbeit mit der Hand erheblich ein-

auf deutschen Werften nur erst 34 Preßluftschlämmer, während zurzeit jede Werft davon mehrere hunderte, vorwiegend in Deutschland hergestellte Werkzeuge im Bestande führt. Trotz der verhältnismäßig wenig wirtschaftlichen Betriebsweise beginnen ferner die Preßluftbohrmaschinen wegen ihrer Handlichkeit und betriebssicheren Anordnung die empfindlichen elektrischen Bohrmaschinen vollkommen zu verdrängen; sie eignen sich

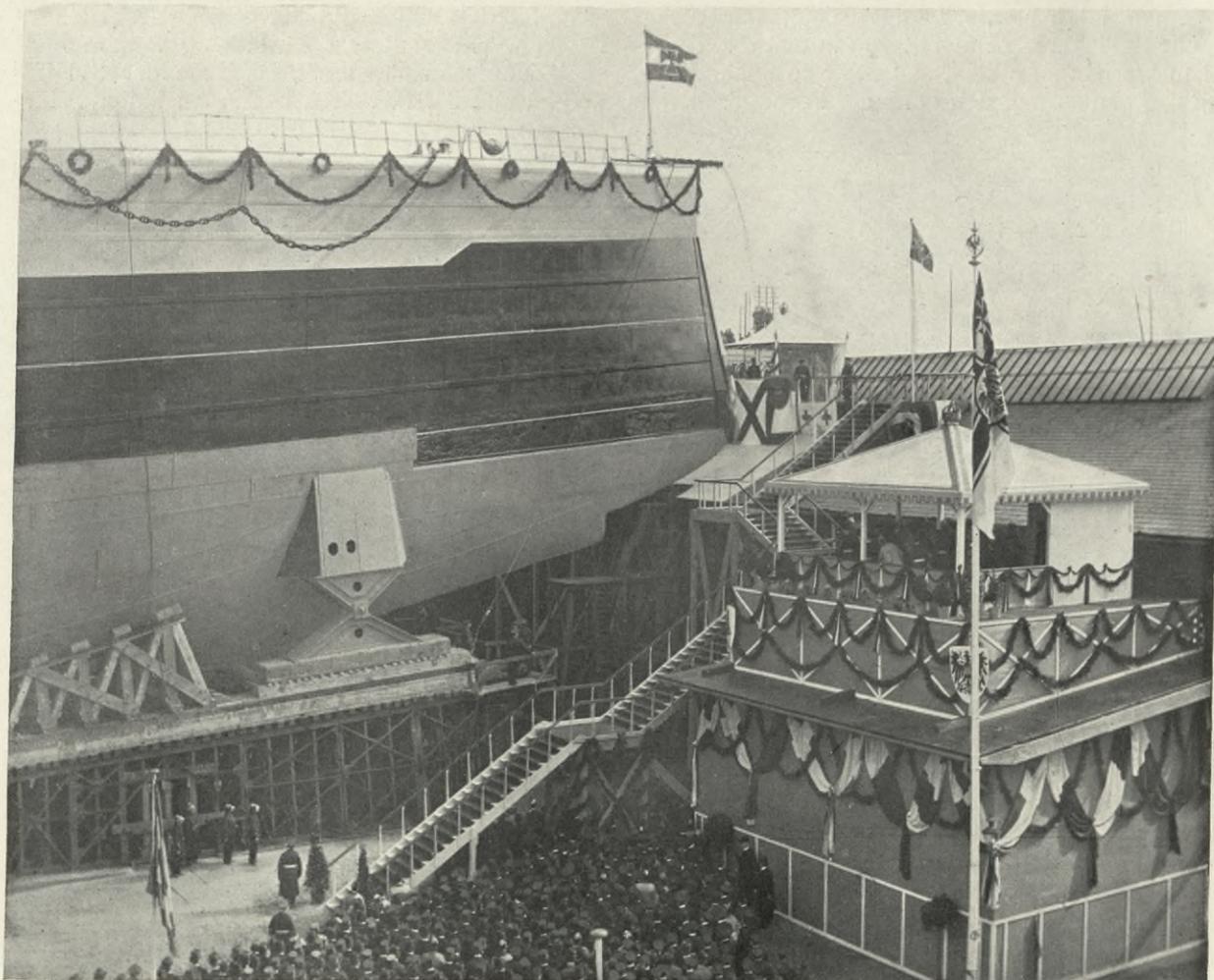


Abb. 10. Kaiserliche Werft, Kiel. Taufe des Linienschiffes „Kaiser“. Ablaufschlitten mit Drehlager

geschränkt werden und bietet sich zugleich der große Vorteil, die mannigfachen Schiffsnieten in kürzester Zeit im eigenen Betriebe anzufertigen und damit eine fortlaufende Ausnutzung der teuren Arbeitsmaschinen sicherzustellen.

Wesentlich vielseitiger ist die Verwendung von Preßluft von 7 Atm. Spannung geworden zum Betrieb von Preßluftschlämmern für das Nieteln, Stemmen und Meißeln und von Bohrmaschinen. Diese Werkzeuge waren vor 1895 auf deutschen Werften unbekannt und ist mit der Einführung derselben zuerst die Kaiserliche Werft Wilhelmshaven vorgegangen, obwohl die ersten Werkzeuge allein von Amerika bezogen werden konnten. 1899 gab es

ebenso gut für Feinblecharbeit als zum Bohren der Löcher für Panzerbolzen in die Panzerplatten, auch haben sich Preßluftbohrmaschinen mit Vor- und Rückwärtsgang zum Gewindeschneiden an Bord vorzüglich bewährt. Die in einer Betriebzentrale, welche bei den größten Werften schon 2000 PS. übersleigt, erzeugte Preßluft gelangt durch ein festes, über das Werftgelände verzweigtes Rohrnetz zu den einzelnen Arbeitsstätten und durch Zwischenschaltung von Luftschläuchen zu den einzelnen Preßluftwerkzeugen, sowie zum Betrieb der Nietessen, so daß die Handarbeit auf ein Mindestmaß eingeschränkt und damit die Wirtschaftlichkeit des Betriebes gehoben werden kann. Denn

trotz der erheblichen Anschaffungs- und Reparaturkosten für Kompressoren, Rohrleitungen, Schläuche sowie Preßluftwerkzeuge ergeben sich so bedeutende Ersparnisse an Arbeitslöhnen, da mit Preßluftwerkzeugen die Leistung unter Einschränkung der Arbeiterzahl um das 3–10 fache gesteigert werden kann, daß der Preßluftbetrieb an Wirtschaftlichkeit die größten Erfolge im Werftbetriebe zu verzeichnen hat. Die Bedeutung der Wirtschaftlichkeit der Preßluflthämmer für die

der Amerikaner Taylor und White auch in Deutschland vorzügliche Schnellaufstähle für den Schnellbetrieb der Werkzeugmaschinen eingeführt worden sind. Trotz der hohen Preise der Qualitätswerkzeugstähle haben sich dieselben für den forcierten Schnellbetrieb am wirtschaftlichsten erwiesen, da durch Erhöhung der Tourenzahlen der Werkzeugmaschinen oder durch Abtrennung eines erheblich stärkeren Spanes so wesentlich an Zeit gewonnen wird, daß die erhöhten An-

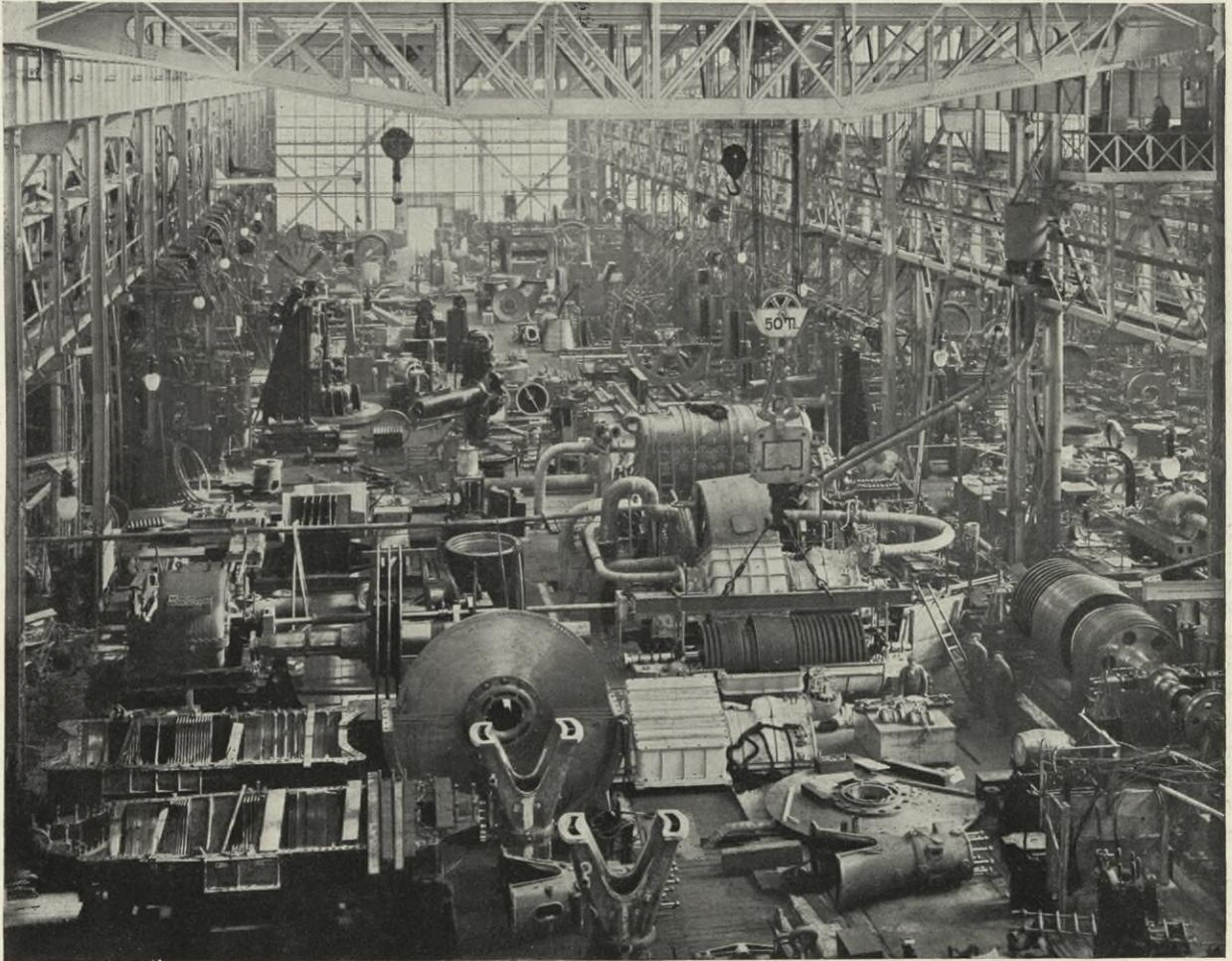


Abb. 11. Germaniawerff, Kiel. Turbinenwerkstatt

Arbeiten am Schiffsrumpf läßt sich allein dadurch würdigen, wenn man berücksichtigt, daß bei den modernen Ozeanriesen rund $2\frac{1}{2}$ Millionen Niete von meist erheblicher Stärke zu schlagen sind und rund 50 laufende Kilometer, d. h. fast sieben deutsche Meilen an Nähten und Stößen der Platten auf Wasserdichtigkeit zu stemmen sind.

Diese modernen, auf Schnellbetrieb hinzielenden Betriebsmethoden, welche unter Verwendung des elektrischen Stroms, sowie von Preßwasser und Preßluft nicht allein den Werklohn herabsetzen, sondern auch die Bauzeit zu kürzen vermochten, konnten jedoch erst in weitestem Maße ausgenutzt werden, nachdem nach dem Vorgang

der Amerikaner Taylor und White auch in Deutschland vorzügliche Schnellaufstähle für den Schnellbetrieb der Werkzeugmaschinen eingeführt worden sind. Trotz der hohen Preise der Qualitätswerkzeugstähle haben sich dieselben für den forcierten Schnellbetrieb am wirtschaftlichsten erwiesen, da durch Erhöhung der Tourenzahlen der Werkzeugmaschinen oder durch Abtrennung eines erheblich stärkeren Spanes so wesentlich an Zeit gewonnen wird, daß die erhöhten An-

sprechend gehärtetem Schnellaufstahl ist man sogar soweit vorgeschritten, daß man mit Hilfe besonders stark gebauter Bohrmaschinen die Löcher in Panzerdeckbleche und Kesselmantel-

bei Arbeiten an Bord entbeht werden können, wie z. B. für autogenes Schweißen und autogenes Schneiden, zum Enthärten von Panzerplatten und für die Feuerbearbeitung. Die An-

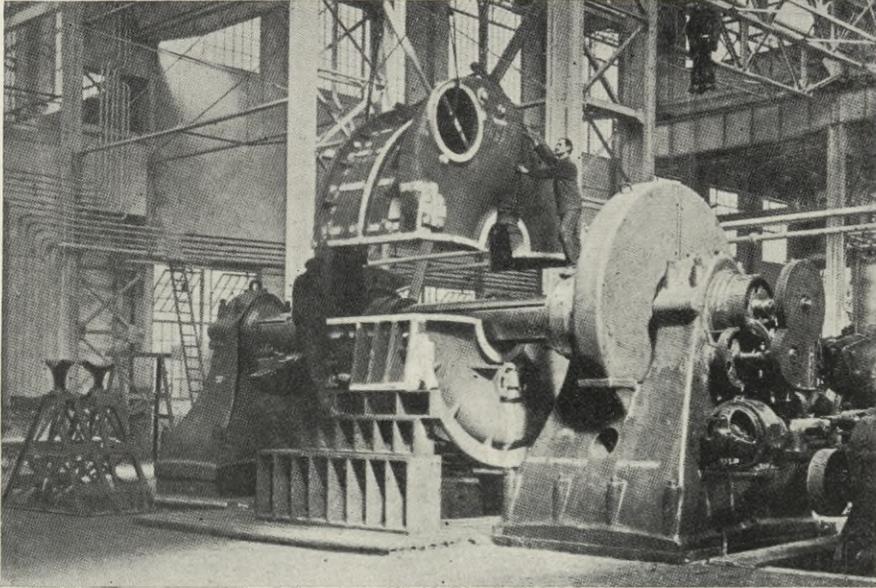


Abb. 12. Vulcan-Werft, Hamburg.
Eines der großen Bohrwerke in der Turbinen-Werkstatt

bleche fast ebenso schnell bohren kann, als man sie lochen würde. Aber auch das Lochen selbst starker Bleche hat in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte zu verzeichnen durch Verwendung von automatischen Lochmaschinen, welche ohne jedes vorherige Vorzeichnen nach bestimmten Einstellungen der Maschinen zwei und mehr Löcher selbsttätig durch automatischen Vorschub der Bleche lochen, so daß die ziemlich kostspieligen Maschinen schon nach ein bis zwei Bauten sich bezahlt gemacht haben.

Aber hiermit sind die Kraftübertragungsmethoden der modernen deutschen Werften noch nicht erschöpft. Trotz der vielseitigen Verwendung von Preßluft, Preßwasser und elektrischem Strom hat sich für bestimmte Arbeitsweisen die Verwendung der verschiedensten Gase meist unter hohem Druck, wie Sauerstoff, Wasserstoff, Leuchtgas, Azetylen, Wassergas zur Bearbeitung von Schiffbaustahl und von Metallen derartig eingebürgert, daß sie weder in der Werkstatt noch

bisherige Nietung vollkommen ersetzt und durch Bedienung von nur einem Manne außerordentlich wirtschaftlich arbeitet. Nicht minder bedeutungs-

wendung der autogenen Schweißung ist im Schiffbau eine ständig zunehmende und macht die Nietung sowie den Bezug von geschweißten Rohren usw. vielfach entbehrlich. Konnte doch der Kaiserlichen Werft, Kiel bereits ein nach dem Komposit-System erbautes, seegehendes Motorboot in seinem Stahlgerippe ohne jegliche Nietung allein durch autogene Schweißung der Stringerbleche und Längsbänder hergestellt werden. Trotzdem ist die autogene Schweißung für Feinblecharbeiten zur Herstellung von Möbeln, Treppen, Kleiderspinden und mannigfachen Inventarienslücken schon durch die elektrische

Punktschweißmaschine verdrängt worden, welche die

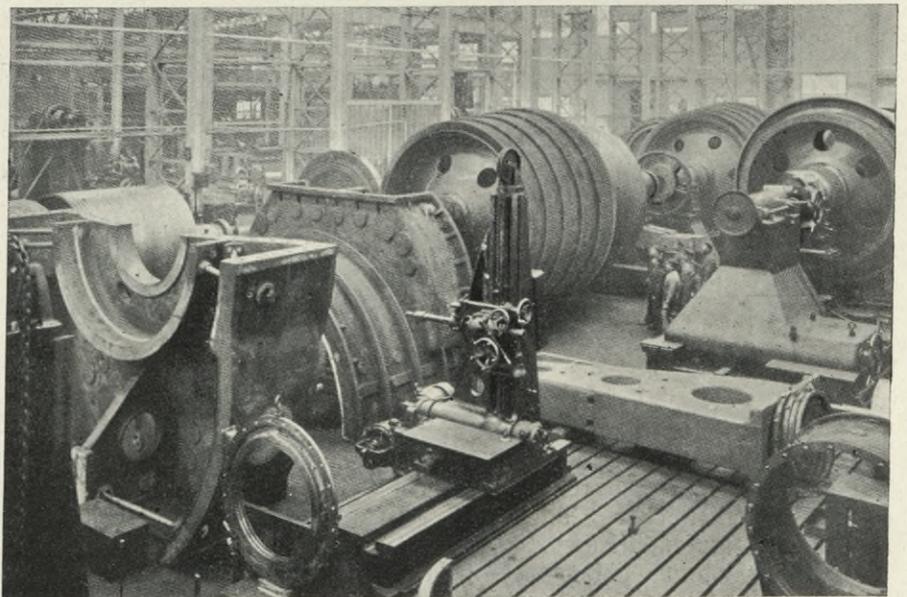


Abb. 13. Vulcan-Werft, Hamburg. Turbinenbau-Werkstatt mit Rotoren

voll für den Schiffbau ist der autogene Schneidbrenner geworden unter Benutzung von Wasserstoff-Sauerstoff oder Azetylen-Sauerstoff. Mit Hilfe desselben werden in kürzester Zeit Bleche und Profilstangen aus Schiffbaustahl jeder Stärke

sowie die dicksten gehärteten Panzerplatten sowie Spezialstahlsorten nach geraden oder gekrümmten Linien geschnitten. Da der ganze Apparat, bestehend aus zwei Sauerstoffflaschen und einer Wasserstoffflasche sowie dem Brenner mit Anschlußschläuchen und Reduzierventilen leicht transportabel ist, kann das autogene Schneiden überall vorgenommen werden und ist dasselbe daher für Arbeiten an Bord der Schiffe unentbehrlich geworden. Die Luken und Kohlenlöcher in den gepanzerten Decks und leichteren Stahldecks, die Öffnungen für Seilenfenster, für Rohrleitungen, für Ventilationskanäle, für die Türen in den Schotten können mit Hilfe des autogenen Schneidbrenners nach dem Einbau der Platten an Ort und Stelle eingeschnitten werden; auch ist es der Kaiserlichen Werft Kiel gelungen, den autogenen Schneidbrenner für Arbeiten unter Wasser mit Hilfe eines Tauchers auszubilden. Bei Beseitigung von Havarieschäden im Dock und bei

schneller Arbeitsweise herausgeschlagen werden können. Nachdem das autogene Schweiß- und Schneidverfahren für den Schiffbaubetrieb un-

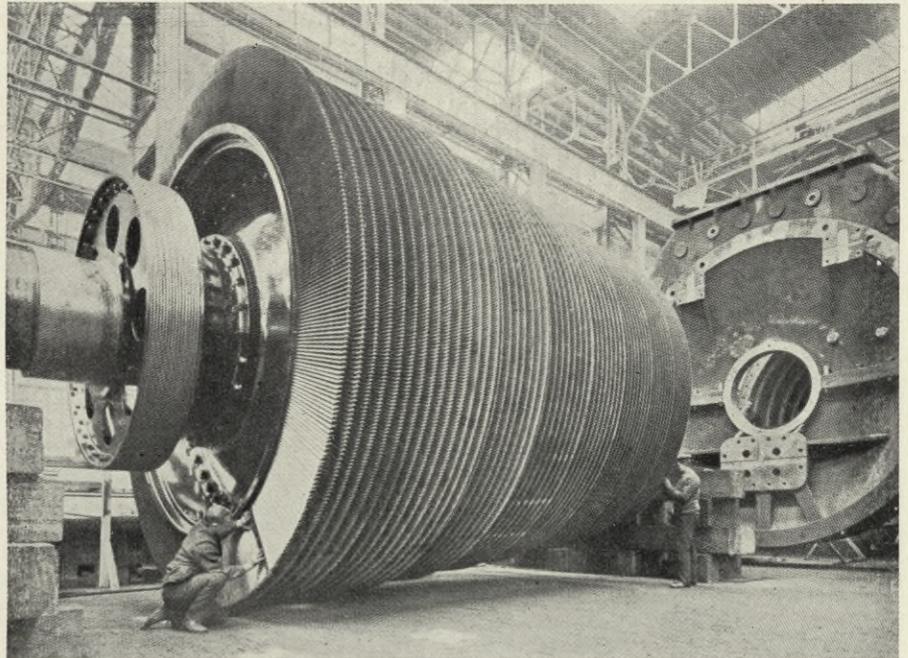


Abb. 14. Vulcan-Werft, Hamburg. Niederdruckrotor für einen großen Ozeandampfer

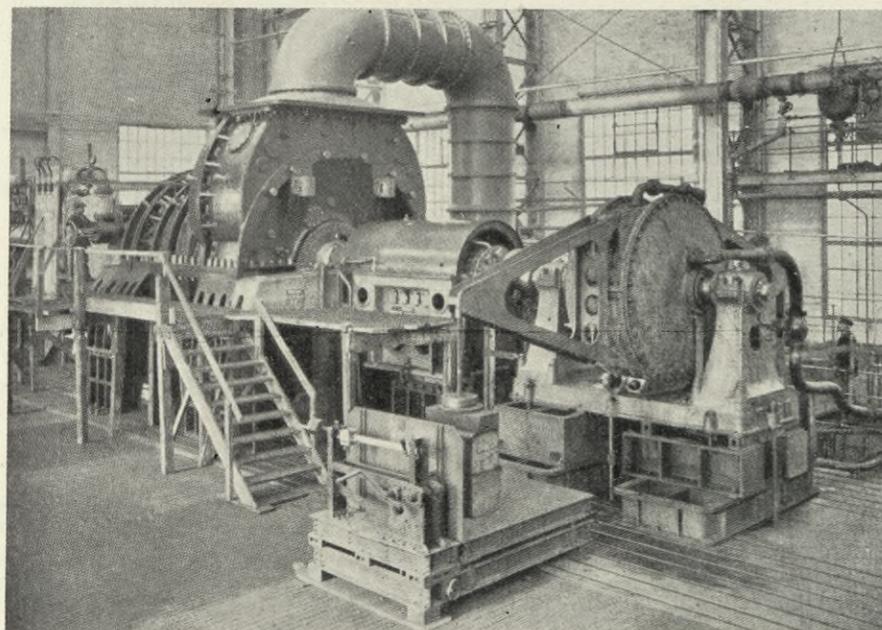


Abb. 15. Vulcan-Werft, Hamburg. Schiffsturbine auf dem Prüffeld

größeren Umbauten wird der Brenner zum Wegschmelzen der versenkten Nietköpfe vorteilhaft benutzt, so daß mit Hilfe desselben die Niete in

entbehrlich geworden war, haben die größeren Werften auch nicht gezögert, die erforderlichen Kraftgase selbst herzustellen, zumal nach Einführung des autogenen Schneidverfahrens zeitweise eine Hungersnot an Sauerstoff in der Industrie sich einstellte. Die Kaiserliche Werft Kiel setzte als erste Schiffswerft eine Elektrolyseanlage zur Erzeugung von Wasserstoff und Sauerstoff in Betrieb und ersparte hierdurch den teuren Hin- und Rücktransport der schweren Gasflaschen. Spätere Anlagen benutzen die v. Lindeschen Patente zur Erzeugung von Sauerstoff aus flüssiger Luft und von Wasserstoff aus Wassergas oder erzeugen Acetylen und verwenden es an Stelle von Wasserstoff. Und so findet man auf modernen größeren Werften nicht allein Zentralen zur Erzeugung von elektrischem Strom, von Preßwasser und Preßluft bis zu der beträchtlichen Gesamtleistung von 6000 bis 10 000 PS., sondern auch Anlagen zur Erzeugung von Sauerstoff, Wasser-

stoff, Azetylen und Wassergas, deren Gase teilweise gleichfalls in besonderen Rohrleitungen nach den Verbrauchsstellen geleitet oder durch Kompressorumpen nach der Erzeugung mit 100 bis 150 Atm. Druck in Flaschen gefüllt werden.

Alle diese auf den modernen Werften zur Einführung gelangten Arbeitsmethoden sind auf den Grundsatz zurückzuführen, die reine Handarbeit mehr und mehr in eine erfolgreiche Maschinenarbeit umzugestalten und hierbei die wirtschaftlich günstigste Kraftquelle, sei es nun den elektrischen Strom, Preßwasser und Preßluft, oder

bzw. 0,29 PS kam, hat sich dieser Wert im Jahre 1912 auf 0,7 bzw. 0,87 PS pro Arbeiter, d. h. um rund 300 Prozent erhöht. Bei einer neueren Werft mit vorwiegenden Maschinenbaubetrieben steigt die Betriebskraft pro Arbeiter bereits auf 0,91 PS. Bei einer Flußschiffwerft für reinen Schiffbau, d. h. ohne Werkstätten für den Schiffsmaschinenbau, ist die Betriebskraft pro Arbeiter von 0 PS im Jahre 1888 auf 0,11 PS. im Jahre 1900 und 0,36 PS. im Jahre 1912 angewachsen; im allgemeinen ist für derartige Werften die Zahl von 0,2 PS pro Arbeiter als Durchschnittswert zu betrachten. Ein

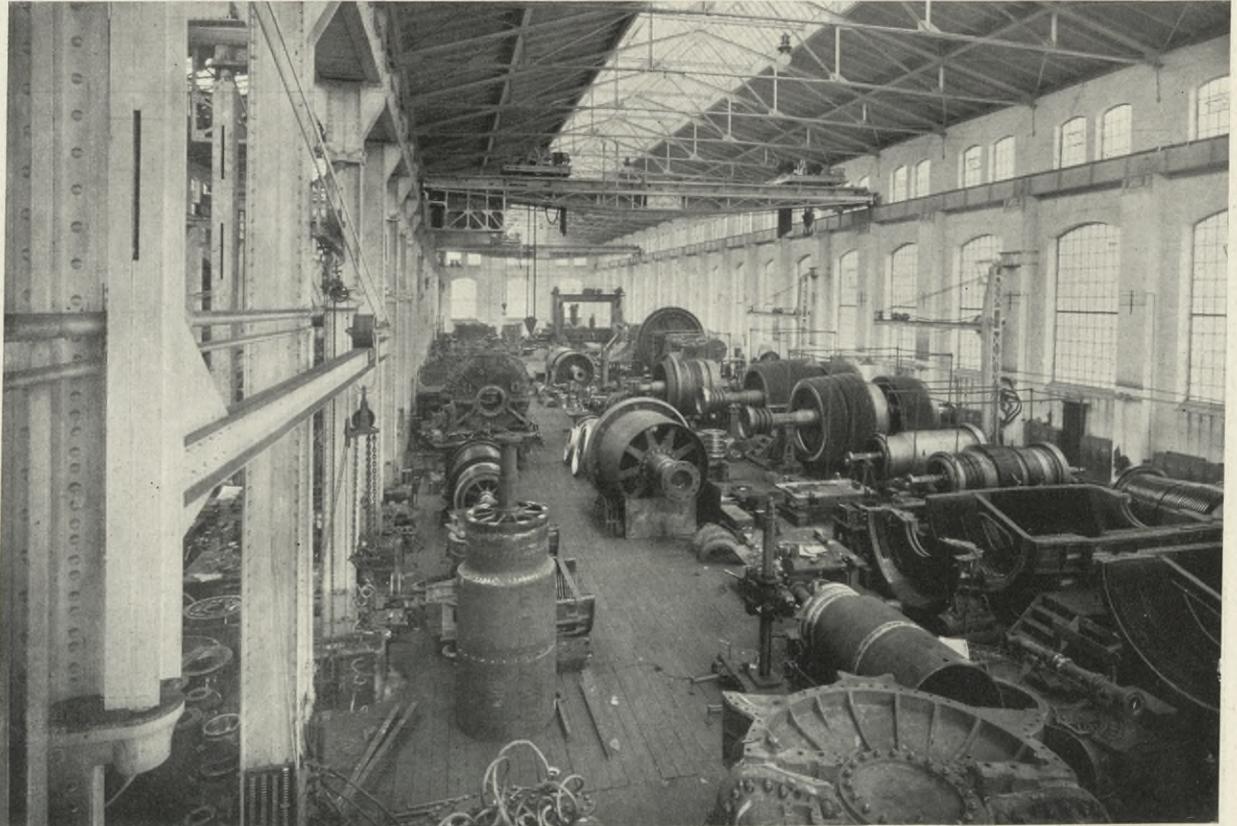


Abb. 16. Dampfturbinen-Montagehalle von F. Schichau, Elbing

die zweckmäßigsten Gase auszunutzen. Die Arbeitsleistung des Werftarbeiters hat sich daher im Laufe der Jahre mit Hilfe dieser Kraftquellen erheblich potenziert, während andererseits die Betriebskosten durch Erzeugung der Kraftquellen und zur Unterhaltung der mannigfachen Werkzeuge und Maschinen erheblich gestiegen sind. In welchem Maßstabe die Maschinenarbeit gegenüber der Handarbeit auf den Werften zugenommen hat, läßt sich in seiner Gesamtheit nicht klar erfassen, doch geben hierzu die zur Verfügung stehenden Daten von zwei großen und leistungsfähigen Seeschiffswerften und einer kleineren Flußschiffwerft einen hinreichenden Anhalt. Während bei den ersteren im Jahre 1900 auf jeden beschäftigten Arbeiter eine Betriebskraft von 0,27

Anwachsen desselben über 1,0 PS pro Arbeiter läßt erkennen, daß die betreffende Werft mit Bezug auf ihre Betriebsanlagen nicht ausreichend beschäftigt ist.

Mit dem Anwachsen der Displacements der Kriegs- und Handelsschiffe bis zu 25 000 bzw. 70 000 Tonnen ist nun eine Erhöhung des Gewichtes des Schiffsrumpfes und somit des Ablaufgewichtes Hand in Hand gegangen. Während der erste in Deutschland gebaute transatlantische Schnelldampfer „Auguste Victoria“ im Jahre 1888 ein Ablaufgewicht von 5000 Tonnen aufwies, stieg dasselbe bei dem zweiten transatlantischen Dampfer desselben Namens 1905 auf 15 300 Tonnen und mußte man in diesem Jahre beim Stapellauf des Schnelldampfers „Vaterland“ mit dem doppelten

Ablaufgewicht von 31 000 Tonnen rechnen. Es ist daher erklärlich, wenn man an den Stapellauf der modernen Ozeanriesen mit erhöhter Aufmerksamkeit und Sicherheit herangeht, da nicht nur durch die enormen Ablaufgewichte, sondern auch durch die bedeutenden Schiffslängen bis zu fast 300 m Länge über alles besondere Schwierigkeiten erwachsen sowohl um das auf die Schlitten und Ablaufbahnen aufgekeilte Schiff bis zum gegebenen Zeitpunkt des Taufaktes sicher zu halten,

sich gegen ein Widerlager stützt, welches im gegebenen Moment durch den Druck einer schweren hydraulischen Presse gelöst oder beseitigt werden kann. Kommt das Schiff mit dem Schlitzen dann in eine gleitende Bewegung, so treten beim Beginn des Aufschwimmens des Achterschiffes am oberen Ende des Schlittens gewaltige Drucke bis zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des Ablaufgewichts auf, welche bei nicht genügender Verteilung derselben auf die Bauteile des Schiffsrumpfes, des Schlittens, des

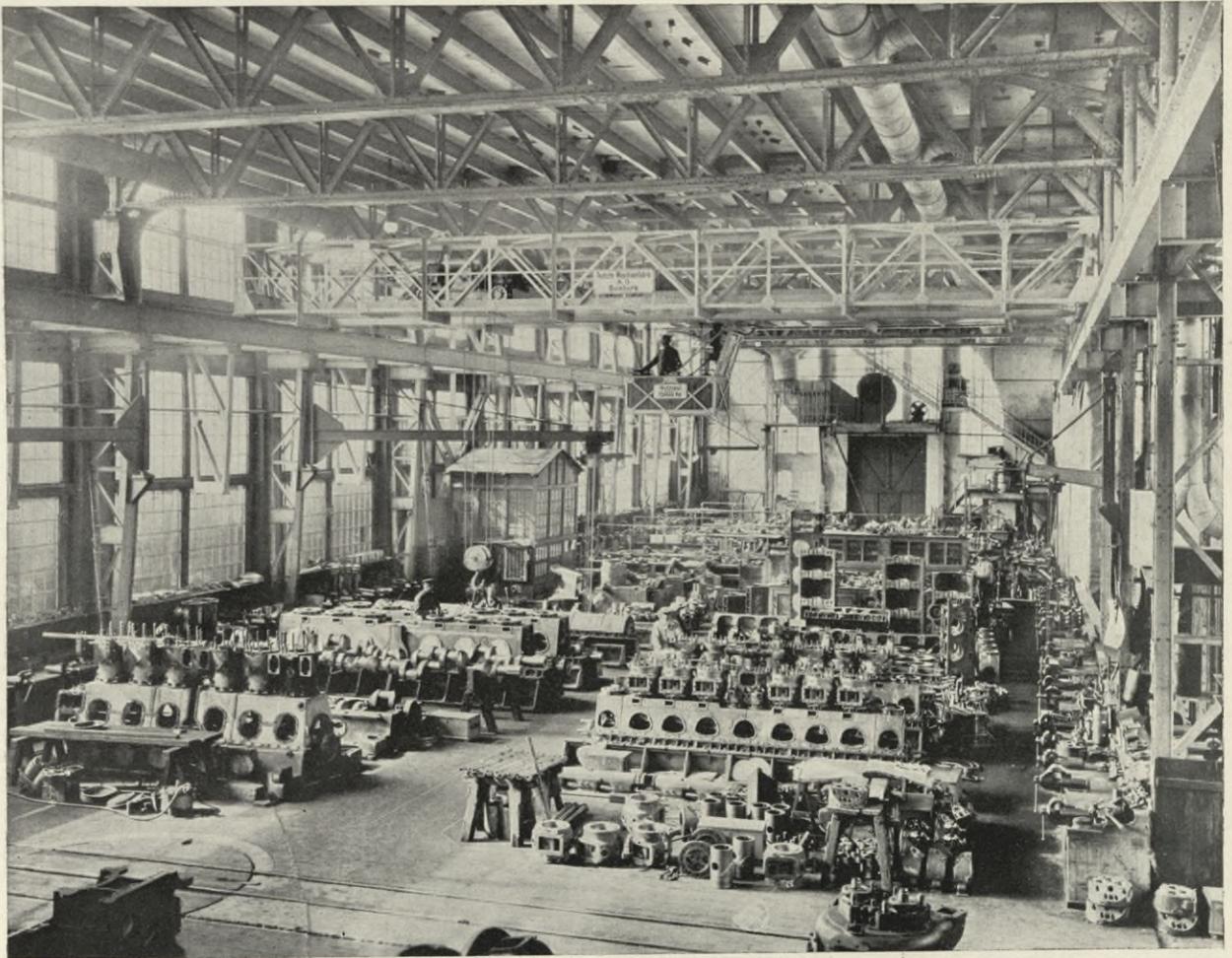


Abb. 17. Germaniawerft, Kiel. Dieselmotoren-Werkstatt

als auch um den Ablauf selbst ohne Schaden für den Schiffsrumpf und die Helling erfolgen zu lassen. Die Haltevorrichtung für die Schlitten und damit für das Schiff besteht neuerdings an Stelle der früheren sog. hölzernen Wippen aus einer starken Daumenwelle, welche auf etwa der halben Schiffslänge in einem mit der Ablaufbahn fest verbolzten schweren Stahlgußrahmen drehbar gelagert ist. Der nach oben weisende Daumen greift in ein mit dem Schlitten verbundenes Stahlgußstück ein und hält denselben fest, so lange die Welle am Drehen verhindert wird. Dies geschieht durch einen nach unten weisenden Hebel, welcher

Unterbaues sowie der Hellingsohle sich fort-pflanzen und leicht Beschädigungen derselben herbeiführen können. Infolgedessen wird der vorderste Teil des Schlittens als Drehlager oder Wiege konstruiert, um den Druck auf eine größere Fläche zu übertragen. Die Kaiserliche Werft Kiel verwendet seit Jahren mit großem Erfolg ein solide gebautes Drehlager, dessen oberer Lagerstuhl am Schiffsrumpf vernietet ist, während der untere auf einem kurzen Schlitten ruht, der mit dem Hauptschlitten gelenkartig verbunden ist. Wesentlich durchgreifender waren jedoch die von derselben Werft eingeführten Verbesserungen, um

die Vorbereitungsarbeiten zum Stapellauf zu vereinfachen und diesen selbst sicherer zu gestalten. Während nach altem Brauch das Schiff durchweg nach dem Schmieren der Ablaufsbahnen und dem Unterbauen der beiden Schlitten kurz vor dem Stapellauf auf dieses aufgekeilt wird, um von den Kielstapeln und sonstigen Kreuzstapeln frei zu kommen, wobei durch das einseitige und meist ungleichmäßige Aufkeilen des Schlittens die Ablaufsbahnen nicht immer gleichmäßig belastet werden und hierdurch der Ablauf erschwert wer-

den Schiff gleichmäßig belastet werden, werden sämtliche Unterstützungen zu gleicher Zeit selbsttätig frei, so daß die schwierige Beseitigung der teilweise unter hohem Druck stehenden letzten Kielstapels fortfällt und damit Störungen beim Stapellauf vermieden werden. Die gleiche Einrichtung ist auch auf der Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven eingeführt worden, da trotz der besonderen Anschaffungskosten für die Sandtöpfe durch Ersparnis von Arbeitslöhnen sich ein günstiger wirtschaftlicher Effekt ergeben hatte.

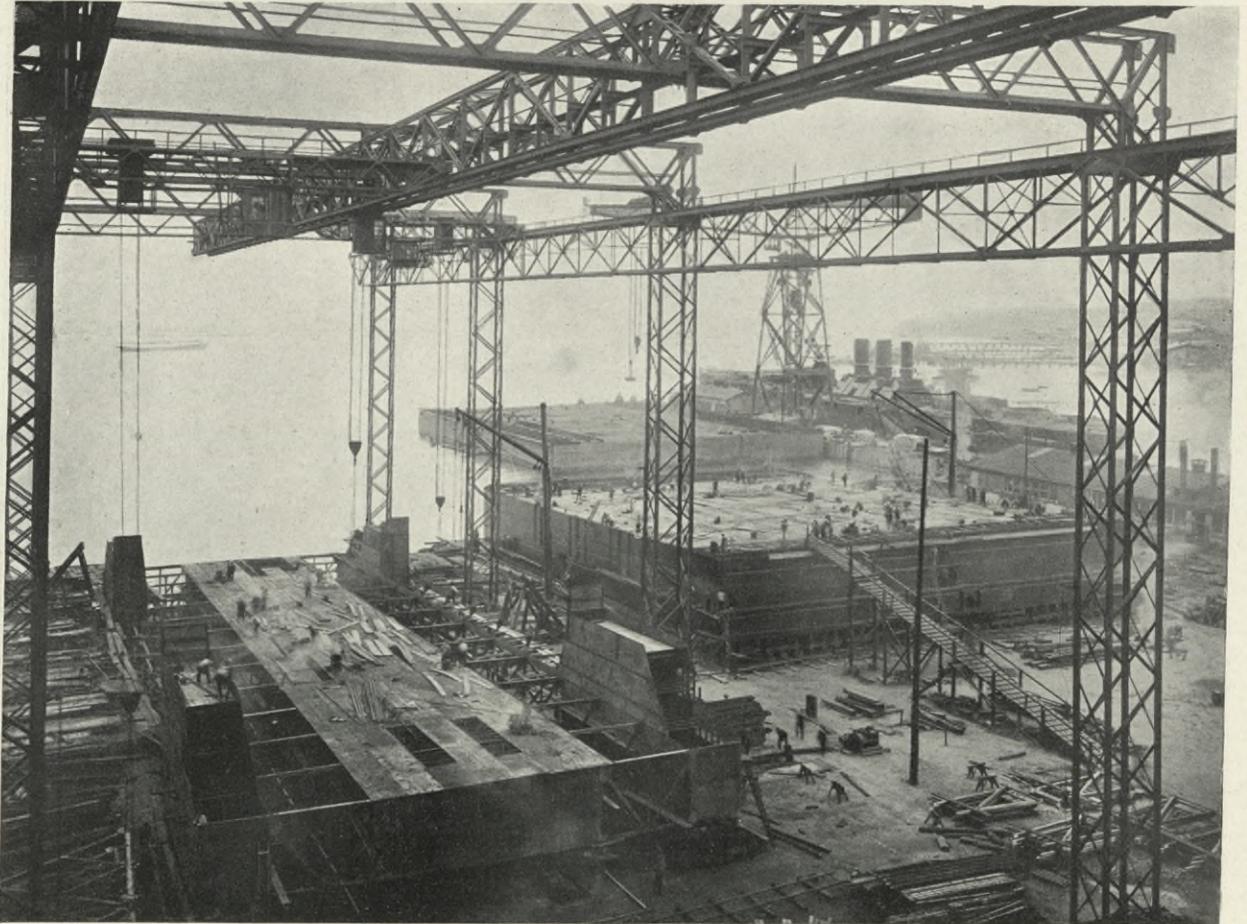


Abb. 18. Howaldtswerke-Kiel. Dockbau

den kann, baut die Kaiserliche Werft Kiel ihre Schiffe seit Jahren auf Stapelklötze, welche auf besonderen Sandtöpfen, d. h. eisernen Gefäßen mit Sandfüllung, gelagert sind. Diese Stapelklötze werden dann nach dem Aufbau der Schlitten auf den geschmierten Bahnen kurz vor dem Stapellauf durch Öffnen von Löchern in den unteren Teil der Sandtöpfe, wodurch der Sand zum Auslaufen kommt, durch das Gewicht des Schiffes zum Senken gebracht und setzt sich das Schiff selbsttätig auf den Schlitten auf, während die Stapelklötze mit den Sandtöpfen freikommen. Abgesehen davon, daß durch diesen Arbeitsvorgang die Ablaufsbahnen von dem sich absenk-

Die Arbeiten im Schiffsmaschinenbau stützen sich in der Hauptsache auf eine große Zahl von Werkzeugmaschinen von den größten und schwersten Typen bis zu den kleinsten Spezialmaschinen. Die Aufnahme des Dampfturbinenbaus von allen den Kriegsschiffbau betreibenden Werften machte ferner die Anschaffung und Aufstellung der schwersten Arbeitsmaschinen erforderlich zum Drehen der Rotoren und zum Drehen, Bohren und Behobeln der gewaltigen Turbinengehäuse, Arbeitsmaschinen, welche mit Bezug auf Abmessungen, Gewichte und Anschaffungskosten im Werftbetriebe bisher noch unbekannt waren und welche durchweg von deutschen Maschinenfabriken ge-

tätigkeit für dieselben hat von 1898 bis 1906 um 113 %, von 1898 bis 1913 um 147 % zugenommen. An zweiter Stelle kommen seit 1902 infolge der Flottengesetze die Lieferungen für die deutsche Marine — Kurve D —, welche in großer Gleichmäßigkeit und mit ständiger Zunahme erfolgen. Weniger günstig verlaufen die Kurven C und E, welche die Lieferung für fremde Rechnung in Handelsschiffen

und Kriegsschiffen wiedergeben.

Während im Jahre 1901 die Bautätigkeit in Handelsschiffen für das Ausland mit

50000 Br.-Reg.-T. diejenige im Kriegsschiffbau um das

Doppelte überragt, geht sie seit

1902 unter die Kriegsschiffsproduktion herab und macht seit 1903 durchschnittlich nur die Hälfte derselben aus.

Die Kriegsschiffbauten für fremde

Marinen, welche in ihrer Vermessung 1901 diejenigen

für die heimische Marine fast erreichen, es handelte sich um größere Kriegsschiffe für Rußland,

Japan, sowie Torpedoboote für Italien, sind seit 1903 fast ganz ausgeblieben, erst in den letzten Jahren ist ein kleiner Aufschwung zu verzeichnen infolge der hervorragenden Leistungen einzelner Werften im Bau von Torpedofahrzeugen und Unterseebooten.

Trotz der starken Steigerung der Schiffbautätigkeit in Deutschland geht immer noch ein erheblicher Teil der deutschen Aufträge ins Ausland,

insbesondere nach Großbritannien und neuerdings nach Holland und Oesterreich. Das Verhältnis der Inlands- zu den Auslandsbestellungen in Deutschland ergibt sich durch den Vergleich der Kurven A und F, welche von 1880 bis 1888 ziemlich parallel laufen, dann bis 1890 sich stark nähern und hier überschneiden. Ein gleiches Kreuzen findet 1896

statt, so daß 1890 und 1896 die Auslandsbestellungen die Inlands-

bestellungen übertrafen.

Seit 1896 fallen die ersteren erheblich, erfahren aber

nach 1901—1902 und 1906 bis 1907 wieder eine

Anschwellung. Das Wachsen der Auslands-

bestellungen von 1910 ab ist vornehmlich auf

Schiffsbauten für deutsche Rechnung in

Holland zu setzen, und zwar von Seelechtern,

Schleppdampfern, Rheinschiffen und

Baggern, wodurch namentlich den kleineren

deutschen Werften großer Abbruch getan

wird.

Um klar zu stellen von welchen

Seiten der deutsche Schiffbau in der Hauptsache Anregung und Förderung erfahren hat, lassen von

1881-1890, von 1891-1900 und von 1901-1912 die nachstehenden Zusammenstellungen ersehen. Diese ergeben, daß in dem ersten Dezennium die beiden größten Schiffahrtsgesellschaften nicht die Bahnbrecher gewesen sind.

Reedereien, welche Handelsschiffe auf deutschen Werften 1881-1890 bestellten:

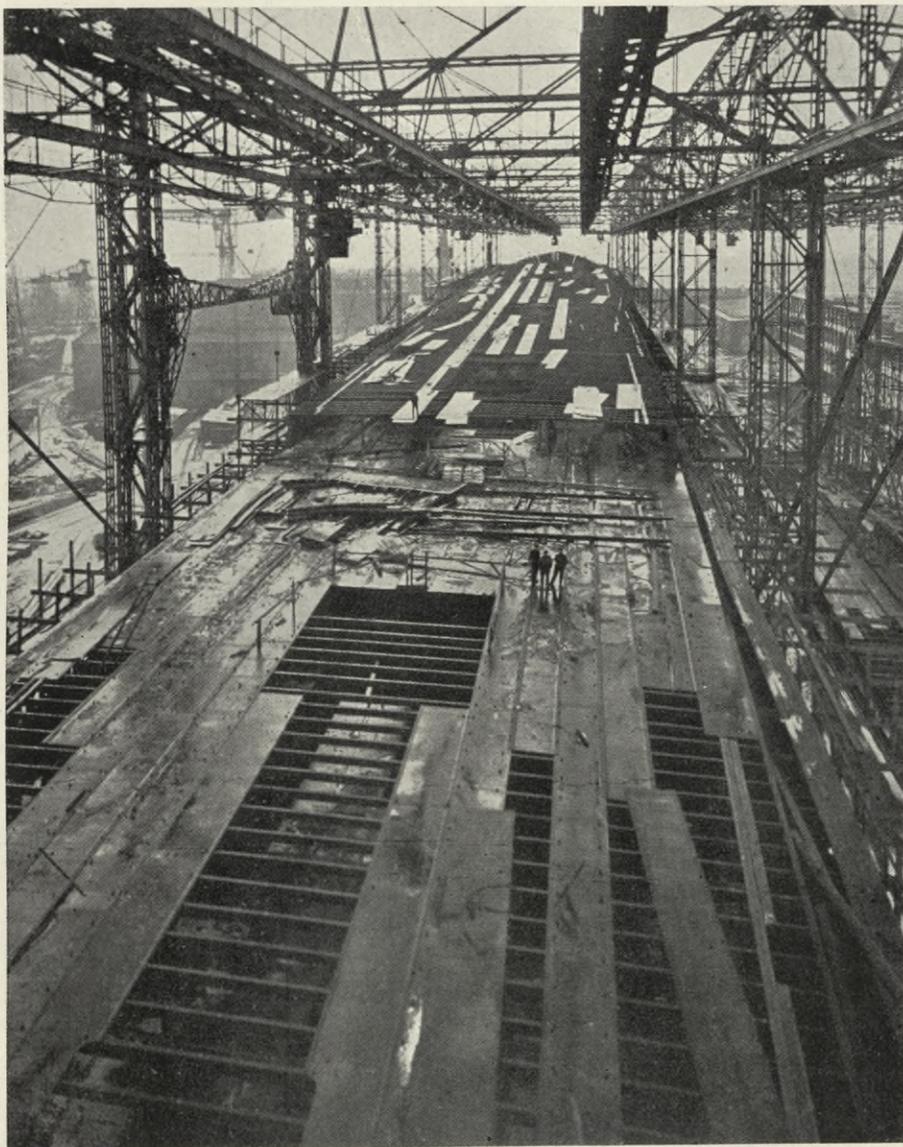


Abb. 29. Dampfer „Imperator“ im Bau, Blick auf das Oberdeck

	Schiffe über 2000 Brutto- Reg.-Tonnen
Hamburg-Südamerikanische Dampfschiff- fahrts-Gesellschaft	10
Hamburg-Amerika Linie	9
Norddeutscher Lloyd	6
Kosmos-Linie Hamburg	5
Hamburg-Pacific Linie	4
Deutsch-Australische Dampfschiffahrts- Gesellschaft Hamburg	3
Woermann-Linie Hamburg	2
Deutsche Dampfschiffahrts-Reederei Hamburg	2
B. Wencke Söhne Hamburg	2
Anglia Hamburg	2
Wätjen & Co. Bremen	2
Flensburg Dampfschiffahrts-Gesellschaft von 1869	2
Sechs Reedereien je	1

In dem folgenden Jahrzehnt ändert sich das Bild zugunsten des Norddeutschen Lloyd und der Hamburg-Amerika Linie (Tabelle 1).

Bemerkenswert ist, daß nahezu 10 % der größeren Schiffe für ausländische Rechnungen gebaut sind. Diese günstigen Verhältnisse nehmen im folgenden Jahrzehnt wieder erheblich ab (Tab. 2).

Es ist bezeichnend, daß diejenigen Reedereien, welche ihre Schiffe vorzugsweise in Deutschland bauen lassen, günstige Erträgnisse erzielen, ein Beweis, daß die Leistungen der deutschen Werften mit Bezug auf die Schiffsmaschinenanlage und die Konstruktion des Schiffsrumpfes allen Anforderungen entsprochen haben; die lange vertretene Ansicht, man könne nur in Großbritannien praktisch gebaute Schiffe erhalten, ist daher nicht mehr begründet.

Die Leistungsfähigkeit des deutschen Schiffbaues zu dem Großbritanniens ist aus dem Kurvenblatt (Abb. 30) zu ersehen. Die Kurven sind nicht direkt vergleichbar, da in Deutschland die Registrierung vom Fertigstellungstermin an datiert, während sie in Großbritannien mit dem Datum des Stapellaufes beginnt, so daß bei dem Steigen und Fallen der Kurven die englische der deutschen naturgemäß voreilt. Auf dem gleichen Kurvenblatt sind die Gesamtleistungen der in gleichen Jahren fertig-

Tabelle 1

Reedereien, welche Schiffe auf deutschen Werften bestellten	Brutto-Register-Tonnen						Summa Schiffe
	2000 bis 3000	3000 bis 4000	4000 bis 5000	5000 bis 6000	6000 bis 8000	über 8000	
Norddeutscher Lloyd	—	7	4	2	3	10	26
Hamb. Südamerik. D.-G.	5	7	10	3	—	—	25
Hamburg-Amerika Linie	2	2	1	4	4	10	23
Deutsch-Australische D.-G.	—	1	1	8	—	—	10
Deutsche Dampfsch.-Reederei	—	5	5	—	—	—	10
Woermann-Linie	7	—	—	—	—	—	7
Ostafrika-Linie	2	1	2	1	—	—	6
Hamburg-Pacific Linie	1	3	1	—	—	—	5
Hansa Bremen	2	—	—	2	—	—	4
Kosmos Hamburg	—	2	2	—	—	—	4
Russ. Steam Nav. Co., Odessa	—	4	—	—	—	—	4
Deutsch-Amerik. Petroleum-Ges.	—	2	1	—	—	—	3
F. Laëisz, Hamburg	2	1	—	—	—	—	3
Hamburg-Calcutta Linie	—	—	—	2	—	—	2
Hansa-Hamburg	2	—	—	—	—	—	2
Argo Bremen	2	—	—	—	—	—	2
Flensburger Dampf.-Co.	2	—	—	—	—	—	2
Flensburger D.-G. 1869	2	—	—	—	—	—	2
Jepsen Apenrade	2	—	—	—	—	—	2
Horn Schleswig	2	—	—	—	—	—	2
Rumänische Staatsbahnen	2	—	—	—	—	—	2
6 deutsche Reedereien	4	1	1	—	—	—	6
4 dänische Reedereien	2	1	—	1	—	—	4
2 niederländische Reedereien	—	1	—	—	—	1	2
1 österreichische Reederei	—	—	1	—	—	—	1
1 schwedische Reederei	1	—	—	—	—	—	1
1 russische Reederei	1	—	—	—	—	—	1
1 französische Reederei	1	—	—	—	—	—	1
Zusammen							162
Darunter für das Ausland							16

gestellten Schiffsmaschinen nach indizierten Pferdestärken für beide Länder eingetragen. Hier- nach übersteigt die Kurve der Maschinenleistungen diejenige der gesamten Schiffsräume pro Jahr in Deutschland von 1907 ab, in Großbritannien von 1908 ab, und zwar in Deutschland in erheblichem Maße, ein Zeichen, daß die deutschen Werften den Bau von hochwertigen und demnach maschinen- kräftigen Schiffen bevorzugen und den Bau von reinen Frachtdampfern mit kleinen Maschinen-

anlagen nicht in dem Maße wie die englischen Werften betreiben. Seit Einführung der Dampf- turbinen im Kriegsschiffbau wachsen die Ma- schinenleistungen erheblich und bringen neben dem Stettiner Vulcan, die Germania-Werft und F. Schichau-Elbing in einzelnen Jahren Gesamt- maschinenleistungen zur Ablieferung, wie sie in dieser Höhe von den größten englischen Werften noch nicht erreicht sind. (Siehe die folgenden Tabellen.)

Tabelle 2

Reedereien, welche Schiffe auf deutschen Werften bestellten	Brutto-Register-Tonnen									Summa Schiffe
	2000 bis 3000	3000 bis 4000	4000 bis 6000	6000 bis 8000	8000 bis 10 000	10 000 bis 12 000	12 000 bis 15 000	15 000 bis 20 000	20 000 bis 55 000	
Hamburg-Amerika Linie	3	8	19	19	4	—	2	5	4	64
Norddeutscher Lloyd	3	1	13	15	11	1	1	3	2	51
Hansa Bremen	1	16	22	2	1	—	—	—	—	42
Deutsch-Austral.-D.-G.	—	13	20	7	—	—	—	—	—	40
Hamb. Südamerik.-Ges.	—	5	7	4	5	1	2	1	—	25
Kosmos	—	—	3	17	—	—	—	—	—	20
Woermann	3	4	5	5	—	—	—	—	—	17
Rickmers	2	4	11	—	—	—	—	—	—	17
Deutsch-Amerik. Petroleum-Ges.	—	—	9	6	2	—	—	—	—	17
Roland L., Bremen	—	4	6	4	—	—	—	—	—	14
Horn Schleswig-Lübeck	10	3	—	—	—	—	—	—	—	13
Ostafrika-Linie	—	1	7	2	2	—	—	—	—	12
Deutsche Levante-Linie	7	4	—	—	—	—	—	—	—	11
Hamb.-Brem. Afrika-Linie	2	3	3	—	—	—	—	—	—	8
Argo Bremen	1	3	2	—	—	—	—	—	—	6
Laëisz, Hamburg	—	3	3	—	—	—	—	—	—	6
Transatlantica H.	—	—	5	—	—	—	—	—	—	5
Russ.-Freiw. Flotte	2	3	—	—	—	—	—	—	—	5
Chin. Ostbahn, Petersburg	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Sloman Hamburg	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4
Stinnes Mülheim	2	—	2	—	—	—	—	—	—	4
Jost. Flensburg	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Menzell Hamburg	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Russ. Hamburg	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Podeus Wismar	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Deutsche-Oelimport-Ges.	—	1	2	—	—	—	—	—	—	3
Rotterdam Lloyd	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2
Johnson Stockholm	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2
Ostasiat. Co., Kopenhagen	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2
Posschl	—	1	1	—	—	—	—	—	—	2
Blumenfeld	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Syndikats Rh. H.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Ocean D.-G.	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Dänische D.-G., Kopenhagen	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Pr. Staatsbahn	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Hedwigshütte, Stettin	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Det forende D.-G., Kopenhagen	—	—	1	—	1	—	—	—	—	2
18 deutsche Reedereien	18	—	—	—	—	—	—	—	—	18
3 dänische Reedereien	3	—	—	—	—	—	—	—	—	3
2 belgische Reedereien	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
1 englische Reederei	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
1 russische Reederei	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Zusammen										447
Darunter für das Ausland										26

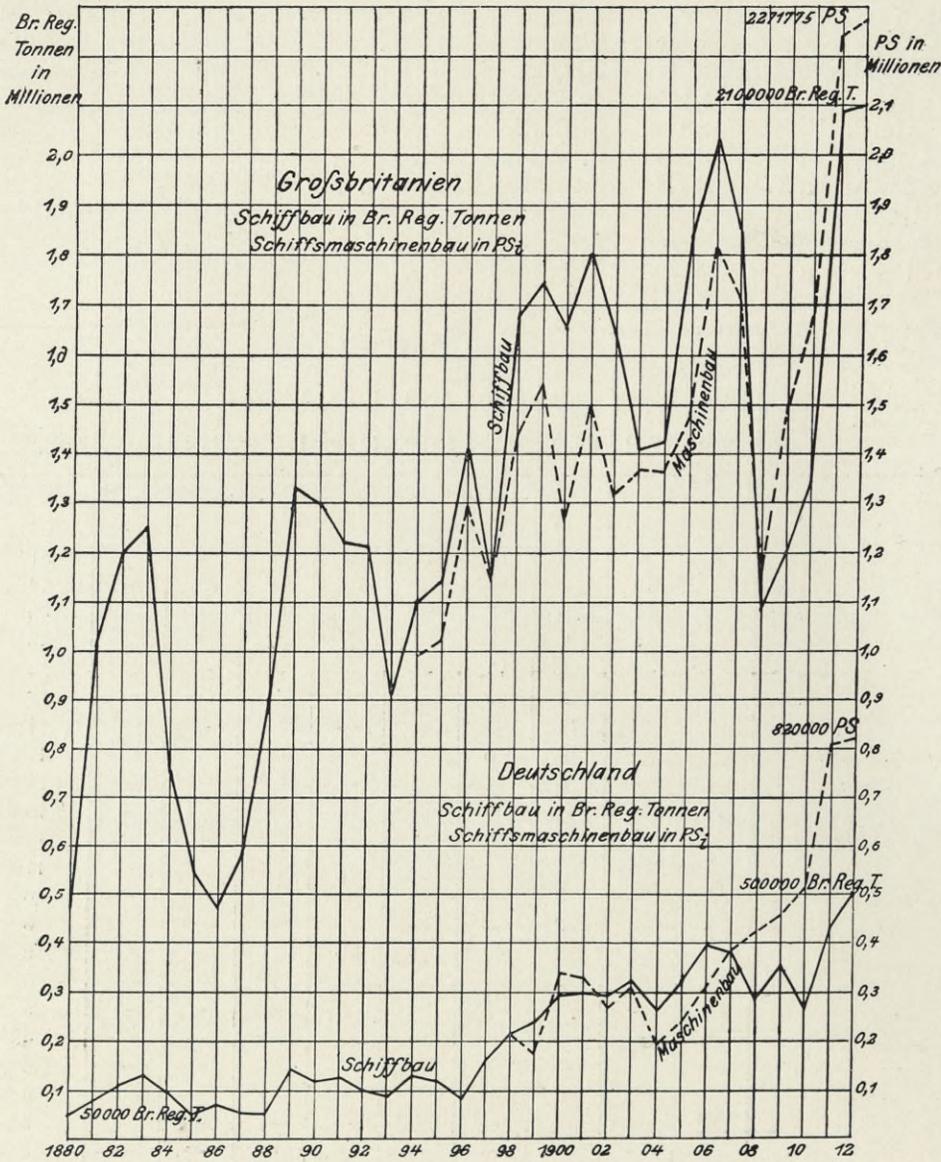


Abb. 30

Die Leistungen der größten deutschen Schiffswerften an Schiffsbauten und Schiffsmaschinen - Anlagen gehen aus nachstehender Tabelle hervor. Die Schwankungen der Produktion der einzelnen Werften erklären sich vornehmlich aus den periodisch wiederkehrenden größeren Bauten, deren Bauzeit sich meist auf zwei bis drei Jahre verteilt. Dabei kommen die vornehmlich im Kriegsschiffbau tätigen Werften insofern ungünstiger fort, als mit der größeren Maschinenanlage die Vermessung der Kriegsschiffe nach Brutto-Register-Tonnen verhältnismäßig kleiner ausfällt. Zum Vergleich mit den deutschen Werften ist ferner eine Tabelle der größten großbritannischen Werften und ihrer Produktionsziffern aufgestellt (Tabelle 4), aus welchen zu die englischen Werften an Schiffsräumen in der jährlichen Bautätigkeit ersehen ist, daß zwar den deutschen noch überlegen sind, nicht immer aber in den Gesamtmaschinenleistungen der jährlich fertiggestellten Maschinenanlagen.

Tabelle 3
Deutsche Werften nach dem Germanischen Lloyd

	1909		1910		1911		1912	
	Brutto-Register-Tonnen	PS	Brutto-Register-Tonnen	PS	Brutto-Register-Tonnen	PS	Brutto-Register-Tonnen	PS
Weser	28 624	39 000	5 248	2 160	34 387	34 950	23 840	75 400
Bremer Vulcan	20 548	11 940	22 498	10 000	56 699	34 450	61 167	36 400
Tecklenborg	15 756	10 000	21 665	12 200	26 653	19 350	39 183	23 900
Blohm & Voß	16 960	10 000	11 566	84 000	43 552	98 700	18 022	94 800
Reiherstieg	11 913	6 710	8 932	4 450	9 542	5 150	15 760	8 274
Flensburg	22 659	11 500	18 215	11 150	42 931	26 250	39 183	22 100
Germania	3 040	72 600	14 420	71 900	11 797	221 900	3 300	108 000
Howaldt	2 775	430	2 494	1 750	18 522	26 930	7 305	3 665
Neptun	13 921	7 486	15 840	8 750	19 795	11 350	27 037	16 420
Steffiner Vulcan	36 070	106 790	18 547	126 210	10 354	135 450	16 892	122 500
Schichau	34 156	73 405	7 940	105 070	6 000	116 000	25 000	123 200

Tabelle 4
Englische Werften nach Engineering

	1909		1910		1911		1912	
	Brutto-Register-Tonnen	PS	Brutto-Register-Tonnen	PS	Brutto-Register-Tonnen	PS	Brutto-Register-Tonnen	PS
Harland & Wolff	29 708	46 250	115 861	100 130	118 209	95 916	77 591	39 300
Swan & Hunter*)	77 637	22 600	70 012	21 800	125 050	27 050	121 281	26 000
Russel & Co.	55 518	—	66 462	—	72 230	—	71 224	—
Gray & Co.	35 583	—	60 377	—	84 882	—	90 272	—
Workman, Clark & Co.	88 952	76 550	49 993	36 300	66 399	51 800	85 391	53 400
Northumberland Shipbuilding Co.	48 025	—	50 080	—	66 400	—	62 130	—
Doxford & Sons	28 393	13 650	41 575	18 600	83 106	43 450	92 988	35 500
Vickers	60 200	122 110	18 130	90 000	49 960	121 000	52 860	136 750
Armstrong, Mitchell & Co.	15 964	—	21 936	—	74 124	—	41 535	—
John Brown	10 154	89 200	18 564	77 700	65 613	104 550	22 782	178 500
Fairfield Shipb. Co.	27 688	93 500	9 400	100 200	40 107	67 250	36 626	55 200

*) Einschließlich Schwimmdocks.

Das im deutschen Schiffbau verzinsungsuchende Kapital läßt sich nur schätzungsweise auf Grund der Jahresberichte der Aktien-Gesellschaften festlegen, da trotz der stetig wachsenden Anlagewerte ein Teil der Werften Privatunternehmungen geblieben sind wie die Werften von F. Schichau - Elbing und Danzig, Jos. L. Meyer, Wichhorst, Klawitter, Stocks & Kolbe usw. Bei den Flußschiffswerften ist das Privatunternehmen vorherrschend. Die von der Firma Fried. Krupp 1896 aufgekaufte Germania - Werft ist zwar nach Umwandlung der Kruppschen Werke in eine Aktien-Gesellschaft als solche verblieben, sie besitzt aber keine besondere Geschäftsführung und scheidet daher für die folgenden Untersuchungen mit dem Jahre 1901 aus. Die Entwicklung des Anlagekapitals der für den Bau von Seeschiffen in Be-

tracht kommenden Werften ergibt sich mit Ausschluß der Kaiserlichen Werften aus der Zusammenstellung auf Seite 110:

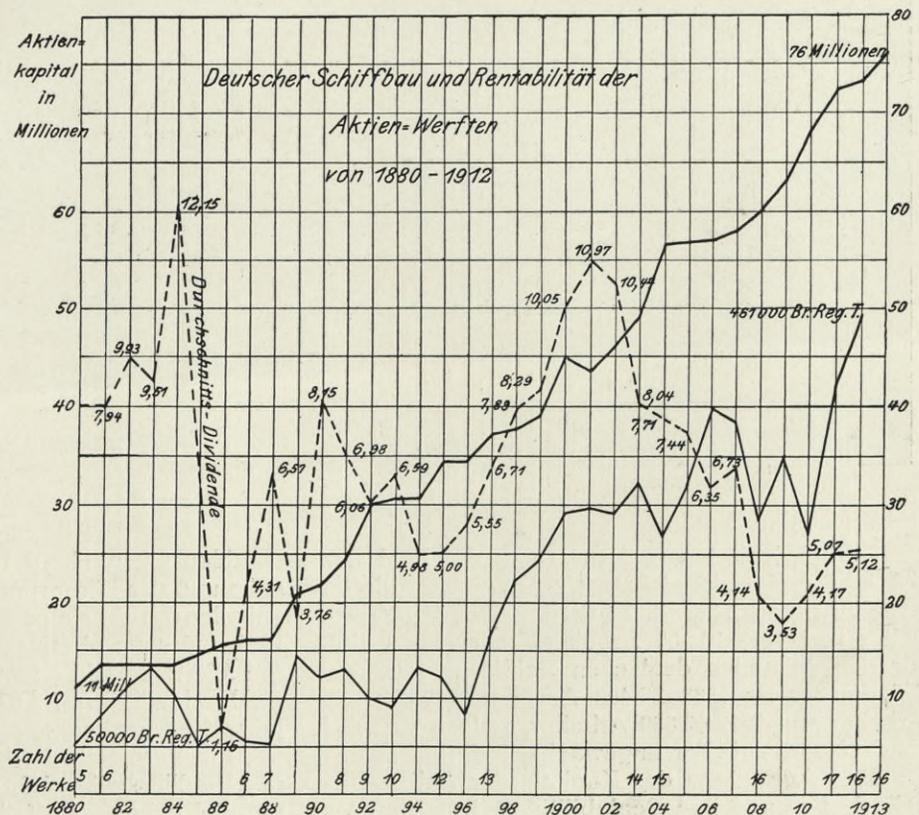


Abb. 31

Jahr	Zahl der Werften	Anlage- kapital	Anlage- kapital + Anleihen u. Reserven	Arbeiter- zahl
		Millionen	Millionen	
1870	9	4,8	4,8	3 500
1880	19	15,3	16,0	8 700
1888	27	30,6	36,0	17 500
1900	30	59,0	70,0	42 000
1912	34	104,0	162,0	66 000
1913	32	114,0	174,5	72 500

Für die Flußschiffswerften ergaben sich nachstehende Werte.

1888	10	1,5	2,0	1 400
1900	13	6,1	7,0	2 700
1912	23	7,6	8,5	5 300

blatt (Abb. 31) dargestellt. Das sich aus demselben ergebende Bild der finanziellen Ergebnisse dürfte für den gesamten deutschen Schiffbau eine Gültigkeit haben. Hiernach weist derselbe von 1880 bis 1884 eine gute und steigende Rentabilität auf, die 1884 die Höhe von 12,5 % erreicht; sie geht dann stark zurück und erreicht 1886 mit 1,16 % nahezu den Nullpunkt infolge der geringen Bautätigkeit und des bedeutenden Verlustes des Stettiner Vulcan beim Bau der ersten sechs Subventionsdampfer.

In den folgenden Jahren schwankt sie, geht 1889 auf 3,76 % herab — Bau des ersten Schnelldampfers — um schon im nächsten Jahre einen vorübergehenden Höhepunkt mit 8,15 % zu erreichen. Nach einem Abfall auf 5 % beginnt dann 1895 mit dem Bau der kombinierten Fracht- und Passagierdampfer über 10 000 Br.-Reg.-T. für den

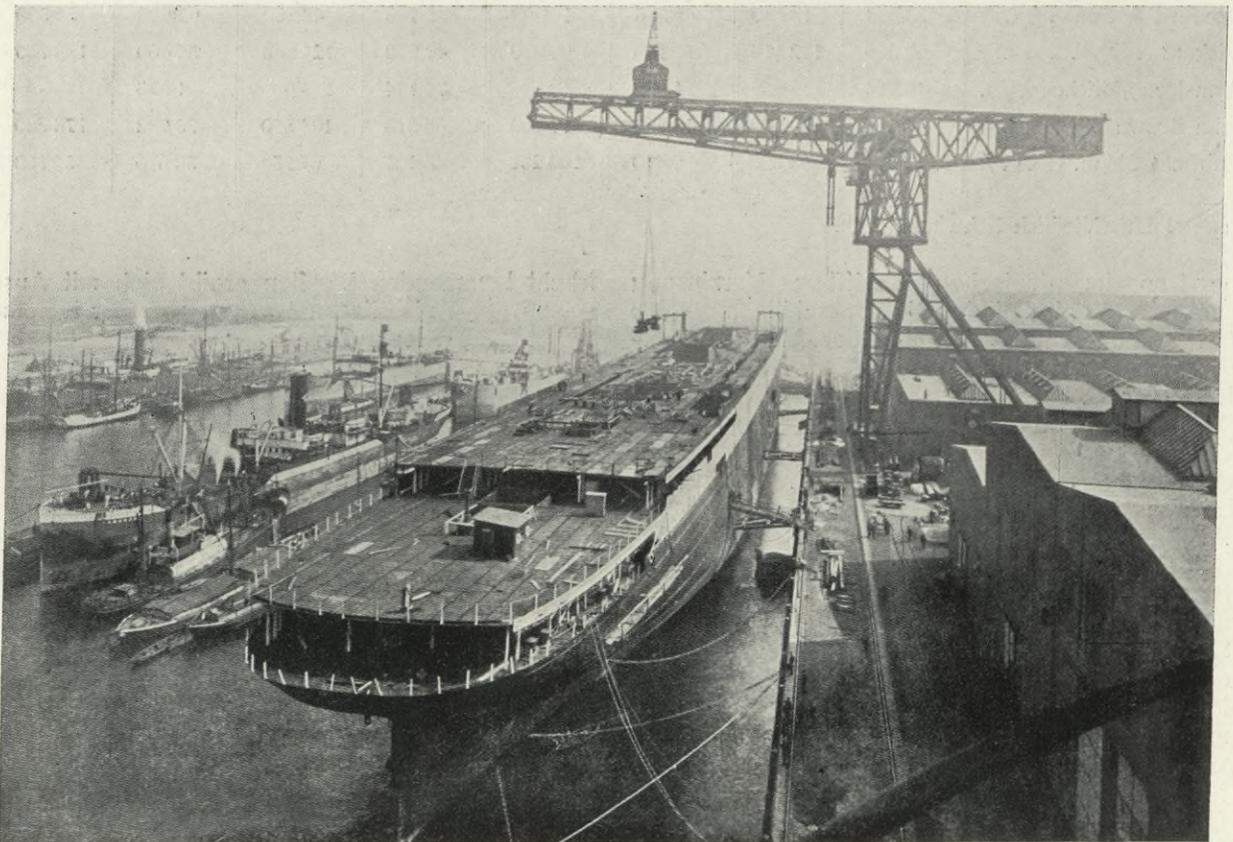


Abb. 32. Dampfer „Imperator“ am Baukai

Berücksichtigt man ferner, daß die Zahl der auf den drei Kaiserlichen Werften beschäftigten Arbeiter betrug 1888 6500 Arbeiter, 1900 15 500 Arbeiter und 1912 21 500 Arbeiter, so ergeben sich für den gesamten deutschen Schiffbau folgende Arbeiterzahlen: 1888 25 400 Arbeiter, 1900 60 200 Arbeiter und 1912 92 800 Arbeiter, welche 1913 auf rund 100 000 Arbeiter angewachsen sind.

Das Anwachsen des Kapitals der Aktien-Gesellschaften und ihre Rentabilität seit Beginn des Stahlschiffbaues von 1880 ab ist in dem Kurven-

Norddeutschen Lloyd und die Hamburg-Amerika Linie und der Förderung des Kriegsschiffbaues ein anhaltendes Ansteigen bis auf 10,97 % im Jahre 1901, um dann abermals einen längeren Abfall bis auf 3,53 % im Jahre 1909 zu erfahren. Seitdem ist die Rentabilität auf 5,07 im Jahre 1911 und 5,12 im Jahre 1912 gestiegen.

Ein Vergleich der Kurven der Rentabilität und der Bautätigkeit zeigt, daß dieselben nicht immer parallel gehen. Auffallend ist im besonderen die gegenläufige Bewegung von 1901 bis 1907, eine

Folge der Steigerung der Konkurrenz durch Vergrößerung und Neugründung von Werften sowie des Anwachsens der Arbeitslöhne und der Lasten, welche die Arbeiterversicherung den deutschen Unternehmer auferlegte. Die Aufwendungen, welche die deutsche Industrie infolge der sozialen Arbeiterschutzgesetze für Krankenkassen, Invalidität und Berufsgenossenschaften zu tragen hat, werden bei dem freien internationalen Wettbewerb des Weltschiffbaues von den deutschen Werften besonders schwer empfunden, da sowohl in Großbritannien wie vornehmlich in Holland die kon-

sten sind sie bei jungen Werken, bei welchen der Schiffbau als Nebenbetrieb gilt, der Maschinenbau jedoch in moderner Ausgestaltung als Schnellbetrieb arbeitet. Die Ausgaben für die Arbeiterversicherung belasten daher besonders schwer den kleinen Unternehmer, d. h. die Flußschiffswerften für den Bau von Leichterfahrzeugen, Prähmen und Frachtkähnen und muß eine Rheinwerft sogar 8 % des Anlagekapitals hierfür aufbringen. Daß unter diesen Umständen die deutschen Flußschiffswerften gegen die holländische Konkurrenz vollkommen machtlos sind, dürfte um so mehr ein-

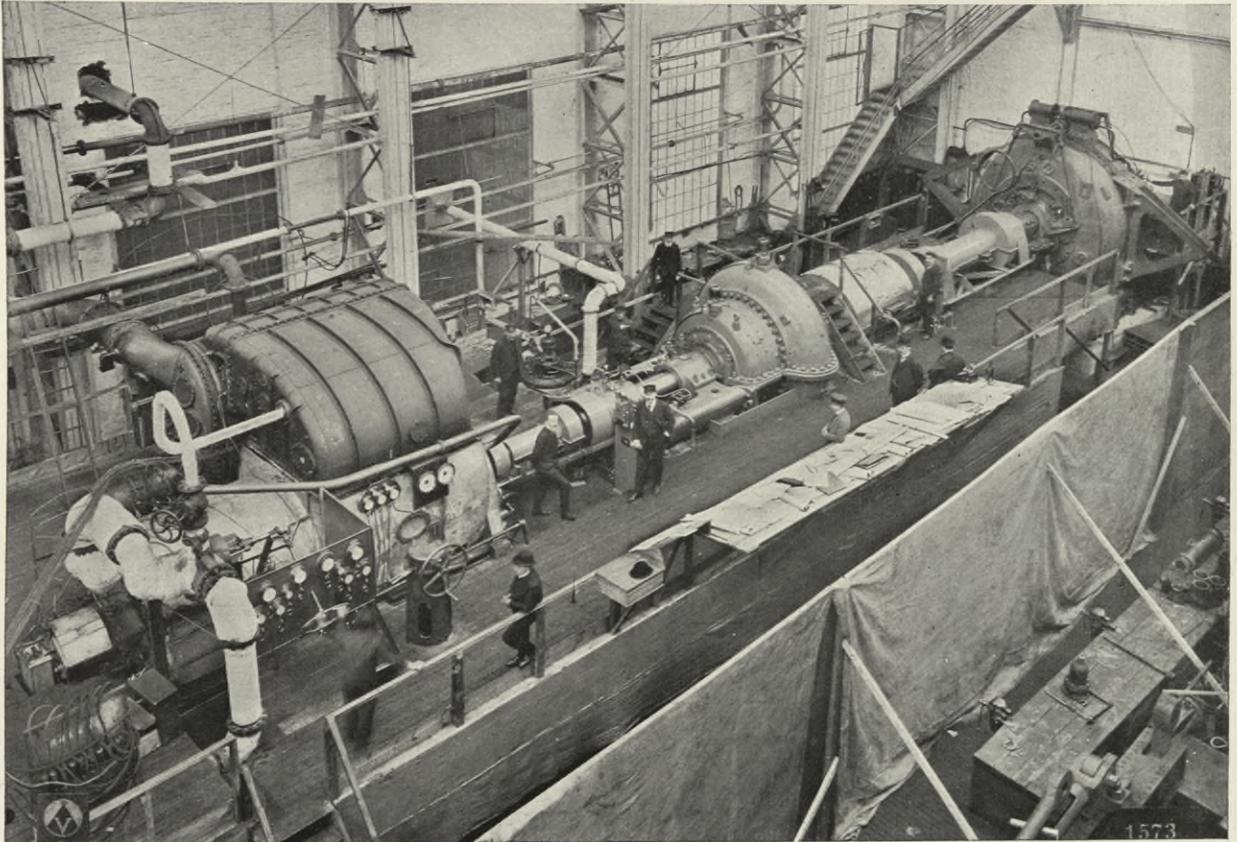


Abb. 33. Föttinger Transformator von 10 000 e.PS. für Schiffsantrieb auf dem Versuchsstand mit gekuppelter Dampfturbine und Föttinger Bremse

kurrierenden Werften von ähnlichen Beiträgen zurzeit noch befreit sind. Der jährliche Beitrag für die Arbeiterversicherung beläuft sich auf 40 bis 50 M pro Arbeiter, für kleine Werften steigt er sogar bis auf 70 bis 100 M. In Prozenten des Anlagekapitals beträgt der Gesamtbeitrag pro Jahr 1,2 bis 6 %, in Prozenten des Aktienkapitals plus Anleihe 0,76 bis 3 %. Die hohen Prozentsätze treten bei den älteren und großen Werften auf, bei denen die auf weitgehende Maschinenarbeit eingerichtete Anlage durch reichliche Abschreibungen verhältnismäßig niedrig zu Buch steht und bei den älteren kleinen Werften mit vorwiegend Handbetrieb und demnach verhältnismäßig größerer Arbeiterzahl von höherem Durchschnittsalter. Am niedrig-

leuchten, wenn man berücksichtigt, daß die Löhne in Holland bis zu 30 % niedriger sind und gleichzeitig auch das Schiffbaumaterial billiger zu haben ist, so daß die holländischen Werften die Schiffe um mindestens 25 % billiger liefern können als die heimischen Werften. Infolgedessen stagnieren die kleinen deutschen Werften, welche vornehmlich auf Neubauten angewiesen sind, in den letzten 20 Jahren, gehen zurück oder stellen den Betrieb ganz ein. Eine weitere Belastung der Industrie ist nun in diesem Jahre durch die Einführung der Privatbeamten-Versicherung entstanden, welche namentlich den größeren Betrieben mit zahlreichem Bureaupersonal weitere Lasten auferlegt, und zwar in einer Höhe von fast 1 % des Aktienkapitals, so

daß der Aufwand für die Arbeiter- und Beamtenversicherung einer normalen Verzinsung des Anlagekapitals gleichkommt, während die freiwilligen und über den gesetzlichen Rahmen hinausgehenden Zuwendungen für die Sozialreform hierbei noch keine Berücksichtigung erfahren haben.

Die deutsche Schiffbauindustrie ist daher mit Rücksicht auf die internationale Konkurrenz und wegen der meist langfristigen und verantwortungsreichen Lieferungsobjekte in wirtschaftlicher Beziehung in keiner günstigen Lage. Daneben überstürzen sich die technischen Fortschritte nament-

land, wie dies deutlich aus den finanziellen Ergebnissen der deutschen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaften nach den Untersuchungen des Dipl.-Ing. E. Werner hervorgeht. Während die Maschinenfabriken insgesamt in den Jahren 1906 bis 1911 eine Durchschnittsdividende von 7,9% herauswirtschaften konnten, erreichten die Werke des allgemeinen Maschinenbaues in Verbindung mit Schiffbau in derselben Zeit nur eine Durchschnittsdividende von 4,8%. Am günstigsten wirtschafteten die Werke des allgemeinen Maschinenbaues in Verbindung mit Lokomotivbau mit einer Durch-

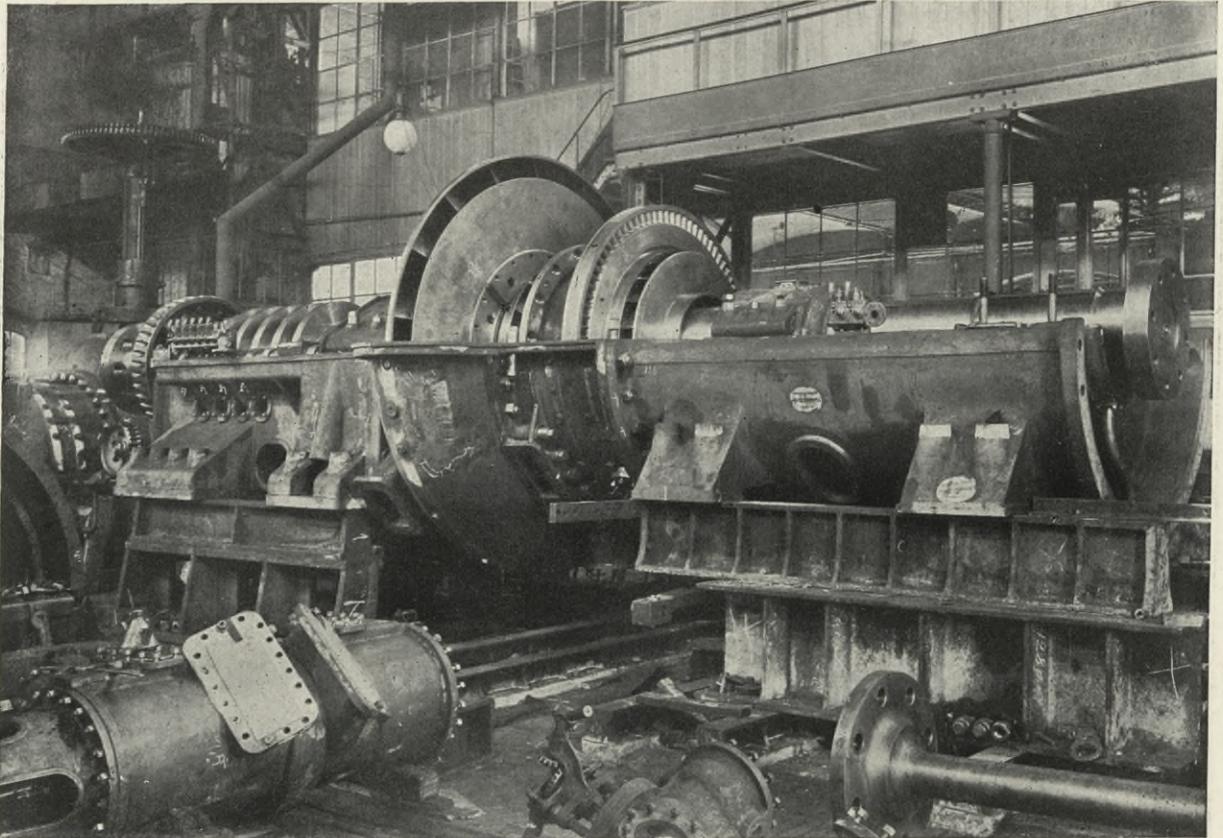


Abb. 33a. Föttinger Transformator von 10 000 e. PS. für Schiffsantrieb. Uebersetzung 850 : 170 Umdrehungen p. M.

lich im Schiffsmaschinenbau derart, daß kostspielige Versuche und neue Werkstattdanlagen erforderlich werden, um konkurrenzfähig zu bleiben. Die Einführung der Dampfturbine sowie des Dieselmotors erforderten nicht nur erhebliche Lizenzgebühren an die Erfinder, sondern auch kostspielige Einrichtungen für Prüffelder usw., da die Verantwortung der Werft soweit getrieben wird, daß sie z. B. bei unzureichender Leistung der Turbinen oder Motore diese wieder aus dem Schiff ausbauen und durch Kolbenmaschinen kostenlos ersetzen muß. Auch ist die Ablehnung des ganzen Schiffes bereits mehrfach vorgekommen. Die Schiffbauindustrie ist daher mit bezug auf eine gesicherte Rentabilität wesentlich ungünstiger gestellt wie die Maschinenbauindustrie in Deutsch-

schnittsdividende von 12,2%. In dieser Lage befinden sich auch die beiden größten Werften, der Stettiner Vulcan und F. Schichau. So anerkennenswert daher die Bestrebungen der deutschen Reedereien sind, bei einigermaßen gleichen Verhältnissen die heimischen Werften mit Neubaufträgen zu berücksichtigen, so ist die Deckung ihres Schiffsbedarfes in Deutschland allein bei dem ersten Wettbewerb mit dem Ausland für die Zukunft nicht sichergestellt. Für erstklassige Schiffe werden die deutschen Werften auch ferner auf Aufträge rechnen dürfen, während für gewöhnliche Frachtdampfer und für Frachtschiffe ohne eigenen Maschinenantrieb Großbritannien und Holland als gefährliche Konkurrenten bestehen bleiben.

Blohm & Voß im Bau befindlichen Schiffe der „Imperator“-Klasse nicht nur die größten Schiffe der Welt, sie weisen auch insofern bahnbrechende Fortschritte auf, als bei ihnen zum ersten Male in der Handelsmarine engrohrige Wasserrohrkessel in Verbindung mit einer Dampfturbinenanlage verwendet wurden. Da-

naben findet die kombinierte Maschinenanlage, bestehend aus zwei Kolbenmaschinen in Verbindung mit einer Niederdruck - Dampfturbine auf drei Dreischraubendampfern von 18- bis 20 000 Br.-Reg.-T. für die Hamburg-Amerika Linie und die Hamburg - Südamerikanische Dampfschiffahrts-Gesellschaft Verwendung, so daß auch in der Handelsmarine die Dampfturbine die Kolbenmaschine zu verdrängen beginnt. In dieser Beziehung sind die Bestrebungen des Stettiner Vulcan von größter Bedeutung, die aus Gründen der Oekonomie und der Gewichtersparnis erwünschten hohen Umlaufzahlen der Dampfturbinen durch Zwischenschaltung eines Föttinger Transformators für die sekundäre Schraubenwelle im Verhältnis von 5:1 herabzusetzen und durch gleichzeitige Ausgestaltung des Transformators als Wendegetriebe bei ungestörtem Weiterlauf der Dampfturbine die Schraubenwelle umsteuern zu können. Nach Erprobung des Transformators auf einem Versuchsdampfer ist eine Anlage nach England für einen Küstendampfer mit Sauggasmotor geliefert worden und sind zurzeit zwei große Transformatoren für die Maschinenanlage von zweimal 10 000 PS. eines transatlantischen Dampfers der Hamburg - Amerika Linie im Bau. Auch in Verbindung mit einem Dieselmotor ist ein Transformator und zwar zur Uebersetzung ins Schnelle für einen flachgehenden Doppelschraubendampfer für den

Kongo von Belgien bestellt worden. Die Fortschritte in dem Bau von Dieselmotoren für den Schiffsantrieb kennzeichnen sich dadurch, daß im Jahre 1913 nicht weniger als 19 Motorschiffe in Bau gegeben bzw. fertiggestellt wurden, hierunter befinden sich sieben Frachtdampfer, sechs Tank-

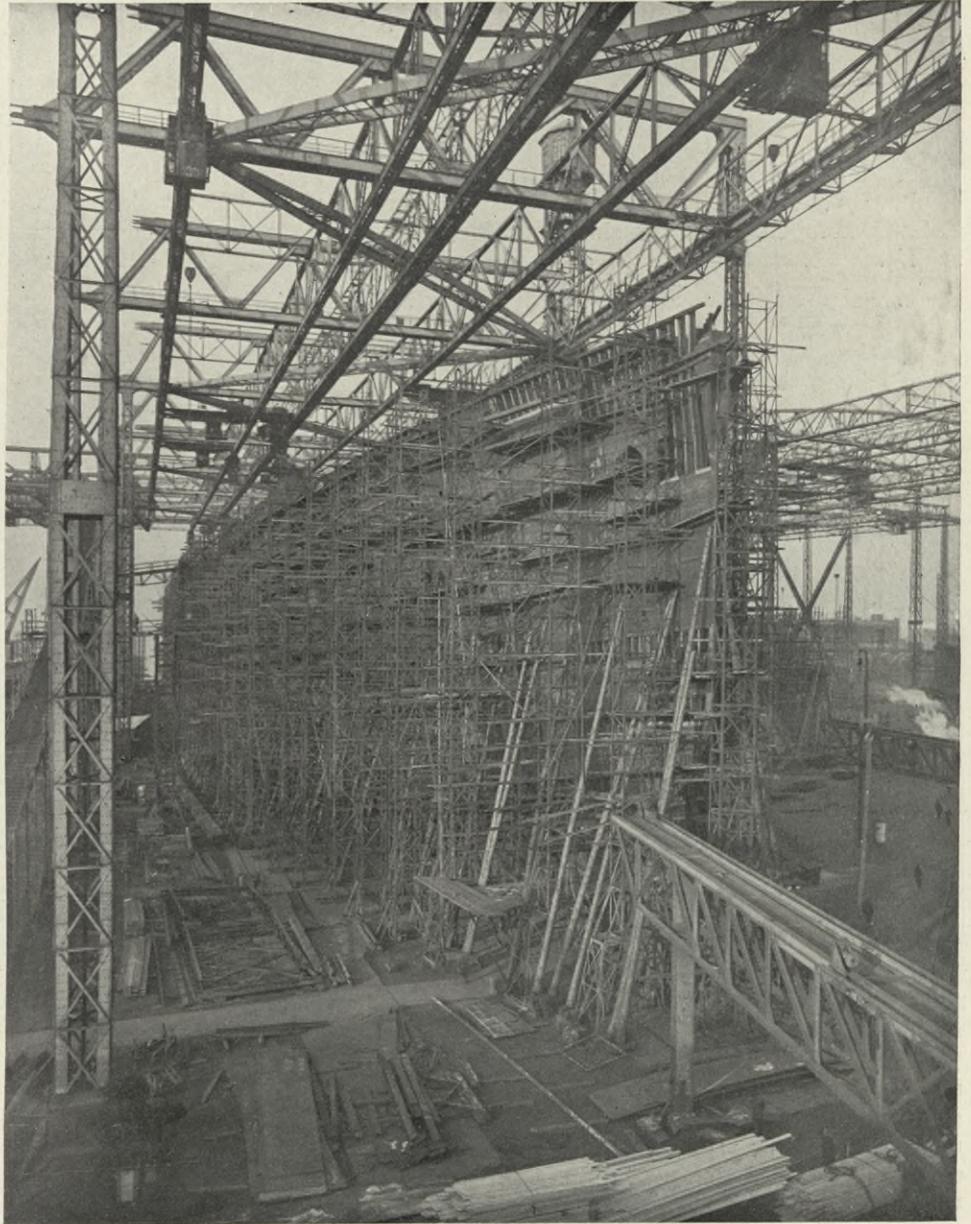


Abb. 35. Blohm & Voß, Ozeandampfer „Vaterland“ auf der Helling im Bau

dampfer, fünf Heringslogger und drei kleine Passagierdampfer. Besonders bemerkenswert ist, daß ein Motorschiff für Londoner Rechnung in Deutschland im Bau ist, eine für den deutschen Schiffbau bisher noch nicht verzeichnete Tatsache. Da der Bau von Dieselmotoren bereits von acht deutschen Werften aufgenommen ist und dabei noch eine Zahl von leistungsfähigen Maschinenfabriken wie Augsburg-Nürnberg, Gebr. Körting, Benz & Co.

sowie andere Schiffsdieselmotoren bauen, so steht dem deutschen Schiffbau, obwohl er nicht den Ruhm erlangen sollte, das erste seegehende Motorschiff zur Ablieferung zu bringen, doch eine verheißungsvolle Zukunft für die Weiterentwicklung des Motorschiffes in Aussicht. Die von den Werften Tecklenborg, Germania, Howaldt und Stocks & Kolbe abgelieferten Motorfrachtschiffe für die Hansa, Bremen, für die Deutsch-Amerikanische Petroleum-Gesellschaft Hamburg, für die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrts-Gesellschaft sowie für Argentinien haben allen gerechten Anforderungen entsprochen; auch findet der Dieselmotor bereits Verwendung für Neubauten von Seeschleppern und verschiedenen Hafenfahrzeugen, für Feuerschiffe und Flußfrachtschiffe.

Wenn nach vorstehendem die technische Entwicklung der deutschen Werften mit Rücksicht auf ihre Einzelleistungen an Schiffen und Schiffsmaschinen als eine glänzende bezeichnet werden muß, so hat doch die wirtschaftliche Ausbeute derselben mit diesem kraftvollen Vorwärtsschreiten nicht gleichen Schritt halten können infolge der ungünstigen politischen Verhältnisse sowie der großen Lasten für die soziale Fürsorge, verbunden mit ständig ansteigenden Arbeitslöhnen. Die Bestrebungen zu einem wirtschaftlichen Zusammenschluß sind daher wohl zu verstehen, erscheinen jedoch mit Rücksicht auf die Mannigfaltigkeit der Lieferungsobjekte und die lokalen Interessen sowie unter dem Druck der englischen und holländischen Konkurrenz wenig aussichtsvoll. Im Interesse der Weiterentwicklung des deutschen Schiffbaues und

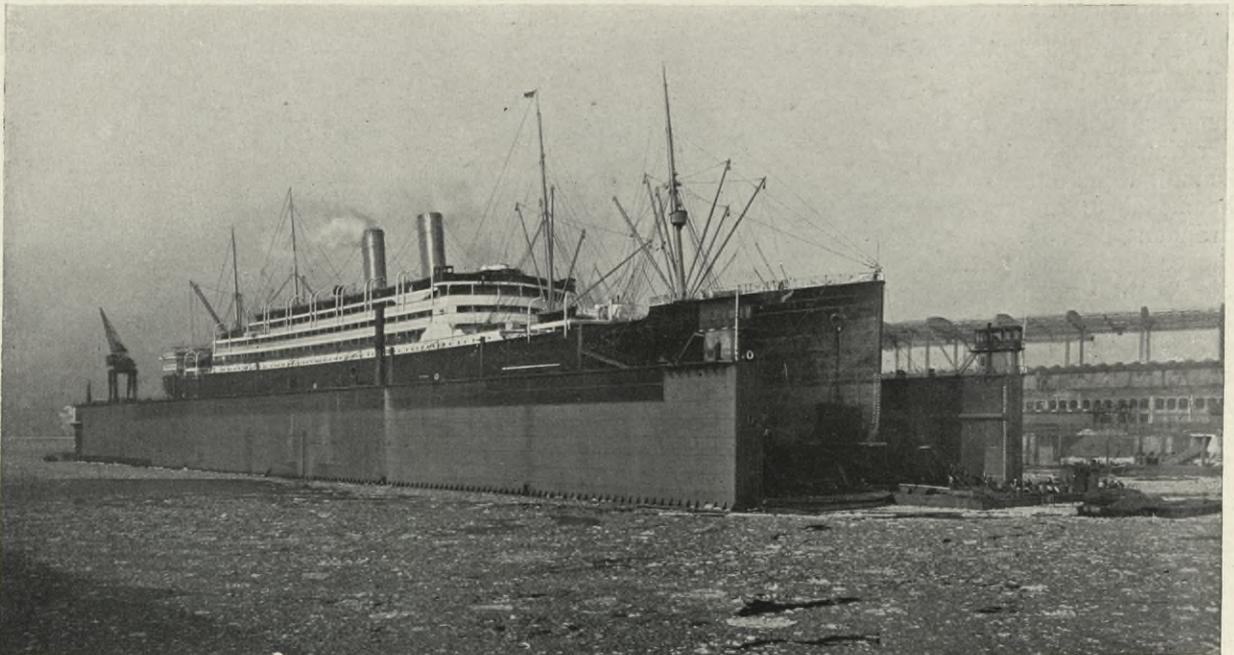
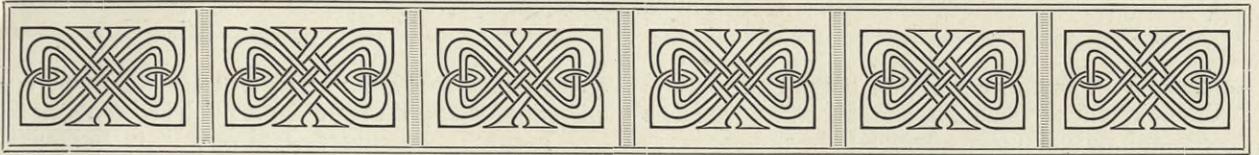


Abb. 36. Größtes Schwimmdock Nr. V von Blohm & Voß, Hamburg, mit dem transatlantischen Dampfer „Kaiserin Auguste Victoria“

Mit der Ausgestaltung des Passagierverkehrs nach Südamerika mit modernen und vornehm eingerichteten Doppelschrauben - Schnelldampfern und mit der Infahrtstellung von besonderen Passagierdampfern für Vergnügungs- und Gesellschaftsreisen wurden den deutschen Werften weitere anregende Aufgaben gestellt und haben diese Luxus-schiffe auch im Auslande den ungeteilten Beifall gefunden. Die gleichfalls in die Linienfahrt nach Südamerika eingestellten Fracht- und Passagierdampfer „Ypiranga“ und „Coreovado“ sind durch den nachträglichen Einbau von Frahmischen Schlingertanks zur Abdämpfung der Schiffsrollbewegungen bekannt geworden und mögen als Beispiel gelten, wie die deutschen Werften durch bahnbrechende Erfindungen bestrebt sind, für die Sicherheit der Schiffe und das Wohlbefinden der Passagiere Sorge zu tragen.

der Erhaltung der Selbständigkeit seiner Betriebe wäre ein solcher Zusammenschluß zu bedauern. Dagegen sollte mit Rücksicht auf die anerkannten und soliden Leistungen der deutschen Werften seitens der heimischen Auftraggeber dahin gestrebt werden, durch Gewährung angemessener Preise die deutsche Schiffbauindustrie nach Möglichkeit zu unterstützen, wie dies schon für die Reparatur und Umbau der Schiffe zur Regel geworden ist. Nur durch die festen und nahen Beziehungen der Werften zu den heimischen Reedereibetrieben einerseits und zu den vielgespaltigen deutschen Hilfsindustrien andererseits wird es denselben möglich sein, auch fernerhin ihr Bestes zu leisten für die technische Entwicklung des Schiffes als eines nationalen Kulturträgers und des so wichtigen Werkzeuges des internationalen Seeverkehrs und der nationalen Seegeltung.



Deutscher Schiffsmaschinenbau

Dampfmaschinen, Turbinen, Oelmaschinen

Von Professor Walter Mentz - Danzig

Mit 64 Abbildungen

Bei dem gewaltigen Fortschritt, welchen die deutsche Industrie und insbesondere die Maschinenteknik in den letzten 25 Jahren gemacht haben, wird es nicht verwundern, daß auch der Schiffsmaschinenbau in diesem Zeitraum eine fast vollständige Umwandlung erfahren hat. Vor allem zeigt sich dies auf Kriegsschiffen, welche allgemein zu Dampfturbinen und Wasserrohrkesseln übergegangen sind. Aber auch der hier so siegreichen Dampfturbine droht schon wieder eine Verdrängung durch eine neue Maschinenart, die Oelmaschine, welche wohl auch für Handelsschiffe die Zukunftsmaschine sein dürfte, so lange nicht die Gasturbine oder eine andere ökonomische rotierende Maschine entwickelt ist. Im folgenden soll auf die Umwälzungen im Schiffsmaschinenbau in den letzten 25 Jahren und vor allem auf den gegenwärtigen Stand näher eingegangen werden.

Gegenüber der ortfesten Maschine muß die Schiffsmaschine eine Anzahl teilweise sich widersprechender Bedingungen erfüllen. Sie soll bei möglichst kleiner Ausdehnung und möglichst kleinem Gewicht große Leistung haben, da das Displacement des Schiffes durch großen Raum- und Gewichtsbedarf der Maschinenanlage unnütz vergrößert wird. Sie soll ferner wirtschaftlich arbeiten, also möglichst wenig Brennstoff für die Leistungseinheit verbrauchen, denn durch größeren Brennstoffverbrauch entstehen nicht nur wie bei ortfesten Maschinen direkte Mehrkosten pro Pferdestärke und Stunde, sondern es wird auch ein Mehrbedarf an Pferdestärken für dieselbe Schiffsgeschwindigkeit nötig, da die dann mitzunehmende größere Brennstoffmenge auch ein größeres Displacement erfordert oder anderenfalls die Ladefähigkeit herabsetzt. Ferner verlangt man von der Schiffsmaschine eine besonders große Betriebssicherheit, da — wenigstens auf Einschraubenschiffen — im Falle einer Havarie keine Reservemaschine vorhanden ist, und ferner nicht wie meist bei ortfesten Maschinen die Nacht und der Sonntag zu Reparaturen zur Verfügung stehen.

Diese große geforderte Betriebssicherheit verlangt notwendigerweise auch einfache Konstruktion, einfache Bedienung und leichte Reparaturmöglichkeit. Außerdem muß die Schiffsmaschine noch schnell und zuverlässig umsteuerbar sein und eine für die Schiffsschraube günstige, nicht allzu hohe Tourenzahl haben. Da sich nun die aufgezählten Bedingungen zum Teil widersprechen, wie z. B. ohne weiteres die der Wirtschaftlichkeit und der einfachen Konstruktion, so muß die Schiffsmaschine ein Kompromiß sein, bei dem jede der gestellten Bedingungen so weit wie möglich zu ihrem Recht kommt. Es hat deshalb seine guten Gründe, wenn der Schiffsmaschinenbau nicht sofort jede Neuerung, welche sich bereits im ortfesten Betriebe eingeführt hat, aufgreift, sondern verhältnismäßig langsam die Anpassung an den Schiffsbetrieb vornimmt. Wie weit dieses vorsichtige Vorgehen berechtigt ist, zeigt z. B. gerade jetzt die Oelmaschine, welche im ortfesten Betriebe längst als unbedingt betriebssicher anzusehen ist, im Schiffsbetrieb dagegen noch unter den „Kinderkrankheiten“ zu leiden hat.

Am ältesten und naheliegendsten ist auf Schiffen die Verwendung des Dampfes, zuerst in der Dampfmaschine und dann in der Dampfturbine. Neuerdings kommt dagegen die Verbrennung von Rohöl direkt in den Zylindern einer Verbrennungsmaschine in Frage. Daß bei der Verwendung des Dampfes und selbst bei der wärmetechnisch am meisten ökonomischen Maschine, der Oelmaschine, die Umsetzung der Energie in nutzbare Arbeit, im vorliegenden Falle also zur Fortbewegung des Schiffes, recht unvollkommen ist, zeigen die Abbildungen 1 bis 3. Der Einfachheit und Uebersicht wegen sind in diesen Schaubildern nur Mittelwerte angegeben und verschiedene Vereinfachungen vorgenommen, z. B. sind die Ersparnisse durch Vorwärmung des Speisewassers mittels des Abdampfes der Hilfsmaschinen und dergl. vernachlässigt. Abb. 1 zeigt die Wärmeausnutzung einer normalen Saltdampfmaschine; bei Verwendung von Heißdampf läßt sich die Wärme etwas besser aus-

nutzen. Von den in der Kohle enthaltenen 100 % Wärmeeinheiten gehen im Kessel, wie zahlreiche Verdampfungsversuche gezeigt haben, besonders durch die abziehenden Heizgase bereits etwa 27,3 % verloren, so daß die Dampfmaschine nur etwa 72,7 % der in der Kohle enthaltenen Wärmeeinheiten zugeführt erhält. Die Dampfmaschine ist an sich, trotz aller Verbesserungen, wärmetechnisch betrachtet ziemlich unvollkommen, denn der größte Teil der ihr zugeführten Wärmemenge geht nutzlos mit dem Kondensator Kühlwasser verloren. Eine Vierfachexpansionsmaschine verbraucht einschließlich Hilfsmaschinen pro PS_i und Stunde im Dauerbetrieb etwa 6,4 kg Sattdampf von 15 at Überdruck. Der Wärmehalt eines Kilogramms dieses Dampfes beträgt 671 WE; bei einer Temperatur des Kondenswassers von 50° sind in einem Kilogramm Kondenswasser 50 WE enthalten, so daß die Dampfmaschine pro PS_i und Stunde $6,4 \cdot 621 = \approx 3980$ WE verbraucht. Da eine WE

grad der Maschine und der Schraube noch ungünstiger ist, wird dieser Wert noch kleiner.

Nicht viel günstiger steht nach dem Schaubild Abb. 2 die Turbine da, um so mehr als sich hier eine Ueberhitzung des Dampfes, welche den Wirkungsgrad heraufsetzen würde, bisher auf Schiffen nicht als durchführbar erwiesen hat. Bei demselben Wirkungsgrad des Kessels wie vorher erhält die Turbine wiederum 72,7 % der in der Kohle enthaltenen Wärmemenge. Ihr thermischer Wirkungsgrad ist etwa 0,16, so daß in indizierte Arbeit $0,16 \cdot 72,7 = 11,7$ % aller Wärme verwandelt werden würde. Da sich die indizierte Leistung bei einer Turbine nicht messen läßt, wird hier stets mit der effektiven Arbeit gerechnet, welche sich zu etwa dem 0,99-fachen, also zu 11,5 % ergibt. Der mechanische Wirkungsgrad einer Turbine kann nämlich etwa zu 0,99 angenommen werden, da die geringe überhaupt vorkommende Reibung in den Laufflagern durch

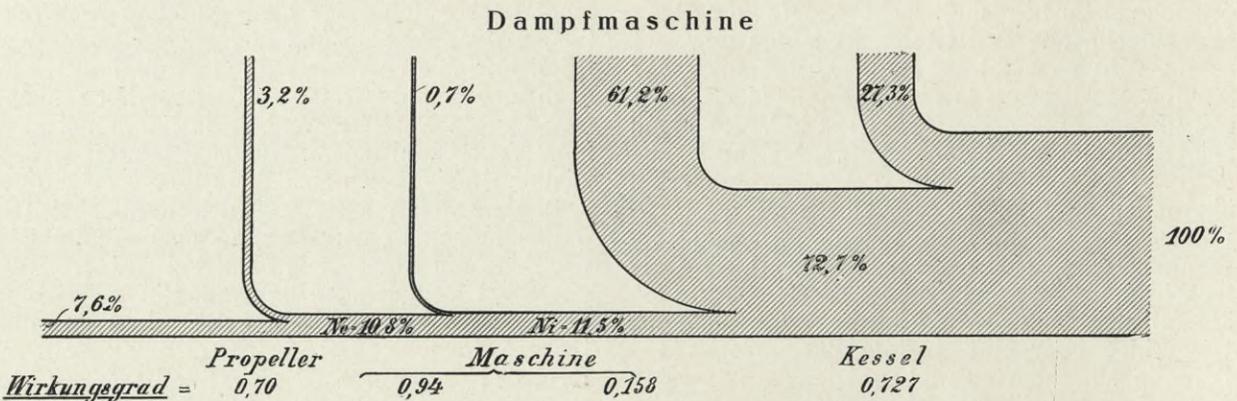


Abb. 1

gleich 428 mkg ist, müßte eine verlustlose Maschine hiermit $3980 \cdot 428 = \approx 1\,700\,000$ mkg in der Stunde oder $\frac{1\,700\,000}{3600} = 472$ mkg in der Sekunde leisten.

In Wirklichkeit leistet die Maschine aber nur 1 PS_i, also pro Sekunde 75 mkg, so daß der Wirkungsgrad der Dampfmaschine $\frac{75}{472} = \approx 0,158$ beträgt.

Von den der Dampfmaschine zugeführten 72,7 % aller in der Kohle enthaltenen Wärme werden also nur $0,158 \cdot 72,7 = 11,5$ % in indizierte Arbeit verwandelt, der Rest, also volle 61,2 %, geht verloren, und zwar hauptsächlich mit dem über Bord gehenden Kondensator Kühlwasser. Durch die Eigenreibung der Maschine, die im günstigsten Falle bei Schiffsmaschinen etwa 6 % der indizierten Leistung beträgt ($\eta_{\text{mech}} = 0,94$), gehen noch 0,7 % der in der Kohle enthaltenen Wärmemenge verloren, werden also nutzlos in Reibungsarbeit umgesetzt, so daß nur 10,8 % an die Schraube abgegeben werden. Der Wirkungsgrad einer guten Schraube ist etwa 0,7, so daß für die Fortbewegung des Schiffes nur $0,7 \cdot 10,8 = 7,6$ % der in der Kohle enthaltenen Wärmemenge nutzbar gemacht werden. Bei kleinen Anlagen, bei denen insbesondere der Wirkungs-

hervorragende Schmierung noch stark verringert wird. Gegenüber der Dampfmaschine, welche nur etwa 10,8 % der Wärme in effektive Arbeit verwandelt, ist hier mit 11,5 % ein kleiner Vorteil vorhanden. Da aber Turbinen meist mit beträchtlich höherer Umdrehungszahl laufen als Dampfmaschinen, verschwindet dieser Vorteil wieder, denn schneller laufende Propeller haben im allgemeinen einen schlechteren Wirkungsgrad als langsamer laufende. Der Wirkungsgrad der Schraube ist daher hier auch nur mit 0,65 gegenüber 0,7 bei der Dampfmaschine angenommen, so daß die für die Fortbewegung des Schiffes nutzbar gemachte Wärme fast genau so wie bei der Dampfmaschine nur 7,5 % der aufgewendeten Wärme beträgt. Obige Werte geben, wie bereits hervorgehoben, nur Mittelwerte an. Bei großen Leistungen und hohen Schiffsgeschwindigkeiten lassen sich nämlich mit Turbinen bedeutend bessere Wirkungsgrade erzielen als mit Dampfmaschinen, ebenso mit Hilfe des weiter unten besprochenen hydraulischen Transformators.

Ein weit günstigeres Bild gibt die nach dem von Diesel angegebenen Verfahren arbeitende Oelmaschine. Da hier die Verbrennung nicht ge-

trennt von der Maschine im Kessel, sondern direkt im Zylinder der Maschine stattfindet und die Temperaturgrenzen, zwischen denen sich der Arbeitsprozeß abspielt, viel weiter auseinander liegen als beim Dampftrieb, läßt sich nach den Gesetzen der Wärmemechanik schon ein bedeutend besserer Nutzeffekt erwarten. Die Verluste sind allerdings

leisten. Wirklich geleistet werden aber als effektive Arbeit nur 75 mkg pro Sekunde, so daß der Gesamtwirkungsgrad $\frac{75}{238} = 31,5\%$ beträgt. Die besten Oelmaschinen haben sogar nur einen Rohölverbrauch von etwa 0,175 kg, so daß der Wirkungsgrad dann sogar auf 36% steigt. Von allen

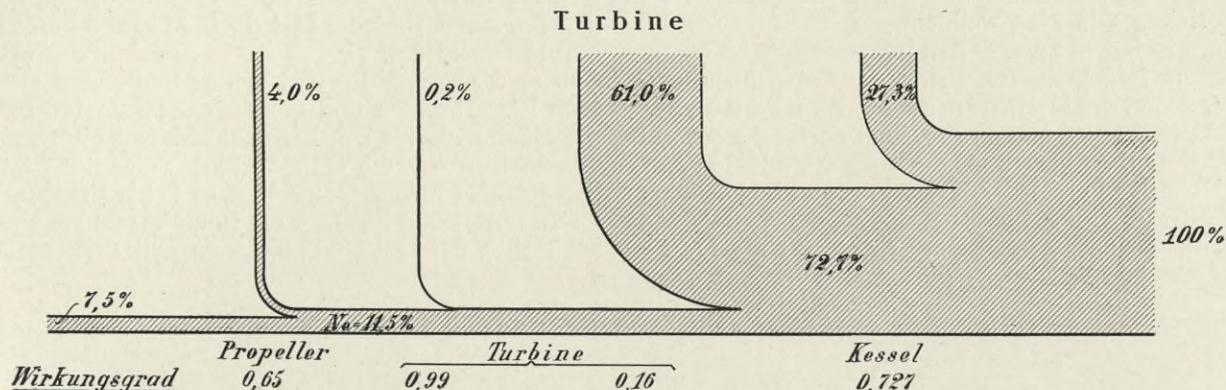


Abb. 2

auch hier ziemlich groß. Von der im Rohöl enthaltenen Wärme von 100% gehen, wie ausgeführte Messungen ergeben haben, etwa 34% im Kühlwasser und 24% durch die Abgase verloren (vergl. Abb. 3). Die Eigenreibung der Maschine ist hier an sich höher als bei der Dampfmaschine; in die durch Reibung als verloren angegebenen 10,5% ist aber hier z. B. auch die Arbeit des Kompressors mit einberechnet. Etwa 31,5% der zugeführten Wärme-

Kraftmaschinen hat also die Oelmaschine die weitaus beste Wärmeausnutzung.

Da Oelmaschinen im allgemeinen ziemlich langsam laufen, kann der Wirkungsgrad des Propellers wieder mit 0,7 angenommen werden, so daß 22,1% der zugeführten Wärme für die Fortbewegung des Schiffes nutzbar gemacht werden, also rund dreimal soviel als bei Dampfmaschinen und Turbinen.

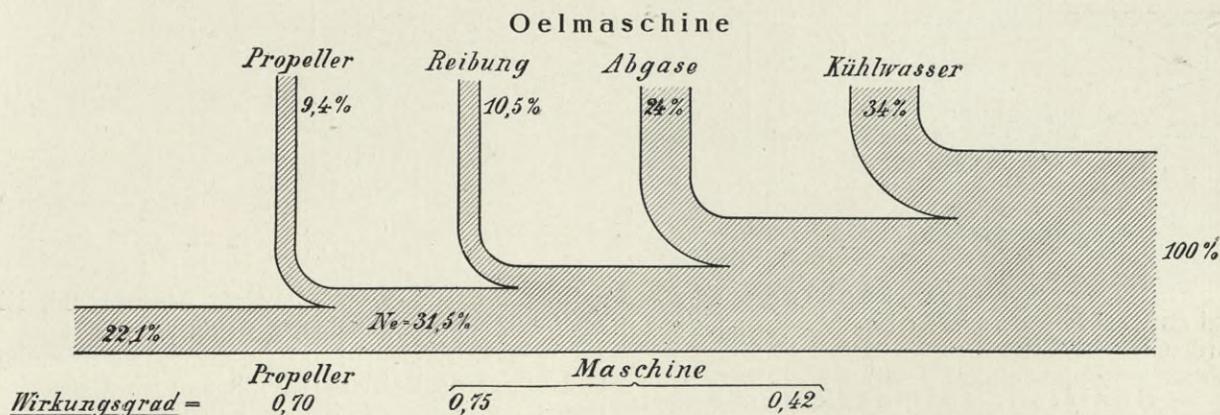


Abb. 3

menge werden aber bei der Oelmaschine trotz aller Verluste noch in effektive Arbeit umgesetzt gegenüber etwa 10,8% bei der Dampfmaschine und 11,5% bei der Turbine. Die Zahl 31,5 ergibt sich bei einem Brennstoffverbrauch von rund 0,2 kg pro PS_e und Stunde rechnerisch wie folgt. Bei einem unteren Heizwert von 10 000 WE pro kg braucht eine Oelmaschine 2000 WE pro PS_e und Stunde, müßte damit also $2000 \cdot 428 = 856\,000$ mkg in der Stunde oder pro Sekunde $\frac{856\,000}{3600} = 238$ mkg

Der Wärmeausnutzung nach ist die Oelmaschine dem Dampftrieb somit weit überlegen. Ob dies auch in wirtschaftlicher Hinsicht der Fall ist, hängt aber noch von dem Preise ab, auf den eine Wärmeinheit bei Dampf- und bei Oelbetrieb zu stehen kommt. Gewöhnliche Schiffskohle enthält pro kg etwa 7000 WE und kostet frei Bunker rund 1,8 Pf., so daß 10 000 WE auf rund 2,6 Pf. zu stehen kommen. Das Kilogramm Rohöl, welches ziemlich genau 10 000 WE enthält, kostet aber bei den zurzeit stark angezogenen Oelpreisen unver-

zollt 8 bis 9 Pf., verzollt sogar etwa 10 bis 11 Pf., so daß die Oelmaschine trotz ihrer dreimal so guten Wärmeausnutzung bei derart hohen Oelpreisen rein wirtschaftlich betrachtet keine Vorteile mehr zu bieten scheint. Wie weiter unten auseinandergesetzt, ist einmal zu hoffen, daß die Oelpreise wieder nachlassen werden, ferner bietet aber die Oelmaschine in anderer Hinsicht so viele Vorteile, daß eine weitgehende Verwendung an Bord trotzdem zu erwarten ist.

Im folgenden soll zuerst die Entwicklung und der Stand des Dampfmaschinenbaus behandelt werden und im Anschluß daran die sowohl für Dampfmaschinen als auch für die anderen Antriebsarten in gleicher Weise in Frage kommenden Schiffsschwingungen, Messung der effektiven Leistung und dergl. Dann soll auf Dampf-ur-

lich in Frage. Für Eisbrecher z. B., bei denen ein schweres Arbeiten der Maschine, häufiges Umsteuern und naturgemäß auch ziemlich rohe Behandlung unvermeidlich ist, kann man sich nach dem heutigen Stand der Technik überhaupt nicht vorstellen, daß hier die Dampfmaschine einmal durch eine andere Maschine verdrängt werden könnte. Daß die Dampfmaschine auch heute noch für die meisten Handelsschiffe fast allein in Frage kommt, beruht einmal darauf, daß sie in Anschaffung und Betrieb ziemlich billig und in der Bedienung einfach ist. Turbinen und Oelmaschinen kosten beträchtlich mehr als Dampfmaschinen und bieten im allgemeinen — die Oelmaschine wenigstens bei den jetzigen hohen Oelpreisen — keine Ersparnis an Brennstoffkosten. Daß die Dampfmaschine einschließlich der meist vorhandenen Zylinderkessel-

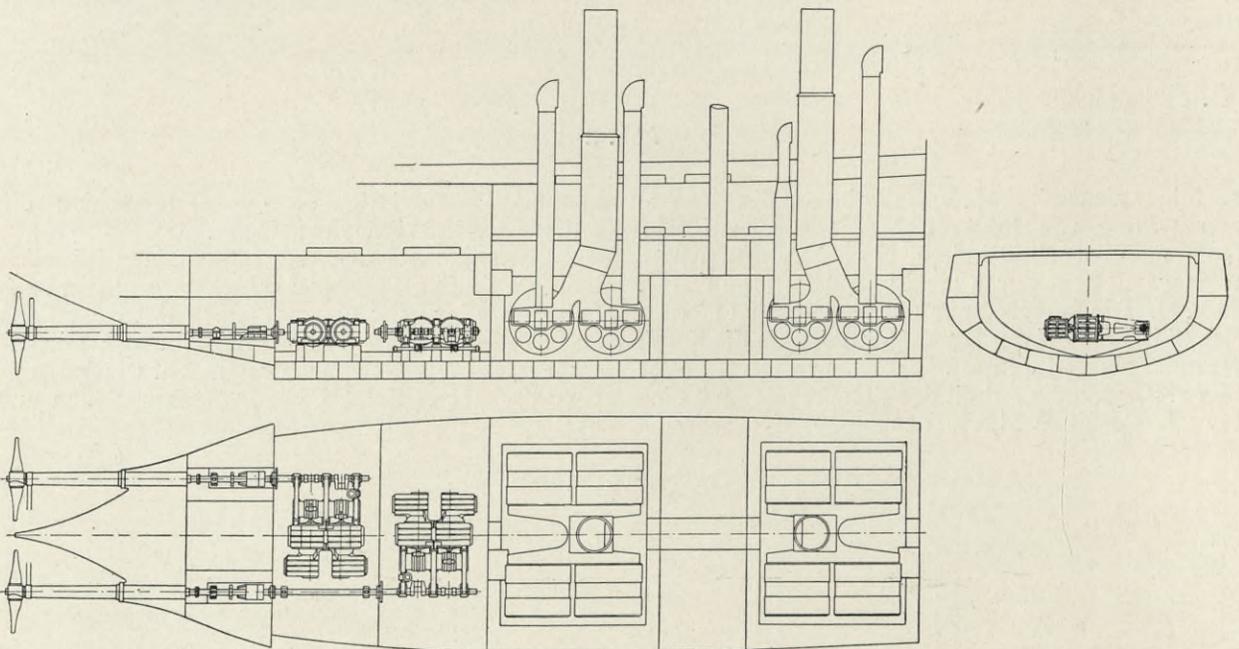


Abb. 4

binen, Kessel und Oelmaschinen und zuletzt auf Hilfsmaschinen näher eingegangen werden.

Schiffsdampfmaschinen

Daß die Dampfmaschine als älteste der Kraftmaschinen zuerst auf Schiffen Eingang fand und dort, abgesehen von den letzten zehn Jahren, allein in Frage kam, darf nicht wundernehmen. Aber auch heute noch kommt, wenn man die Aussichten der Oelmaschine noch nicht als ganz klarge stellt ansieht, die Dampfmaschine für gewisse Schiffarten nach wie vor allein in Frage. Die Kriegsmarinen aller Länder haben sich freilich aus besonderen Gründen für die Turbine entschieden; auch Schnelldampfer und große Postdampfer erhalten neuerdings Turbinen, aber für mittlere und kleine Schiffe kommt auch heute noch die Dampfmaschine fast allein oder eventl. sogar ausschließ-

anlage viel Raum und Gewicht beansprucht, ist natürlich nicht angenehm, wird aber auf Handelsschiffen mit Rücksicht auf die einfache Bedienung und die große Betriebssicherheit in Kauf genommen. Es läßt sich nämlich kaum eine Kraftmaschine denken, welche so einfach und eventl. mit so wenig Intelligenz bedient, instand gehalten und repariert werden kann wie eine Dampfmaschine. Es ist wenigstens falsch, anzunehmen, daß für alle Schiffe, insbesondere auch für die ganz kleinen, erstklassiges Maschinenpersonal zur Verfügung steht. Dieses ließe sich natürlich heranziehen, würde aber dann auch weit höhere Gehälter beanspruchen und somit die Betriebskosten stark erhöhen. Ob es nun z. B. auf ganz kleinen Schiffen möglich ist, Oelmaschinen anstatt der Dampfmaschinen mit etwa dem gleichen Personal zu betreiben, ist eine offene Frage, welche nur die Zukunft entscheiden kann.

Von der Einfach-Expansionsmaschine ging man bald, um Dampf zu sparen, zu der Zweifach-Expansions- oder Verbundmaschine über. Die meisten der im Jahre 1888 in Betrieb befindlichen Schiffsmaschinen waren Zweifach-Expansionsmaschinen. Wurden die Zylinder zu groß, so teilte man sie, führte also z. B. zwei Hoch- und zwei Niederdruckzylinder aus. Eine solche Maschinenanlage zeigt Abb. 4, und zwar die des im Jahre 1886 fertiggestellten, jetzt längst außer Dienst gestellten Panzerschiffes „Oldenburg“. Hier waren acht Zylinderkessel von 5 at Ueberdruck vorgesehen und zwei Maschinen mit je vier Zylindern; je ein Hochdruckzylinder saß in Tandemanordnung

Gesamtanordnung und Abb. 6 einen Querschnitt der Maschine durch den Hochdruckzylinder. Während die „Oldenburg“ nur Niederdruckzylinder von 1375 mm Durchmesser besaß, ist hier der Durchmesser des Niederdruckzylinders bereits auf 2200 mm angewachsen. Der Hub war 1000 mm gegenüber 860 mm bei der „Oldenburg“; die Leistung jeder Hauptmaschine bei der forcierten Fahrt betrug bereits 5000 PS_i. Da hier Dreifach-Expansionsmaschinen verwendet sind und der Dampfüberdruck in den Kesseln bereits auf 12 at erhöht war, sank der Kohlenverbrauch bei forcierter Fahrt pro PS_i und Stunde auf 0,87 kg, bei Marschgeschwindigkeit (1114 PS_i pro Maschine)

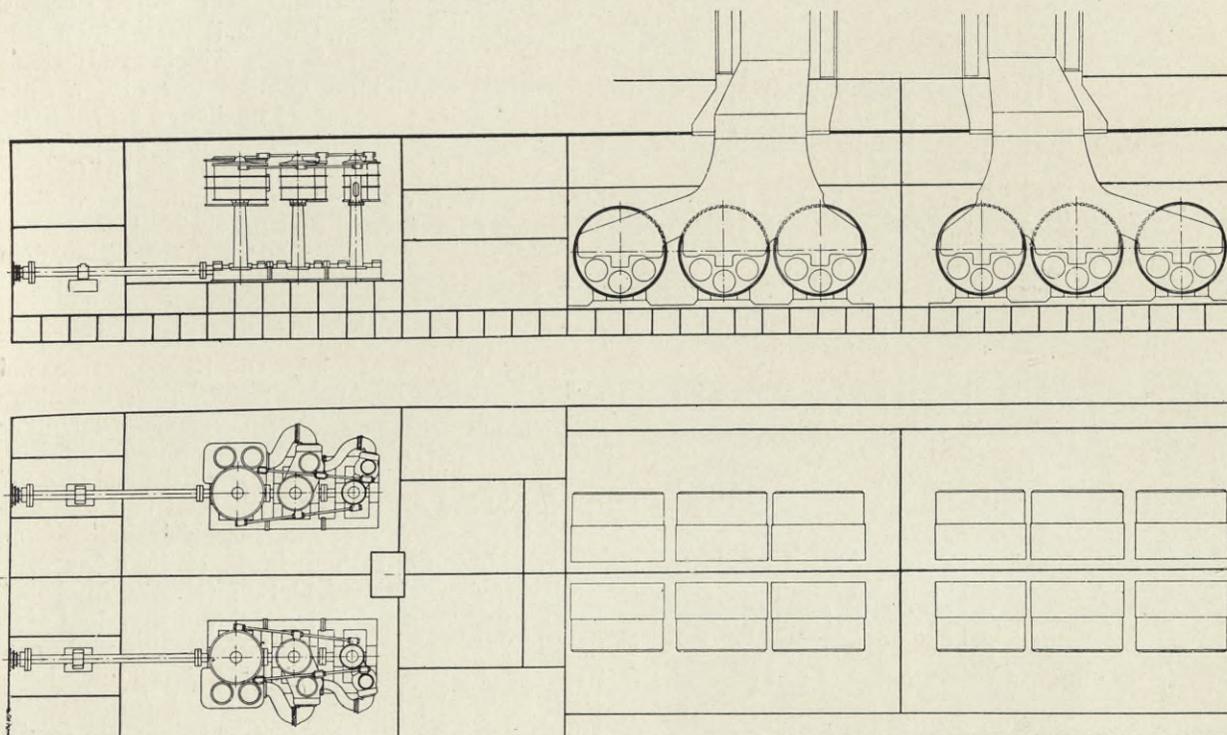


Abb. 5

über dem zugehörigen Niederdruckzylinder. Da Kriegsschiffsmaschinen damals noch liegend ausgeführt wurden und die Maschinen durch die Tandemanordnung der Zylinder eine beträchtliche Länge in der Zylinderachse besaßen, waren sie über Kreuz angeordnet, so daß die vordere Maschine die Steuerbordwelle und die hintere Maschine die Backbordwelle antreibt. Die Umdrehungen waren bei forcierter Fahrt (1950 PS_i pro Maschine) etwa 90 pro Minute, der Kohlenverbrauch hierbei 1,33 kg pro PS_i und Stunde und bei Marschgeschwindigkeit (304 PS_i pro Maschine) sogar 1,72 kg. Dieses Panzerschiff war das letzte unserer Marine, welches liegende Maschinen mit niedrig gespanntem Dampf erhielt.

Einen gewaltigen Fortschritt, wenigstens für damalige Zeiten, bildeten die vier Panzerschiffe der „Brandenburg“-Klasse, von denen das erste im Jahre 1893 fertiggestellt wurde. Abb. 5 zeigt die

auf 0,81 kg, also bei geringer Fahrt auf weniger als die Hälfte wie bei der „Oldenburg“. Nach heutigen Begriffen und verglichen mit den Maschinen der letzten deutschen Linienschiffe (Abb. 8, Maschine S. M. S. „Ostfriesland“) sind die Maschinen von S. M. S. „Brandenburg“ naturgemäß noch unvollkommen; der Vergleich beider Abbildungen zeigt aber deutlich den Fortschritt. Hier schwere, gußeiserne Ständer, dort leichte, hohlgebohrte geschmiedete Säulen, hier weit von der Hauptachse der Maschine liegende Ueberströmröhre (vergl. Abb. 5), welche durch ihre Stopfbuchsen Reaktionsdrucke mit großen Hebelsarmen in bezug auf die Zylinderachse ergeben, dort Ueberströmröhre, welche symmetrisch und möglichst dicht an der Längsachse der Maschine entlang geführt sind, ferner bessere Schieber und einfachere Steuerung (Stephenson) gegenüber der teuren und weniger übersichtlichen Marshall- bzw. Klugsteuerung bei

den Maschinen der „Brandenburg“-Klasse. Immerhin zeigt die „Brandenburg“-Klasse gegenüber der „Oldenburg“ bereits die richtigen Prinzipien, nämlich stehende Maschine, höheren Kesseldruck und die für die Kriegsmarine am besten geeignete Dreifach-Expansionsmaschine. Abb. 7 zeigt ebenfalls eine neuere Kriegsschiffsmaschine, nämlich die des großen Kreuzers „Roos“, welche gleichfalls mit dreifacher Expansion arbeitet.

Während es sich auf Handelsschiffen, welche fast immer mit Volldampf fahren, der Kohlenersparnis wegen lohnt, bei größeren Anlagen den Dampf sogar in vier Zylindern hintereinander

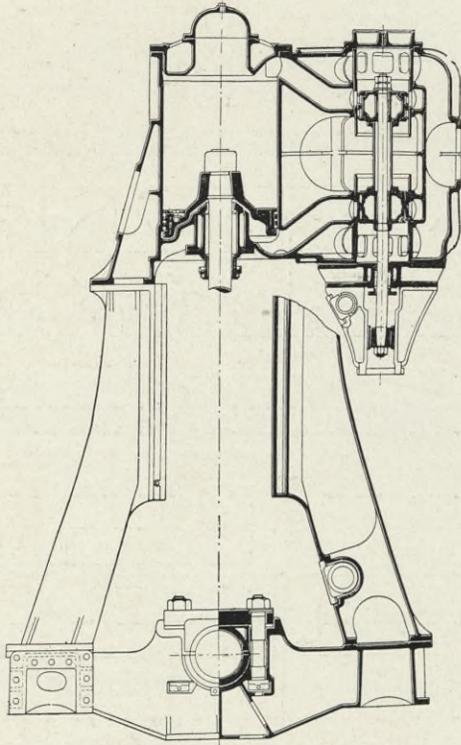


Abb. 6

expandieren zu lassen, ist dies für Kriegsschiffe, welche nur selten mit Volldampf fahren und gerade dann auf besondere Kohlenersparnis nicht so sehr zu achten brauchen, nicht der Fall. Ferner würde die Vierfach-Expansionsmaschine für Kriegsschiffe zuviel Platz und Gewicht erfordern. Außerdem ist die Kohlenersparnis einer Vierfach-Expansionsmaschine gegenüber einer Dreifach-Expansionsmaschine nicht allzu bedeutend, während sie bei Dreifach- gegenüber Zweifach-Expansionsmaschinen sehr groß ist. Die Kriegsmarinen aller Länder sind daher bei der Dreifach-Expansionsmaschine stehen geblieben, trotzdem der Kesseldruck im Laufe der Jahre allmählich auf durchschnittlich 15 at Ueberdruck gesteigert wurde. Mit vier Zylindern sind allerdings eine große Anzahl von Kriegsschiffsmaschinen ausgeführt worden; diese Maschinen haben aber geteilte Niederdruckzylinder und sind daher nach

wie vor Dreifach-Expansionsmaschinen (z. B. auch die Maschinen S. M. S. „Ostfriesland“, Abb. 8). Eine Teilung des Niederdruckzylinders in zwei halbe ist bei großen Leistungen erforderlich, da es mit Rücksicht auf die Herstellung in der Gießerei, die Bearbeitung, die Gestänge- und Drucke usw. nicht gut möglich ist, Niederdruckzylinder mit einem größeren Durchmesser als etwa 2,7 m auszuführen. Falls der Schlicksche Massenausgleich, auf den weiter unten näher eingegangen ist, Verwendung findet, ist eine solche Teilung bei Dreifach-Expansionsmaschinen sogar notwendig, da für diesen Massenausgleich mindestens vier Zylinder erforderlich sind. In der deutschen Kriegsmarine hat dieser Ausgleich nur wenig Eingang gefunden. Bei den ersten damit versehenen Maschinen, Torpedoboot „S 42“, S. M. S. „Hertha“, „Hansa“ und „Viktoria Louise“ war dieser Ausgleich allerdings noch nicht genügend erprobt und daher nicht ganz zufriedenstellend ausgefallen; man vernachlässigte damals noch die Kräfte und Momente zweiter Ordnung und achtete auch nicht wie heute darauf, daß kein Kurbelwinkel wegen des Anspringens weniger als 60° beträgt. Nachdem hier die erforderlichen Erfahrungen gesammelt waren, haben die nach Schlick ausgeglichenen Handelsschiffsmaschinen keine Nachteile, sondern nur Vorteile gezeigt. Die Kriegsmarine hat außer den oben genannten Schiffen nur die allerletzten, mit Kolbenmaschinen versehenen Linienschiffe mit Schlickschem Ausgleich ausgeführt.

Schon früh ging man in der Kriegsmarine mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit und das niedrige Panzerdeck zum Zweischraubensystem über. Unsere Marine gab dann im Jahre 1889 das erste Dreischraubenschiff (S. M. S. „Kaiserin Augusta“) in Bau und führte das Dreischraubensystem etwa im Jahre 1895 allgemein für Linienschiffe und große Kreuzer ein. Im Prinzip hält sie hieran auch heute noch fest. Nur kleine Kreuzer und Torpedoboote haben zwei Schrauben, ferner haben die letzten Panzerkreuzer vier Schrauben erhalten, da sich die hier besonders hohen Leistungen nicht leicht mit nur drei Schrauben erreichen ließen. Daß gerade Deutschland im Gegensatz zu den meisten anderen Kriegsmarinen schon für Schiffe mit Kolbenmaschinen das Dreischraubensystem einführt, hängt zum großen Teil mit dem durch unsere Kriegshäfen und den Kaiser-Wilhelm-Kanal beschränkten Tiefgang unserer Kriegsschiffe zusammen; eine bestimmte Leistung läßt sich dabei natürlich leichter in drei als in zwei Schrauben unterbringen. Außerdem bietet das Dreischraubensystem aber noch andere Vorteile, wie z. B. den einer erhöhten Betriebssicherheit, da bei der Havarie einer Maschine nicht die Hälfte, sondern nur ein Drittel der gesamten Leistung ausgeschaltet wird und dergl. Bei den meisten Dreischraubenschiffen sind nach Abb. 9 zwei Maschinen vorn nebeneinander als Steuerbord- und Backbordmaschine und die dritte Maschine dahinter als mittlere Maschine angeordnet. Hierdurch ergibt sich, daß die Wellen ziemlich stark

nach vorn zu konvergieren. Dieses macht sich z. B. ungünstig bemerkbar, wenn man das Schiff ohne Zuhilfenahme des Ruders nur mit den Schrauben steuern will, da dann die Hebelsarme des in der Wellenrichtung wirkenden Propellerschubes in bezug auf den Drehpunkt des Schiffes zu klein sind. Bei den letzten Schiffen mit Kolbenmaschinen hatte die Schiffsbreite bereits so zugenommen, daß es möglich war, alle drei Maschinen nebeneinander mit parallelen Wellen aufzustellen. Hinter jeder Maschine befindet sich dann

Abb. 8). Auch die letzten Kreuzer mit Dampfmaschinen haben wieder Stephensonsteuerung erhalten, da diese für eine Aufstellung der Maschinen mit möglichst parallelen Wellen besser paßt. Die Umlaufzahlen sind bei den letzten Linienschiffen mit Kolbenmaschinen etwa 115, bei den kleinen Kreuzern etwa 150 und bei den Torpedobooten, welche besonders leichte und daher schnelllaufende Maschinen brauchen, 325 bis 360. Die letzten Torpedobootsmaschinen waren durch geschickte Konstruktion und Verwendung des besten Materials so

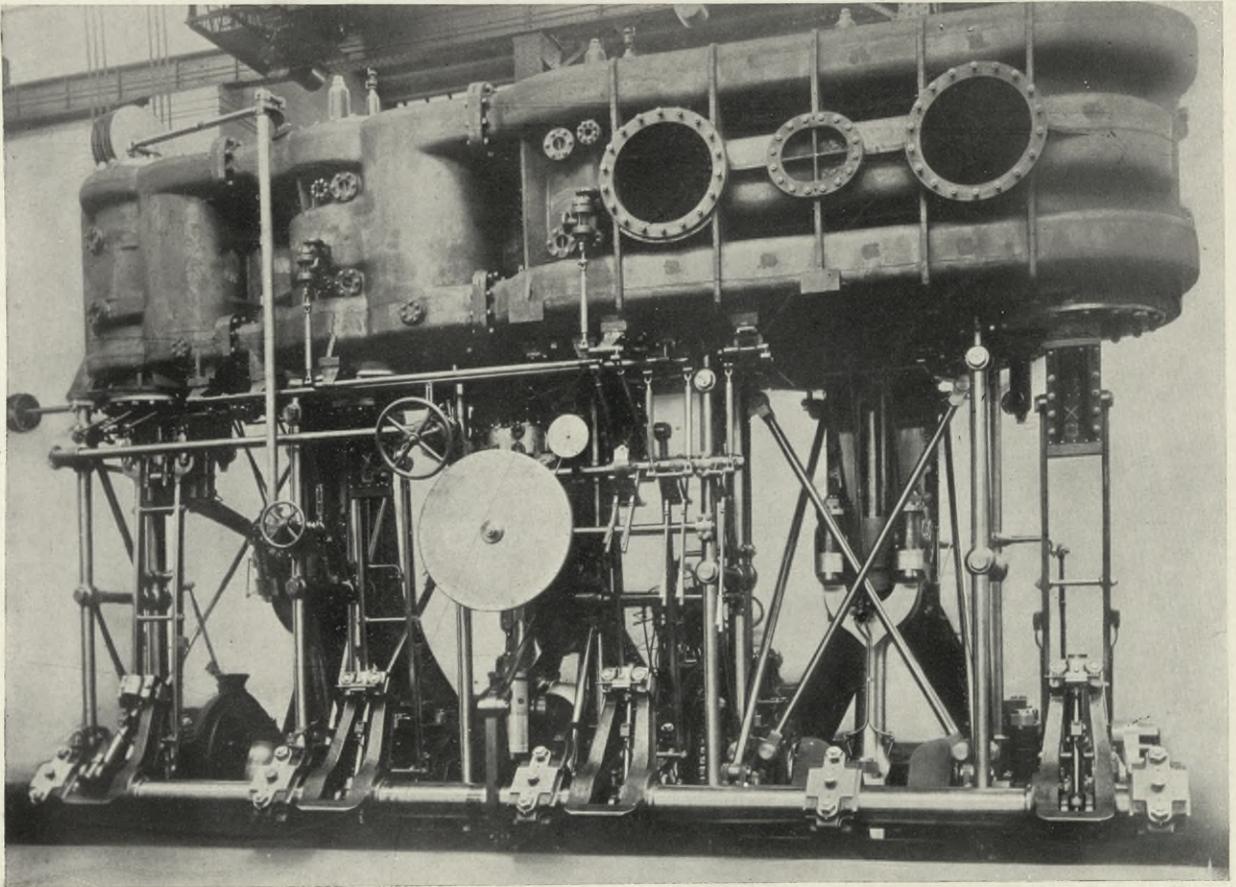


Abb. 7

ein Raum mit dem zugehörigen Kondensator und den Hilfsmaschinen.

Mit der Aufstellung der Maschinen hängt auch die Wahl der Umsteuerung eng zusammen. Während die Handelsmarine auch heute noch an der einfachsten, billigsten und übersichtlichsten Umsteuerung, der Stephensonsteuerung, festhält, hat die Kriegsmarine meistens die Klug- und Marshallsteuerung verwendet, welche seitlich liegende Schieberkasten und daher kurze, aber breite Maschinen ergeben. Bei der Aufstellung von drei Maschinen nebeneinander, wie sie die letzten Linienschiffe haben, werden naturgemäß schmale Maschinen erforderlich, so daß hier die Stephensonsteuerung wieder zu ihrem Recht kam (vergleiche

vervollkommnet, daß sie pro PS, einschließlich Kessel nur noch etwa 25 kg wogen, während die Maschinen- und Kesselanlage auf großen Kriegsschiffen pro PS, 60 bis 75 kg und auf Handelsschiffen sogar 230 bis 280 kg wiegt.

Wie weiter unten genauer auseinandergesetzt, ist unsere Marine dann etwa im Jahre 1905 zum Turbinenantrieb übergegangen. Hierdurch haben die Dampfmaschinen auf Kriegsschiffen nur noch ein gewisses historisches Interesse, trotzdem es naturgemäß noch eine Reihe von Jahren dauern wird, bis das letzte Kriegsschiff mit Dampfmaschinen außer Dienst gestellt sein wird.

Auch in der Kesselanlage der Kriegsschiffe ist eine vollständige Umwälzung eingetreten. Im Jahre

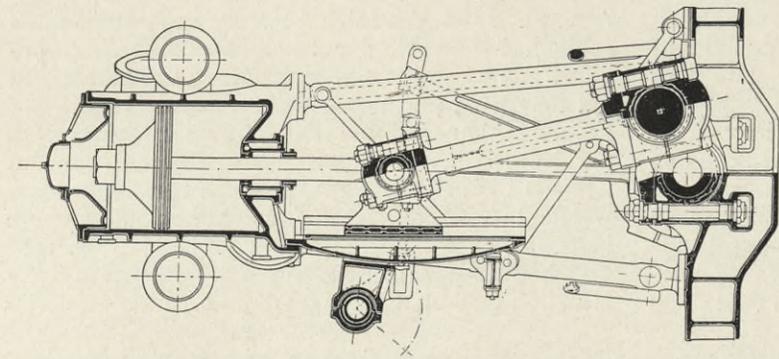
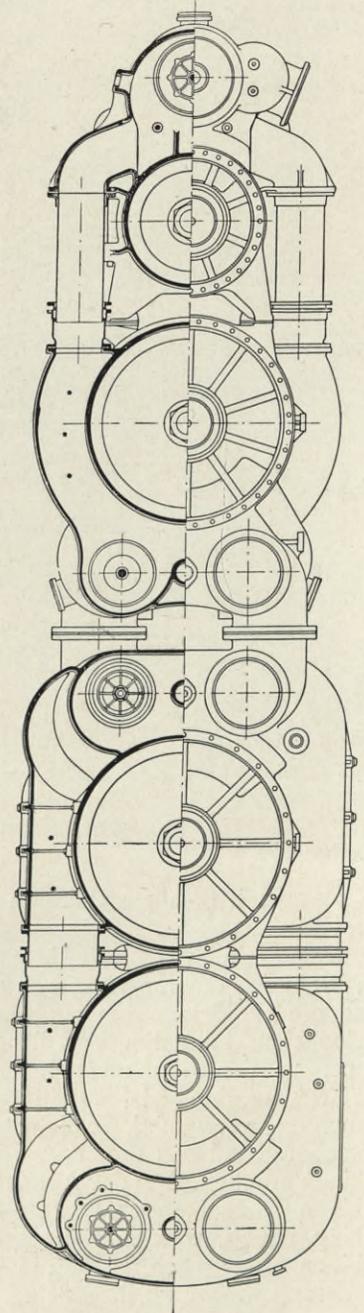
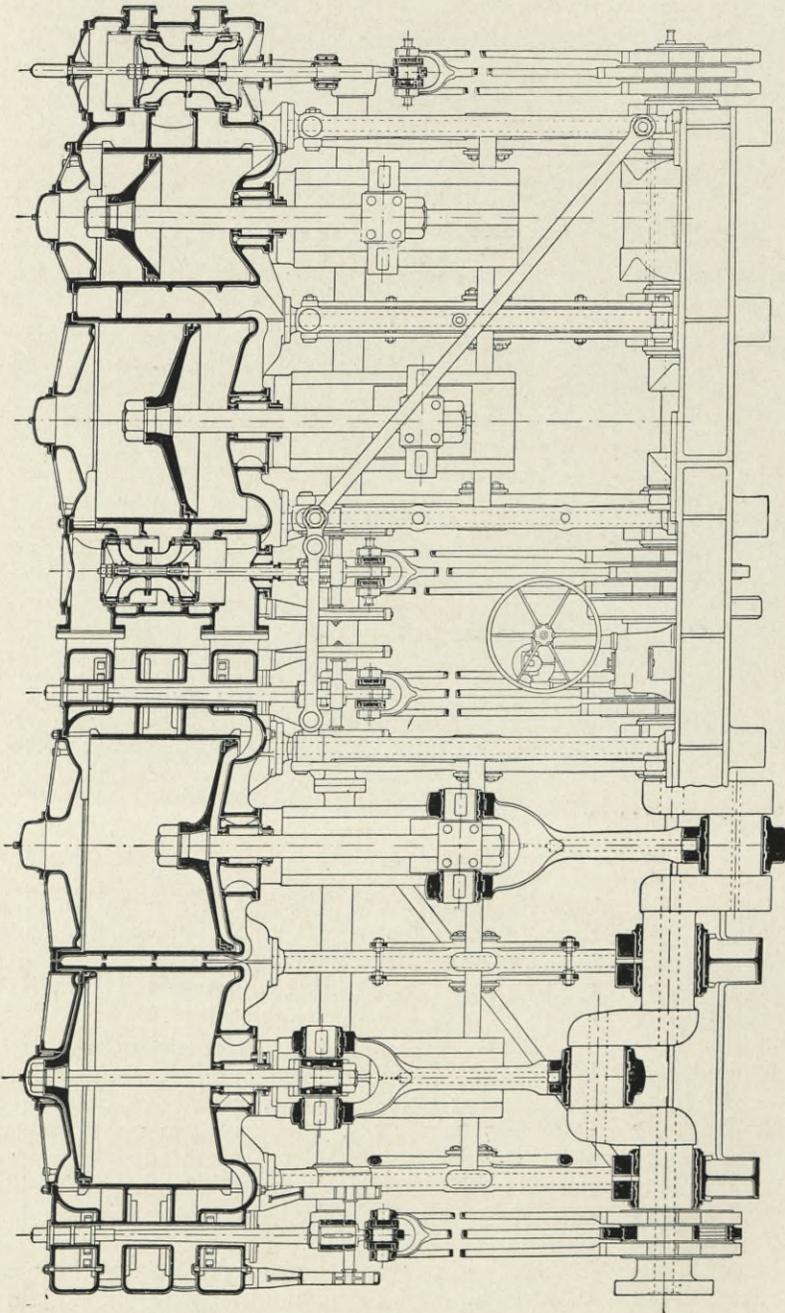


Abb. 8



1888 und in den folgenden Jahren hatten die Linienschiffe Zylinderkessel mit rückschlagender Flamme, Kreuzer und Avisos solche mit durchschlagender Flamme, Küstenpanzer und Torpedoboote dagegen Lokomotivkessel, da sich diese stärker forcieren ließen. Jede Kesselart erforderte natürlich eine besondere Bedienungsmethode, was sich z. B. bei einem Wechsel des Personals störend bemerkbar machen kann. Infolge der gesteigerten Anforderungen an Artillerie und Panzer mußte die Maschinenanlage bei Neukonstruktionen nun immer leichter werden, und hier waren es am ehesten die Kessel, an denen Gewicht gespart werden konnte. Vor allem boten die Wasserrohrkessel durch die Möglichkeit hoher Forcierung und also leichtes Gewicht pro Pferdestärke wesentliche Vorzüge gegenüber den Zylinder- und Lokomotivkesseln. Bei Wasserrohrkesseln läßt sich ferner der Dampfdruck leicht über 15 at steigern, ohne

daß Wasserrohrkessel bei richtiger und sorgfältiger Behandlung mindestens ebenso betriebssicher sind wie Zylinderkessel. Nach eingehender Erprobung fast aller bekannten Wasserrohrkesselarten hat sich unsere Marine für einen aus dem Schulzkessel hervorgegangenen, engrohrigen Typ entschieden. Abb. 10 zeigt einen solchen Kessel. Der Oberkessel ist mit den drei Unterkesseln durch eine große Anzahl gezogener Stahlrohre von etwa 30 mm innerem Durchmesser verbunden. Im allgemeinen ist die Entfernung zweier Rohre, in der Längsrichtung des Kessels gemessen, gleich dem doppelten äußeren Rohrdurchmesser. Sobald man nun, wie es an den schraffierten Stellen geschehen ist, die Rohre zweier benachbarter Reihen ineinander biegt, entstehen hier dichte Wände. Durch geschickte Anordnung dieser Wände sind die Rauchgase gezwungen, wie die eingezeichneten Pfeile zeigen, etwa dreimal die Länge der Rohre zu be-

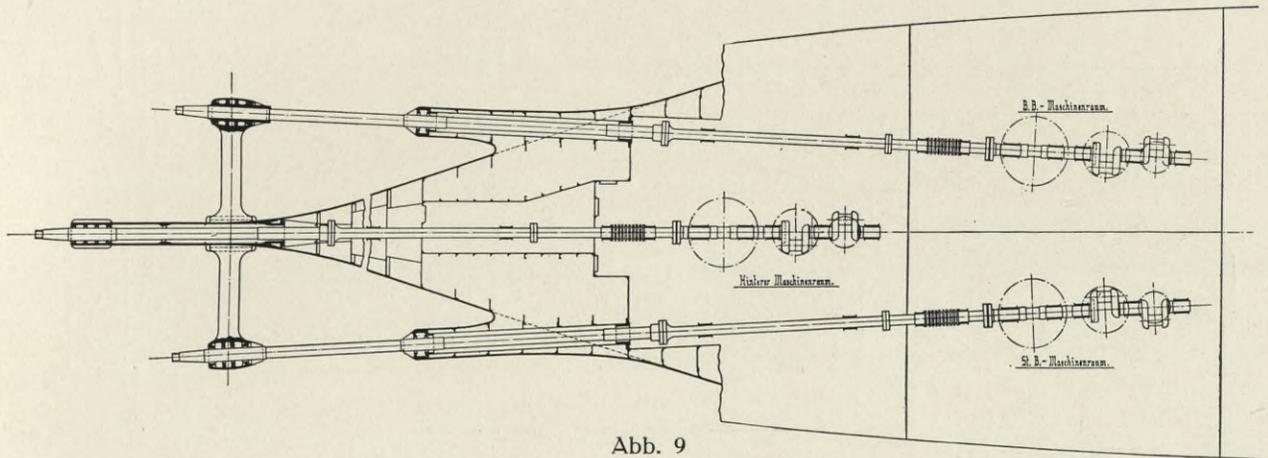


Abb. 9

daß die Kesselbleche und Verankerungen zu stark und der Kessel somit bei Wärmeänderungen zu starr wird. Wasserrohrkessel passen sich ferner den bei der Kriegsmarine notwendigen Forcierungen und dem schnellen Uebergang von geringer Leistung zur forcierten und umgekehrt schnell und leicht an und ermöglichen auch ein schnelles Dampfaufmachen. Bei Wasserrohrkesseln kann man z. B. aus kaltem Wasser in einer Viertel- bis einer halben Stunde Dampf von 15 at Ueberdruck haben, während dies bei Zylinderkesseln in der Handelsmarine mit Rücksicht auf eine Schonung der Kessel etwa 12 Stunden erfordert und in der Kriegsmarine im Notfall bis auf etwa drei Stunden verkürzt werden kann. Natürlich zeigen die Wasserrohrkessel auch gewisse Nachteile, vor allem die schwierige Speisung, welche durch selbsttätige Regler erfolgen muß, da es von Hand kaum möglich ist, den gegenüber Zylinderkesseln sehr geringen Wasserinhalt der Wasserrohrkessel auf der richtigen Höhe zu halten, ferner die schwierige Behandlung der Feuer und die Empfindlichkeit gegen unreines Speisewasser, welches in den engen Wasserrohren leicht Ablagerungen hervorrufen kann. Es hat sich aber gezeigt,

während sie sonst einfach quer durch die Rohrbündel hindurchschlagen und zum großen Teil unausgenützt unter Flammenbildung in den Schornstein gehen würden. Der Wasserspiegel liegt bei den neueren Kesseln etwa auf halber Höhe des Oberkessels, so daß jetzt alle Rohre unter Wasser münden, während früher die obersten Rohrreihen über Wasser mündeten, daher oben nur Dampf führten und öfters ersetzt werden mußten. Zwischen Ober- und Unterkesseln werden außerhalb der Kesselbekleidung neuerdings stets besondere Fallrohre angebracht, welche den Wasserumlauf des Kessels stark begünstigen. Dieser Kessel ist jedoch auch ohne besondere Fallrohre verschiedentlich ausgeführt, es hat sich aber gezeigt, daß er bedeutend stärker — im Dauerbetrieb z. B. bis etwa 300 PS pro qm Rost — forciert werden kann, wenn er besondere außen liegende Fallrohre erhält. Derartige Forcierungen sind natürlich nur mit künstlichem Zug möglich. Der früher gebräuchliche Unterwind, bei dem die unter geringem Druck zugeführte Verbrennungsluft direkt in den Aschfall geblasen wurde, ist längst verlassen, hauptsächlich weil hier trotz einer vorgesehenen Verblockung die Flamme beim Öffnen der Feuerfür

aus dieser herauschlagen konnte, wenn die Abstellung des Luftkanals nicht ordnungsmäßig geschehen war. Seit Jahren werden daher die ganzen Heizräume durch Ventilationsmaschinen unter einen geringen Luftdruck gesetzt. Ein Heraus-schlagen der Flamme beim Öffnen der Feuer-tür ist hierdurch unmöglich, außerdem bietet dieses Verfahren den Vorteil, daß die Heizer in der frischen Luft arbeiten. Natürlich müssen an den Niedergängen durch Verwendung zweier dicht hintereinander liegender Türen Luftschleusen gebildet werden, da sonst der Druck beim Öffnen einer Tür zum Kesselraum entweichen würde. Wie die Kesselanlagen an Ausdehnung gegenüber z. B. S. M. S. „Oldenburg“ (Abb. 4) und S. M. S. „Bran-

Flammrohre eingebaut sind, bildet der Zylinderkessel ein starres Ganzes und läßt sich daher leicht an den Kran anschlagen und ins Schiff setzen oder herausnehmen, was z. B. bei den meisten Landkesselkonstruktionen nicht möglich wäre. Was solch ein Schiffskessel verträgt, zeigt deutlich der Transport von Zylinderkesseln, wie er früher jahrelang von dem Ottensener Eisenwerk in Altona-Ottensen ausgeführt wurde. Die für Schiffe im Hamburger Hafen bestimmten Kessel wurden hier, da dieses Werk nicht direkt am Wasser liegt, außen mit einer aus Brettern bestehenden Polsterung versehen und dann von einer größeren Anzahl vorgespannter Pferde auf dem Straßenpflaster bis ans Wasser gerollt. Dort wurde der Kessel, dessen

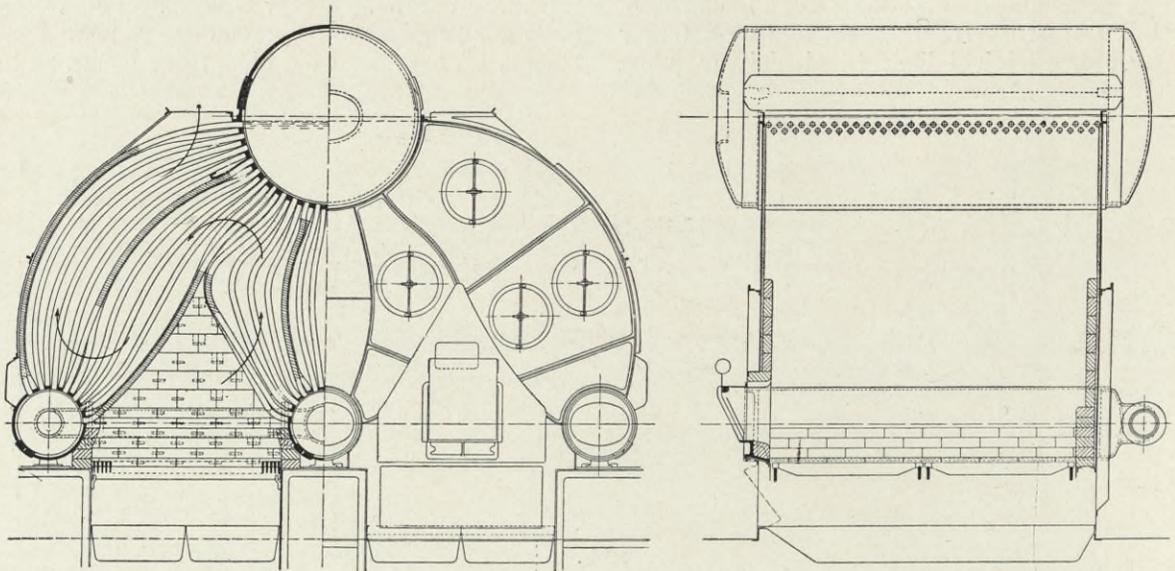


Abb. 10

denburg“ (Abb. 5) zugenommen haben, zeigt Abbildung 11, welche die Turbinen- und Kesselanlage eines neueren großen deutschen Kreuzers darstellt. Es sind hier 24 Kessel vorhanden, wobei zu beachten ist, daß jeder von diesen der größeren Forcierbarkeit wegen beträchtlich mehr leistet als ein Zylinderkessel der älteren Linienschiffe. Da unsere Marine seit Jahren den genannten engrohrigen Wasserrohrkessel auf allen Schiffen, seien es nun Linienschiffe, Kreuzer oder Torpedoboote, verwendet, besitzt sie eine Einheitlichkeit der Kesselanlagen, wie sie keine andere Marine aufzuweisen hat.

In den Kesselanlagen der Handelsmarine hat sich in den letzten 25 Jahren nicht allzu viel geändert. Der bewährte Zylinderkessel, welcher nach Abb. 12 als Einender oder, wenn möglich, der Platzersparnis wegen nach Abb. 13 als Doppeler ausgeführt wird, war damals beinahe schon ebenso vervollkommenet wie heute. Seiner Grundform nach läßt er auch nur wenige Änderungen zu. Durch den zylindrischen Außenmantel, in den auf jeder Stirnseite zwei oder drei, selten vier

sämtliche Öffnungen sorgfältig verschlossen waren, ins Wasser gezogen und schwimmend von einem Schleppdampfer an einer Trosse bis zu der Bestimmungswerft geschleppt. Im Betrieb läßt sich gegen den Zylinderkessel bei sorgfältiger Behandlung und nur geringer Forcierung nichts sagen. Sein großer Raum- und Gewichtsbedarf spielt bei Handelsschiffen nicht die störende Rolle wie bei Kriegsschiffen oder eventl. auch schon bei Schnelldampfern. So haben z. B. die neuen Schnelldampfer der „Imperator“-Klasse bereits Wasserrohrkessel erhalten, um bei dem verfügbaren Raum und Gewicht eine möglichst große Maschinenleistung zu erzielen. Während kleinere und mittlere Handelsschiffe meist der Einfachheit wegen natürlichen Zug haben, hat sich auf größeren Schiffen, insbesondere bei der Hamburg-Amerika Linie, der künstliche Zug nach Howdens System eingebürgert; es wird hierbei aber im Gegensatz zur Kriegsmarine nur wenig forciert. Die Verbrennungsluft wird bei diesem System in Vorwärmern, welche zwischen den Siederohren und Rauchfängen eingebaut sind, durch die sonst nutzlos entweichenden Heizgase

um etwa 100 bis 150° vorgewärmt und unter geringem Druck den Feuern zugeführt. Einmal werden hierdurch zur Anwärmung der Verbrennungsluft den Heizgasen noch Wärmeeinheiten entzogen, welche sonst den brennenden Feuern entnommen werden müßten, dann aber entsteht durch die erhitzte Verbrennungsluft auch eine vollkommene Verbrennung. Schließlich wird die Verbrennungsluft bei den höheren Kohlschichten, welche bei künstlichem Zuge zulässig sind, auch besser ausgenutzt, so daß zur Verbrennung von 1 kg Kohle bei dem Howdenschen System weniger Luft nötig ist als bei natürlichem Zuge. Alles zusammen wirkt auf eine unter Umständen beträchtliche Kohlenersparnis hin, daneben ergibt sich natürlich eine kleinere und leichtere Kesselanlage und die Möglichkeit, durch etwas gesteigerte Forcierung auch bei schlechten Kohlsorten, Gegenwind und schwerer See die Fahrzeiten einhalten zu können.

Im gesamten Aufbau der Dampfmaschinen hat sich auf Handelsschiffen

Vollaufen zu gefährlich gewesen wäre, besteht jede Seitenmaschine aus zwei durch ein Querschott getrennten Maschinen, von denen jede selbständig laufen kann. Normalerweise sind beide Maschinen natürlich gekuppelt und werden von einem Maschinistenstand geregelt. Abb. 17 zeigt beide Maschinen für eine Schiffseite. Jede Maschinenhälfte ist eine Vierfach-Expansionsmaschine, bei der man aber dadurch mit drei Kurbeln ausgekommen ist, daß der Hochdruckzylinder über dem ersten Mitteldruckzylinder angeordnet ist. Diese Maschinen dürften die größten überhaupt ausgeführten Dampfmaschinen sein und stellen ein glänzendes Zeugnis für die Leistungsfähigkeit des deutschen Schiffsmaschinenbaues dar. Nebenbei erwähnt sind unsere deutschen Schnelldampfer gegenüber den englischen dadurch ohne weiteres im Nachteil, daß sie auf der Linie von oder nach New York jedesmal eine um etwa 200 Seemeilen größere Strecke zurücklegen müssen, also einmal länger im Dienst sein müssen als die englischen Schnelldampfer

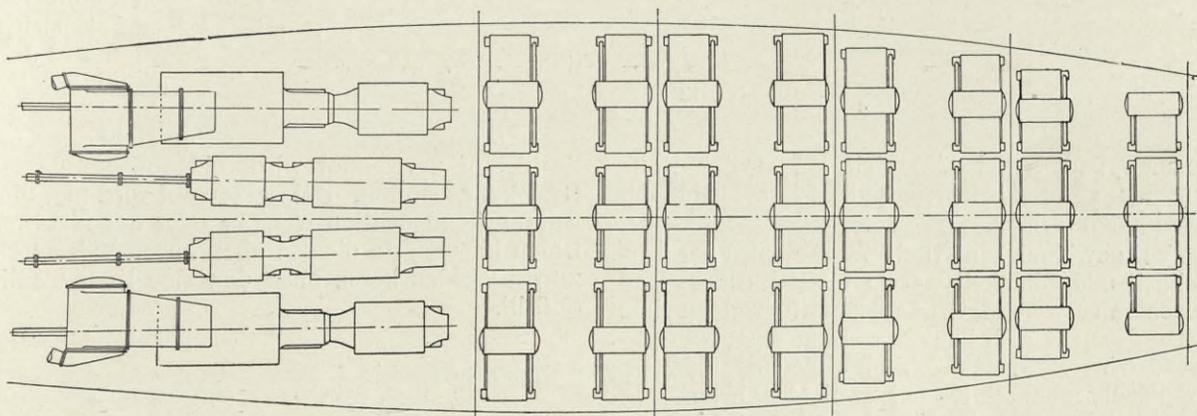


Abb. 11

im Prinzip nicht viel geändert. Die langsam laufende, schwer gebaute Dampfmaschine paßt, von der aussichtsreichen Oelmaschine abgesehen, für Handelsschiffe auch heute noch am besten. Alle Versuche, höhere Tourenzahlen oder leicht gebaute Maschinen zu verwenden, sind auf Handelsschiffen fehlgeschlagen. In der Detailkonstruktion ist hier natürlich viel verbessert; außerdem sind die Leistungen stark angewachsen. Abb. 14 zeigt die Maschinen- und Kesselanlage des im Jahre 1889 fertiggestellten Schnelldampfers „Augusta Viktoria“. Die Kesselanlage besteht aus acht Doppelendern, die Maschinen sind Dreifach-Expansionsmaschinen mit je drei Zylindern und leisten zusammen 14 000 PS_i. Abb. 15 zeigt die Maschinen- und Kesselanlage des letzten mit Kolbenmaschinen versehenen Schnelldampfers „Kaiser Wilhelm II“, welcher vom Steffiner Vulcan gebaut ist. Hier sind bereits zwölf Doppelender (Abb. 16) und sieben Einender vorhanden. Beide Maschinen leisten zusammen 40 000 PS_i. Da eine Seitenmaschine von 20 000 PS_i einen Maschinenraum beansprucht hätte, dessen Größe beim

und außerdem die Kohlen für diese zusätzliche Strecke mitnehmen müssen, wodurch ihr Displacement und somit ihr Widerstand vergrößert wird.

Bei kleineren und mittleren Handelsschiffen begnügt man sich nach wie vor mit dreifacher Expansion; große Handelsschiffe haben dagegen schon seit Jahren stets Vierfach-Expansionsmaschinen erhalten. Als Steuerung wird fast ausnahmslos die Stephensonsteuerung verwendet. In den Einzelheiten hat sich im Laufe der Jahre natürlich mancherlei geändert. Während früher auch bei größeren Maschinen die einzelnen Zylinder häufig zusammengeflanscht wurden, läßt man jetzt jeden Zylinder frei auf seinen Ständern stehen, so daß er sich entsprechend der ihm vom Dampf zugeführten Wärme ungehindert nach oben und nach den Seiten ausdehnen kann. Statt der früher angelegten Ueberströmkanäle werden jetzt getrennte Ueberströmröhre mit Stopfbuchsen verwendet. Auch der viereckige Kondensator, welcher früher meist in die Ständer einer Maschinenseite eingebaut war, wird neuerdings getrennt als runder Kondensator aufgestellt. Einmal wird er hierdurch

leichter, da die runden Wandungen nicht so sehr versteift zu werden brauchen wie die flachen Wände der älteren Konstruktionen und außerdem spart man beträchtlich an Modellkosten, denn die Ständer für beide Maschinenseiten sind jetzt die

kaum erzielen. Man ist daher bestrebt, die Ueberhitzung und teilweise auch Ventilsteuerung auf Schiffen einzuführen. Durch Ueberhitzung dehnt sich der Dampf bei demselben Druck aus, nimmt also ein größeres Volumen ein

und wird somit auch spezifisch leichter. Man kann ihm nun die bei der Ueberhitzung zugeführte Wärme wieder entziehen, ohne daß ein Druckabfall eintritt. Bei Dampfmaschinen kommt nun der Frischdampf in den Dampfkanälen usw. mit Flächen in Berührung, die eben vom Abdampf bestrichen wurden und daher abgekühlt sind. An diesen Flächen entsteht dann, falls

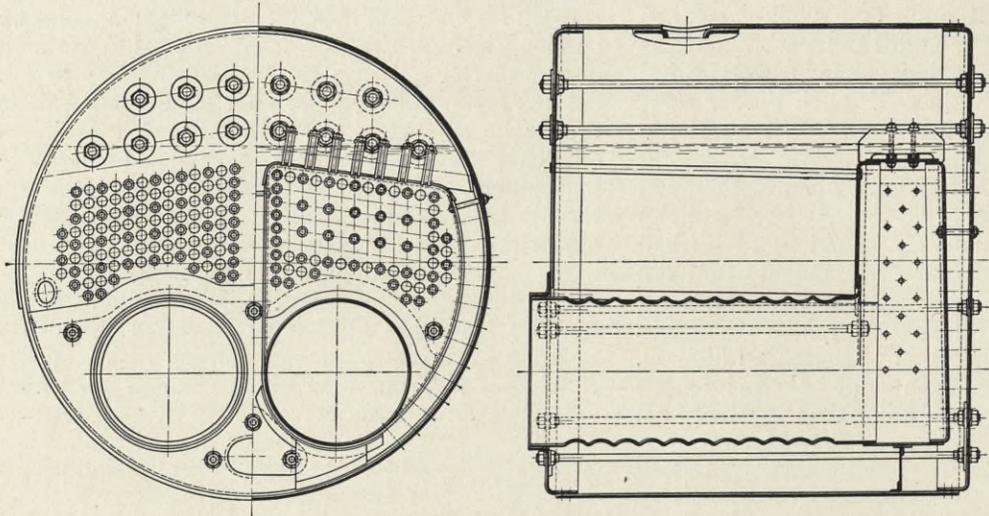


Abb. 12

gleichem und ferner läßt sich ein runder Kondensator ohne kostspielige Modelle leicht mit Schablonen formen.

Bei gewöhnlichen Frachtschiffen wird der Einfachheit und Billigkeit wegen meistens nur eine Maschine verwendet. Größere Schiffe, welche viele Passagiere mit sich führen, werden dagegen stets der Betriebssicherheit wegen als Doppelschraubenschiffe mit zwei Maschinen ausgerüstet. Zur Einführung des Dreischraubensystems liegt für die Handelsmarine bei Dampfmaschinenantrieb kein Grund vor, nur bei Turbinenantrieb hat man manchmal zu drei oder vier Schrauben gegriffen.

Der übliche Kesseldruck ist bei Verwendung von Vierfach-Expansionsmaschinen etwa 15 at, bei Dreifach-Expansionsmaschinen oft eine oder zwei Atmosphären weniger. Der Kohlenverbrauch pro PS_i und Stunde ist natürlich stark von der Kohlensorte, der Bedienung der Kessel, dem Zustand von Maschine und Kessel und dergl. abhängig. Die bei den Probefahrten erreichten Werte werden im Betriebe häufig weit überschritten. Im Durchschnitt kann man etwa sagen, daß auf Handelsschiffen selbst bei dem für den Kohlenverbrauch günstigen Howdenschen Zug im Dauerbetriebe einschließlich Hilfsmaschinen eine Dreifach-Expansionsmaschine pro PS_i und Stunde etwa 0,68 kg und eine Vierfach-Expansionsmaschine etwa 0,64 kg Kohle braucht. Gegenüber den besten Landdampfmaschinen sind dies ziemlich hohe Werte. Beim Betrieb mit Sattdampf läßt sich aber ein niedrigerer Kohlenverbrauch

Sattdampf verwendet wird, die sogenannte Anfangskondensation. Bei Heißdampf wird nun diese Anfangskondensation weniger oder gar nicht auftreten können, da diesem eben etwas Wärme entzogen werden kann, ohne daß eine Kondensation auftritt.

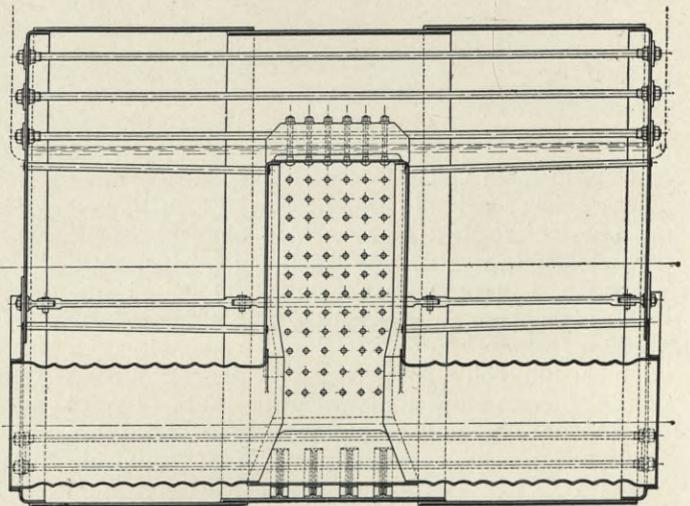


Abb. 13

Auch der thermische Wirkungsgrad ist bei Verwendung von Heißdampf günstiger, da sich der Arbeitsprozeß zwischen weiter auseinander liegenden Temperaturgrenzen abspielt und der überhitzte Dampf auch ein schlechterer Wärmeleiter ist als Sattdampf. Hierdurch werden wiederum die Kondensationsverluste und die Anfangskondensation verringert. Im Betriebe zeigt sich die vor-

teilhafte Wirkung des Heißdampfes durch geringere Wasserniederschläge und dadurch, daß für eine bestimmte Füllung bei demselben Dampfdruck ein kleineres Dampfgewicht gebraucht wird, weil der Dampf bei der Ueberhitzung sein Volumen vergrößert. Zur Ueberhitzung müssen allerdings Wärmeeinheiten aufgewendet werden, aber die Vorteile sind doch überwiegend, so daß bei Heißdampf eine Kohlenersparnis eintritt und die Kesselanlage etwas kleiner ausfällt. Ferner zeigen sich praktische Annehmlichkeiten, wie z. B. die Vermeidung von Wasserschlägen im Zylinder, leichteres Dampfhalten, kleinere Bunker und dergl. Die übliche Ueberhitzung beträgt etwa 80 bis höchstens 150°, so daß Dampf von 15 at auf rund 280 bis höchstens 350° überhitzt wird.

Die anfangs gefürchteten Schwierigkeiten im Betriebe haben sich im Laufe der Jahre als ziemlich gering herausgestellt. Stopfbuchsen und Rohrleitungen müssen natürlich besonders für Heißdampf konstruiert sein; die Stopfbuchsen müssen Metallpackung aus Gußeisen oder besonderem Weißmetall haben und die Rohrleitungen unter Vermeidung von Kupfer und Bronze aus Stahlrohren und Stahlgußteilen bestehen. Außerdem bedarf eine Heißdampfmaschine einer inneren Schmierung mit Oel. Bei Sattdampfmaschinen vermeidet man auf Schiffen nach Möglichkeit solche innere Schmierung, da das Oel, welches die Kolben, Schieber usw. schmiert, mit dem Kondenswasser in die Kessel gehen und diese verschmutzen würde, wenn es nicht durch besondere

Oel von den Kesseln nach Möglichkeit ferngehalten wird; auch Abdampfentöler finden häufig Verwendung.

Von den verschiedenen Ueberhitzerarten hat sich auf Schiffen ebenso wie bei Lokomotiven fast nur der Schmidtsche Ueberhitzer eingebürgert. Zurzeit sind über 850 Schiffe mit zusammen über 1 000 000 PS, mit diesen Ueberhitzern ausgerüstet. Abb. 18 zeigt einen solchen Ueberhitzer. Neuerdings wird stets der „Rauchröhren-

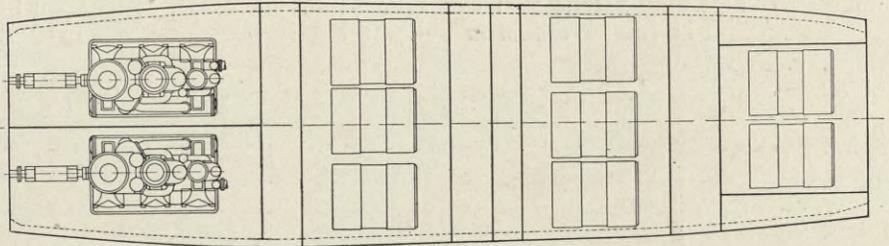


Abb. 14

überhitzer“ ausgeführt, der aus einer Anzahl dünner gezogener Stahlrohre von etwa 20 mm innerem und 25 mm äußerem Durchmesser besteht. Diese Rohre werden in einer Anzahl von Siederohren mehrere Male hin- und hergeführt und an den Enden in Bunde eingewalzt, die an einen Kasten aus Stahlguß angeschraubt werden. Jedes Rohrelement ist somit leicht zugänglich und austauschbar.

Besonders für überhitzten Dampf eignen sich auch die Ventilsteuerungen, da Ventile kaum einer Schmierung bedürfen; die Hochdruckkolben müssen allerdings bei Heißdampf stets etwas geschmiert werden. Auch sonst bietet die Ventilsteuerung durch geringe Reibungsarbeit, beliebig erreichbare Oeffnung und guten Schluß der

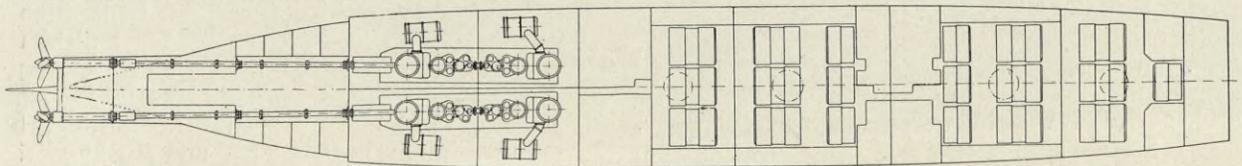


Abb. 15

Filter zurückgehalten würde. Man schmiert sozusagen nur mit „nassem Dampf“, da sich bei Sattdampf in den Zylindern stets etwas Kondenswasser bildet. Bei Heißdampf findet nun eine Kondenswasserbildung im Hochdruckzylinder kaum und in den anderen Zylindern nur in geringem Maße statt. Dazu kommt noch die höhere Temperatur des Heißdampfes, welche ein Warmlaufen und „Fressen“ bei schon geringer zusätzlicher Reibungsarbeit hervorruft, so daß eine besondere Schmierung mit hoch entflammbarem Heißdampföl notwendig wird. Bei Heißdampf müssen daher auf jeden Fall Filter in die Speiseleitung eingebaut werden, damit das

Dampfkanäle gewisse Vorteile. Im allgemeinen fand die Ventilsteuerung, abgesehen von ganz langsam laufenden Radschiffsmaschinen, für Schiffsbetrieb erst Anwendung, als die einfachste Ventilsteuerung, die *Lentzsteuerung*, im Landbetrieb genügend erprobt war. Jeder Zylinder enthält hierbei sowohl für die Deckelseite wie auch für die Kurbelseite je ein Ventil für Ein- und Auslaß. Der Frischdampf geht also durch andere Kanäle wie der Dampf, welcher eben im Zylinder gearbeitet hat; hierdurch wird z. B. die Anfangskondensation auch wieder beschränkt. Ferner fallen die schädlichen Räume bei Ventilsteuerung

sehr klein aus. Abb. 19 zeigt einen solchen Ventiltrieb. Durch eine Exzenterstange wird die Nockenscheibe in schwingende Bewegung versetzt; die Erhebung dieser Scheibe öffnet dann entgegen dem Federdruck das entlastete Doppelsitzventil, die Feder schließt es, sobald die Nockenform dies gestattet. Die Nockenscheibe läßt sich für Vorwärts- und Rückwärtsgang durch Anschluß an eine normale Stephensonsteuerung leicht steuern. Kleinere Maschinen erhalten statt dieser Umsteuerung meist verschiebbare Exzenter. Abbildung 20 zeigt eine solche von der Ottensener Maschinenfabrik in Altona-Ottensen gebaute Maschine, welche bei 82 Umdrehungen 1050 PS_i leistet. Bei Verwendung von überhitztem

Dampf von 300 bis 350° beträgt der Verbrauch an gewöhnlicher Bunkerkohle etwa 0,6 kg pro PS_i und Stunde. Am vorderen Ende der Maschine sitzen drei verschiebbare Exzenter, welche durch ein Handrad von Vorwärtsgang über Stopp auf Rückwärtsgang umgesteuert werden können. Die gemeinsame Welle für die Nocken ist, wie Abb. 21 genauer zeigt, in geschickter Weise nicht parallel zur Kurbelwelle, sondern tangential an die drei Zylinder gelegt, um kleine schädliche Räume zu erzielen und die Ventile dicht an die Zylinder heranzubringen. Der Fehler, welcher dadurch entsteht, daß die Nockenwelle nicht genau senkrecht zur Bewegungsebene der Exzenterstange liegt, ist durch Gelenke unschädlich gemacht.

Bei größeren Maschinen fallen nun besonders für den Niederdruckzylinder die Ventile und somit die Kräfte in der Steuerung ziemlich groß aus oder ergeben, wenn die Ventile klein gehalten oder mit geringem Hub ausgeführt werden, große Dampfgeschwindigkeiten. Es sind daher auch schon verschiedene Maschinen mit gemischter Ventil- und Schiebersteuerung derart ausgeführt, daß nur die Hochdruckzylinder Ventilsteuerung, die anderen Zylinder dagegen die normale Schiebersteuerung erhalten haben. Da sich die Wirkung der Ueber-

hitzung im Mitteldruckzylinder nur noch zum Teil und im Niederdruckzylinder meist gar nicht mehr geltend macht, dürfte dieses System für viele Maschinen besonders zweckmäßig sein. Neuerdings sind Heißdampfmaschinen auch ohne jede Ventilsteuerung ausgeführt; der Hochdruckzylinder hat dann Kolbenschieber nach der von Schmidt angegebenen Konstruktion.

Radschiffsmaschinen werden in Deutschland verhältnismäßig wenig verwendet. Da die großen Schaufelräder nicht allzu viele Umdrehungen machen können, fällt eine Radschiffsmaschine viel größer, schwerer und somit auch

teurer aus als eine schneller laufende Maschine für Schraubenantrieb. Ferner erfordern die Schaufelräder gegenüber der Schiffsschraube höhere Anschaffungs- und besonders auch Reparaturkosten. Im allgemeinen werden Schaufelräder daher nur bei ganz geringem Tiefgang auf Flüssen oder bei der Watenfahrt verwendet, da man abgesehen von einem Tunnelheck bei Schraubenantrieb sonst nicht mit so geringen Tiefgängen

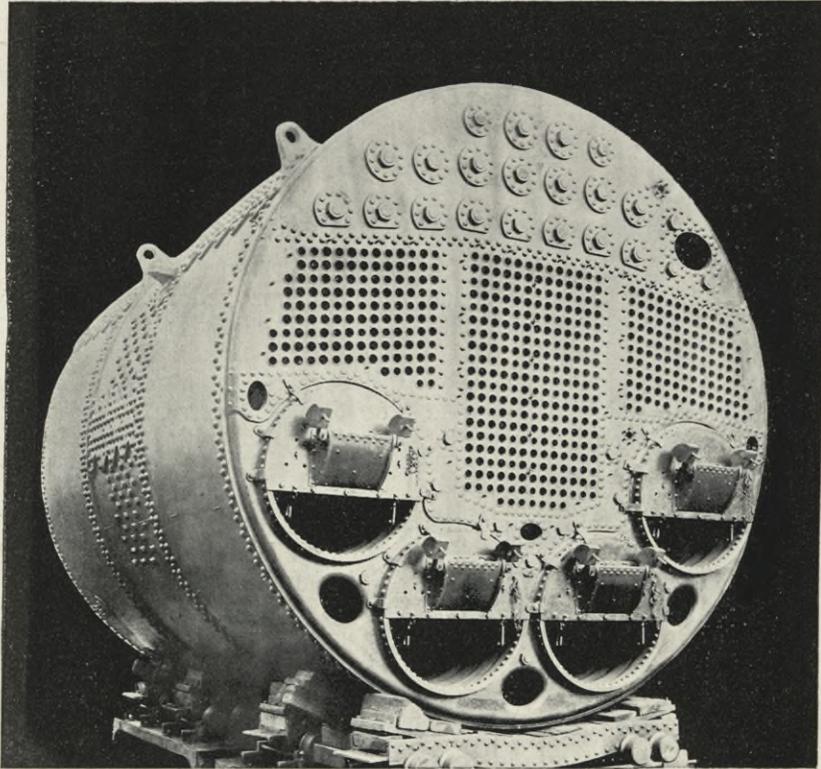


Abb. 16

auskommt. Oeffters sind auch Schaufelräder bei Passagierschiffen nach Bade- und Ausflugsorten mit Rücksicht auf die Passagiere verwendet, da Schaufelradschiffe ihres ruhigen Ganges wegen beim reisenden Publikum besonders beliebt sind, denn die langsam laufenden Maschinen erzeugen kaum störende Schiffsschwingungen.

Bei der im Laufe der Jahre gesteigerten Geschwindigkeit und Maschinenstärke machten sich bei Schraubenschiffen die Schiffsschwingungen allmählich sehr unangenehm bemerkbar. Besonders bekannt ist der Fall der im Jahre 1893 fertiggestellten englischen Schnelldampfer „Campania“ und „Lucania“, welche so heftige Schwingungen zeigten, daß man die beabsichtigte Tourenzahl nicht einhalten konnte, sondern die Maschinen langsamer laufen lassen und Schrauben mit größerer Steigung verwenden mußte. Hier war es Schlick, welcher zuerst genauere Unter-

suchungen anstellte und mit dem von ihm im Jahre 1893 angegebenen Massenausgleich ein einfaches und wirksames Gegenmittel angab. Im Gegensatz zu früheren Erfindern auf diesem Gebiet sah er von der Verwendung von größeren Gegengewichten ab und änderte hauptsächlich die Kurbelwinkel und den Abstand der einzelnen Zylinder; höchstens wurden noch einige Kolben absichtlich etwas schwerer ausgeführt als notwendig. Durch diese Maßnahmen ließ sich auf einfache Weise, ohne

Ordnung, und ferner können Schiffsschwingungen auch durch die Wirkung der Schiffsschrauben entstehen. Außerlich sind Schlicksche Maschinen durch die bei Vierzylindermaschinen von der Kreuzform abweichende, etwa nach Abb. 22 ausgeführte Kurbelstellung kennlich, sowie durch die in Abb. 23 dargestellte Zylinderanordnung. Die Zylinder mit leichten Gestängegewichten, nämlich der Hochdruck und Mitteldruck I stehen außen, müssen also durch ziemlich lange Ueberströmröhre verbunden

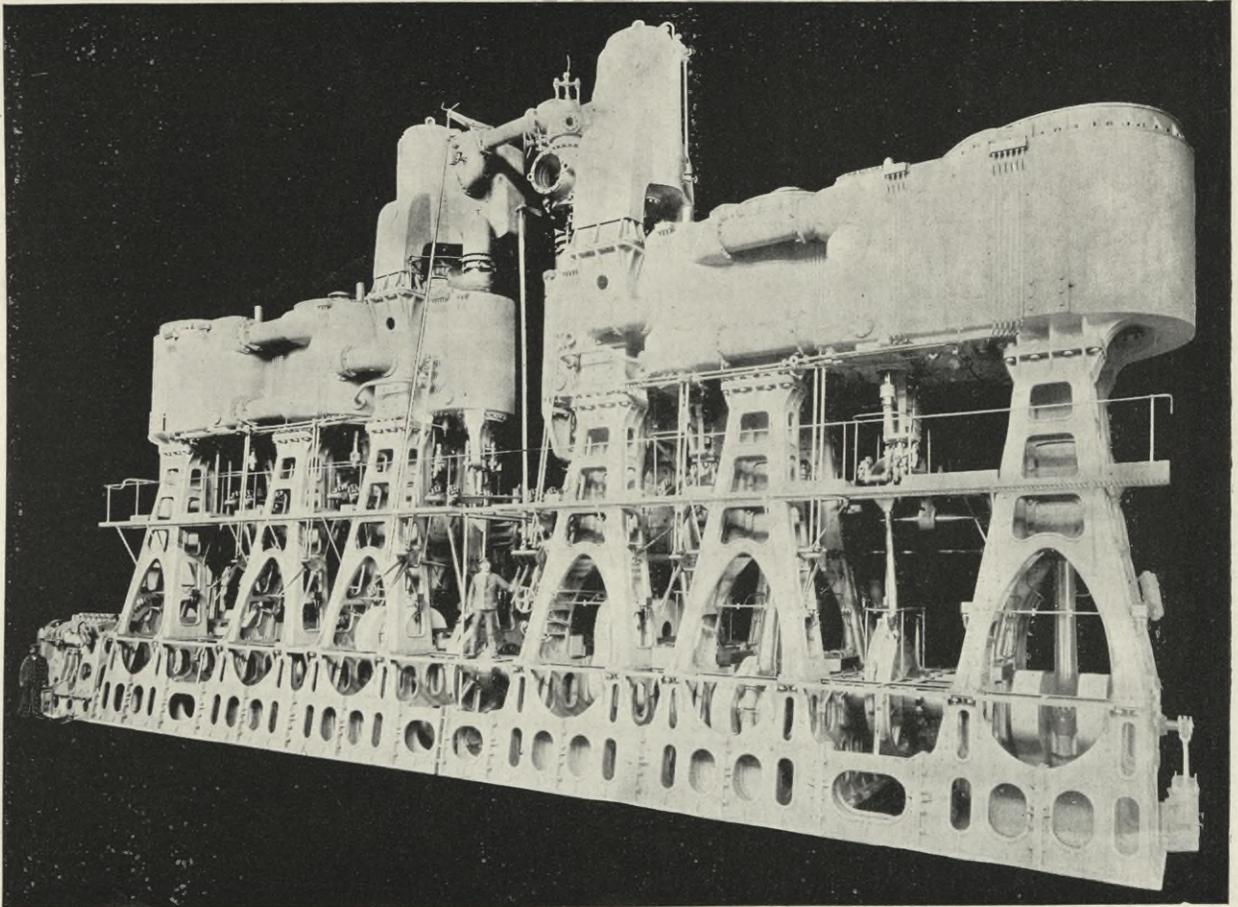


Abb. 17

die Maschinen viel schwerer zu machen, ein guter Massenausgleich erzielen. Nach diesem Verfahren sind in den letzten zwanzig Jahren die meisten größeren Handelsschiffsmaschinen, insbesondere sämtliche Schnelldampfermaschinen, ausgeführt. Man kann wohl behaupten, daß es ohne diesen Massenausgleich kaum möglich gewesen wäre, solche gewaltigen Maschinenkräfte von z. B. 40 000 PS_i in einen Schiffskörper einzubauen und dabei stärkere Schwingungen zu vermeiden. Ganz lassen sich nämlich diese Schwingungen des Schiffskörpers auch beim Schlickschen System nicht beseitigen. Mit Rücksicht auf eine für das Anspringen günstige Kurbelstellung läßt man nämlich in der Maschine die Momente zweiter

werden; innen stehen dann die beiden Zylinder mit den schweren Gestängen, Mitteldruck II und Niederdruck. Die Abstände a der äußeren Zylinder von den inneren werden neuerdings meist gleich gewählt und der Abstand der inneren Zylinder b verhältnismäßig groß ausgeführt. Wenn man dann noch die Gestängegewichte der äußeren Zylinder einander gleich und ebenso die der inneren Zylinder einander gleich macht, ergibt sich eine zu der dickstrichpunktierten Achse in bezug auf Gestängegewichte und Zylinderentfernungen symmetrische Maschine, welche sich ohne langwierige Untersuchungen leicht ausgleichen läßt.

Aber auch Dampfmaschinen mit Schlickschen Maschinen zeigten oft noch beträchtliche Schwin-

gungen. Naturgemäß war besonders Schlick daran interessiert, die Vorwürfe, welche man früher daraufhin seinem Maschinensystem machte, zu entkräften. Seinen von ihm selbst verschiedentlich

und dergl. ganz oder zum Teil ausgeglichen werden. Im allgemeinen bilden diese Kräfte aber auch Momente, welche ebenso wie die Kräfte Schiffsschwingungen hervorrufen können. Kräfte,

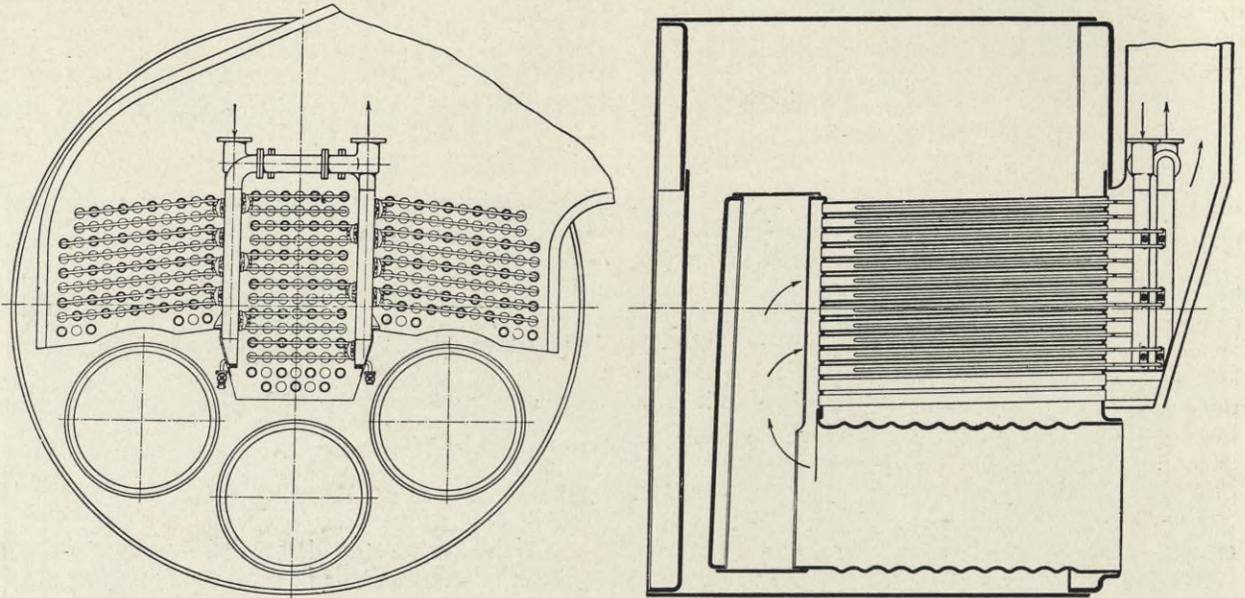


Abb. 18

veröffentlichten Untersuchungen über Schiffsschwingungen¹⁾ verdanken wir denn auch viele wertvolle Aufschlüsse über die Natur und Beseitigung der Schiffsschwingungen.

Kurz zusammengefaßt ist unsere Kenntnis der Schiffsschwingungen heute folgende. Jeder elastische Körper, also auch jedes Schiff besitzt durch seine Abmessungen, Massenverteilung usw. eine Eigenschwingungszahl. Wenn nun die Anzahl der auf ihn durch die Maschine, Schiffsschraube oder dergl. ausgeübten regelmäßig wiederkehrenden Impulse zufällig mit dieser Eigenschwingungszahl ganz oder annähernd zusammenfällt, entsteht der ungünstige Fall der Resonanz, bei dem einmal entstandene Schwingungen nicht allmählich durch Dämpfung aufhören, sondern in der geweckten Größe dauernd bestehen bleiben, also einen Beharrungszustand ergeben. Der Hauptwert wird daher heute auf eine solche Vermeidung der Resonanz gelegt. Da sich die Schwingungszahl des Schiffskörpers nicht so leicht ändern läßt, ändert man lieber die Tourenzahl der Maschine oder die Flügelanzahl der Schraube. Jeder Zylinder einer Kolbenmaschine besitzt nun durch die Beschleunigungsdrucke der hin- und hergehenden Massen eine freie Kraft; diese Kräfte können bei Mehrzylindermaschinen durch geeignete Kurbelstellung

Momente und Schwingungen werden erster Ordnung genannt, wenn sie mit dem einfachen Drehwinkel, zweiter Ordnung dagegen, wenn sie mit dem doppelten Drehwinkel der Maschine variieren, also doppelt so viele Impulse (bzw. bei Schwingungen Ausschläge) haben als die Tourenzahl der Maschine überträgt. Analog gibt es noch Kräfte, Momente und Schwingungen dritter, vierter usw. Ordnung. Kräfte und Momente zweiter Ordnung entstehen durch den Einfluß der endlichen Pleuelstange. Im folgenden soll im allgemeinen nur von Vertikalkräften, Vertikalschwingungen usw. die Rede sein, da z. B. Horizontalschwingungen für Schiffe nur von untergeordneter Bedeutung sind.

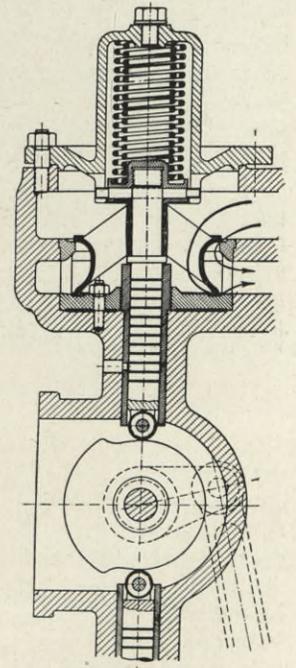


Abb. 19

¹⁾ Schlick, Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1894, Seite 1091

Schlick, Die Untersuchung der Vibrationserscheinungen von Dampfmaschinen, 1903, Leipzig, Verlag von Arthur Felix

Schlick, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1912 usw.

Die meisten Schiffe schwingen um zwei oder drei Knotenpunkte. Würde man beim Schwingen um zwei Knotenpunkte z. B. eine Einzylindermaschine, welche eine große freie Kraft, aber kein

Moment besitzt, auf Schiffsmittle setzen, so würde diese Maschine jetzt sehr große Schiffsschwingungen hervorrufen, denn die beiden Knotenpunkte liegen ziemlich weit von der Schiffsmittle entfernt, so daß also der Hebelsarm der Kraft in bezug auf die Knotenpunkte sehr groß ist. Im Knotenpunkt oder in der Nähe desselben wäre dagegen diese Maschine mit ihrer großen freien Kraft ganz oder fast unschädlich. Umgekehrt verhält es sich mit Maschinen, die keine oder nur geringe freie Kräfte, dagegen große freie Momente haben. Diese er-

geben bei Aufstellung in der Schiffsmittle und beim Vorhandensein zweier Knotenpunkte keine oder nur geringe Schwingungen, am Knotenpunkte dagegen große Schwingungen. Je nachdem die freien Kräfte oder die freien Momente ausgeglichen sind, wird man also eine Maschine möglichst zwischen zwei bzw. auf einen Knotenpunkt setzen. Wenn sowohl freie Kräfte wie freie Momente ausgeglichen sind, kann die Maschine natürlich an keinem Punkte des Schiffes

Schwingungen hervorrufen.

Solche Maschinen kommen aber kaum vor; wie oben bereits erwähnt, besitzen z. B. sogar Schlicksche Maschinen meist ein Moment zweiter Ordnung, welches aber ziemlich unschädlich ist. Von Schlick wurden meist Doppelschraubenschiffe untersucht, da die Schwingungen auf den im allgemeinen langsamer laufenden, also mit schwächeren Maschinen versehenen Einschraubenschiffen nicht so störend waren, besonders da dies meist Frachtdampfer sind. Die folgenden Bemerkungen beziehen sich daher nur auf Doppelschraubenschiffe mit Schlickschen Vierkurbelmaschinen und wie üblich nach außen schlagenden Schrauben. Es zeigten sich vor allem Schwingungen erster und dritter bzw. vierter Ordnung. Diese Schwingungen änderten sich meist

jedesmal, wenn die Schraubenflügel neu eingestellt waren; hierdurch war schon bewiesen, daß die Maschinen, also auch die darin verbliebenen Momente zweiter Ordnung nicht die Ursache sein könnten. Schlick fand nun durch wissenschaftliche Verarbeitung der mit seinem Pallographen gewonnenen Diagramme, daß die Schwingungen erster Ordnung bei ausgeglichenen Maschinen meist davon herrühren, daß ein Schraubenflügel zufällig größere Steigung hat als die anderen. Dieser eine Flügel übernimmt dann eine größere

Arbeit als jeder der anderen, findet so einen größeren Widerstand im Wasser und erzeugt dabei einen größeren „Achsendruck“ auf die hintere Lagerung der Schraubenwelle und somit auf das Schiff als die anderen Flügel. Dies wird sofort anschaulich, wenn man sich den Grenzfall vorstellt, daß ein Flügel unter Berücksichtigung des Slips die richtige Steigung, die anderen dagegen ohne Berücksichtigung des Slips eine kleinere Steigung hätten. Dann würde der eine Flügel annähernd die ganze Arbeit

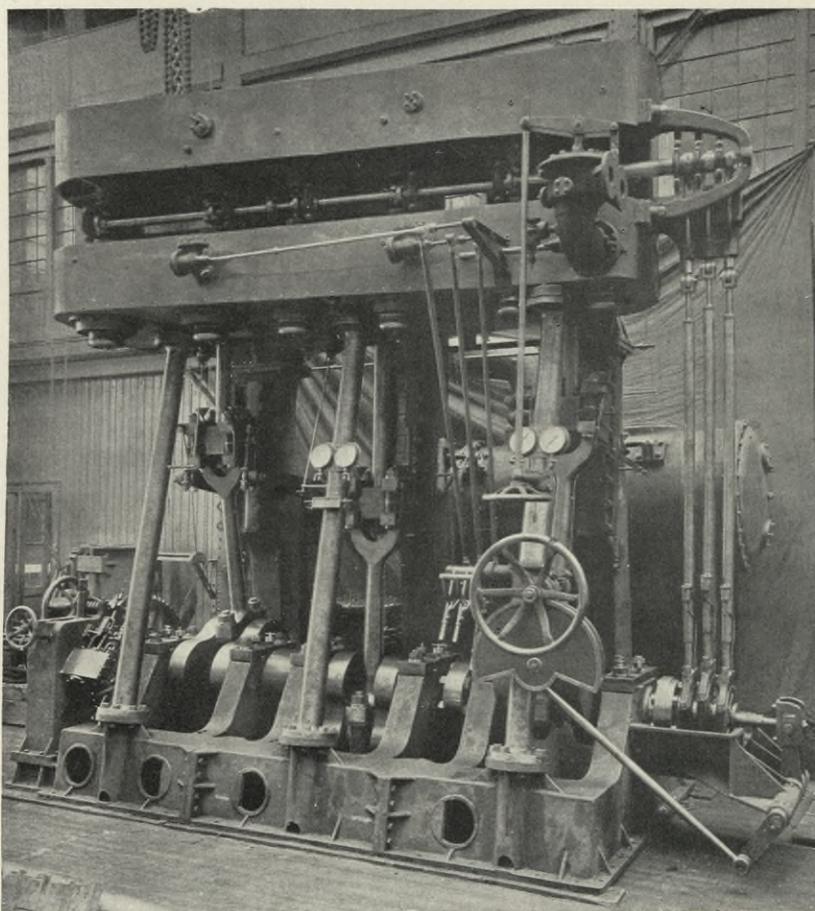


Abb. 20

übernehmen, während die anderen Flügel leer durch das Wasser miliefen. Bei Doppelschrauben ist es nun praktisch nicht möglich, beide Maschinen mit genau der gleichen Tourenzahl laufen zu lassen. Allmählich wird also eine Maschine stets die andere überholen. Liegen nun beim Ueberholen einer Maschine durch die andere zufällig die beiden Schraubenflügel mit den größten Steigungen symmetrisch zur Schiffsmittlebene, so addieren sich ihre Achsendrucke, so daß heftige Schwingungen auftreten; liegen sie gerade entgegengesetzt, so verschwinden die Schwingungen ziemlich. Während des Ueberholens einer Maschine durch die andere wechseln dann also die Schwingungen zwischen einem Höchst- und einem Mindestwert, und zwar ist die Schwingungszahl

gleich der Tourenzahl der Maschine. Seit etwa zehn Jahren werden daher auf Grund dieser Untersuchungen bei besseren Schiffen die Flügel nicht wie früher so lange von Hand befeilt, bis alle Stellen blank sind, sondern auf besonders dazu

welle als Reaktion ein nach oben gerichteter Achsendruck ($P - Q$). Beide Differenzkräfte ($P - Q$) zusammen suchen jetzt das Hinterschiff zu heben. Eine Viertelumdrehung später (Abb. 25) ist der Unterschied zwischen den Widerständen der

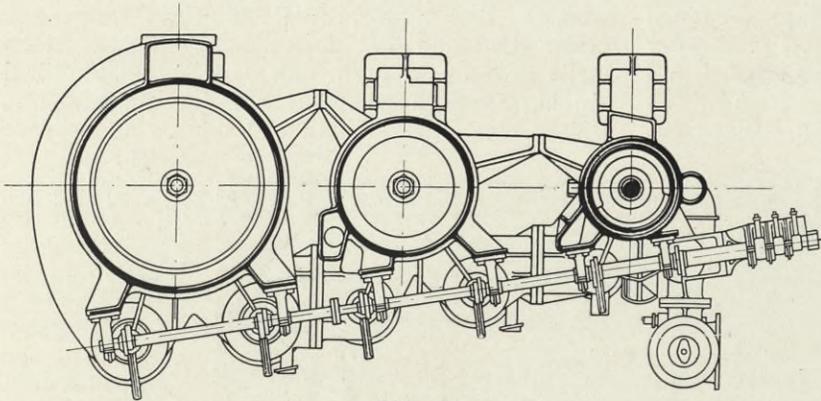


Abb. 21

nach unten und der nach oben gehenden Flügel geringer, so daß der Achsendruck kleiner geworden ist. Solange also beide Maschinen mit Vierflügelschrauben nach Abb. 24 und 25 synchron laufen, entstehen bei jeder Umdrehung vier Höchst- und vier Mindestwerte der Achsendrucke, so daß die entstehende Schwingungszahl viermal so groß ist wie die Tourenzahl der Maschine (Schwingungen vierter Ordnung). Laufen die Maschinen nicht synchron, sondern eilt z. B. nach Abb. 26 eine Maschine der anderen um 45° vor, so ist jetzt der

konstruierten Werkzeugmaschinen so bearbeitet, daß jeder Schraubenflügel eine mathematisch genaue Schraubenfläche darstellt. Beim Aufschrauben der Flügel muß dann natürlich noch besonders sorgfältig vorgegangen und die Steigung nachgemessen werden.

Die in den ausgeglichenen Maschinen verbliebenen Momente zweiter Ordnung gaben Schwingungen zweiter Ordnung, deren Ausschläge und somit auch Schädlichkeit aber ziemlich gering waren.

Aufzuklären sind nun noch die Schwingungen dritter bzw. vierter Ordnung, also mit einer Schwingungszahl gleich der dreifachen bzw. vierfachen Tourenzahl der Maschine. Es zeigte sich, daß beim Auswechseln von Dreiflügelschrauben gegen Vierflügelschrauben die Schwingungen dritter in solche vierter Ordnung übergingen. Da das Wasser am Heck nicht wagerecht, sondern der Heckwelle wegen schräg nach oben strömt, findet jeder Schraubenflügel beim Niedergang einen größeren Widerstand als beim Aufgang. Liegt also

Achsendruck auf Backbord größer als auf Steuerbord und eine Achtelumdrehung später umgekehrt, da dann die Schrauben ihre Lage gegenseitig vertauscht haben. In diesem Falle entstehen also bei einer Umdrehung acht nach oben gerichtete Impulse, welche Vertikalschwingungen achter Ordnung ergeben. Weil der Impuls abwechselnd auf Steuerbord und Backbord entsteht, erzeugen diese Kräfte ferner Torsionsschwingungen des Schiffskörpers vierter Ordnung. Sobald eine Maschine die andere wieder einholt, verschwinden dann diese beiden Schwingungsarten und machen den vorher erwähnten Vertikalschwingungen vierter Ordnung Platz.

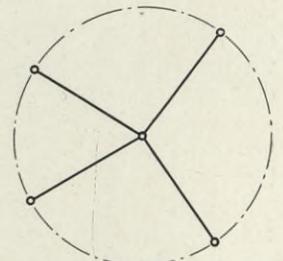


Abb. 22

Bei Dreiflügelschrauben haben die Schwingungen analog nur die dritte bzw. sechste Ordnung.

Durch genaue Messung der Eigenschwingungszahl des Schiffskörpers war es auf Grund dieser Untersuchungen z. B. auf dem Doppelschraubenschiff der Hamburg-Amerika Linie „Kaiserin Auguste Viktoria“ möglich, durch Auswechslung der vorhandenen Vierflügelschrauben, die annähernd Resonanz ergaben, gegen neue Dreiflügelschrauben die am Anfang recht störenden Schwingungen fast gänzlich zu beseitigen.

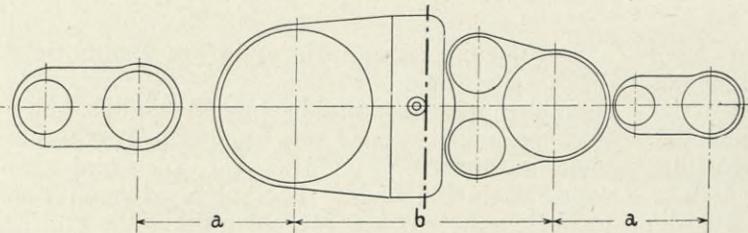


Abb. 23

z. B. bei Vierflügelschrauben ein Flügel jeder Schraube nach außen (Abb. 24), so erfahren diese beiden Flügel beim Niedergang einen größeren Widerstand als die beiden gerade nach innen liegenden Schraubenflügel bei ihrem Aufgang. Es entsteht also in jeder Endlagerung der Schrauben-

Bei Turbinenschiffen können keine Schwingungen durch die Turbinen entstehen, da diese keine Beschleunigungsdrucke haben; die von den Schrauben herrührenden Schwingungen bleiben aber natürlich bestehen und folgen hier wegen der meist vorhandenen höheren Tourenzahl in der Zeit-

einheit schneller aufeinander als bei Kolbenmaschinen. Bei höherer Tourenzahl ist nun aber die geleistete Arbeit pro Umdrehung im allgemeinen geringer, so daß auch der Impuls und der Schwingungsschlag kleiner ausfällt; dafür treten diese Schwingungen aber mit höherer Zahl auf, so daß sich Schiffsschwingungen auch bei Turbinenschiffen oft recht unangenehm bemerkbar machen, allerdings meist nur am Heck und nicht, wie bei Schiffen mit Kolbenmaschinen, annähernd über die halbe oder ganze Schiffslänge.

Wichtige Aufklärungen haben auch die von Frahm und Föttinger gemachten Untersuchungen über die Messung der effektiven Arbeit und über Torsionsschwingungen der Wellenleitung gebracht. Frahm benutzte zu diesen Messungen auf Handelsschiffen annähernd die ganze Wellenleitung, indem er hinter dem Drucklager und vor dem Stevenrohr je einen Schreibstift anbrachte, der bei elektrischer Unterbrechung unterbrochene

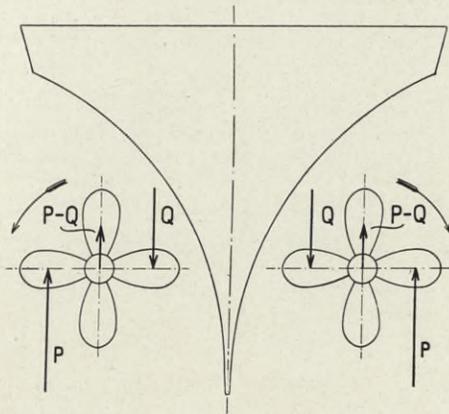


Abb. 24

Linien auf Zinkblätter aufschrieb, welche um die Welle gelegt waren. Föttinger gab durch Konstruktion seines Torsionsindikators die Möglichkeit, diese Messungen auch bei kurzen zur Verfügung stehenden Stücken der Wellenleitung auszuführen. Aus den von beiden gemachten Versuchen ergab sich, daß der mechanische Wirkungsgrad großer Schiffsdampfmaschinen bei erstklassiger Konstruktion und Arbeitsausführung bis auf 96% steigen kann. Diese Versuche haben aber vor allem auch gezeigt, daß das unruhige Laufen von Maschinen und die Brüche von Wellen und Schraubenflügeln von Torsionsschwingungen der Wellenleitung herrühren können. Jede Wellenleitung hat wiederum eine durch ihre Abmessungen und ihre Massenverteilung gegebene Eigenschwingungszahl für Torsionsschwingungen. Ist nun das Drehmoment, wie stets bei Kolbenmaschinen, während einer Umdrehung gewissen Schwankungen unterworfen, so erzeugen diese Torsionsschwingungen der Wellenleitung, und zwar stellt sich wieder der gefährliche Fall der Resonanz ein, sobald die Zahl der Impulse genau oder annähernd gleich der Eigenschwingungszahl der Welle für Torsionsschwingungen ist. Diese Torsionsschwingungen

lagern sich dann über der gleichförmigen Drehung der Welle, so daß z. B. während der gleichförmigen Drehung das vordere Wellenende nach rechts und dann gleichzeitig das hintere Wellenende nach

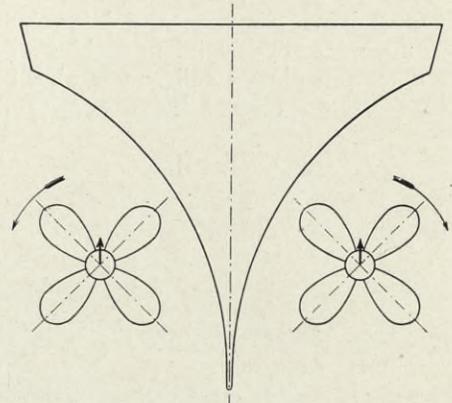


Abb. 25

links schwingt und umgekehrt. In einem besonders ungünstigen Falle zeigte Frahm,²⁾ daß hierdurch in den Laufwellen statt der berechneten mittleren Drehbeanspruchung von 218 kg pro qcm während jeder Umdrehung Beanspruchungen von +600 und -166 kg pro qcm auftraten. In ähnlicher Weise wurden dabei natürlich auch die Schraubenwelle und die Schraubenflügel beansprucht.

Auf Grund dieser Untersuchungen achtet man jetzt in schwierigen Fällen darauf, daß im Drehkraftdiagramm keine Zahl von Schwankungen auftritt, die bei einer bestimmten Wellenleitung Resonanz ergeben könnte. Die frühere einseitige Auffassung, daß im Drehkraftdiagramm das Verhältnis des vorhandenen Höchstwertes zum Mittel-

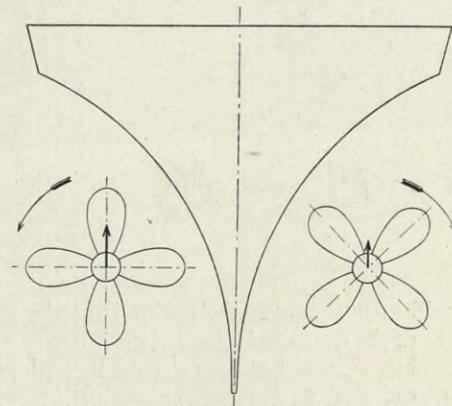


Abb. 26

wert oder Mindestwert allein für die Beanspruchung der Wellenleitung usw. maßgebend sei, ist hierdurch wissenschaftlich ergänzt und berichtigt.

²⁾ Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1902, Seite 802.

Turbinen

Als der geniale Parsons im Jahre 1894 eine Dampfturbine in ein kleines Versuchsschiff „Turbinia“ einbaute, ahnte man nicht, daß sich diese Maschinenart innerhalb von zwei Jahrzehnten ein so ausgedehntes Verwendungsgebiet erobern würde. Innerhalb dieses Zeitraumes sind nämlich die Kriegsmarinen aller Länder zum Turbinen-

dürften etwa die obere erreichbare Grenze bilden. Den allmählich stark gesteigerten Anforderungen an die Geschwindigkeit der Kriegsschiffe kam also die Turbine entgegen, während die Kolbenmaschine sie nicht zu erfüllen vermochte. Begünstigt wird die Erreichung hoher Leistungen bei der Turbine durch das Fehlen von Massenwirkungen, da sie keine hin- und hergehenden Teile hat. Wenn trotzdem auf Turbinenschiffen Schiffsschwin-

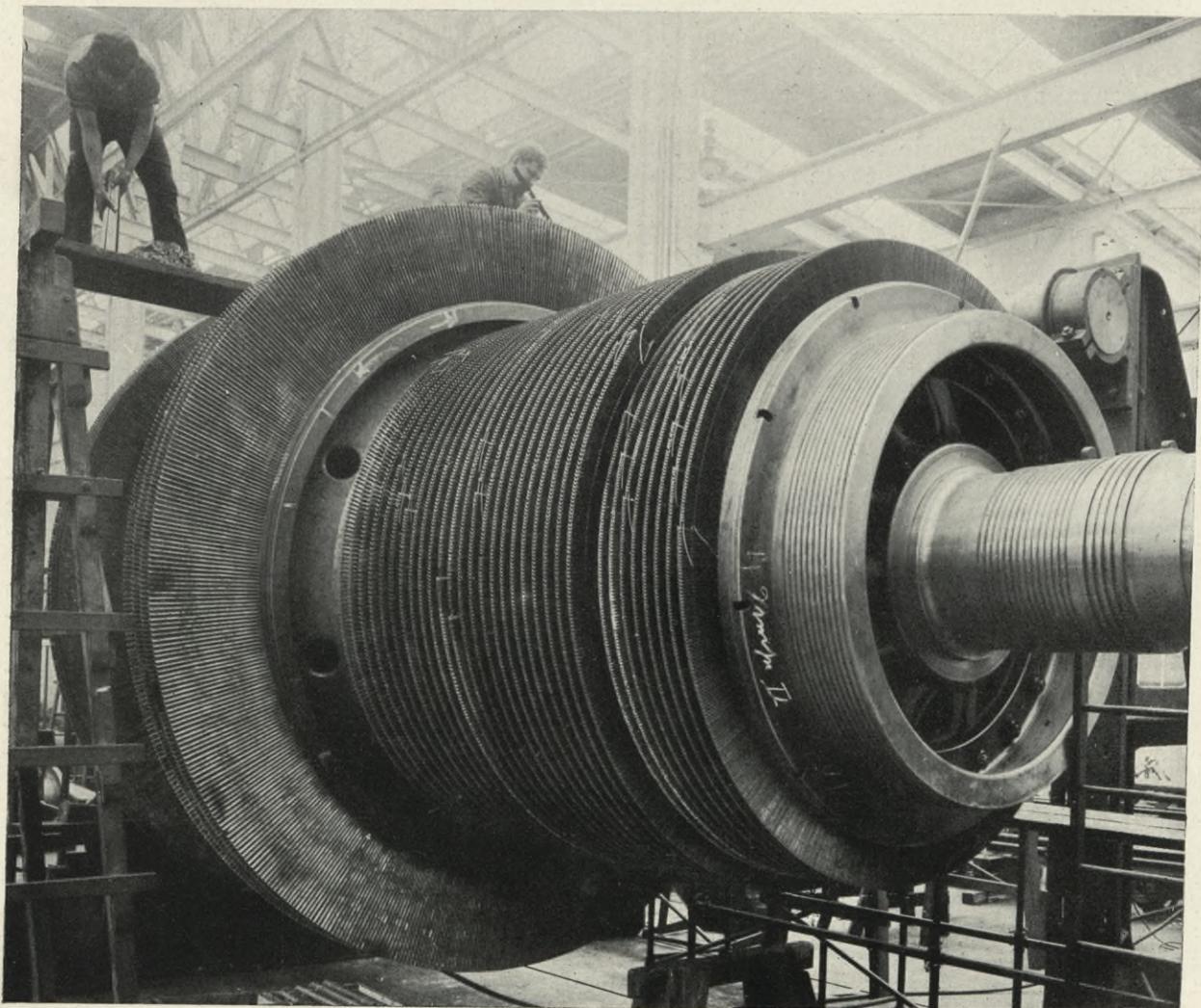


Abb. 27

antrieb übergegangen. Allerdings mußte sich die Turbine erst dem Schiffsbetrieb anpassen, vor allem mußte ihre hohe Tourenzahl heruntersetzt werden, da die Schiffsschraube im allgemeinen nur bei geringeren Tourenzahlen wirtschaftlich arbeitet.

Die Vorteile, welche die Turbine für den Schiffsantrieb bietet, sind etwa folgende. Im Gegensatz zur Kolbenmaschine läßt sie sich mit Leistungen ausführen, welche mit dieser praktisch unausführbar sind. Die Größenverhältnisse der Kolbenmaschinen des Schnelldampfers „Kaiser Wilhelm II.“, welche zusammen 40 000 PS_i leisten,

gungen auftreten, so rühren diese nur von den Schrauben her, sind also nicht so heftig und erstrecken sich auch nur über das Hinterschiff, während sie sich bei Kolbenmaschinen auch weiter nach vorn zu bemerkbar machen. Die Turbine läuft geräuschlos und ist sehr leicht zu bedienen. Da sie in der Konstruktion wesentlich einfacher ist als die Kolbenmaschine mit der unvermeidlichen hin- und hergehenden Bewegung, treten Störungen im Betriebe auch seltener auf; Schaufelbrüche, welche sich im Anfang verschiedentlich bemerkbar machten, hat man jetzt durch geeignete Konstruktion zu vermeiden gelernt. Die Turbine erfordert

ferner gar keine oder nur geringe Ueberholungsarbeiten, da die Lager mit Preßschmierung arbeiten, sich also kaum wesentlich abnutzen und sonst keine Maschinenteile aufeinander arbeiten und sich abnutzen können. Auch die Kessel brauchen bei Turbinenbetrieb nicht so oft gereinigt zu werden, da Turbinen im Innern nicht geschmiert werden und das Kondensat somit ölfrei ist. Für Kriegsschiffe kommt eine tiefe, geschützte Lage im Schiff und eine geringe Bauhöhe dazu, welche eine Panzerglocke überflüssig macht. Die früher gehegten Erwartungen bezüglich Gewichtersparnis und kleinerer Grundfläche des Maschinenraumes haben sich

allerdings nicht erfüllt. Das Drucklager fällt bei Turbinenantrieb kleiner aus und wird weniger belastet, da man die Turbine so bauen kann, daß der in ihr entstehende achsiale Schub ungefähr gleich groß und entgegengesetzt gerichtet ist wie der Propellerschub.

Torsionsschwingungen der Wellenleitung können bei Dampfmaschinen nicht auftreten, da ihr Drehmoment gleichförmig ist.

Für hohe Leistungen, also im allgemeinen für große Geschwindigkeiten ist nun auch die Wirtschaftlichkeit bei Turbinen besser als bei Kolbenmaschinen. Bei kleinen Leistungen fällt aber die Turbine nicht wesentlich leichter aus als bei großen; außerdem ist dann der Spaltverlust auch verhältnismäßig größer. Kleine Leistungen lassen ferner aus räumlichen Gründen nur kleine Durchmesser der Turbine zu und erfordern somit hohe Umdrehungszahlen, da Dampfmaschinen eine bestimmte Umfangsgeschwindigkeit haben müssen. Diese hohen Umdrehungszahlen sind aber bei kleinen Schiffsgeschwindigkeiten für die Abmessungen und den Wirkungsgrad der Schraube ungünstig. Bei hohen Schiffsgeschwindigkeiten kann man aber die Schraube ohne Nachteil

schneller laufen lassen und somit höhere Tourenzahlen anwenden, welche für die Turbine günstiger sind. Bei hohen Leistungen ist man daher mit dem Dampfverbrauch von Schiffsturbinen schon auf 5,6 kg pro PS_e und Stunde heruntergekommen; im allgemeinen kann man aber den Dampfverbrauch bei Vollast zu ungefähr 6 kg pro PS_e und Stunde annehmen. Bei geringeren Geschwindigkeiten und besonders bei Marschfahrt hat die Dampfmaschine dagegen einen höheren Dampfverbrauch als die Kolbenmaschine.

Die Ueberhitzung, von welcher eine Dampfersparnis zu erwarten wäre, hat sich bei Schiffsturbinen mit

ihren gegenüber Landturbinen verhältnismäßig niedrigen Umdrehungszahlen bisher nicht verwenden lassen, hauptsächlich weil das Schaufelmaterial den hohen Temperaturen nicht gewachsen ist. Bei Schnellläufern wird dagegen bekanntlich in den Düsen soviel Dampfgefälle aufgezehrt, daß sich die Ueberhitzung bei den

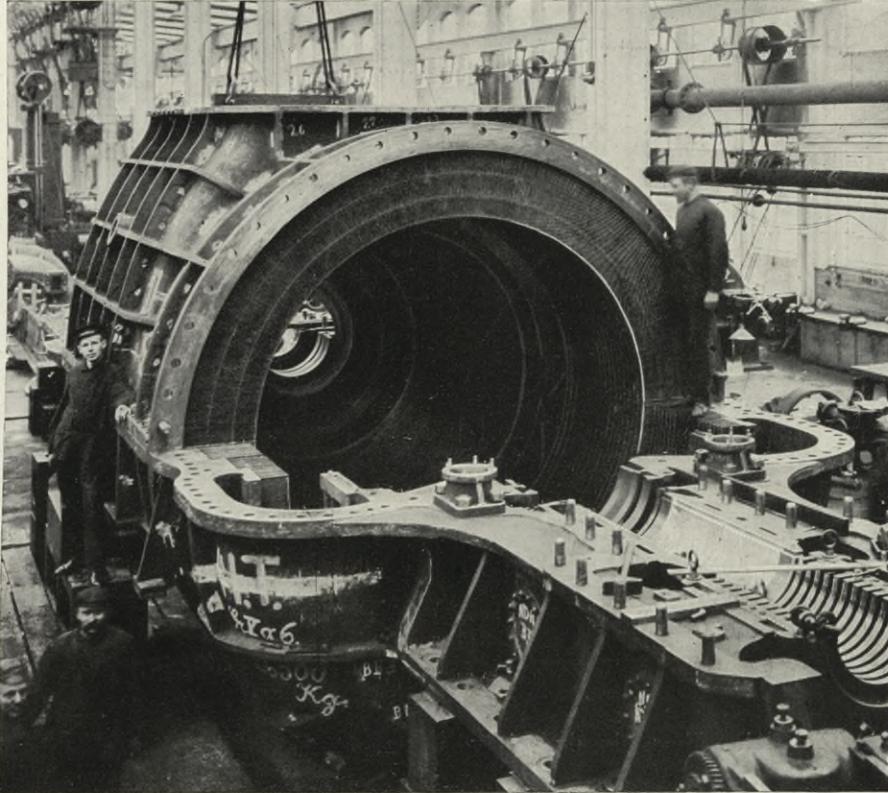


Abb. 28

Schaufeln kaum noch bemerkbar macht.

Aus den vorstehenden Darlegungen ergibt sich bereits, daß die Dampfmaschine besonders für Kriegsschiffe mit Rücksicht auf die Erzielung hoher Leistungen, einfachen und sicheren Betrieb usw. geeignet ist. Auf Handelsschiffen ist im allgemeinen die Leistung und Geschwindigkeit zu gering, um gegenüber der Kolbenmaschine ein wirtschaftliches Arbeiten der Turbine zu erzielen. Da nun der Kohlenverbrauch hier eine besonders wichtige Rolle spielt, kommt die Turbine für Handelsschiffe, abgesehen von Schnelldampfmaschinen und dergl. kaum in Betracht. In Deutschland ist von Handelsschiffen nur der Turbinendampfer „Kaiser“ im Jahre 1905 mit Turbinen versehen, ferner erhalten die drei „Imperatoren“ Turbinenantrieb. Einige weitere Schiffe mit Kolbenmaschinen und Abdampfmaschinen und einige mit

schnelllaufenden Turbinen und hydraulischen Transformatoren sind im Bau.

Natürlich zeigt auch die Turbine gewisse Nachteile. So müssen z. B. besondere Rückwärtsturbinen eingebaut werden, da eine Turbine nicht umsteuerbar ist. Die Rückwärtsturbinen laufen beim Vorwärtsgang leer im Vakuum mit, verzehren dann also nur sehr wenig Kraft; sie erhöhen aber das Gewicht und die Kosten einer Turbinenanlage und können im allgemeinen aus räumlichen und Gewichtsründen auch nur eine kleinere Leistung erhalten als die Vorwärtsturbinen. Im allgemeinen sind auch die Anschaffungskosten einer

sind. Es gibt nun zwei Mittel, um die Umfangsgeschwindigkeit und somit bei gegebenem Durchmesser die Tourenzahl herabzusetzen, nämlich Druck- und Geschwindigkeitsstufen. Bei Druckstufen, wie sie z. B. Parsons verwendet, wird in jeder Stufe nur ein Teil des zur Verfügung stehenden Druckgefälles verarbeitet, bei Geschwindigkeitsstufen, wie sie z. B. die Curtisturbinen haben, wird in jeder Stufe ein Teil der Geschwindigkeit aufgezehrt.

Die ersten Turbinenschiffe der deutschen Marine hatten reine Parsonsturbinen. Es sind dies bekanntlich Ueberdruckturbinen mit einer großen

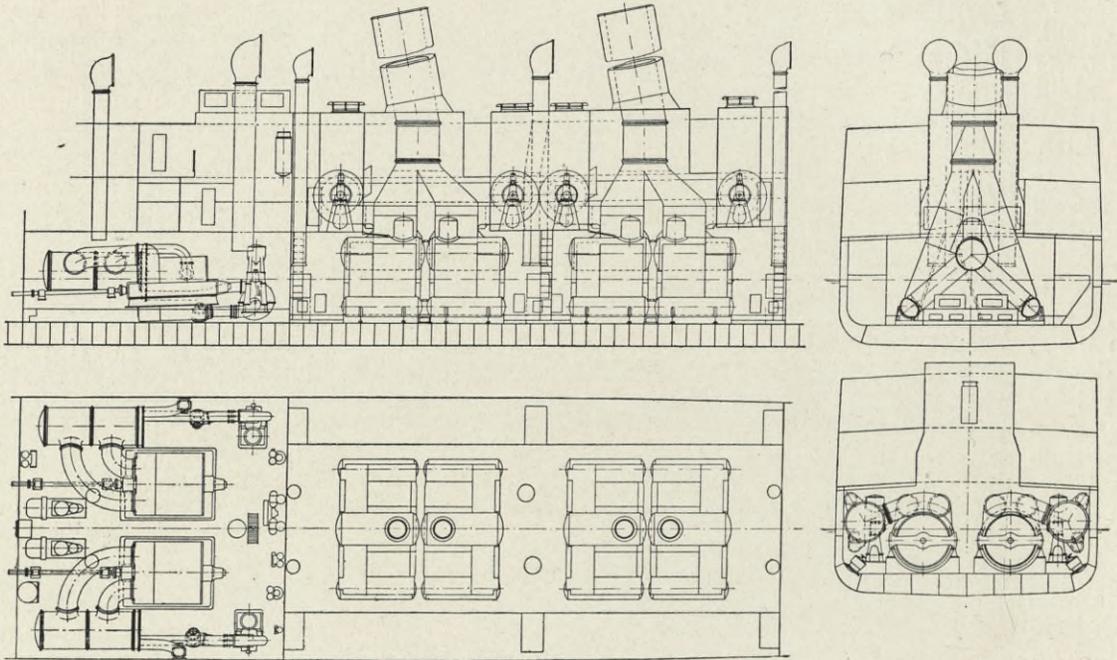


Abb. 29

Turbinenanlage beträchtlich höher als die einer Kolbenmaschinenanlage.

In der Turbine wirkt der Dampf bekanntlich nicht statisch wie in der Kolbenmaschine durch seinen Druck, sondern dynamisch durch seine Geschwindigkeit. Dampf von der üblichen Kesselspannung würde nun in einen unter Vakuum stehenden Raum aus geeigneten Düsen mit einer Geschwindigkeit von etwa 1200 m pro Sekunde ausströmen. Man unterscheidet nun Ueberdruck- oder Reaktionsturbinen, bei denen die Umwandlung des Druckes in kinetische Energie in den Leit- und Laufschaufeln stattfindet, und Gleichdruck- oder Aktionsturbinen, bei denen dies nur in den Leitapparaten (Düsen) der Fall ist. Um den günstigsten theoretischen Wirkungsgrad zu erreichen, müßte die Umfangsgeschwindigkeit bei Aktionsturbinen gleich der halben Dampfgeschwindigkeit und bei Reaktionsturbinen gleich der Dampfgeschwindigkeit sein; in beiden Fällen ergeben sich hiernach aber Umfangsgeschwindigkeiten, welche für die Festigkeit des Materials und den Wirkungsgrad des Propellers viel zu hoch

Anzahl von Druckstufen. Die Laufschaufeln sind auf einer Trommel befestigt, während die Leit-schaufeln in das Gehäuse eingesetzt sind. Da die Parsonsturbinen für eine Welle zu lang wird, verteilt man sie auf mehrere Wellen (Serienschaltung). Bei der in Abb. 11 dargestellten Parsonsturbinenanlage sitzen z. B. die Hochdruckturbinen vorne auf den inneren Wellen und die Niederdruckturbinen hinten auf den Seitenwellen. Vorn auf jeder Seitenwelle sind Marschturbinen angebracht, welche bei geringer Leistung vorgeschaltet werden und somit durch die Vermehrung der Stufenzahl die Wirtschaftlichkeit erhöhen. Auf den inneren Wellen sind hinten Rückwärtsturbinen angeordnet; auf den Seitenwellen sind diese im Gehäuse der Niederdruckturbinen untergebracht, da sie so am einfachsten ohne besondere Rohrleitungen bei Vorwärtsgang im Vakuum leer mitlaufen. Abb. 27 zeigt den Niederdruckrotor und die Rückwärtsturbine und Abb. 28 das Niederdruckgehäuse. In letzter Zeit hat man die Marschturbinen fortgelassen; bei Marschfahrt werden dann Düsen im Hochdruckteil abgeschaltet.

Die Serienschaltung der Parsonsturbine bedingt beim Manövrieren eine unerwünschte Abhängigkeit der einzelnen Schraubenwellen voneinander, ergibt aber für kleine Leistungen, also für Marschgeschwindigkeit eine bessere Wirtschaftlichkeit als die Einzelwellenschaltung, bei der jede Welle vorn eine Hochdruck- und hinten eine Niederdruckturbine hat. Bei diesem Einzelwellenantrieb ist für Marschfahrt zur Erzielung einer größeren Wirtschaftlichkeit die auf den neueren deutschen Kriegsschiffen ausgeführte

Ferner zeigte die reine Parsonsturbine noch einen anderen Nachteil. Da sie eine Reaktionsturbine ist, bei der also der Druck vor und hinter dem Laufrad verschieden groß ist, darf der Abstand der Schaufeln vom Gehäuse nicht zu groß sein, da hier sonst zuviel Dampf ohne Arbeitsleistung hindurchströmen würde. Gerade im Hochdruckteil, der den heißesten Dampf führt, traten daher durch ungleiche Wärmeausdehnungen leicht Schaufelbrüche ein. Neuerdings hat man aus diesem Grunde bei den Kriegsschiffsausführungen der

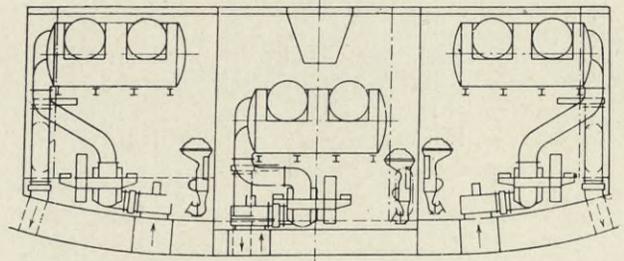
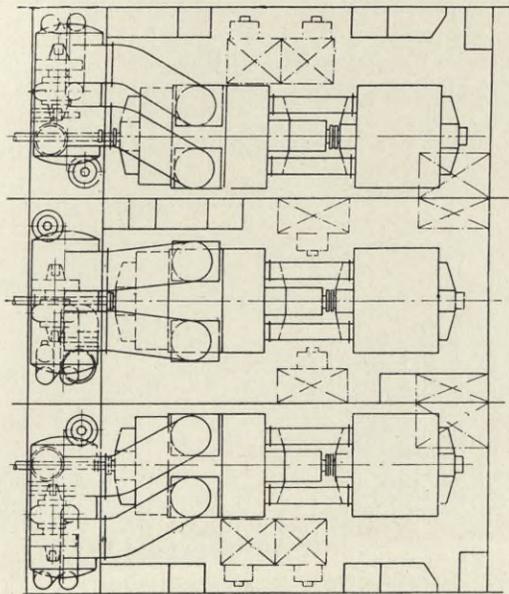
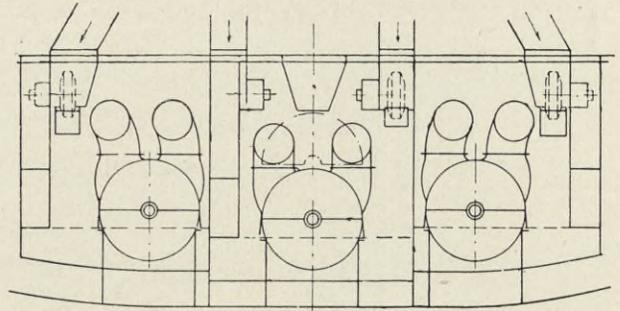
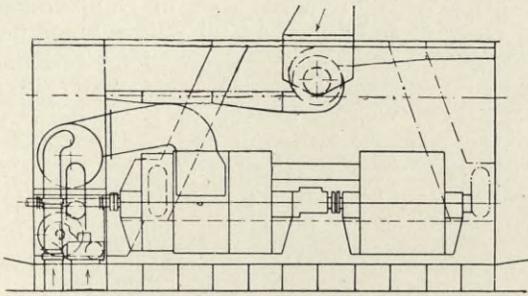


Abb. 30

Roelligschaltung vorteilhaft. Es erhält dann nur die mittlere Hochdruckturbine Frischdampf und der Abdampf dieser Turbine wird zur Hälfte in die eine und zur andern Hälfte in die andere seitliche Hochdruckturbine geschickt, von wo er dann in die zugehörige Niederdruckturbine geht. Die mittlere Niederdruckturbine läuft im Vakuum leer mit. Bei voller Leistung geht der Dampf den beim Einzelwellenantrieb üblichen Weg, also gleichzeitig in alle drei Hochdruckturbinen und von jeder Hochdruckturbine in die zugehörige Niederdruckturbine. Eine Abhängigkeit der einzelnen Wellen voneinander besteht dann also nur bei Marschfahrt, dagegen nicht bei voller Leistung, also z. B. im Gefecht.

Parsonsturbine ein partiell beaufschlagtes Aktionsrad mit Geschwindigkeitsabstufungen vorgeschaltet, welches geringere Spaltbreiten zuläßt und nebenbei auch die Stufenzahl der reinen Parsonsturbine herabsetzt und somit gestattet, diese Turbine auch als Einzelwellenturbine zu verwenden.

Die amerikanische Curtisturbine hatte in ihren ersten Ausführungen nur Räder mit Aktionsschaufelung und Geschwindigkeitsstufen. Die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, welche dieses System aufgenommen hat, hat dann zuerst den Niederdruckteil in Trommelanordnung mit teilweiser Aktions- und teilweiser Reaktionsschaufelung ausgebildet. Die ersten Turbinen dieser Art wurden von der AEG in Gemeinschaft mit dem Stettiner Vulcan im Jahre 1905 auf dem Turbinendampfer „Kaiser“ in Betrieb gesetzt. Abb. 29 zeigt die Maschinenanlage. Im Gegensatz zu den Handelsschiffen mit Parsonsturbinen, welche drei von einander abhängige Wellen haben, sind hier nur zwei von einander gänzlich unabhängige Wellen vorhanden; jede leistet 3300 PS_e. Der Dampf wird in vier Wasserrohrkesseln erzeugt.

Abb. 30 zeigt die Maschinenanlage eines Linienschiffes mit A E G-Turbinen. Jede Welle leistet bei 280 Umdrehungen 11 000 PS_e. Abb. 31

den unter gleichzeitiger Reduktion der Beaufschlagung der ersten Stufe Marschstufen zwischen die erste und zweite Vollaststufe geschaltet, so daß das genannte Wärmegefälle in diesen ausgenutzt wird.

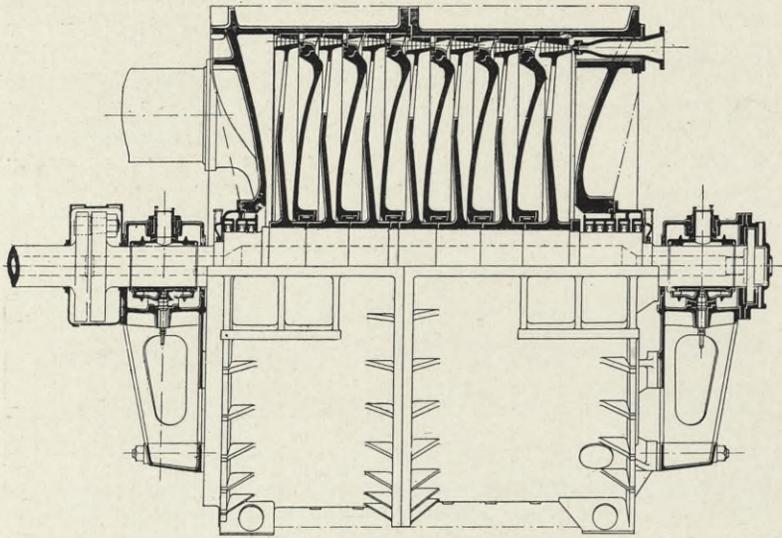


Abb. 31

gibt den Hochdruckteil, Abb. 32 den Niederdruckteil mit der eingebauten Rückwärtsturbine wieder. Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit bei kleiner Fahrt werden entweder besondere Marschdüsen in der ersten Hochdruckstufe verwendet, durch

hier, wie ein leichtes Gewicht durch hohe Tourenzahlen erreicht werden kann. Falls es notwendig ist, lassen sich die angegebenen Gewichte natürlich auch unterschreiten, z. B. läßt sich das Gewicht zwischen 600 und 800 Umdrehungen pro

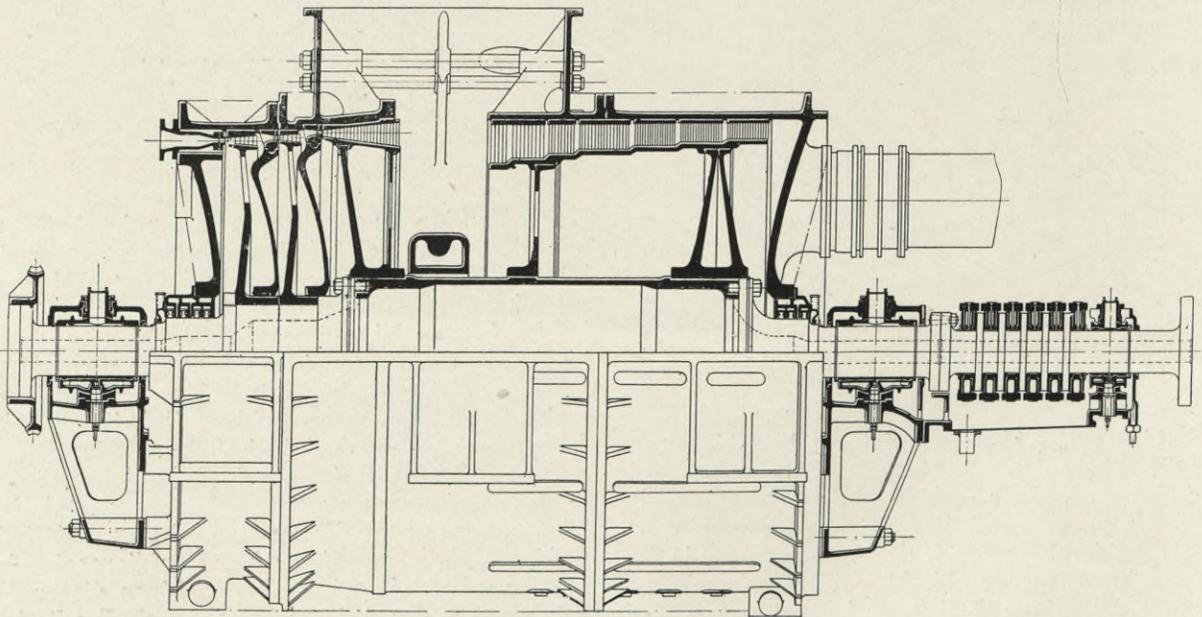


Abb. 32

welche das große Wärmegefälle möglichst günstig ausgenutzt wird, das durch den Druckabfall zwischen dem Kesseldruck und dem bei kleiner Dampfmenge in der ersten Stufe sich ergebenden kleinen Stufendruck verfügbar wird, oder es wer-

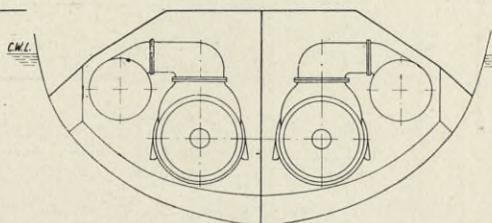
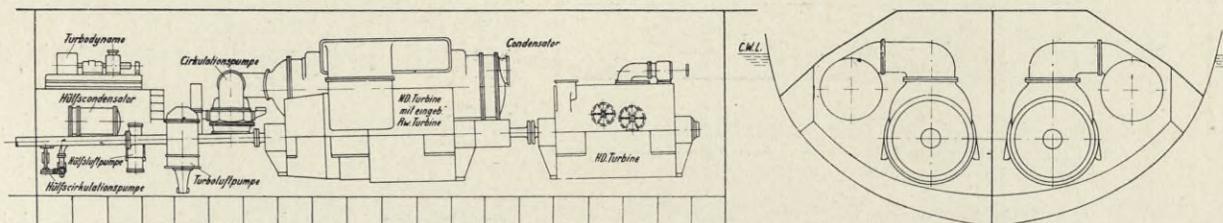
Minute eventl. bis auf etwa 2,5 kg pro PS_e der forcierten Leistung herunterdrücken.

Eine Torpedobootsturbine von Melms & Pfenniger ist in Abb. 35 schematisch wiedergegeben. Hoch- und Niederdruckteil sind hier in einem Ge-

häuse vereinigt, da die Abmessungen dieses noch zulassen; wie üblich, ist außerdem die Rückwärtsturbine direkt eingebaut. Die erste Stufe der Vorwärtsturbine wird durch ein vierkränziges Geschwindigkeitsrad gebildet, in welchem der Dampf bei voller Fahrt auf etwa den halben Admissionsdruck herunter expandiert. Die weitere Expansion findet in einem partiell beaufschlagten Aktionsteil mit etwa 15 Reihen statt, dessen Schaufelhöhe konstant ist, während der Beaufschlagungswinkel bis auf etwa 360° zunimmt. Von etwa 3 at absolut an erfolgt die Expansion in der Reaktionsschaufelung, welche ungefähr 38 Stufen enthält. Bei den

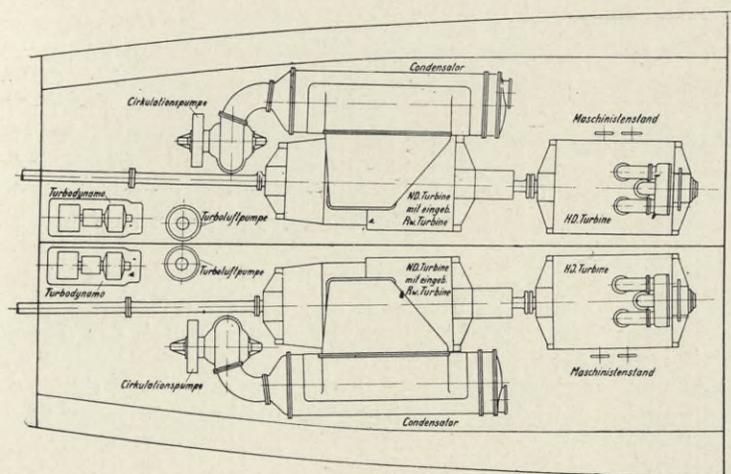
geht dann der Abdampf der Kolbenmaschinen direkt in den Kondensator. Nach diesem System sind zurzeit mehrere große Handelsschiffe in Deutschland im Bau. Man erhofft hier besonders gute Wirtschaftlichkeit der Anlagen, hat aber den Nachteil höherer Anschaffungskosten und eines etwas komplizierten Betriebes.

Wie bereits oben auseinandergesetzt, sind Dampfturbinen im allgemeinen um so einfacher und wirtschaftlicher, je höher ihre Umfangsgeschwindigkeit ist. Da nun auf Schiffen insbesondere der Durchmesser der Turbine und das zur Verfügung stehende Gewicht in gewisser Hinsicht



Von hinten gegen die ND Turbinen gesehen

Abb. 33



letzten Ausführungen ist auch der Aktionsteil der Trommel durch einen Reaktionsteil ersetzt.

Besonders vorteilhaft arbeitet bei Turbinen bekanntlich der Niederdruckteil. Bei Kolbenmaschinen ist es nämlich nicht möglich, die Expansion des Dampfes so weit zu treiben wie bei Turbinen, da sonst die Niederdruckzylinder zu groß ausfallen würden. Im Hochdruckteil bietet dagegen die Turbine gegenüber der Kolbenmaschine durch verhältnismäßig große Spaltverluste und durch die Beherrschung der Wärmeausdehnung gewisse Schwierigkeiten. Für große Anlagen auf Handelsschiffen kommt daher auch das gemischte System mit drei Wellen in Frage, bei welchem die beiden Seitenwellen von Kolbenmaschinen angetrieben werden, die den Hochdruckteil bilden, während die mittlere Welle von einer Abdampfturbine betrieben wird. Eine Rückwärtsturbine braucht hier nicht vorgesehen zu werden, da die beiden Seitenwellen für das Manövrieren genügen. Bei Rückwärtsgang

beschränkt sind, folgt daraus, daß Schiffsturbinen mit Umlaufzahlen arbeiten müssen, die beträchtlich höher liegen als die von gleich großen Kolbenmaschinen. So haben z. B. Linienschiffe und große Kreuzer Umlaufzahlen von etwa 270 bis 330 und Torpedoboote von 600 bis 750. Für den Wirkungsgrad des Propellers sind nun gerade niedrigere Umdrehungszahlen vorteilhaft. Der übliche Kompromiß ist nun der, daß die Schiffsturbinen langsamer und die Schrauben schneller laufen als für die günstigsten Wirkungsgrade beider angebracht wäre.

Man hat daher verhältnismäßig früh vorgeschlagen, eine Uebersetzung ins Langsame einzuschalten. Elektrische Uebertragung ist wegen des großen Gewichtsbedarfes, der sehr hohen Anschaffungskosten, schwierigen Bedienung usw. nicht geeignet. Verschiedentlich sind ferner in allerneuester Zeit Zahnradgetriebe ausgeführt, bei denen die Eingriffstelle mit Preßöl geschmiert wird. Abgesehen von dem großen Raum- und Gewichtsbedarf, dem Geräusch und der Empfindlichkeit gegen Stöße ist hier als Nachteil zu nennen, daß für Rückwärtsgang nach wie vor eine besondere Turbine vorhanden sein muß, während diese bei elektrischer und der nachstehend beschriebenen hydraulischen Uebertragung fortfällt. Bei letzterer schlug man früher in Patentvorschriften vor, einfach eine Aneinanderreihung von Kreiselpumpe und Wasserturbine zu verwenden, ließ dabei aber die Energieverluste außer acht, welche in den Rohrleitungen und Spiralgehäusen zwischen Pumpe und Turbine und aus der Umsetzung von

Geschwindigkeit in Druck beim Austritt des Arbeitswassers aus der Pumpe und der Wiederaussetzung des Druckes in Geschwindigkeit beim Eintritt des Wassers in die Turbine entstehen, und daß auf diesem primitiven Wege nur ein schlechter Wir-

matoren. Beim Austritt aus diesem Kreisrad A gelangt das Wasser ohne Aenderung der Geschwindigkeitsrichtung und -größe verlustlos in das angetriebene, einfach schraffierte Turbinenrad (Sekundärrad) B, in welchem ihm der größte Teil seiner Geschwindigkeit entzogen wird. Das aus dem Sekundärrad B austretende Wasser wird nun durch einen feststehenden Leitapparat C einem zweiten, mit dem Rade B gekuppelten Sekundärturbinenrad D zugeführt, das durch eine kräftige Flanschverbindung direkt die Propellerwelle antreibt. In diesem zweiten Turbinenrad wird dem Wasser der Rest seiner Geschwindigkeit und dazu seine Pressung entzogen, worauf es dem Primär- oder Pumpenrad wieder zugeführt wird; es ist sonach wirbelringartig in dauerndem Kreislauf begriffen.

Die etwa 10 % betragenden Verluste durch Reibung und Wirbelbildung gehen natürlich in Wärme über. Ein besonderer Vorzug des Transformatorsystems besteht nun darin, daß diese Verlustwärme sehr leicht zusammengehalten und nahezu restlos für die Vorwärmung des Kesselspeisewassers zurückgewonnen werden kann, wodurch eine weitere Erhöhung der Oekonomie um 2 bis 4 % (je nach der Größe der Verluste) und eine organisch einfache Kühlung erzielt wird, welche letztere bekanntlich die Hauptschwierigkeit der elektrischen Uebertragung bildet.

Bei dem kleineren Rückwärtskreislauf ist zwischen die Pumpe E und das erste Sekundärrad G ein fester Leitapparat F eingeschaltet, der den aus der Pumpe kommenden Wasserstrahlen erst eine entgegengesetzte Drehung erteilen muß, damit das getriebene Rad bei gleichbleibendem Drehsinn der

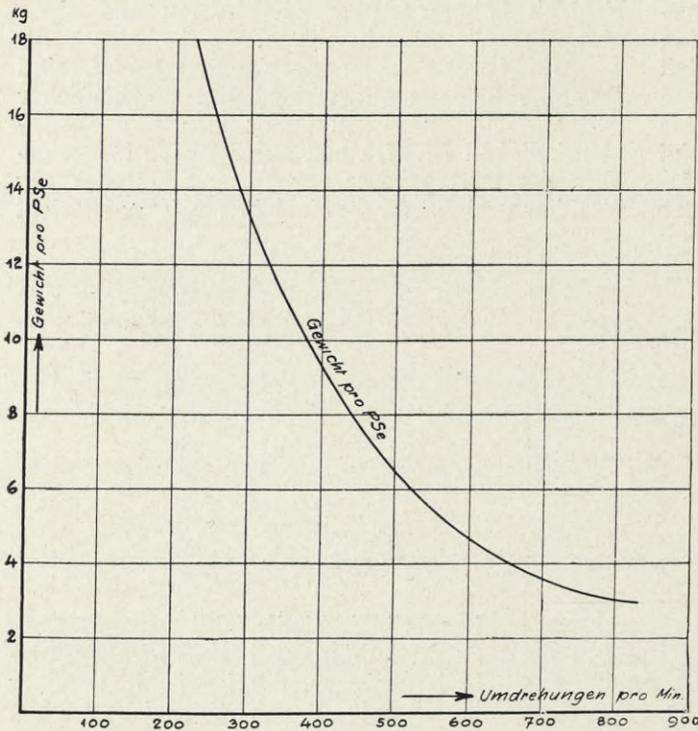


Abb. 34

kungsgrad erreicht werden kann. Erst F ö t t i n g e r gelang es, mit seinem „Transformator“ eine organische Vereinigung von Primär- und Sekundärturbinen zu schaffen, welche einen so hohen Wirkungsgrad hat, daß die Verwendung von schnelllaufenden Dampfturbinen und langsamlaufenden Propellern trotz der unvermeidlichen Verluste des zwischengeschalteten Transformators gegenüber dem direkten Antrieb noch wesentliche Vorteile bietet.

Abb. 36 zeigt einen solchen Transformator,

und zwar mit einem großen Kreislauf für Vorwärtsgang und einem kleineren für Rückwärtsgang. Die feststehenden Gehäuse- und Leitschaufelteile sind schwarz angelegt, die treibenden Räder doppelt und die getriebenen einfach schraffiert. Das auf der Dampfturbinenwelle sitzende, doppelt schraffierte Primärrad A überträgt die ihm zugeführte Energie auf das Arbeitswasser des Transformator-

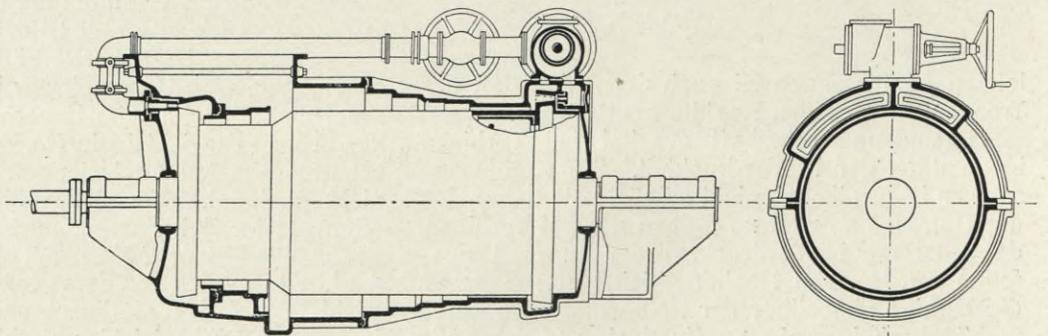


Abb. 35

Dampfturbine in der anderen Richtung umläuft. Das erste und zweite Sekundärrad G und I sowie der dazwischen geschaltete Leitapparat H entsprechen denen des Vorwärtskreislaufes, doch ist die Schaufelung entgegengesetzt gerichtet.

Das Manövrieren erfolgt durch einen Steuerschieber und eine Rückförderpumpe, die entweder den Vorwärts- oder den Rückwärtskreislauf füllt,

während gleichzeitig der untätige Kreislauf entleert wird. Bei Stoppstellung sind beide entleert. Die Rückförderpumpe benötigt in normaler Fahrt nur etwa $\frac{1}{3}$ % der Transformatorleistung.

Ein auf einem Versuchsschiff eingebauter Transformator hat sich in dreijährigem Dauerbetrieb vollkommen bewährt. Ein größerer, gleichfalls von den Vulkanwerken hergestellter Transformator für ein deutsches Handelsschiff, welcher 7800 bis 10000 PS_e überträgt und dabei die Tourenzahl von 800 auf 160 herunternetzt, hat auf dem Probestand in vierzehntägigem ununterbrochenem Betrieb tadellos gearbeitet und sich dabei geräuschlos, erschütterungsfrei und leicht umsteuerbar gezeigt. Die Umdrehungszahl der Dampfturbine wird während des Manövrierens durch einen Zentrifugalregler dauernd in bestimmten Grenzen gehalten. Der Wirkungsgrad ergab

trifugalpumpe, welche etwa höchstens 86 % Wirkungsgrad hat und einer Wasserturbine mit einem Wirkungsgrad von höchstens 89 % könnte sich im besten Fall ein Gesamtwirkungsgrad von etwa 77 % ergeben. Beim Föttinger Transformator ist

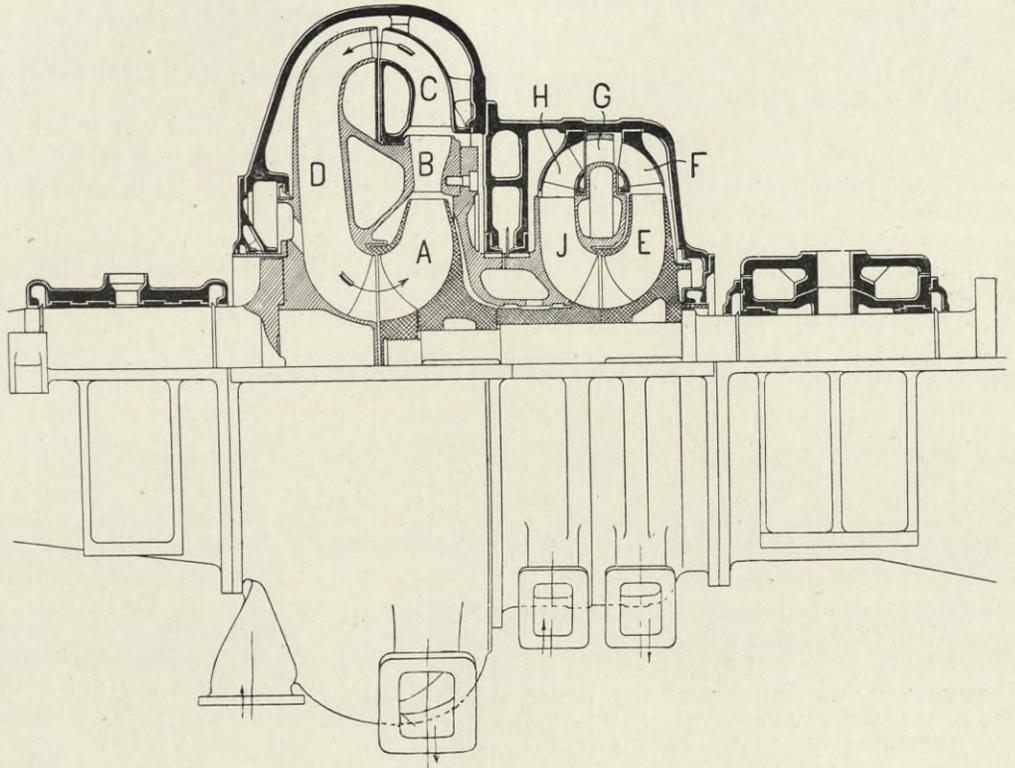


Abb. 36

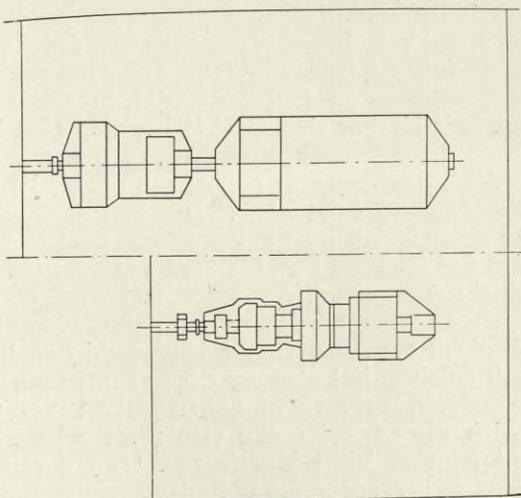


Abb. 37

sich bei diesem Transformator ohne Ausnutzung der Wärme für das Speisewasser zu 90 %. Bei der einfachen Hintereinanderschaltung einer Zen-

jedoch nicht eine gewöhnliche Zentrifugalpumpe, sondern nur ein nach dem Prinzip derselben arbeitendes Laufrad vorhanden, welches nur etwa 2 bis 3 % Verluste hat, die Reibung ist sehr eingeschränkt und schließlich sind Austrittsverluste in der Turbine gänzlich vermieden.

Als Hauptvorteile des Transformators ergeben sich nun:

1. Die Dampfturbine kann mit einer für sie günstigen hohen Umdrehungszahl und der Propeller mit einer für ihn günstigen niedrigen Umdrehungszahl betrieben werden. Der Nutzeffekt beider nimmt dabei gegenüber dem üblichen Kompromiß beim direkten Antrieb so zu, daß sich trotz der unvermeidlichen Verluste im Transformator von etwa 10 % noch ein beträchtlicher Gesamtgewinn ergibt. Zur Erreichung einer bestimmten Geschwindigkeit sind also beim Transformatorbetrieb weniger Pferdestärken und somit auch weniger Kohlen erforderlich.

2. Wegen dieser geringeren erforderlichen Leistung und der hohen Drehzahl der Dampfturbine ergibt sich trotz des Dazukommens des Transformators eine beträchtliche Raum- und Gewichtersparnis, welche noch dadurch vergrößert wird, daß die Rückwärtsturbine fortfällt.

Außerdem zeigen sich auch noch andere, für manche Schiffstypen sehr wesentliche Vorteile, wie z. B. daß die Leistung beim Rückwärtsgang fast ebenso groß ist wie beim Vorwärtsgang, während die üblichen Rückwärtsturbine meist nur 30 bis 40 % der Leistung der Vorwärtsturbine haben, ferner daß das Stoppen und Aufnehmen der Fahrt sehr schnell geschehen kann, da die schnell rotierenden Massen der Dampfturbinen nicht verzögert und dann wieder beschleunigt zu werden brauchen.

Wie groß die Raumersparnis bei Verwendung von Transformatoren ist, zeigt die Abb. 37, in welcher für einen Kanaldampfer von 21 Knoten auf Backbord direkter Antrieb mit Vorwärts- und Rückwärtsturbine von 1200 PS_e bei 600 Umdrehungen und auf Steuerbord eine Turbine von derselben Leistung, aber mit 1800 Umdrehungen und Transformator, welcher die Tourenzahl auf 450 heruntersetzt, eingezeichnet ist. Für beide Schiffseiten würde die erstgenannte Anlage 166 Tonnen, die letztgenannte nur 75 Tonnen wiegen, so daß sich also auch eine Gewichtersparnis von 55 % ergibt. Auch der Dampfverbrauch pro PS_e und Stunde wird sich wegen des besseren Gesamtwirkungsgrades beim Transformatorbetrieb bedeutend günstiger stellen, um so mehr als bei der schnelllaufenden Turbine die Verwendung von hochüberhitztem Dampf eher möglich ist als bei der langsamer laufenden. Auf Kriegsschiffen ist es durch Verwendung von Transformatoren ferner möglich, die besonders wichtige Wirtschaftlichkeit bei den Marschfahrten dadurch zu erhöhen, daß die Dampfturbine bei Vollast mit einer Tourenzahl läuft, welche über der für den Dampfverbrauch günstigsten Drehzahl liegt.

Für Turbinenbetrieb, also für Kriegsschiffe und große Handelsschiffe, scheint der Transformator auf Grund seiner theoretischen Vorteile und seines bisherigen Erfolges die besten Aussichten zu haben. Er hat aber auch schon auf Schiffen mit Gas- und Oelmaschinen zum Umsteuern und zur Tourenverminderung Verwendung gefunden. Für Oelmaschinen sind zurzeit zwei Transformatoren im Bau, für Turbinen außer dem genannten großen 10 000 PS-Transformator noch ein zweiter für dasselbe Schiff, sowie zwei für je 3000 PS_e für einen Seebärdampfer.

Oelmaschinen

Bei der erstaunlichen Vervollkommnung, welche die Oelmaschinen in den letzten beiden Jahrzehnten erfahren haben, darf es nicht wundernehmen, daß sie sich bald Eingang in den Schiffsbetrieb verschafft haben. Unter Oelmaschinen versteht man in weiterem Sinne jede Maschine, in welcher ein aus dem Rohöl (Rohpetroleum) hergestelltes Produkt, wie Benzin, Lampenpetroleum, Masut oder ein ähnliches wie Spiritus, Ergin, Steinkohlenteeröl usw. als Betriebsstoff verwendet

wird. Man unterscheidet das Verpuffungsverfahren und das zuerst von Diesel angegebene Gleichdruckverfahren; beide Verfahren können im Viertakt oder Zweitakt verwirklicht werden. Abgesehen von wenigen Ausnahmen werden Oelmaschinen als einfachwirkende Maschinen gebaut, so daß also nur die obere Kolbenseite arbeitet.

Im Gegensatz zur Dampfmaschine, welche ihr Treibmittel vom Kessel geliefert erhält, stellt sich die Oelmaschine ihr Treibmittel selbst her; sie kann daher nicht von selbst anspringen und auch nicht bei jedem Hub arbeitleistend wirken. Abb. 38 zeigt links Diagramme von Verpuffungsmaschinen, wie sie der Indikator aufzeichnet, und rechts dieselben Diagramme, aber auf eine Länge gleich dem zweifachen Kurbelkreis abgewickelt, und zwar für das Viertakt- und Zweitaktverfahren. Die arbeitleistenden Hübe sind jedesmal schraffiert. Beim Viertakt geht der Kolben beim ersten Hub (vom oberen Totpunkt aus gezählt) von oben nach unten und saugt hierbei durch ein Ventil ein Gemisch von Luft und z. B. Benzindampf an. Beim zweiten Hub (von unten nach oben) wird dieses Gemisch komprimiert. Die Endkompression hängt natürlich, abgesehen vom Hubvolumen des Kolbens, stark von der Größe des im oberen Totpunkt zwischen Kolben und Zylinderdeckel verbleibenden Raumes ab. Dieser Raum ist bei Verpuffungsmaschinen verhältnismäßig groß, so daß die Kompression des annähernd unter Atmosphärenspannung angesaugten Gemisches etwa nur auf 3–5 at stattfindet. Bei höherer Kompression würde das Gemisch nämlich schon während der Kompressionsperiode durch die dabei stattfindende Erwärmung eine so hohe Temperatur annehmen, daß eine Selbstzündung weit vor dem oberen Totpunkt eintreten würde, welche abgesehen von anderen Nachteilen einen stoßenden, unruhigen Gang der Maschine oder sogar ein Stehenbleiben hervorrufen würde. Kurz vor dem oberen Totpunkt wird das komprimierte Gemisch durch einen elektrischen Funken entzündet und dehnt sich durch die dabei entwickelte Wärme stark aus, so daß die Schaulinie in der Gegend des oberen Totpunktes fast senkrecht in die Höhe steigt. Bis hierher sind zwei Hübe, also eine Umdrehung erfolgt. Der dritte Hub, also der zweite Gang des Kolbens von oben nach unten, ist nun der eigentliche Arbeitshub. Die hochgespannten Gase dehnen sich jetzt entsprechend dem Weiterlaufen des Kolbens aus, bis kurz vor dem unteren Totpunkt das Auspuffventil geöffnet wird, so daß der Kolben während des vierten Hubes (von unten nach oben) die Auspuffgase hinauschieben kann. Arbeit geleistet hat also nur der Expansionshub III, die anderen drei Hübe haben Arbeit verzehrt. Da sich dieses Spiel alle vier Hübe wiederholt, nennt man es Viertaktverfahren. Die durch die Zündung hervorgerufene Endspannung beträgt etwa 20 bis 25 Atmosphären.

Bei dem Zweitaktverfahren entfällt ein Arbeitshub nicht auf zwei Umdrehungen, sondern bereits auf jede Umdrehung; für jedes Arbeitsspiel sind daher nur zwei Hübe erforderlich. Kom-

pression und Arbeitshub finden annähernd in derselben Weise statt wie beim Viertaktverfahren; gespart wird aber der Saugehub und der Ausschubhub. Dies ist dadurch möglich, daß man in der Gegend des unteren Totpunktes, also etwas vor und hinter demselben, ein Gemisch von Luft und z. B. Benzindampf, welches von einer besonderen Pumpe geliefert wird, durch Spülschlitze S unter einem geringen Ueberdruck in den Zylinder treten läßt. Dieses Gemisch spült dann, wie die in den Zylinder eingezeichneten Pfeile zeigen, den Arbeitszylinder von den Auspuffgasen rein und erfüllt dabei gleichzeitig den Innenraum des Zylinders. Im Indikatorgramm sind die Punkte S für die Spülung bzw. A für den Auspuff durch die geo-

fügung stehenden Zeit die Abgase durch ein verhältnismäßig kleines Auspuffventil hindurchzutreiben. Das Viertaktverfahren hat gegenüber dem Zweitaktverfahren vor allem den Vorteil eines geringeren Brennstoffverbrauches. Dies hängt, wie schon gesagt, damit zusammen, daß für das Auschieben der Abgase und das Füllen des Zylinders mit Gemisch für die neue Ladung hier zwei volle Hübe zur Verfügung stehen, während beim Zweitakt nur ein geringer Teil des Arbeits- und Kompressionshubes dazu verwendet werden kann. Ferner braucht die Viertaktmaschine keine besondere Spülpumpe, welche dem Arbeitszylinder Gemisch oder eventl. reine Luft unter geringem Ueberdruck zuführt. Die Anordnung einer beson-

Verpuffungsverfahren

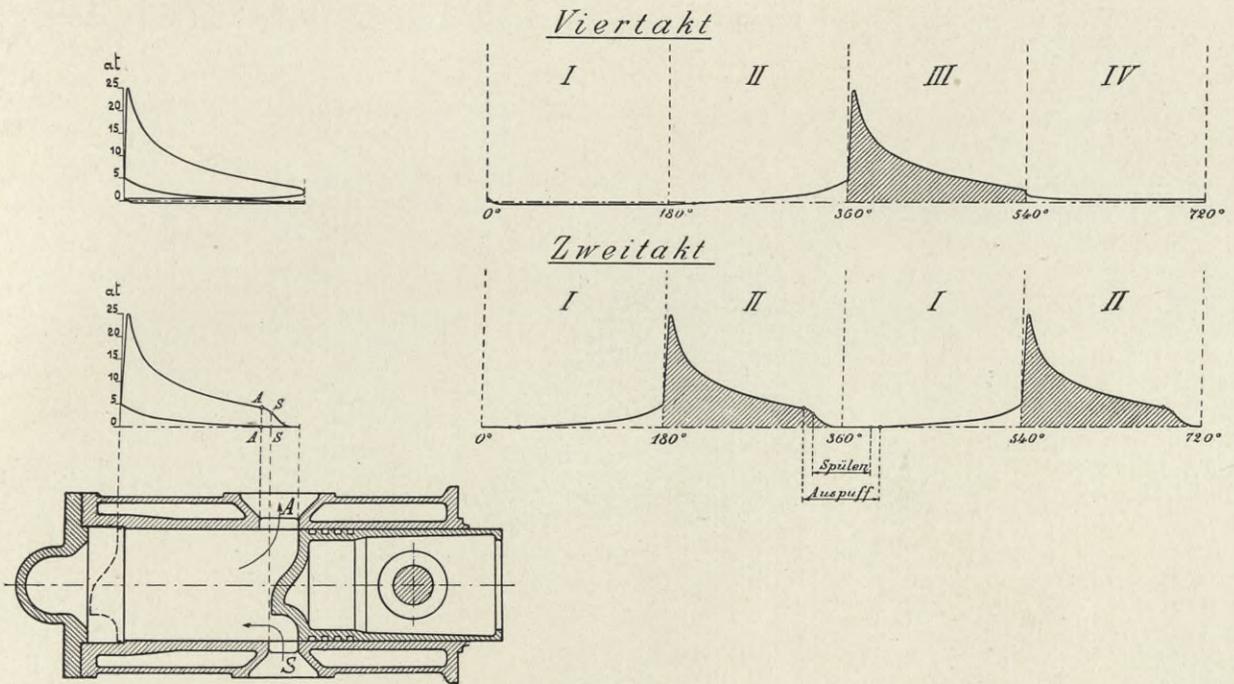


Abb. 38

metrische Lage der Spülschlitze S und der Auspuffschlitze A festgelegt. Spül- und Auspuffperiode, welche zeitlich annähernd zusammenfallen, können beim Zweitakt, wie sich ohne weiteres aus der Figur ergibt, nur ganz kurze Zeit dauern. Die Spülung ist daher auch unvollkommen; es bleiben immer Auspuffgase im Zylinder zurück und etwas von dem Gemisch geht bei der Spülung durch die Auspuffschlitze verloren. Beim Zweitakt ist daher der Brennstoffverbrauch stets höher als beim Viertaktverfahren. Zweitaktindikatordiagramme sind sofort an der fehlenden Linie des Sauge- und Auspuffhubes und dem charakteristischen Fallen der Expansionslinie gegen Hubende, also bei der Öffnung der Auspuffschlitze kenntlich. Letztere werden beim Zweitaktverfahren statt der gesteuerten Auspuffventile stets verwendet, da es nicht möglich ist, in der kurzen hier für den Auspuff zur Ver-

deren Spülpumpe läßt sich bei kleineren Zweitaktmaschinen allerdings dadurch umgehen, daß das Kurbelgehäuse geschlossen ausgeführt und als Pumpenraum benutzt wird, so daß der beim Kompressionshub nach oben gehende Arbeitskolben in diesen Raum Luft einsaugt und beim Niedergang etwas komprimiert. Als Nachteile des Viertaktverfahrens sind zu nennen, daß die Viertaktmaschine für eine bestimmte Arbeitsleistung größer und schwerer ausfällt als eine Zweitaktmaschine, weil bei ersterer nur bei jedem vierten, bei letzterer dagegen bei jedem zweiten Hub Arbeit geleistet wird, und daß aus demselben Grunde ihr Drehmoment nicht so gleichmäßig ist oder nur durch eine größere Zylinderzahl ebenso gleichmäßig gemacht werden kann, ferner daß sie mehr Ventile besitzt als die Zweitaktmaschine, daher auch komplizierter ist und geräuschvoller arbeitet.

Beim Verpuffungsverfahren wird daher für einfache Betriebe und in ungeübten Händen, wie z. B. auf Fischereifahrzeugen im allgemeinen der Zweitakt vorzuziehen sein, während bei bes-

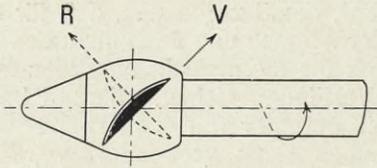


Abb. 39

serer Behandlung und für längeren Dauerbetrieb, bei dem es besonders auf hohe Wirtschaftlichkeit ankommt, im allgemeinen dem Viertakt der Vorzug zu geben ist.

Verpuffungsmaschinen müssen nun mit leicht entflammaren Oelen wie Benzin, Lampenpetroleum und dergl. arbeiten, weil die Zündung in sehr kurzer Zeit durch den elektrischen Funken oder an einer schwachglühend gehaltenen „Glühhaube“ erfolgen soll. Da diese leicht entflammaren Oele ziemlich teuer sind, fallen die Betriebskosten bei Verpuffungsmaschinen wesentlich höher aus als bei Dampfmaschinen. Verpuffungsmaschinen wer-

den daher für Schiffsbetrieb auch nur für kleine Leistungen etwa bis zu 120 PS gebaut. Für größere Leistungen verwendet man Oelmaschinen nach dem weiter unten besprochenen Gleichdruckverfahren, da diese mit schwer entzündlichen billigen Brennstoffen betrieben werden können. Außerdem erfolgt die Druckzunahme während der Verbrennungsperiode beim Gleichdruckverfahren allmählich, während sie beim Verpuffungsverfahren bei der Zündung ziemlich plötzlich eintritt und daher für größere Ausführungen weniger geeignet ist.

Verpuffungsmaschinen kommen nach vorstehendem nur für kleine Boote, wie Beiboote der Kriegsmarine, Fährboote, Inspektionsboote, Fischereifahrzeuge und dergl. in Betracht. Hierfür ergibt sich gegenüber Dampfmaschinenantrieb als hauptsächlichster Vorteil eine große Raum- und Gewichtsersparnis. Je kleiner nämlich ein Boot wird,

desto mehr Raum beansprucht verhältnismäßig eine Dampfmaschinenanlage, weil man unter eine gewisse Mindestgröße des Kessels und des Heizraumes nicht heruntergehen kann. Wegen dieser Raum- und Gewichtsersparnis kann nun auch der Schiffskörper für einen bestimmten Zweck kleiner und also auch billiger ausgeführt werden als bei Dampfmaschinenantrieb. Eine weitere Ersparnis an der Größe des Schiffskörpers ergibt sich dadurch, daß die mitzunehmenden Brennstoffvorräte für eine bestimmte Strecke viel geringer sind als bei Dampfmaschinenbetrieb. Auch die Anschaffungskosten einer Verpuffungsmaschine sind geringer als die einer Dampfmaschinenanlage. Vorteilhaft ist ferner die sofortige Betriebsbereitschaft, da z. B. ein Benzinmotor in wenigen Sekunden betriebsbereit ist, während bei einer Dampfmaschine erst mindestens einige Stunden lang der Kessel angeheizt und die Maschine

angewärmt werden muß. Schließlich zeigt sich eine Ersparnis an Personal; z. B. kann der Steuermann auf ganz kleinen Booten auch die Maschine bedienen, was bei Dampfmaschinenbetrieb ausgeschlossen ist.

Naturgemäß sind auch einige Nachteile vorhanden. Daß die Brennstoffkosten höher sind als beim Dampfbetrieb, ist schon

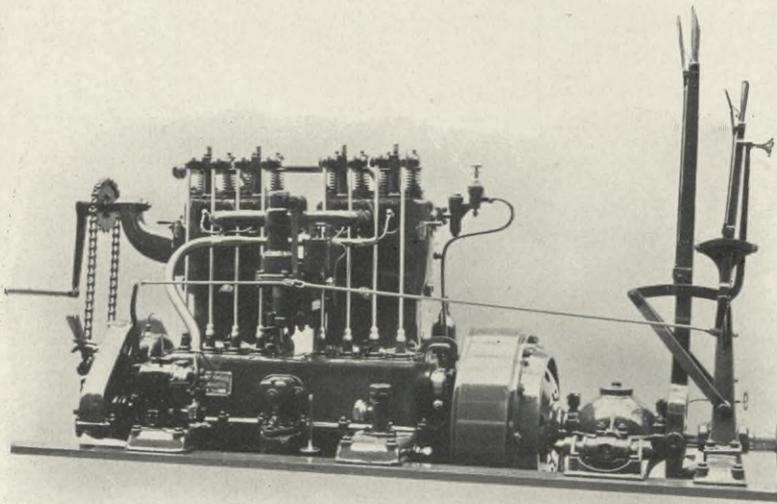


Abb. 40

oben erwähnt; einmal spielt dies aber gegenüber den sonstigen Vorteilen besonders bei den hier in Betracht kommenden kleinen Leistungen im allgemeinen keine wesentliche Rolle; dann wird ferner auch in den Betriebspausen kein Brennstoff verbraucht und auch das bei der Dampfmaschine erforderliche Anheizen, welches ebenfalls Brennstoff erfordert, fällt fort. Eine Verpuffungsmaschine kann daher auch im Betrieb billiger sein als eine Dampfmaschine, allerdings nur, wenn die Betriebspausen gegenüber den Betriebszeiten lang sind. Hierbei kommt auch in Betracht, daß zum Befördern einer bestimmten Anzahl von Personen oder einer bestimmten Last beim Motorbetrieb wegen des kleineren Schiffskörpers nur eine geringere Anzahl Pferdestärken erforderlich ist; schließlich gehen auch durch die Ersparnis an Personal die gesamten Betriebskosten herunter. Ein weiterer Nachteil der Verpuffungsmaschinen ist

der, daß sie leichter versagen, besonders weil die Vergaser, in welchen der Brennstoff verdampft wird und die elektrischen Zündungsvorrichtungen kompliziert und somit leicht Störungen unterworfen sind. Ferner läßt sich das Rückwärtsfahren nur durch gewisse Komplikationen erreichen. Direkt umsteuerbar lassen sich nämlich Verpuffungsmaschinen, abgesehen von recht rohen Verfahren, wie z. B. durch starke Vorzündung nicht ausführen. Man muß daher entweder zum Wendegetriebe oder zur umsteuerbaren Schraube greifen. Ein Wendegetriebe kehrt bei gleichbleibender Drehrichtung der Maschine die Drehrichtung der Schraube durch Einschaltung eines Zahnradgetriebes um. Wendegetriebe sind teuer und schwer und arbeiten wegen der Zahnräder bei Rückwärtsgang geräuschvoll.

der Maschine ohne Rückstände und läßt sich seiner großen Flüchtigkeit wegen am leichtesten und selbst bei großer Kälte vergasen; eine Benzinmaschine ist daher jederzeit betriebsbereit. Diese leichte Flüchtigkeit bedingt aber auch eine große Feuergefährlichkeit, da Benzindämpfe, welche sich durch undichte Behälter oder Leckagen an den Rohrleitungen bilden, nicht wie beim Automobil in die freie Luft entweichen, sondern sich im Maschinenraum evtl. an einer unzugänglichen Ecke ansammeln und durch irgend einen Anlaß, wie z. B. einen elektrischen Funken, ein Streichholz, eine Zigarre oder dergl. zu Bränden Veranlassung geben. Die deutsche Kriegsmarine verwendet daher auf ihren Motorbooten Benzin nur zum Anlassen und sonst den ungefährlicheren Benzol-

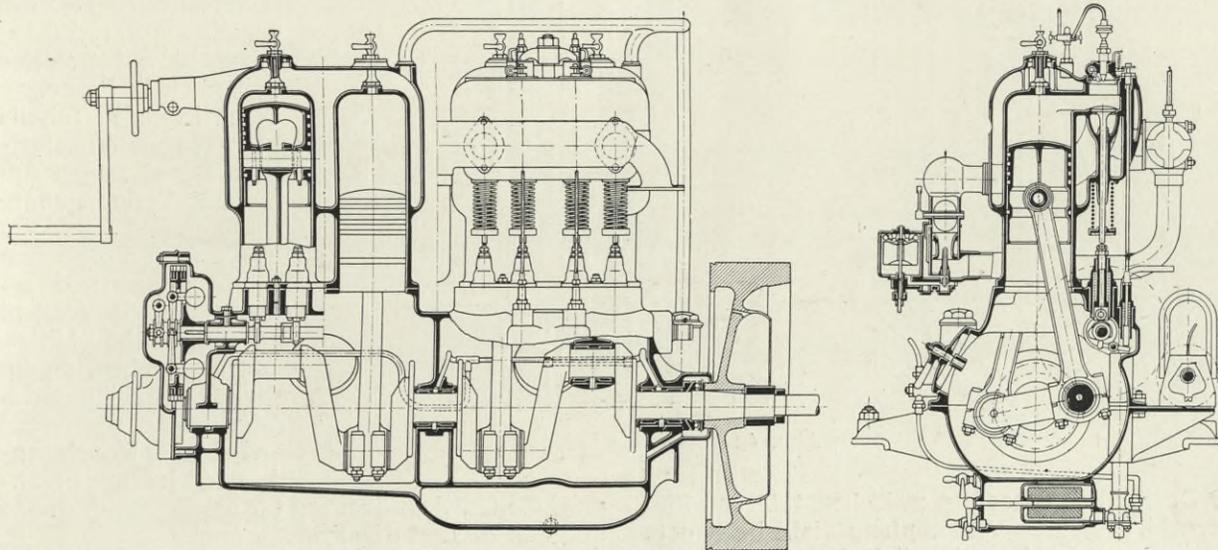


Abb. 41

Bei umsteuerbaren Schrauben bleibt die Drehrichtung der Maschine gleichfalls dieselbe; durch eine in der hohlen Schraubenwelle gelagerte Zugstange wird aber die Richtung der Schraubenflügel verändert, so daß z. B. nach Abb. 39 aus einer linksgängigen Schraube (Flügel ausgezogen) eine rechtsgängige (Flügel punktiert) wird. Da sich der Flügel in dem einen Falle nach vorn, im anderen nach hinten zu in das Wasser „einschraubt“, fährt dann das Boot vorwärts bzw. rückwärts. Die umsteuerbare Schraube ist für kleine Leistungen in der Anschaffung im allgemeinen billiger als ein Wendegetriebe, auf jeden Fall leichter und im Betriebe einfacher. Ihr Nutzeffekt dürfte aber unter Umständen geringer sein als bei einer festen Schraube, besonders da ihre beweglichen Flügel aus Festigkeitsgründen ziemlich plump konstruiert werden müssen.

Als Brennstoff kommen hauptsächlich Benzin, Spiritus und Lampenpetroleum in Betracht. Benzin ist der leicht flüchtige Bestandteil, welcher beim Destillieren des Rohpetroleums etwa zwischen 80° und 150° übergeht. Benzin verbrennt in

spiritus oder Petroleum. Außerdem ist Benzin sehr teuer; insbesondere in der letzten Zeit haben die Preise stark angezogen. Spiritus wird aus Kartoffeln gewonnen und enthält pro kg nur etwa 6000 WE, während Benzin und Petroleum rund 10 000 WE enthalten; man muß also bei Spiritus für dieselbe Fahrstrecke ein bedeutend höheres Brennstoffgewicht mitnehmen. Um dies herabzusetzen, wird Spiritus meist mit einem Zusatz von 20 % Benzol verwendet, welches ebenfalls 10 000 WE pro kg enthält und aus dem Steinkohlenteer oder noch billiger bei der Kokerzeugung als Nebenprodukt aus dem Koksofengas gewonnen wird. Auch mit reinem Benzol, welches beträchtlich billiger ist als Benzin, lassen sich Verpuffungsmaschinen betreiben. Da Spiritus (auch bei Benzolzusatz) nicht so leicht flüchtig ist wie Benzin, springen kalte Maschinen mit Spiritus nicht an. Man muß dann also etwas von dem feuergefährlichen Benzin mitnehmen und die Maschinen hiermit anlassen, oder man kann sie mit einer Lötlampe anwärmen. Letzteres Verfahren ist ebenfalls feuergefährlich und setzt dazu noch die Betriebs-

bereitschaft herab, da zum Anwärmen etwa zehn bis fünfzehn Minuten erforderlich sind.

Gereinigtes oder Lampenpetroleum ist derjenige Bestandteil des Rohpetroleums, welcher bei

stets bei Verwendung von Braunkohlenbriketts und wenn es sich um Dauerbetrieb handelt. Bei oft vorkommenden längeren Betriebspausen ist dagegen der Generator schwer in Gang zu halten und verbraucht in diesen Betriebspausen und beim Anheizen auch Brennstoff. Da außer der Maschine selbst der Generator und einige Apparate zum Reinigen des Gases von Teerprodukten usw. erforderlich sind und der Betrieb auch nicht so einfach ist, kommt Sauggas nach der Vervollkommnung des Gleichdruckverfahrens heutzutage auf Schiffen kaum noch in Frage.

Nachstehende Tabelle gibt die Brennstoffkosten der einzelnen Arten von Verbrennungsmaschinen und zum Vergleich auch die von Dampfmaschinen und Turbinen an. Mit Absicht sind nur rohe Mittelwerte angegeben, da die Tabelle hierbei übersichtlicher wird, als wenn man bei jeder Maschinenart und jedem Brenn-

stoff die üblichen Grenzen für die Brennstoffpreise und den Brennstoffverbrauch angibt.

Sauggas ergibt hiernach beim Dauerbetrieb und bei Verwendung von Braunkohlenbriketts den billigsten Betrieb von allen Maschinenarten, kommt aber, wie bereits oben gesagt, heute an Bord kaum noch in Frage. Dann folgt der Billigkeit nach bei großen Anlagen die Dampfmaschine oder Turbine. Bei den früheren niedrigen Oelpreisen, welche hoffentlich bald wieder erreicht werden, war der Betrieb auf See, also mit unverzolltem Rohöl, noch billiger, bei den heutigen Brennstoffpreisen ist es nicht mehr. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß die Tabelle nur die reinen Brennstoffkosten pro PS_e und Stunde angibt. Die wirklichen Betriebskosten lassen sich nicht in einer Tabelle zusammenfassen, da sich hier die Ersparnisse an Schiffs- und Maschinengewicht und an

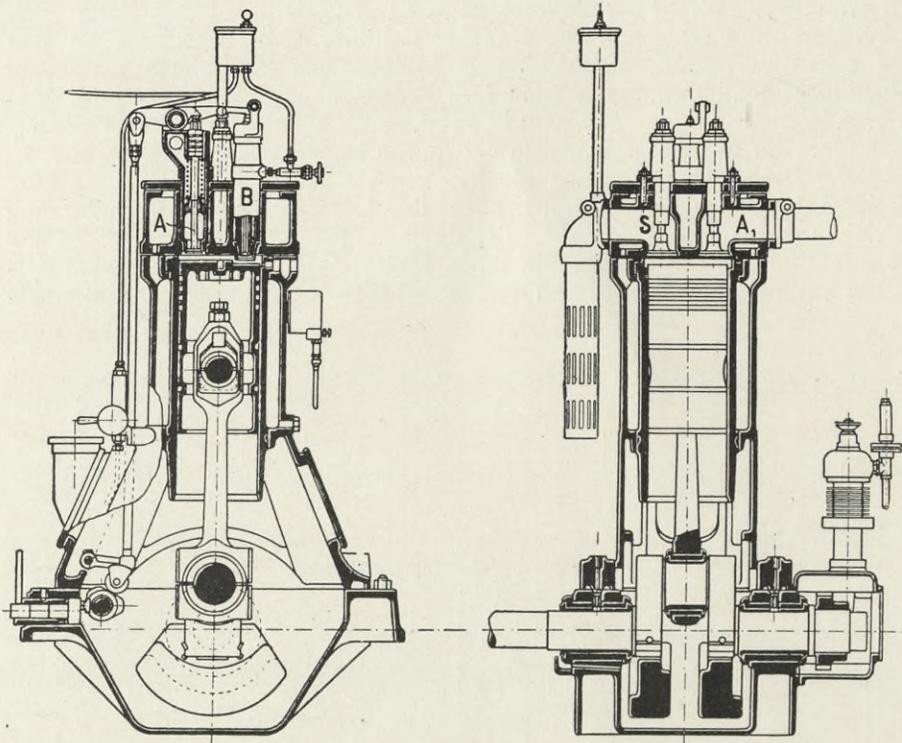


Abb. 42

der Destillation desselben zwischen 150° und 270° übergeht. Seine Verdampfung ist besonders schwierig. Beim Betrieb mit Petroleum muß die Maschine ebenso wie bei Spiritus entweder mit Benzin anlaufen oder vorher angewärmt werden. Trifft das verdampfte Petroleum auf abgekühlte Wände, so bilden sich aus dem „Petroleumnebel“ kleine Tropfen, welche sich der Verbrennung entziehen. Eine vollkommene Vergasung und Verbrennung ist also bei Petroleum besonders schwierig zu erzielen. Diese Schwierigkeiten fallen bei dem weiter unten besprochenen Gleichdruckverfahren fort, da hier das Petroleum in flüssigem Zustande in fein zerstäubter Form direkt in die hoch komprimierte Verbrennungsluft eingespritzt wird, durch die Kompressionswärme sofort zündet und restlos verbrennt. Bei diesem Verfahren ist es sogar möglich, die billigen Rückstände der Petroleumdestillation (Masut) zu verwenden.

Da die Betriebskosten bei der Verwendung von Benzin, Spiritus und Petroleum noch immer verhältnismäßig hoch sind, hat man auch versucht, an Bord eine Art Gasanstalt aufzustellen, nämlich einen Generator, in welchem man Wasserdampf und Luft durch eine Schicht glühenden Brennstoffes leitet und das entstehende brennbare Gemisch von der Maschine selbst ansaugen läßt. Die Betriebskosten sind hierbei sehr niedrig, wenig-

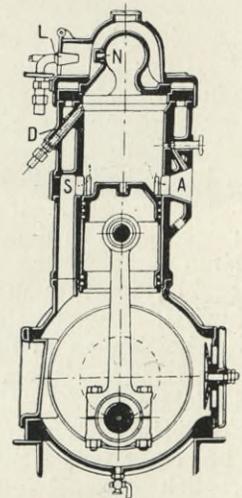


Abb. 43

	Brennstoff	Brennstoffverbrauch in kg pro PS _e und Stunde	Preis des Brennstoffes in Pf. pro kg verzollt (soweit Zoll in Frage kommt)	Preis in Pf. pro PS _e und Stunde (falls nicht anders angegeben, für verzollten Brennstoff)
Sauggas	Anthrazit Braunkohlenbriketts	0,6 } im Dauer- 0,65 } betrieb	2,5 0,9	1,5 } jedoch nur im 0,6 } Dauerbetrieb
Verpuffungs- maschine	Benzin	0,27	{ früher 25 jetzt 50	{ früher 6,8 jetzt 13,6
	Benzolspiritus	0,42	25	10,5
	Petroleum	0,32	20	6,4
Gleichdruck- maschine	Rohöl unverzollt	0,2	{ früher 4-5 jetzt 8-10 10-12	{ früher 0,8-1,0 jetzt 1,6-2,0 2-2,4
	Rohöl verzollt			
Kleine Dampf- maschinen	Kohlen	bis etwa 1,5	1,8	2,7
Große Dampf- maschinen und Turbinen	Kohlen	bis herunter auf etwa 0,6	1,8	1,08

Gehältern, welche die Oelmaschine mit sich bringt, nicht so einfach einführen lassen. Außerdem müßten dann auch die verschiedenen hohen Anschaffungskosten von Dampfmaschine,

Abb. 40 zeigt eine vierzylindrige Daimler-Bootsmaschine neuester Konstruktion, welche je nach der Ausführung des Vergasers mit Benzin, Spiritus oder Petroleum betrieben werden kann.

Gleichdruckverfahren

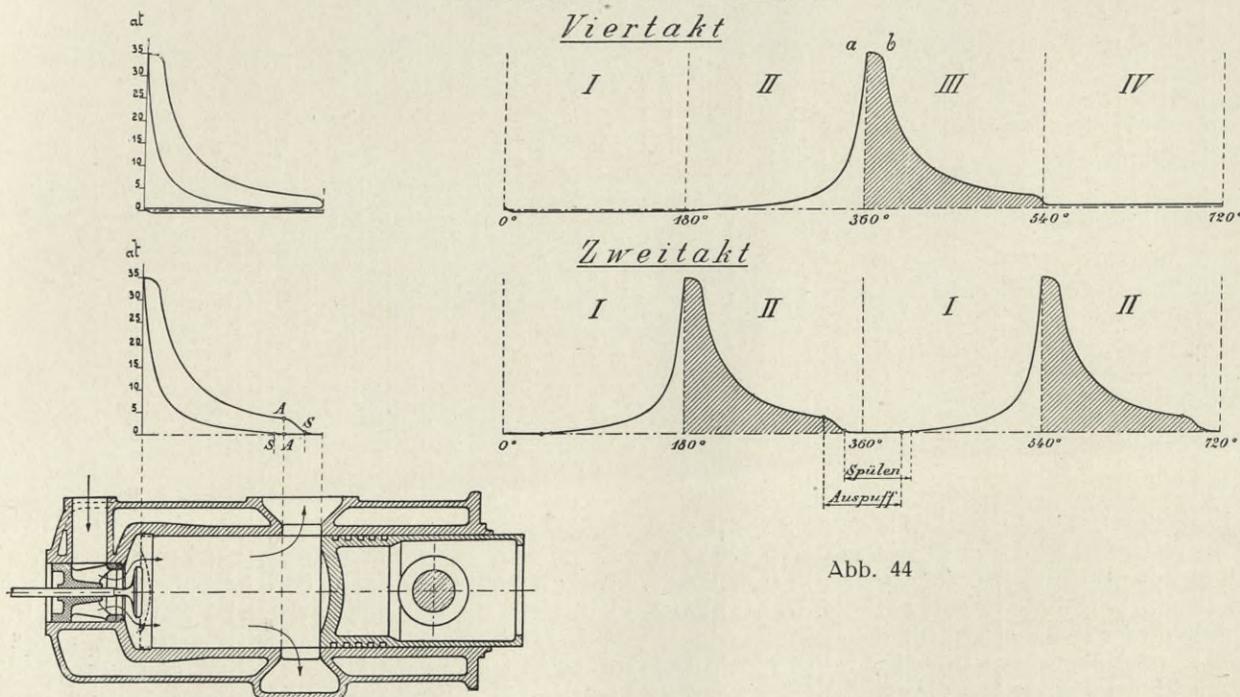


Abb. 44

Turbine und Oelmaschine, die verschiedenen hohen Reparaturkosten, Tilgungsraten usw. berücksichtigt werden. Bei Oelmaschinen wird daher, wenn man die gesamten Betriebskosten in Betracht zieht, auch bei den heutigen hohen Oelpreisen in vielen Fällen noch eine Ersparnis eintreten. Die Benzinmaschine war im Brennstoffverbrauch nach der Tabelle schon stets am teuersten; bei den jetzigen sehr hohen Benzinpreisen ist sie es erst recht.

Sauge- und Auspuffventile, welche durch Stoßstangen angetrieben werden, liegen hier nicht mehr in seitlichen Kammern, sondern direkt über dem Kolben. Der Verbrennungsraum erhält hierdurch eine günstigere Form, die sich auch durch Erhöhung des mittleren Druckes und geringeren Brennstoffverbrauch geltend macht. Abb. 41 zeigt im Schnitt den normalen Typ einer vierzylindrigen Bootsmaschine der Norddeutschen

Automobil- und Motoren-A.-G. in Bremen-Hastedt. Alle vier Kurbeln liegen, wie bei Automobilmaschinen üblich, in einer Ebene, da hierdurch ein guter Massenausgleich und ein sehr gleichmäßiges Drehkraftdiagramm erreicht wird. Einlaß- und Auslaßventile liegen in einer seitlichen Kammer nebeneinander.

Nach einem besonderen Verfahren, welches sich schon etwas dem Gleichdruckverfahren nähert, arbeitet die Bronsmaschine der Gasmotorenfabrik Deutz (Abb. 42), welche in Größen von 6 bis 32 PS_e gebaut wird. Das Saugeventil ist mit S, das Auspuffventil mit A₁ und das Anlaßventil mit

ebenso wie die Diagramme von gewöhnlichen Verpuffungsmaschinen eine Spitze und zeigt einen Höchstdruck bis zu 45 at; der Motor fällt daher ziemlich schwer aus. Wegen des Fehlens eines Vergasers und einer elektrischen Zündvorrichtung und seines günstigen Brennstoffverbrauches von nur etwa 250 g pro PS_e und Stunde läßt sich diese Maschine in vielen Fällen mit Vorteil verwenden. Dieser niedrige Brennstoffverbrauch, der sich dem des Gleichdruckverfahrens nähert, hängt vor allem mit der beim Bronsverfahren angewendeten hohen Kompression zusammen.

Die Zweitaktverpuffungsmaschine findet haupt-

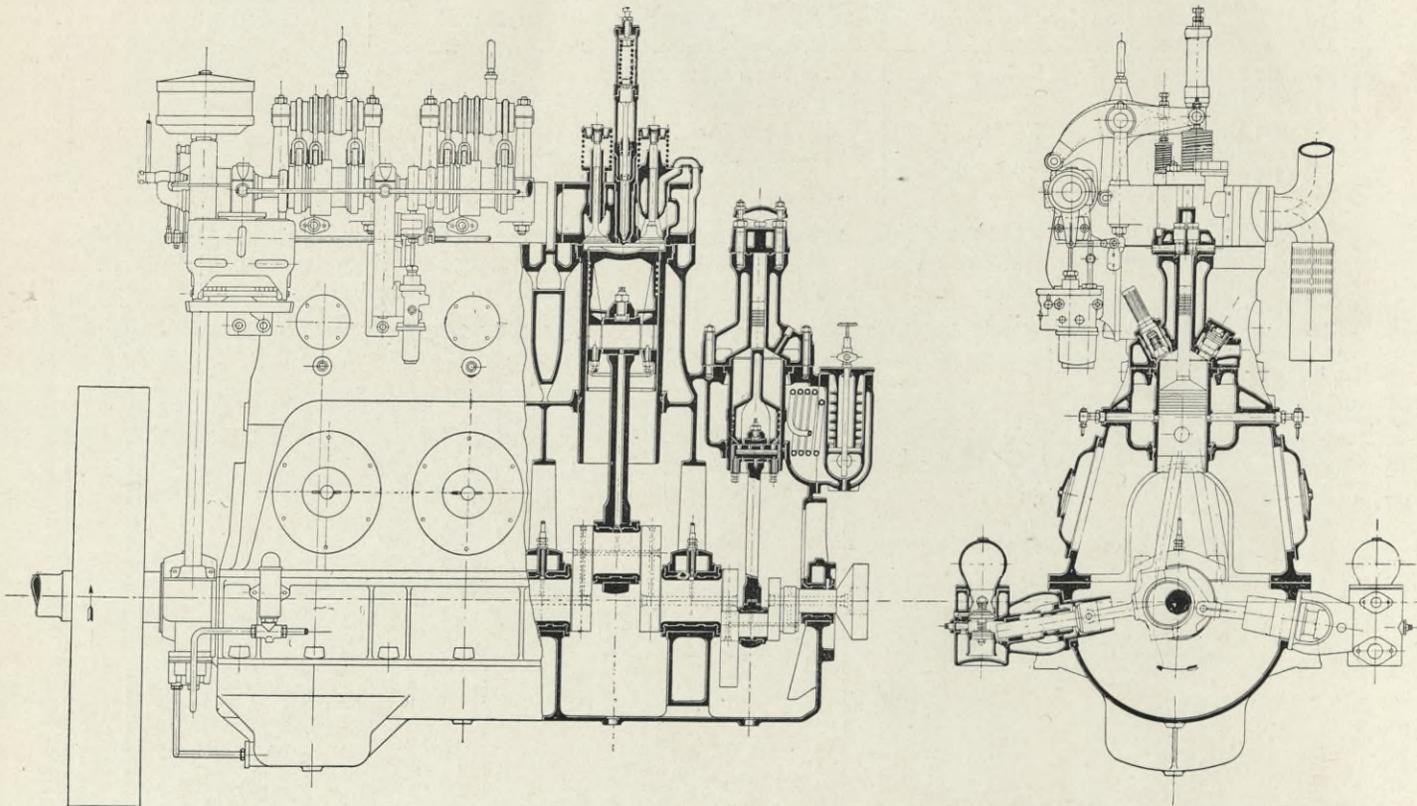


Abb. 45

A bezeichnet. Der Brennstoff (Petroleum oder das billigere Gasöl) wird hier beim Saugehub aus dem mit B bezeichneten Brennstoffventil in eine unten an diesem befestigte Kapsel gesaugt. Dabei bilden sich in dieser heißen, im Verbrennungsraum liegenden Kapsel brennbare Dämpfe, welche zum Teil durch kleine Löcher aus dieser austreten können. Der Verbrennungsraum ist so klein gehalten, daß die angesaugte Luft auf etwa 38 at komprimiert wird. Bei dieser hohen Kompression erhitzt sie sich so, daß der brennbare Nebel ohne eine Zündvorrichtung darin entflammt und daß bei dieser Entflammung der in der Kapsel befindliche Rest des Brennstoffes herausgeschleudert wird und ebenfalls momentan verbrennt. Das Diagramm hat daher im Gegensatz zum Gleichdruckverfahren

sächlich in der Form der Glühkopfmachine Anwendung, und zwar dann, wenn ein besonders einfacher Betrieb verlangt und besondere Leichtigkeit nicht zur Bedingung gemacht wird, also z. B. auf Lastbooten, Fischereifahrzeugen und dergl. Sauge- und Auspuffventile fallen beim Zweitakt sowieso fort; bei der Verwendung von Glühhauben läßt sich aber ebenso wie bei der Bronsmaschine auch der Vergaser und die elektrische Zündvorrichtung vermeiden. Abb. 43 zeigt eine solche Glühkopfmachine der Ottensener Maschinenfabrik. Die Glühhaube, welche beim Anwärmen durch eine Anwärmelampe L erhitzt wird und im Betrieb durch die Zündungen schwach rotglühend bleibt, ist mit N bezeichnet. Durch eine Düse D wird in einem bestimmten Moment mit einer kleinen angehängten

Pumpe Rohöl in die Glühhaube gespritzt. In dieser verdampft der Brennstoff und verpufft, nachdem er sich mit der durch den Kolben auf einige Atmosphären verdichteten Verbrennungsluft genügend vermischt hat, ungefähr im oberen Totpunkt. Die Spülschlitze sind mit S und die Auspuffschlitze mit A bezeichnet. Glühkopfmotoren sind in Schweden, Norwegen und Dänemark weit verbreitet; in Deutschland haben sie sich merkwürdigerweise weniger eingebürgert, trotzdem sie für einfache Betriebe große Vorteile bieten.

Erwähnt sei schliesslich noch, daß fast alle zurzeit im Betriebe befindlichen deutschen und viele ausländische Unterseeboote Petroleum-Zweitaktmaschinen Körtingscher Bauart haben. Durch ein besonderes Verfahren wird hier, um den Brennstoffverbrauch herunterzudrücken, zuerst mit reiner Luft und dann erst mit einem Gemisch von Luft und Brennstoff gespült. Das Ingangsetzen der Maschinen geschieht durch Drehen vermittlels eines Elektromotors.

Die Verpuffungsmaschine saugt hierbei Luft aus elektrisch erhitzten Kammern und wird hierbei so warm, daß sie nach wenigen Minuten mit Petroleum anspringt.

Besondere Aussichten als Großschiffsmaschine hat die nach dem Gleichdruckverfahren arbeitende Oelmaschine. Dieses Verfahren ist zuerst von Diesel im Jahre 1893 angegeben und von ihm in Gemeinschaft mit der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg nach langwierigen mühevollen Versuchen ausgebaut. Man nennt das Verfahren Gleichdruckverfahren weil hier im allgemeinen Diagramm nicht wie beim Verpuffungsverfahren eine Spitze, sondern durch eine allmähliche Verbrennung eine wenn auch kurze wagerechte gerade Linie entsteht. Abb. 44 zeigt die Diagramme für Vier- und Zweitakt, und zwar wiederum links so, wie sie der Indikator aufzeichnet, und rechts auf den doppelten Kurbelkreis abgewickelt. Beim Viertaktverfahren wird hier im Gegensatz zum Verpuffungsverfahren während des Saughubes nicht frische Luft und Brennstoffdampf, also Gemisch angesaugt, son-

dern nur reine Luft. Diese Luft, welche also nicht wie das Gemisch brennbar ist und Selbstentzündungen erleiden könnte, wird nun beim zweiten Hub auf etwa 35 at komprimiert und erhitzt sich dabei auf etwa 700°. In diese Luft wird nun kurz vor und eine Zeitlang hinter dem oberen Totpunkt Rohöl in fein verteiltem Zustand durch das Brennstoffventil mittels noch höher gespannter Luft von etwa 60 at eingespritzt. Der Brennstoff verbrennt in der heißen Luft entsprechend seiner allmählichen Einführung und zwar restlos; bei richtiger Einstellung des Brennstoffventiles entsteht

daher während der Brennstoffeinspritzung keine plötzliche, sondern eine allmähliche Verbrennung und also im Diagramm von a bis b eine annähernd gerade Linie. Ebenso wie beim Verpuffungsverfahren findet die Expansion während des schraffierten Arbeitshubes III und das Ausschieben der Abgase während des Hubes IV statt. Beim Zweitaktverfahren sind auch hier die beiden Hübe für Saugen und Ausschieben durch eine kurze Spül- und Auspuffperiode in der Gegend des unteren Totpunktes

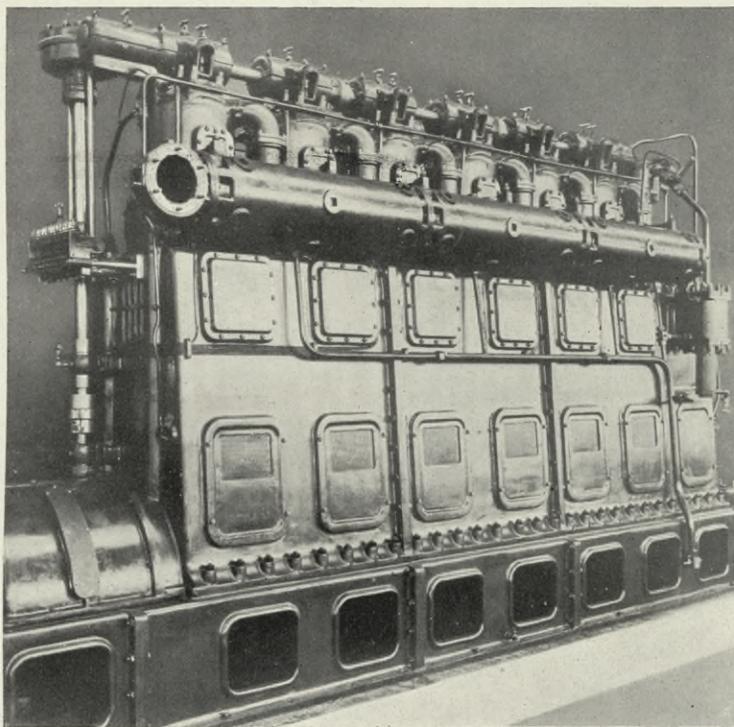


Abb. 46

ersetzt. Die Abbildung zeigt hier keine Spülschlitze, sondern ein in dem Zylinderdeckel angeordnetes Spülventil, durch welches die von einer besonderen Spülpumpe unter etwa 0,2 bis 0,3 at Ueberdruck zugeführte Spülluft eintritt; sie treibt dann die Auspuffgase durch die hier ringförmig um den ganzen Zylinder herum liegenden Auspuffschlitze hinaus. Auf Zeichnungen lassen sich Oelmaschinen für das Gleichdruckverfahren sofort an dem durch die hohe Kompression bedingten kleinen Verbrennungsraum erkennen, wie es auch ein Vergleich der beiden in Abb. 38 und 44 dargestellten Zylinder zeigt, wenn man die punktiert eingezeichneten obersten Kolbenstellungen betrachtet.

Der Zweitakt ermöglicht hier ebenso wie beim Verpuffungsverfahren eine kleinere und leichtere Maschine; auch hier ist das Drehmoment wieder gleichförmiger und der Brennstoffverbrauch höher als beim Viertakt. Da es sich bei Gleichdruckmaschinen meist um größere Ausführungen handelt, wird beim Zweitakt stets eine besondere Spül-

pumpe angewendet. Gleichdruckmaschinen lassen sich selbst bei kleinen Ausführungen wegen der hohen Kompression nicht von Hand andrehen, müssen also mit Preßluft angelassen werden. Hierbei liegt es nahe, Wendegetriebe und Umsteuerschrauben, welche für große Ausführungen sowie so nicht brauchbar sein würden, zu verlassen und die Maschinen direkt umsteuerbar zu machen. Als besonderer Vorteil des Zweitaktes gegenüber dem Viertakt muß nun noch die einfachere Umsteuerung genannt werden. Gegenüber Dampfmaschinen muß eine direkte Umsteuerung bei Oelmaschinen aber stets schwieriger ausfallen, da dort nur eine einfache Umlegung der Steuerung in Frage kommt, hier aber außerdem noch die Umschaltung von Brennstoffbetrieb auf Preßluft und dann wieder auf Brennstoff. Bei Viertaktmaschinen würde das

sich einfach dadurch, daß der Viertakt älter ist und daher mit ihm mehr Betriebserfahrungen gesammelt sind als mit dem noch jungen Zweitakt. Auch Gleichdruckmaschinen werden noch immer einfachwirkend gebaut; einige doppeltwirkende Schiffsmaschinen sind aber schon in der Erprobung begriffen, so daß die Lösung der doppeltwirkenden Oelmaschine für ganz große Leistungen der Verwirklichung näher gerückt ist.

Außer den schon bei den Verpuffungsmaschinen genannten Vorzügen gegenüber Dampftrieb, wie Raum- und Gewichtersparnis, sofortige Betriebsbereitschaft und Ersparnis an Personal, kommt bei den Gleichdruckölmotoren noch die Möglichkeit hinzu, besonders billigen Brennstoff zu verwenden. Die obengenannte Tabelle zeigt, daß die Brennstoffkosten pro Pferdestärke

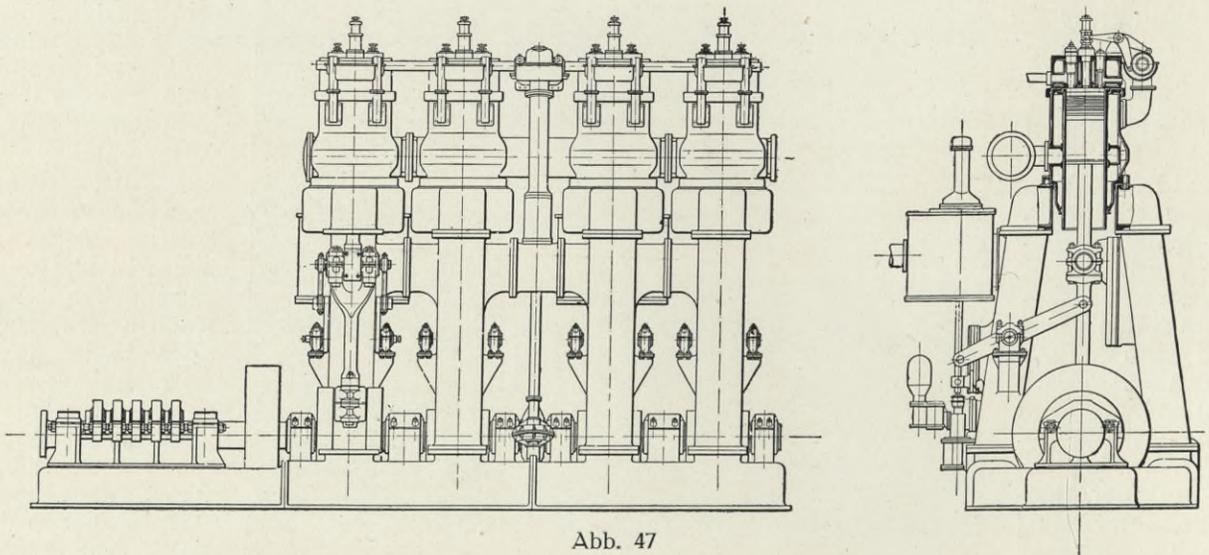


Abb. 47

Anlassen mit Preßluft am einfachsten auch im Viertakt erfolgen. Hierzu ist aber eine bestimmte Anzahl von Zylindern, nämlich mindestens sechs, erforderlich. Im allgemeinen — bei Drei- und Vierzylindermaschinen stets — läßt man also Viertaktmaschinen im Zweitakt an. Hierzu muß nun eine Umschaltung vorgenommen werden, welche verhältnismäßig kompliziert ausfällt. Beim Zweitakt sind außerdem weniger Ventile umzusteuern, bei der Verwendung von Spülschlitz z. B. an jedem Zylinder nur ein Brennstoffventil und ein Anlaßventil, während beim Viertakt ein Saug-, ein Brennstoff-, ein Auspuff- und ein Anlaßventil zu steuern und umzusteuern sind. Die beim Zweitakt einfachere Umsteuerung ergibt natürlich auch eine größere Betriebssicherheit. Aus diesem Grunde und wegen des geringeren Raum- und Gewichtsbedarfes hat sich die Zweitaktmaschine insbesondere für große Leistungen trotz ihres höheren Brennstoffverbrauches auf den bisher gebauten Schiffen mit Oelmaschinenantrieb eingeführt und erscheint auch für die Zukunft aussichtsvoller. Zurzeit sind allerdings Viertaktmaschinen noch betriebssicherer als Zweitaktmaschinen; dies erklärt

und Stunde bei billigem Rohöl geringer sind als bei Dampfmaschine und Turbine. Dabei ist wiederum zu berücksichtigen, daß in jedem Falle zur Erzielung eines bestimmten Zweckes beim Antrieb durch Oelmaschinen weniger Pferdestärken aufzuwenden sind als beim Dampftrieb, da sowohl Schiffskörper wie Maschinenanlage bedeutend kleiner ausfallen. Ferner ergeben sich durch Personalerparnis, z. B. schon durch den Fortfall der Heizer und Kohlentrimmer, bedeutende Ersparnisse. Im Betriebe pflegt auch der Brennstoffverbrauch bei Dampfmaschinen wesentlich höher zu sein als bei den Probefahrten, während dies bei Oelmaschinen kaum der Fall ist. Die Anschaffungskosten der Gleichdruckölmotoren sind zurzeit allerdings noch höher als bei Dampfmaschinen. Auch die Reparatur- und Tilgungskosten, über die noch keine längeren Erfahrungen vorliegen, werden höher sein. Trotz allem ergibt aber die Oelmaschine bei niedrigen Brennstoffpreisen gegenüber dem Dampftrieb große wirtschaftliche Vorteile. Ob und wie weit dieses bei den jetzigen hohen Brennstoffpreisen noch der Fall ist, hängt vom Sonderfall ab, also wie hoch der Brennstoff-

preis, wie groß die Anlage ist, wie lange die Fahrzeit dauert und dergleichen.

Für die Kriegsmarine würden Oelmaschinen, die jetzt schon auf Unterseebooten unentbehrlich sind, noch besondere Vorteile bieten. Der Fortfall der Schornsteine ermöglicht ein freies Deck und einen größeren Bestreichungswinkel der Geschütze. Es entsteht kein Rauch, der bekanntlich bei Tage ein Kriegsschiff stets zuerst dem Feinde verrät. Der Uebergang von kleiner zu großer Fahrt ist jederzeit bequem möglich, ferner läßt sich die Höchstleistung länger einhalten, während beim Dampftrieb weder Heizer noch Kessel ohne Schaden eine längere Ueberlastung vertragen.

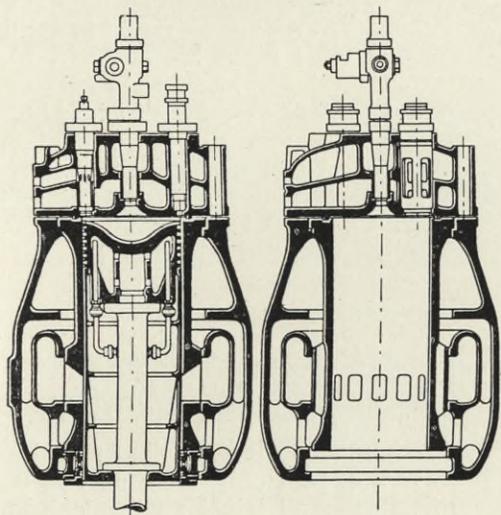


Abb. 48

Schließlich ist die Fahrstrecke („Aktionsradius“) bei demselben Bunkerraum bedeutend größer, da sich mit Oel in einem Kubikmeter Bunkerraum rund $1\frac{1}{2}$ mal soviel Wärmeeinheiten unterbringen lassen wie mit Kohlen, und die Oelmaschine pro Pferdestärke nur etwa ein Drittel der Wärmeeinheiten braucht, die beim Dampftrieb notwendig sind.

Diesen Vorteilen stehen etwa folgende Nachteile gegenüber. Die Anschaffungskosten der Maschinenanlage stellen sich höher als für Dampfmaschinen einschl. Kessel, da die Arbeitsausführung der Gleichdruckölmaschinen eine ganz andere sein muß als bei Dampfmaschinen. Ebenso werden auch die Reparatur- und Tilgungskosten höher sein. Der Betrieb der Hilfsmaschinen, Heizung usw. macht gewisse Schwierigkeiten, da der für alle Hilfsmaschinen verwendbare Dampf nicht ohne weiteres zur Verfügung steht. Auf größeren Schiffen wird stets schon der Heizung wegen ein Hilfskessel aufgestellt, durch den man die Rudermaschine, Ladewinden und für den Fall, daß sämtliche zum Anlassen erforderliche Preßluft ausgegangen sein sollte, einen Notdampfkompressor betreiben kann. Ein anderer Ausweg ist der, eine

Oeldynamomaschine aufzustellen und alle Hilfsmaschinen elektrisch zu betreiben. Eine Warmwasserheizung läßt sich leicht durch die Abgase der Hauptmaschine betreiben. Im Hafen beim Stillstand derselben muß man dann allerdings doch auf andere Weise heizen.

Für Kriegsschiffe würde gegenüber dem jetzigen Turbinenbetrieb als prinzipieller Nachteil die Rückkehr zur hin- und hergehenden Bewegung

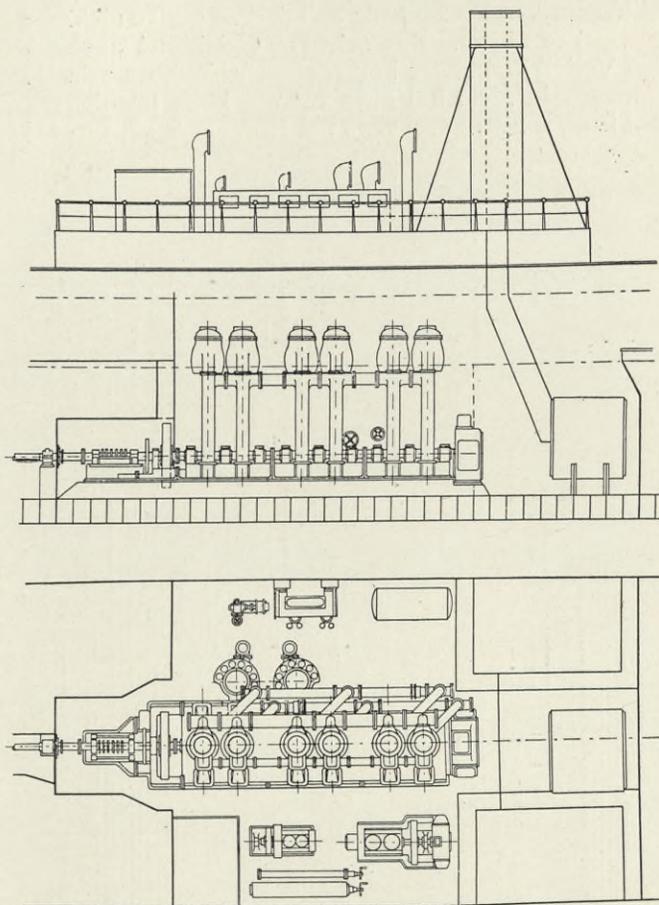


Abb. 49

zu nennen sein und die hiermit gegenüber der rotierenden Bewegung unweigerlich vorhandenen größeren Reparaturarbeiten, ferner der fehlende Kohlenschutz.

Auch die Oelbeschaffung in fremden Häfen könnte, solange nicht an allen wichtigen Punkten, ähnlich den Kohlenstationen, Oellager errichtet sind, Schwierigkeiten bieten. Für die Handelschiffahrt stehen jetzt bereits Oellager in allen größeren Handelshäfen zur Verfügung. Auf jeden Fall bliebe bei dem jetzt üblichen Betrieb der Oelmaschine mit Rohöl eine Abhängigkeit vom Auslande bestehen. Bis jetzt wurde meist ein leichteres Oel (spezifisches Gewicht 0,83 bis 0,88) verwendet, das beim Destillieren zwischen 275 und 350° übergeht und nur etwa 10% des Rohöles bildet. Nur für dieses galt die frühere Ermäßigung

des Eingangszolles auf 3,60 M für 100 kg. Seit dem vorigen Jahre ist dieser hohe Zoll, welcher die Oelmaschinenindustrie sehr schädigte, wenigstens auf 1,80 M für 100 kg herabgesetzt und auch auf das schwerere Oel (spezifisches Gewicht 0,93) ausgedehnt, welches beim Destillieren als Rückstand nach 350° übrig bleibt und etwa die Hälfte des Rohöles bildet. Bei dem zukünftigen größeren Bedarf wird die Schifffahrt dieses Oel in steigender Menge verwenden müssen, da dann der verhältnismäßig geringe Prozentsatz an leichten Oelen nicht ausreichen dürfte. Das schwere Oel bietet auch den Vorteil geringerer Feuergefährlichkeit, da sein Flammpunkt nicht bei etwa 65° wie beim leichten Oel liegt, sondern erst etwa bei 120°. Daß ein Be-

trieb mit schweren Oelen möglich ist, haben weitgehende Versuche bereits gezeigt. Eine vollständige Unabhängigkeit vom Auslande könnte nur die neuerdings aufgenommene Verwendung von Steinkohlenteeröl bieten, welches als Nebenprodukt der Gasfabrikation gewonnen wird. Ob die Menge dieses Oeles für den künftigen Bedarf ausreichen wird, muß die Zukunft lehren, ebenso ob die jetzigen Preise für Steinkohlenteeröl bestehen bleiben, bei denen die Pferdestärke billiger zu stehen kommt als bei Verwendung von Rohöl. Für die Verwendung von Steinkohlenteeröl müssen die Maschinen geringfügigen Änderungen unterworfen sein, da eine Selbstzündung dieses Oeles in der hocherhitzten Verbrennungsluft nicht so leicht eintritt wie beim Rohöl.

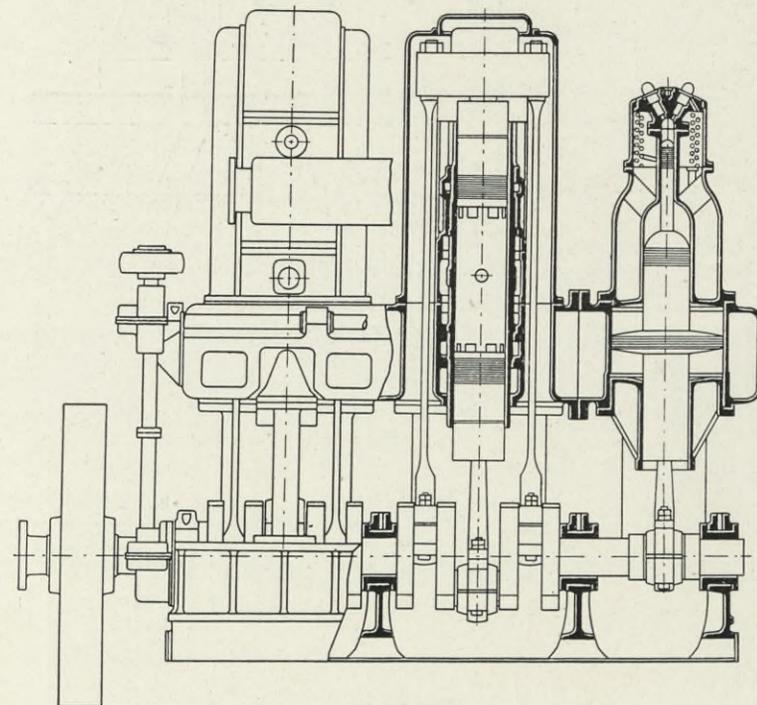


Abb. 50

trieb mit schweren Oelen möglich ist, haben weitgehende Versuche bereits gezeigt.

Eine vollständige Unabhängigkeit vom Auslande könnte nur die neuerdings aufgenommene Verwendung von Steinkohlenteeröl bieten, welches als Nebenprodukt der Gasfabrikation gewonnen wird. Ob die Menge dieses Oeles für den künftigen Bedarf ausreichen wird, muß die Zukunft lehren, ebenso ob die jetzigen Preise für Steinkohlenteeröl bestehen bleiben, bei denen die Pferdestärke billiger zu stehen kommt als bei Verwendung von Rohöl. Für die Verwendung von Steinkohlenteeröl müssen die Maschinen geringfügigen Änderungen unterworfen sein, da eine Selbstzündung dieses Oeles in der hocherhitzten Verbrennungsluft nicht so leicht eintritt wie beim Rohöl.

Infolge der ungeahnt schnellen Entwicklung der Gleichdruck-Schiffsölmotoren gibt es zur-

zeit noch keinen feststehenden Typ, sondern eine Anzahl grundverschiedener Ausführungen.*) Eine gewisse Vielseitigkeit ist bereits durch das Vorhandensein des Viertaktes und Zweitaktes bedingt.

Kleinere Maschinen werden meist kreuzkopflös, größere dagegen mit Kolbenstangen und Kreuzkopf gebaut. Die bisher gebauten Maschinen sind fast ausnahmslos einfachwirkend; einige doppelwirkende Maschinen, bei denen die Formgebung des Zylinders eine wesentlich andere und noch schwierigere ist, befinden sich aber bereits auf dem Probierstand. Schließlich bietet die Junkersmaschine wieder einen Typ für sich. Der Viertakt findet meist nur für Maschinen bis etwa 150 PS Verwendung. Abb. 45 zeigt eine von der Gasmotorenfabrik Deutz gebaute dreizylindrige Viertaktmaschine von 75 PS_e; diese Maschine ist nicht direkt umsteuerbar, da sie mit einer Wendeschraube gekuppelt ist. Abb. 46 zeigt eine von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gebaute Sechszylindermaschine für ein Handelsschiff, welche bei 300 Umdrehungen 300 PS_e leistet. Während kleinere Maschinen ebenso wie die eben genannte meist kreuzkopflös und geschlossen ausgeführt werden, lehnt sich die langsam laufende Großschiffsmaschine in ihrer Bauart an die Schiffsdampfmaschine an. Es werden dann Kreuzköpfe vorgesehen und jeder Zylinder frei auf zwei Ständern aufgebaut, so daß eine offene, überall leicht zugängliche Maschine entsteht. Abb. 47 zeigt eine solche, gleichfalls von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gebaute Maschine von 1300 PS_e. In Abb. 48 sind zwei Zylinder einer sechszylindrigen Maschine ähnlicher Bauart wiedergegeben, welche von der Schiffswerft J. C. Tecklenborg gemeinsam mit Carel Frères in

Gent für das Schiff „Rolandseck“ gebaut ist. Der Einbau dieser Maschine und die Aufstellung des Hilfskessels für die Hilfsmaschinen geht aus Abb. 49 hervor.

Eine besondere Stellung nimmt die Junkersmaschine ein, bei der in jedem Zylinder zwei Kolben gegenläufig arbeiten. Für jeden Zylinder sind dann drei Kurbeln vorgesehen; auf die mittlere wirkt der untere Kolben und auf die beiden äußeren Kurbeln, welche gegen die mittlere um 180° versetzt sind, der obere Kolben. Abb. 50

*) Vergl. auch die ausführlichen Aufsätze:

Mentz, „Deutsche Schiffsverbrennungsmotoren“, Zeitschrift „Schiffbau“, XII. Jahrgang, 1910/11, S. 438 u. f. und

Mentz, „Schiffsölmotoren“, Zeitschrift „Schiffbau“, XIV. Jahrgang, 1912/13, S. 511 u. f. (auch als Sonderabdruck erschienen).

zeigt eine solche Maschine von 90 PS_e, welche von der Schiffswerft J. Frerichs & Co. in Osterholz-Scharmbeck gebaut ist. Abgesehen von verschiedenen praktischen Vorteilen, wie z. B. dem Fortfall der Zylinderdeckel, der Aufnahme der

schiffen die übrigen Vorteile des Oelmaschinenbetriebes überwiegen, hängt vom Einzelfall ab.

Ein besonders großes Verwendungsgebiet hat die Oelmaschine bereits heute im Unterseebootsbau gefunden. Trotz ziemlich hoher Leistungen

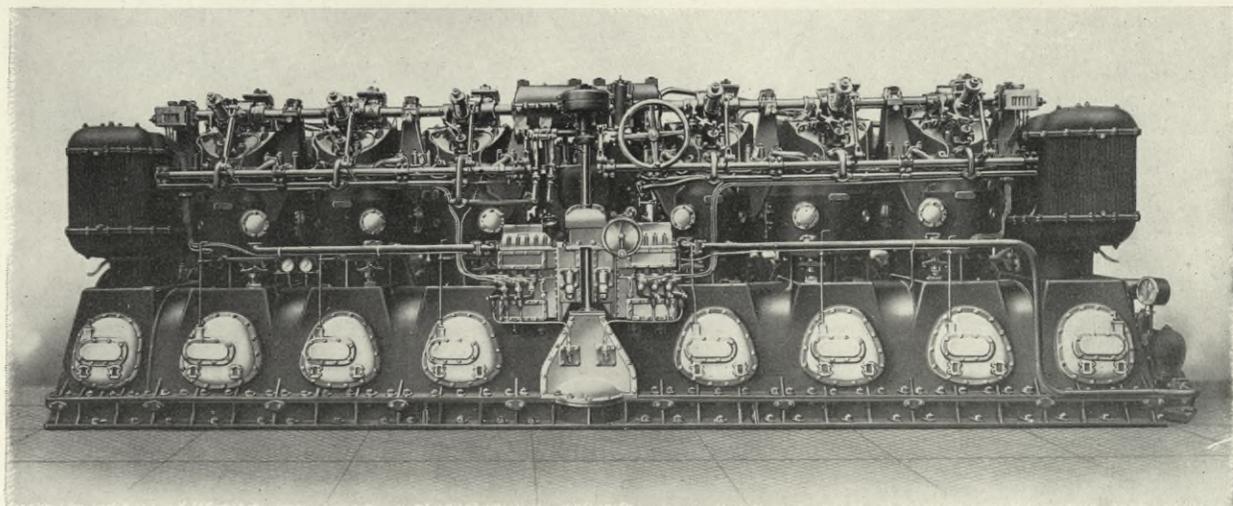


Abb. 51

Kolbendrucke nur durch geschmiedete Teile usw. zeigt die Junkersmaschine in thermischer Hinsicht den Vorteil einer sehr günstigen Oberflächen-gestaltung des Verbrennungsraumes und einer besonders guten Spülung.

Zurzeit sind in Deutschland eine größere Anzahl von Marinebeiboote, verschiedene Schlepper und dergleichen sowie mehrere größere Handelsschiffe mit Oelmaschinen versehen. Im Bau befinden sich vor allem Tankschiffe mit Oel-

(etwa 400 bis 1000 PS_e jeder Maschine) müssen die Maschinen hier wegen der beschränkten Bauhöhe kreuzkopfflos ausgeführt werden. Abb. 51 zeigt eine solche Maschine der Friedrich Krupp Germaniawerft, welche bei 450 Umdrehungen 900 PS_e leistet. Auf größeren Kriegsschiffen hat die Oelmaschine bisher noch keine Verwendung gefunden; vor allem würde hierfür die noch in der Erprobung begriffene doppeltwirkende Oelmaschine in Frage kommen.

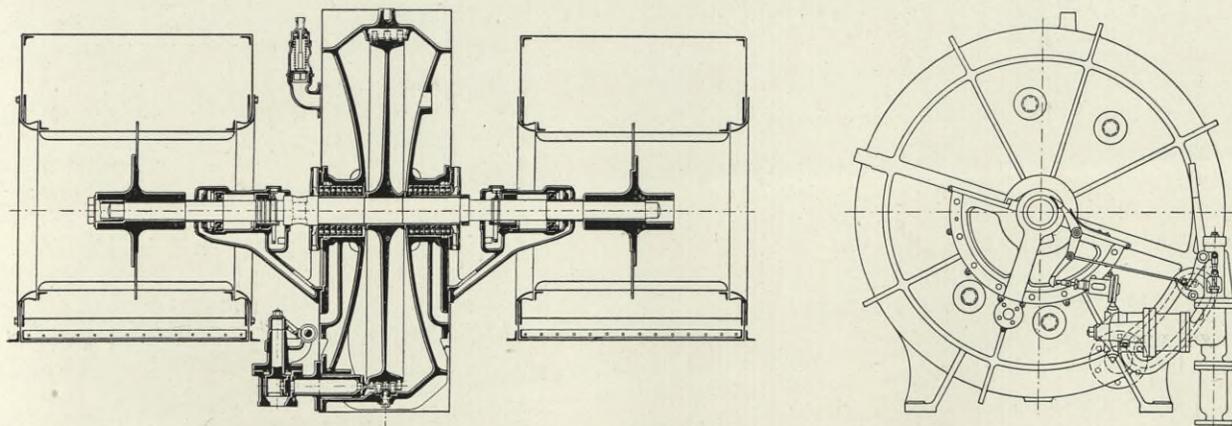


Abb. 52

maschinen. Die weiteren Aussichten der Oelmaschine für größere Handelsschiffe hängen stark mit den Oelpreisen zusammen. Wie bereits oben auseinandergesetzt, bietet die Oelmaschine hinsichtlich der Brennstoffkosten bei den jetzigen hohen Oelpreisen keine Vorteile; ob bei Handels-

Schiffshilfsmaschinen

Die Zahl und Art der an Bord befindlichen Hilfsmaschinen und Apparate ist sehr beträchtlich. Einmal handelt es sich um Hilfsmaschinen, welche zum Maschinenbetrieb unbedingt erforderlich sind, wie Pumpen, Ventilationsmaschinen und dergl.,

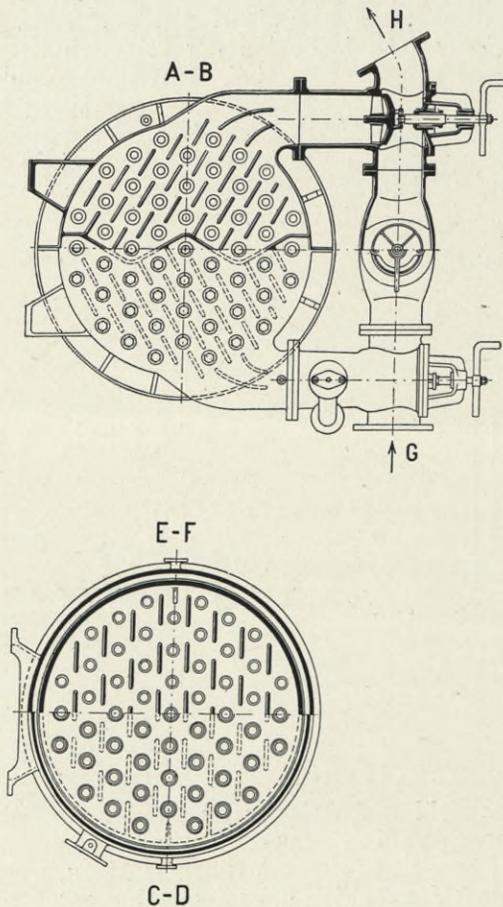
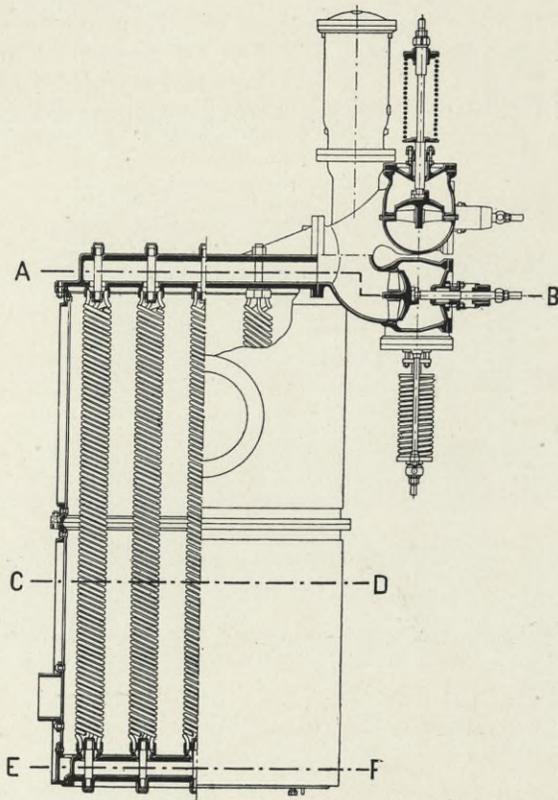


Abb. 53

dann um Hilfsmaschinen für den Schiffsbetrieb, wie Ruder- und Bugspillanlagen, und schließlich um Maschinen, die der Bequemlichkeit und dem Komfort dienen, wie Eismaschinen, Maschinen zum Betrieb der Fahrstühle auf großen Passagierdampfern und dergl.

Zum Antrieb können Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Oelmaschinen, Elektromotoren und eventl. Druckwasser- oder Druckluftmaschinen verwendet werden. Bis vor etwa zehn Jahren wurden alle Hilfsmaschinen an Bord ausschließlich durch Dampfmaschinen angetrieben. Auf Handelsschiffen ist dies auch heute noch allgemein der Fall, da die Dampfmaschine in der Bedienung und Reparatur einfach und anspruchslos, ferner leicht umsteuerbar und billig ist und schließlich stets Dampf vorhanden ist. Höchstens auf Schiffen mit Oelmaschinenantrieb sucht man die Dampfmaschinen möglichst zu umgehen, aber den Winter über muß

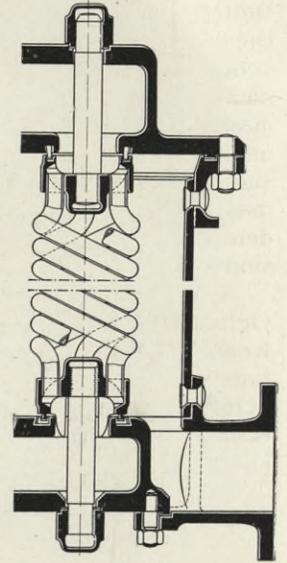


Abb. 54

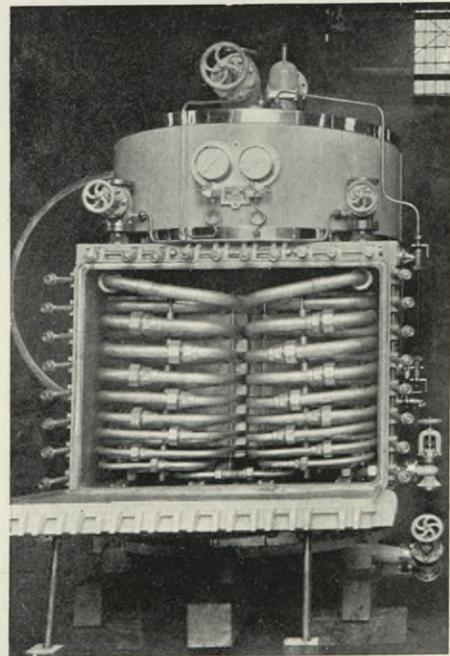


Abb. 55

wegen der Heizung doch stets ein Hilfskessel in Betrieb sein, so daß also dann sowieso auch hier Dampf zur Verfügung steht, und schließlich wird die Rudermaschine auch auf diesen Schiffen bei der Ein- und Ausfahrt meist mit Dampf und nur auf See mit Preßluft betrieben.

Mit Rücksicht auf Gewichtersparnis, Einheitlichkeit und Beseitigung von störenden Schwingungen hat man in der Kriegsmarine in größerem Umfange für die Lichtmaschinen den Antrieb durch Dampfturbinen gewählt. Die Handelsmarine ist hier schon aus dem Grunde nicht gefolgt, weil Lichtmaschinen mit Turbinen-antrieb beträchtlich teurer sind als solche mit Dampfmaschinenantrieb. Auf den letzten Linienschiffen sind versuchsweise auch

Lichtmaschinen mit Oelmaschinenantrieb verwendet. Auf Schiffen, welche Oelmaschinenantrieb haben, werden natürlich die meisten Hilfsmaschinen, wenigstens für den Maschinenbetrieb, ebenfalls durch kleinere Oelmaschinen angetrieben.

Solange hier keine Umsteuerbarkeit verlangt wird, ist die Oelmaschine als Hilfsmaschine auch einfach und ziemlich billig in der Anschaffung und bei niedrigen Oelpreisen auch im Betrieb.

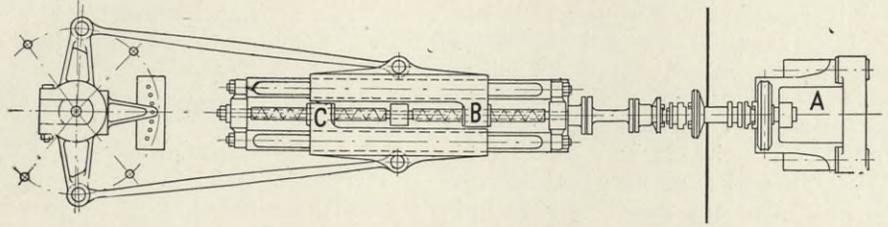


Abb. 56

In immer steigendem Maße hat sich auch der Elektromotor an Bord eingebürgert, vor allem für den Antrieb von Ventilatoren, ferner auf Kriegsschiffen für Geschützschwenkwerke, Munitionsförderwerke und dergl. Für die Ruder- und Bugspillanlage hat sich der Elektromotor im allgemeinen nicht bewährt; die Versuche hiermit, z. B. für Ruderanlagen, sind aber in neuerer Zeit wieder aufgenommen, z. B. erhält das bei Blohm & Voß im Bau befindliche Oelmaschinenschiff eine rein elektrische Ruderanlage.

Rein hydraulischer Betrieb würde sich vor allem für die Ruderanlage vortrefflich eignen, da hier große Kräfte und kleine Wege vorkommen. Trotzdem wird dieser Antrieb hier kaum ausgeführt, hauptsächlich aus dem Grunde, weil dann eigens für die Ruderbewegung eine Anlage zur Herstellung und Aufspeicherung des Druckwassers eingebaut werden müßte. Druckluft findet auf Schiffen mit Oelmaschinenantrieb zur Bewegung der Rudermaschine und eventl. auch der Ladewinden Verwendung.

Für Hilfsmaschinen, welche viel manövrieren müssen und stark veränderliche Leistung haben, wie z. B. für Rudermaschinen, Ankerlichtmaschinen, Ladewinden usw. eignet sich nach wie vor die

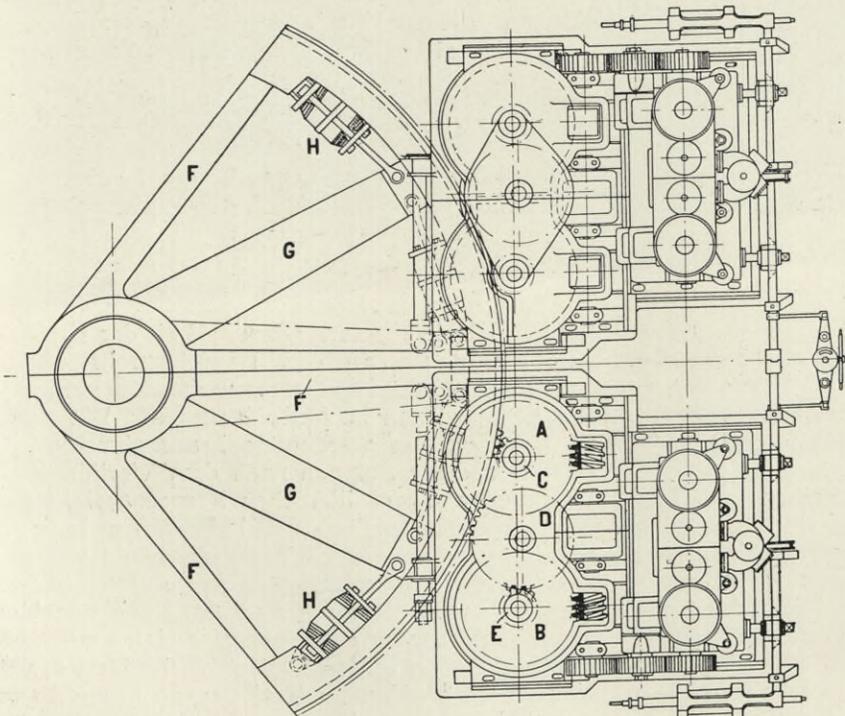
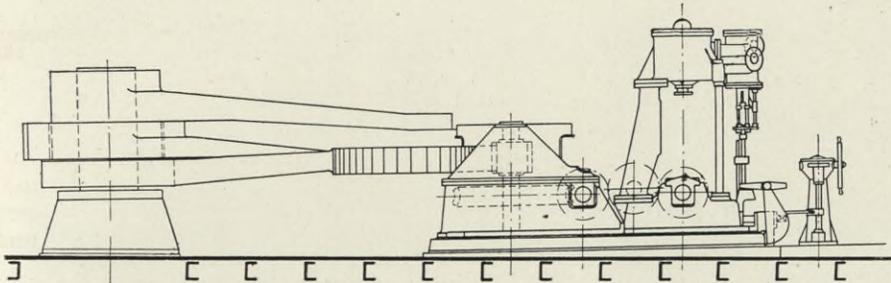


Abb. 57

Dampfmaschine am besten; vorteilhaft ist auch hier ihre Eigenschaft, daß sie einen ziemlich rohen Betrieb durch ungeübte Hände, wie z. B. beim Laden und Löschen, am besten von allen Kraftmaschinen verträgt. Größere Hilfsmaschinen werden der Dampfersparnis wegen stets als Verbundmaschinen ausgeführt. Bei allen Hilfsmaschinen, welche von selbst anspringen müssen, wie z. B. Rudermaschinen, Bugspillmaschinen und dergl. ist dies natürlich nicht möglich; diese Maschinen müssen vielmehr als Zwillingmaschinen mit zwei Zylindern und Kurbeln unter 90° gebaut werden. Im folgenden soll zunächst kurz auf die Hilfsma-

diese durch Dampf, bei Oelmaschinen durch Preßluft angetrieben. Das gleiche gilt von den Drehmaschinen, welche die Hauptmaschine bei Reparaturen im Hafen auf jede gewünschte Stellung bringen können. Teilweise hat hierfür auch schon der Elektromotor Verwendung gefunden.

Zur Beschaffung des Kühlwassers für die Kondensatoren dienen heutzutage fast stets Zentrifugalpumpen mit Dampfmaschinenantrieb. Nur kleinere Frachtdampfer erhalten aus Gründen der Einfachheit und Billigkeit noch Kolbenpumpen, welche von der Hauptmaschine durch Schwinghebel angetrieben werden. Die Zentrifugalpumpen

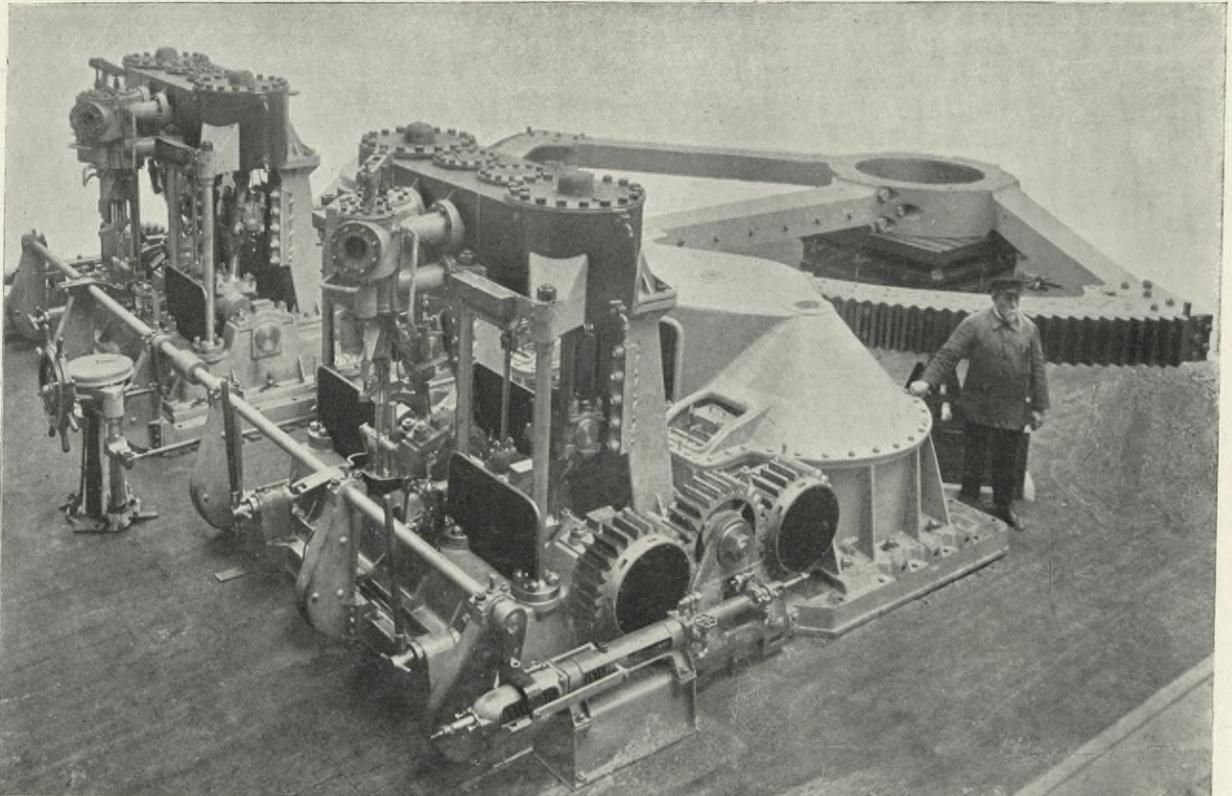


Abb. 58

schinen für Maschinenbetrieb eingegangen werden. Im allgemeinen herrscht hier noch die Dampfmaschine vor. Insbesondere die Kriegsmarine hat hier aber das Bestreben, bei den Hilfsmaschinen, ebenso wie sie es bei den Hauptmaschinen getan hat, wegen der geringeren Abnutzung, einfacheren Bedienung und aus Gründen der Einheitlichkeit zu rotierendem Antrieb überzugehen. So werden z. B. die Kesselraumventilationsmaschinen auf neueren Kriegsschiffen durch Dampfturbinen angetrieben. Abb. 52 zeigt einen solchen Sirocco-Ventilator für den Kesselraum eines neueren Linienschiffes.

Größere Kolbenmaschinen erhalten zum schnellen und leichten Umsteuern stets Umsteuerungsmaschinen; bei Dampfmaschinen werden

dienen gleichzeitig zum Lenzen; bei der Kriegsmarine sind sie an das Hauptlenzrohr angeschlossen, bei der Handelsmarine saugen sie meist aus dem Brunnen im Maschinenraum. Die zahlreichen Pumpen werden fast ausnahmslos als schwungradlose Pumpen nach dem Worthington-, Weir- oder einem ähnlichen Pumpensystem gebaut. Nur als Speise- und Luftpumpen hat die Kriegsmarine neuerdings auch rotierende Pumpen versucht. Luftpumpen werden auf größeren Schiffen meist nicht mehr an die Hauptmaschine angehängt, sondern als getrennt stehende, auf- und abgehende Pumpen ausgeführt. Man erzielt hierdurch verschiedene Vorteile; so braucht man z. B. beim Stoppen für den Abdampf der Hilfsmaschinen nicht erst wie früher eine HilfsLuftpumpe

in Tätigkeit zu setzen, ferner läuft die Luftpumpe mit einer geringeren Hubzahl, als wenn sie angehängt ist, neigt also weniger zu Havarien, und schließlich kann man vor dem Angehen der Hauptmaschine bereits im Kondensator Vakuum herstellen und hierdurch die Hauptmaschine leichter zum Anspringen bringen. Unangenehm macht sich bei getrennt stehenden Luftpumpen allerdings der

engen Wasserrohren viel gefährlicher sind. Auf Handelsschiffen wird daher das Speisewasser nur einmal gereinigt, auf Kriegsschiffen mit Kolbenmaschinen dagegen zweimal, und zwar einmal in der Saugleitung und einmal in der Druckleitung. In die Saugleitung sind die sogenannten Warmwasserkasten eingeschaltet, in welchen das Wasser durch Koks- und Schwammfilter gereinigt und zu-

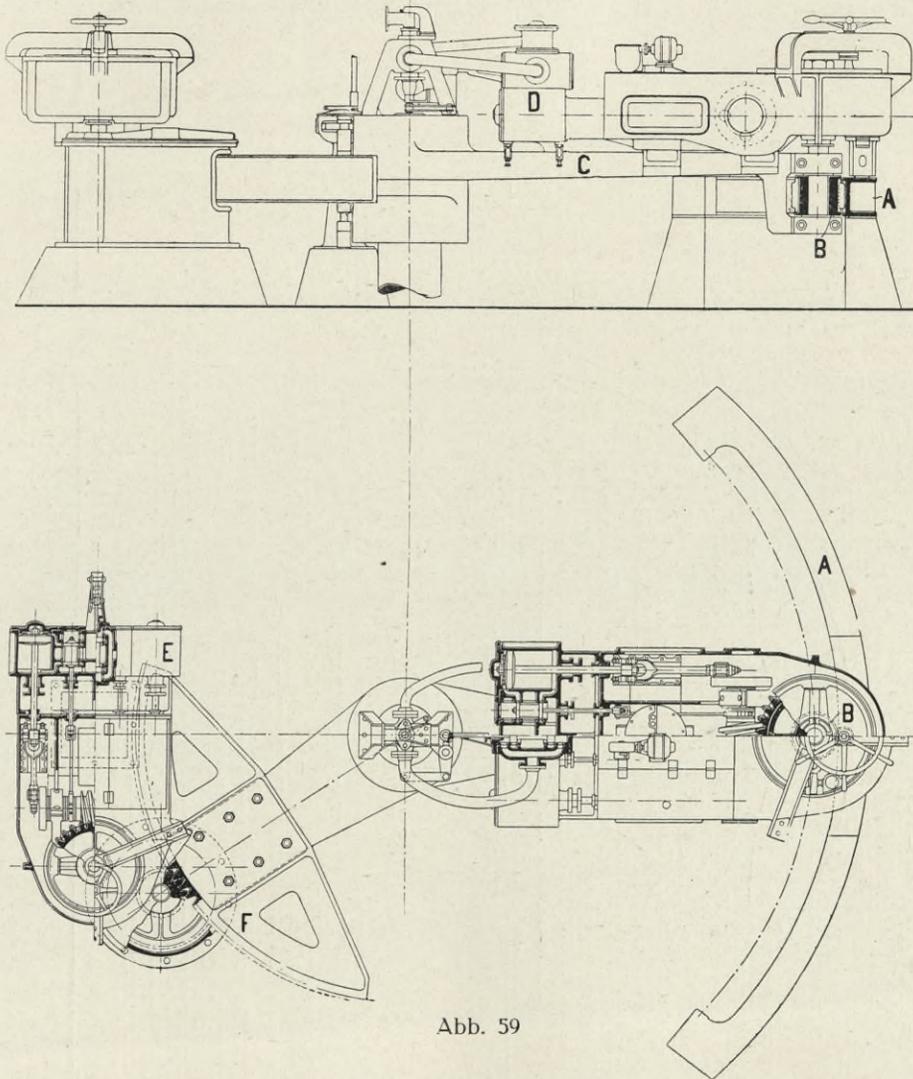


Abb. 59

große Raum- und Gewichtsbedarf sowie der höhere Dampfverbrauch geltend.

Zur Beförderung der Asche aus den Schiffen haben sich fast allgemein Aschejektoren eingeführt, welche die Asche mittels Druckwasser über Bord spülen. Besondere Bedeutung haben auch die Apparate zur Reinigung und Vorwärmung des Speisewassers und Erzeugung von Frischwasser erlangt. Bei Zylinderkesseln ist eine Reinigung des Speisewassers, insbesondere eine Entfernung des darin enthaltenen Oeles natürlich auch vorteilhaft, aber doch nicht so notwendig wie bei Wasserrohrkesseln, da hier ölige Niederschläge in den

gleich durch den Abdampf der Hilfsmaschinen etwas vorgewärmt wird, meist aber nur soweit, daß es ziemlich entlüftet wird. In die Druckleitung dicht vor dem Kessel werden dann Reiniger eingeschaltet, in welchen das Speisewasser durch verschiedene Lagen Filtertücher hindurchgepreßt wird. Auf Kriegsschiffen mit Turbinenantrieb wird das Speisewasser jedoch nur einmal gereinigt, da in die vom Dampf bestrichenen Arbeitsräume der Turbinen überhaupt kein Öl hineinkommen kann.

Besondere Beachtung wird neuerdings auch der Speisewasservorwärmung geschenkt. Früher ließ man den Abdampf der Hilfsmaschinen meist

direkt in den Kondensator gehen, jetzt nutzt man seinen Wärmehalt noch dadurch aus, daß man ihn zur Vorwärmung des Kesselspeisewassers verwendet. Einmal ergibt diese Vorwärmung also eine Kohlenersparnis, dann wird das Speisewasser dabei aber auch entlüftet, ehe es in die Kessel gelangt, und schließlich werden die Kessel auch noch

kann. Außerdem läßt sich aber auch das Wasser in der Druckleitung leicht über 100° erwärmen, während dies in der Saugleitung unmöglich ist.

Abb. 53 zeigt einen der von den Atlaswerken in Bremen für den „Imperator“ gelieferten Vorwärmer, welcher ebenfalls in die Druckleitung eingeschaltet ist. Es sind zwei Vorwärmer von je

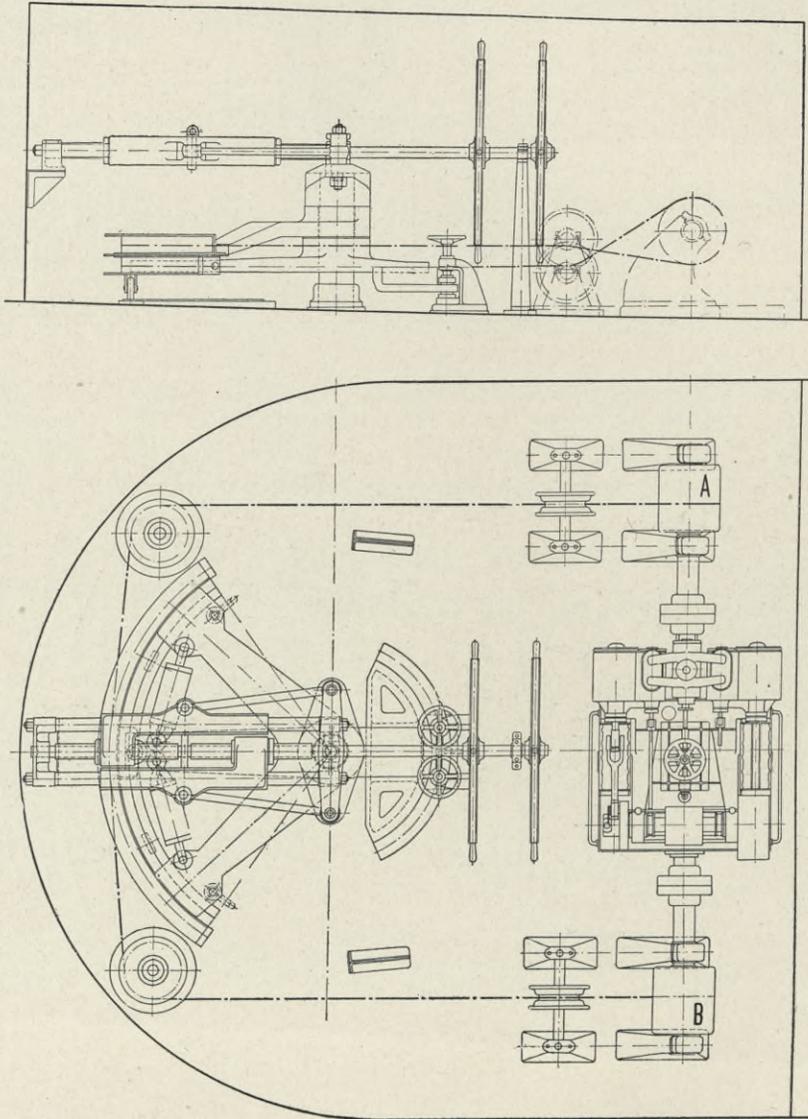


Abb. 60

dadurch geschont, daß nicht kaltes, sondern stark vorgewärmtes Wasser als Speisewasser zugeführt wird. Außer der oben genannten geringen Vorwärmung in den Warmwasserkasten verwendet die Marine seit einer Reihe von Jahren noch besondere Vorwärmer in der Druckleitung. Letztere sind deshalb vorteilhaft, weil die Wärme hier erst im letzten Augenblick zugeführt wird und nicht, wie beim Warmwasserkasten, weit vom Kessel entfernt, wobei sie zum Teil wieder in den langen Speiseleitungen durch Strahlung verloren gehen

110 qm Heizfläche vorhanden. Das Wasser tritt oben bei G ein, geht dann in der zugehörigen Hälfte des Apparates durch die einzelnen Rohrelemente nach unten, geht vom Boden aus in der anderen Hälfte des Apparates durch die dort liegenden Rohrelemente nach oben und tritt bei H wieder aus. Jedes Rohrelement (Abb. 54) besteht aus vier schraubenförmig ineinander gedrehten Kupferrohren von 20 mm innerem und 25 mm äußerem Durchmesser. Jedes Element läßt sich leicht bearbeiten, einsetzen und herausnehmen. Die vielen

kleinen, jedesmal in die Richtung des Wasserstromes gelegten Rippen dienen dazu, die obere und untere Wand des Deckels bzw. Bodens miteinander zu versteifen, da das Speisewasser in dem Deckel und Boden ebenso wie in den Rohren unter Druck steht. Um die Rohrelemente herum steht der Abdampf der Hilfsmaschinen, der zum Vorwärmen benutzt wird. Durch diese sowohl in der Kriegsmarine wie auch auf allen größeren Schiffen der Handelsmarine neuerdings weit getriebene Speisewasservorwärmung wird die Wirtschaftlichkeit einer Maschinenanlage stark erhöht.

Da durch Ausblasen, Leckagen usw. immer etwas Dampf bzw. Kondenswasser verloren geht, muß dem im Arbeitskreislauf befindlichen Speisewasser stets etwas frisches Wasser zugesetzt werden. Auch für Trink- und Waschzwecke wird an Bord viel Süß-

wasser gebraucht. Da es auf Kriegsschiffen überhaupt nicht, auf Handelsschiffen oft nicht in genügendem Maße möglich ist, so viel Süßwasser mitzunehmen, erhalten Kriegsschiffe und größere Handelsschiffe stets Frischwassererzeuger. Abbildung 55 zeigt einen solchen von der Firma C. Aug. Schmidt Söhne in Ham-

burg gelieferten Apparat für ein Kriegsschiff. Durch eine kleine Pumpe wird in den in der Abbildung gerade geöffneten Hohlraum des Apparates Seewasser gepumpt. In die Rohrschlange wird als Heizdampf entweder Frischdampf oder der Abdampf der Hilfsmaschinen geschickt. Der aus dem Seewasser entstehende Dampf wird, falls er Wasch- oder Trinkwasser bilden soll, in besonderen Destillierkondensatoren niedergeschlagen, sonst aber noch zur Vorwärmung des Speisewassers verwendet. Die Salzlauge im Apparat muß natürlich öfter ausgeblasen werden, da sie sonst allmählich immer konzentrierter werden würde. Diese Apparate arbeiten mit einem sehr hohen Nutzeffekt, da bei Verwendung des erzeugten Dampfes zur Vorwärmung nur durch Strahlung und durch Ausblasen Verluste eintreten können.

Die für den Schiffsbetrieb wichtigsten Hilfsmaschinen dürften die Rudermaschinen sein. Während sich sonst bei Hilfsmaschinen ein bestimmter, meist für Kriegs- und Handelsschiffe im Prinzip gleicher Typ herausgebildet hat, gibt es

hier eine große Anzahl ganz verschiedener Anlagen. Auf allen neueren Kriegsschiffen treibt (Abb. 56) eine Dampfmaschine A durch Schnecke und Schneckenrad eine mit mehrfachem Rechts- und Linksgewinde versehene Spindel. Sobald diese nach der einen oder anderen Richtung gedreht wird, entfernen sich die beiden auf ihr sitzenden Muffern B und C voneinander oder nähern sich. Je nachdem erhält die eine Lenkstange Zug und die andere Druck, so daß das Ruderjoch und mit ihm das Ruder nach der einen oder anderen Seite gedreht wird. Als Reserve ist natürlich noch eine zweite Dampfmaschine vorgesehen, welche ebenfalls auf die Spindel arbeiten kann. Im äußersten Notfall kann diese Spindel sogar durch Menschenkraft mittels mehrerer großer Handräder bewegt werden. Abb. 57 und 58 zeigen die von den

Atlaswerken in Bremen gelieferte Ruderanlage für die drei „Imperatoren“. Eine der beiden

Dampfmaschinen — die zweite dient als Reserve — dreht durch die beiden links- bzw. rechtsgängigen Schnecken die

Schneckenräder A und B. Auf der Welle des Schneckenrades A sitzt das Stirnrad C, welches direkt in den Zahn-

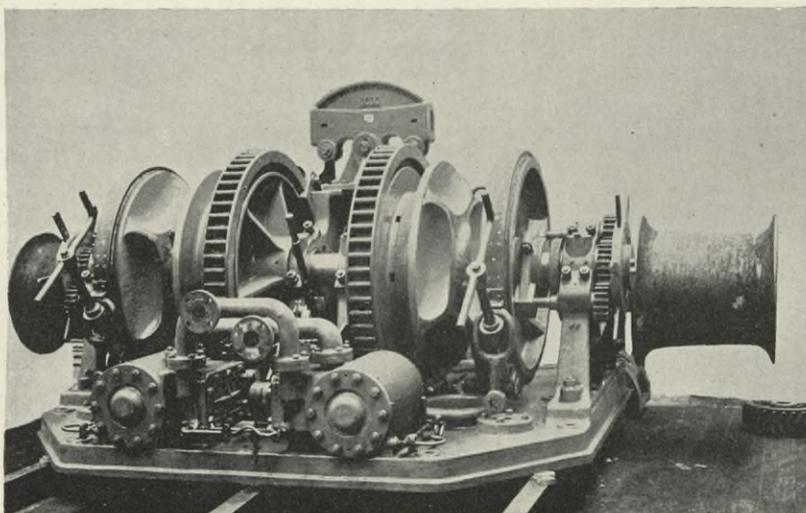


Abb. 61

kranz des großen Quadranten eingreift. Der Radius dieses Quadranten beträgt 4500 mm, was einen ungefähren Begriff von der Größe der Anlage gibt. Das andere Rad D, welches gleichfalls in den Zahnkranz des Quadranten eingreift, wird von dem Schneckenrad B durch Vermittlung des Rades E angetrieben. Durch die der Firma geschützte Anordnung zweier gleichzeitig arbeitender verschiedengängiger Schnecken wird einmal der achsiale Schub der Schnecken direkt aufgehoben und außerdem erreicht, daß mehr Zähne in den Zahnkranz zum Eingriff kommen, da hier zwei Stirnräder statt eines auf diesen Zahnkranz wirken. Der Zahndruck am Umfange des Quadranten beträgt bei hart gelegtem Ruder (35°) 50 Tonnen. Die Zähne des Zahnkranzes werden durch schmiedeeiserne, aufgeschraubte Segmente gebildet. Wie üblich, wirkt der Quadrant nicht direkt auf das Ruder, da sonst jeder Wellenschlag gegen das Ruder in die Maschinenanlage kommen würde. Der Quadrant mit seinen drei Armen F sitzt vielmehr lose auf der Ruderspindel; fest auf letzterer sitzt die zweiarmlige Pinne G.

Letztere ist erst durch Schraubenfedern H mit dem Quadranten F verbunden, so daß Schläge auf das Ruder nur durch diese Federn gemildert in die Maschinenanlage kommen können.

Der Norddeutsche Lloyd bevorzugt auf seinen Schiffen die Brownsche Ruderanlage. Abb. 59 zeigt eine solche in der Ausführung der Atlaswerke. Auf dem Deck ist ein Zahnkranz A fest-

eine auf Deck befestigte Dampfmaschine E, welche mittels Schneckenbetrieb und Stirnrädern ein auf der Ruderspindel befestigtes Segment F dreht. Für gewöhnlich ist hier eine Kupplung gelöst, so daß das letztgenannte Zahngetriebe bei Benutzung der Hauptvorrichtung leer läuft. Der Vorteil der Brownschen Ruderanlage ist der, daß Ketten, wie sie z. B. bei der nachstehend beschriebenen Ruder-

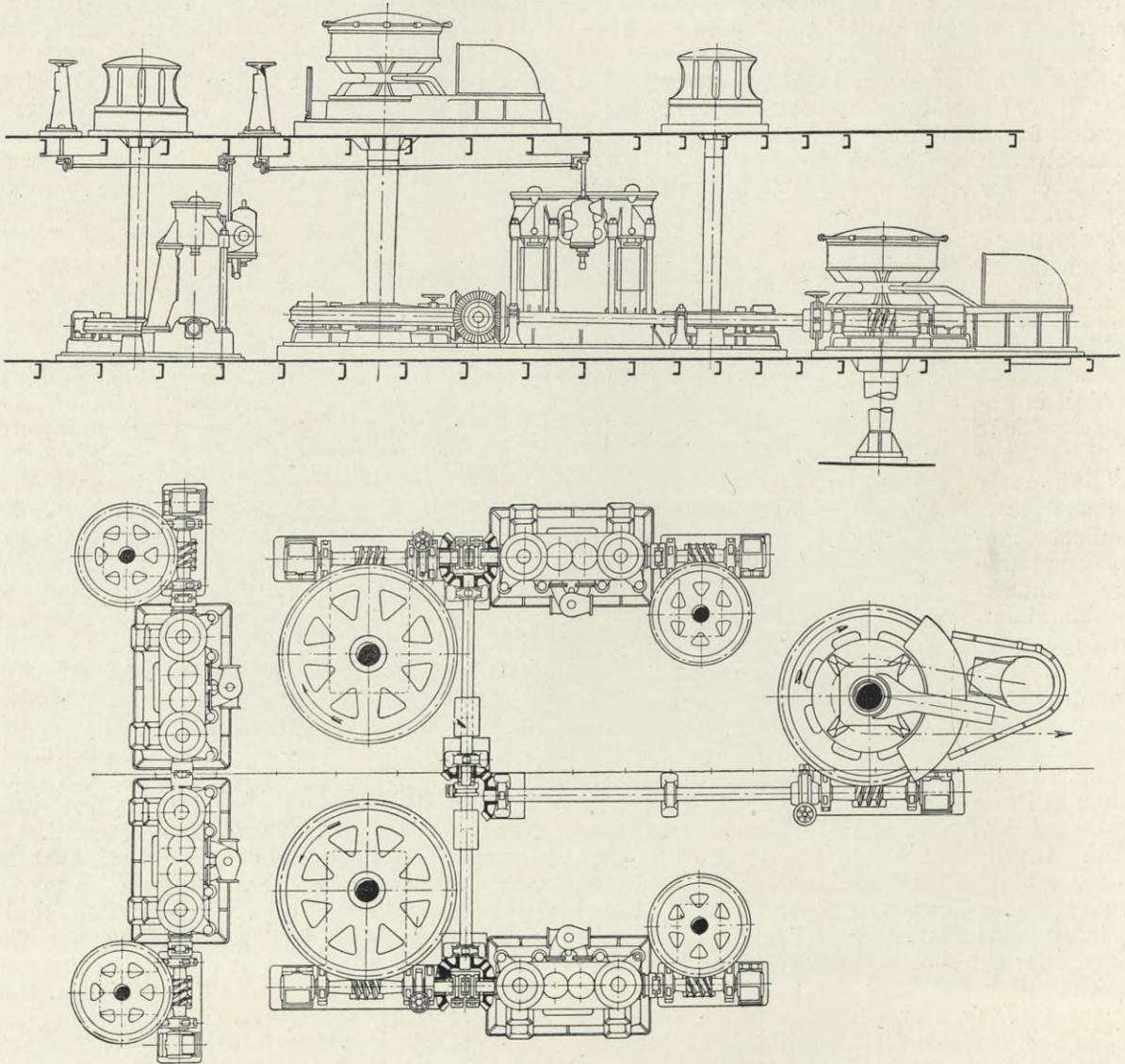


Abb. 62

geschraubt; in diesen greift ein Zahnrad B ein, das durch eine auf der Pinne C sitzende Dampfmaschine D gedreht werden kann. Wenn die Maschine arbeitet, rollt daher das Rad B auf dem feststehenden Zahnkranz A ab und dreht dabei die Pinne C samt der darauf sitzenden Dampfmaschine um einen bestimmten Winkel. Die Dampfzu- und -abführung zur Maschine muß natürlich, wie gezeichnet, zentral im Drehpunkt der Ruderpinne durch Stopfbuchsen geschehen. Als Reserve dient

anlange vorhanden sind, fortfallen, ebenso Lenkstangen, welche eventl. gleichfalls zu Havarien Veranlassung geben könnten, und daß die Anlage sehr flach ist, sich also bei Schiffen, welche als Hilfskreuzer dienen sollen, leicht unter der Wasserlinie unterbringen läßt.

Eine auf großen Schiffen, z. B. der Hamburg-Amerika Linie und der Dampfschiffahrtsgesellschaft „Hansa“ vielfach verwendete Ruderanlage zeigt Abb. 60 ebenfalls in der Ausführung der

Atlaswerke. Die Dampfmaschine treibt hier mittels Schnecke und Schneckenrad die beiden Trommeln A und B gleichzeitig nach einer Richtung. Da um diese, wie der obere Teil der Abbildung zeigt, die eine Kette rechts herum und die andere Kette links herum gewickelt ist, so wird beim Drehen beider Trommeln in derselben Richtung eine Kette aufgewickelt und die andere nachgelassen. Der Quadrant und das Ruder werden somit nach der einen oder anderen Schiffseite gedreht. Als Notsteuerung ist hier der schon be-

Abb. 61 dargestellten Bauart. Die Welle mit den beiden Kettennüssen und Seiltrommeln kann durch ein Vorgelege mittels der liegenden Dampfmaschine und eventl. auch durch das oben sichtbare Querhaupt mittels eingesetzter Spaken von Hand gedreht werden. Für kleinere und mittlere Anlagen, etwa bis zu 75 mm Kettenstärke, stellt diese Ausführung der liegenden Spille die einfachste und billigste Lösung dar. Bei stärkeren Ketten, also größeren zu übertragenden Kräften, wird bei liegenden Spillen die Beanspruchung des

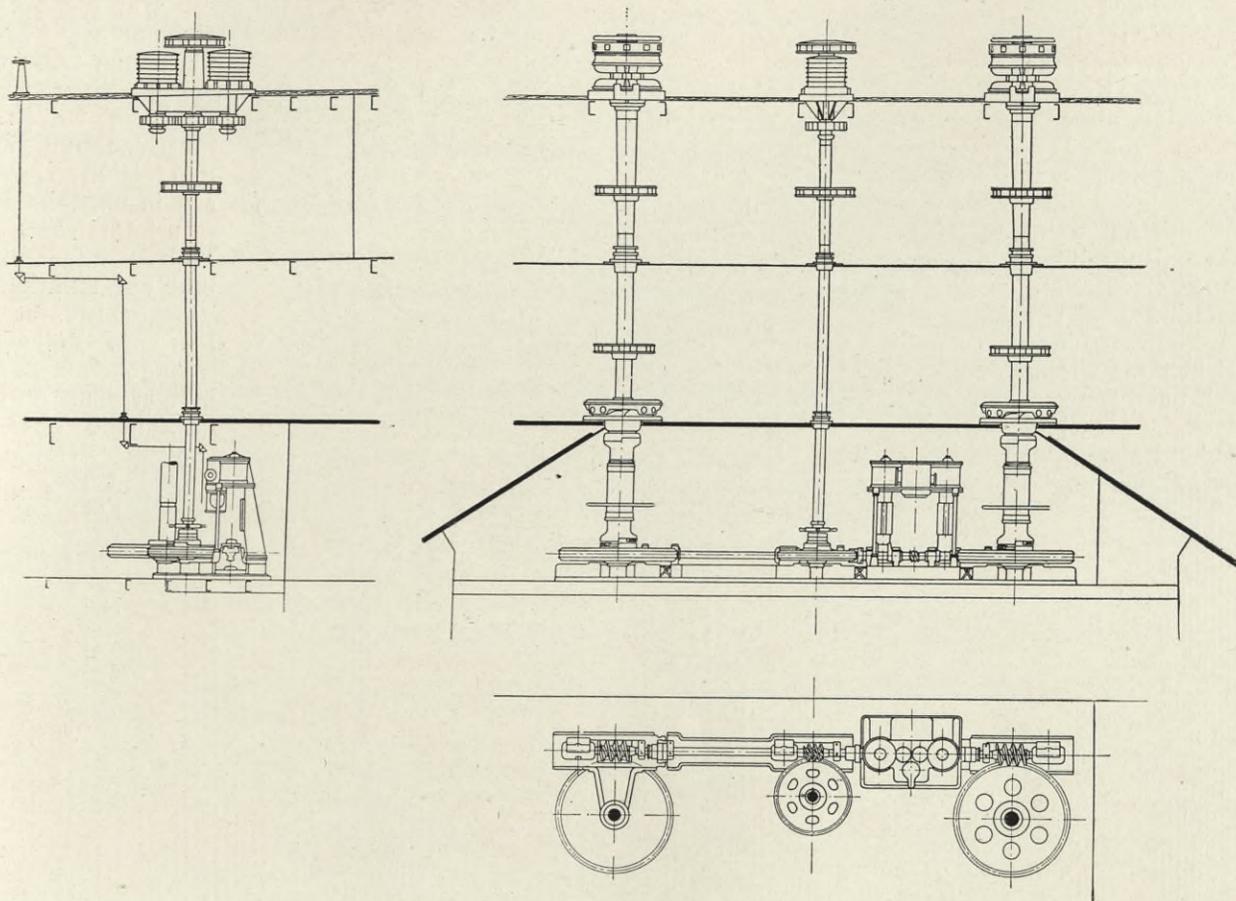


Abb. 63

sprochene Schraubenapparat mit Handrädern vorgesehen. Auf mittleren und kleinen Schiffen liegt die Rudermaschine meist der einfachen Bedienung wegen im Maschinenraum und überträgt ihre Wirkung auf den Ruderquadranten durch Ketten, welche dann eventl. durch das halbe Schiff gehen. Bei den großen Kräften, welche auf größeren Schiffen zu übertragen sind, wird diese Kettenführung zu umständlich und geräuschvoll. Es wird dann die Maschine, wie bei allen oben genannten Anlagen, direkt in der Nähe des Ruders aufgestellt, wodurch natürlich ihre Bedienung etwas erschwert wird.

Als Bugspillanlage dient bei kleineren Handelsschiffen ein liegendes Spill etwa nach der in

Decks durch den Kettenzug zu groß; es ist dann empfehlenswerter, diesen durch Spillköpfe mit stehenden Wellen auf mehrere Decks zu übertragen. Diese Anordnung bietet auch den Vorteil, daß die Ketten besser gefaßt werden, denn bei stehenden Spillen umfaßt die Kette etwa den halben Umfang der Kettennuß, bei liegenden, bei denen die Kette annähernd wagerecht ankommt und senkrecht nach unten in den Kettenkasten geht, dagegen nur etwa den vierten Teil des Umfanges der Kettennuß.

Abb. 62 stellt die von den Atlaswerken gebaute Spillanlage der „Imperatoren“ dar. Das vorderste Spill ist für eine Kette von 102 mm Durchmesser, die beiden anderen Kettenspille für Ketten

von 95 mm Durchmesser bestimmt. Außer diesen drei Kettennüssen sind noch vier Verholspille von je 40 t Zugkraft vorgesehen. Als Antriebsmaschinen dienen vier gleich große Dampfmaschinen. Durch Kegelräder und Reibungskupplungen können die beiden vordersten Maschinen so geschaltet werden, daß jede auf eine der drei Kettennüsse oder jedes der beiden vordersten Verholspille arbeiten kann. Für die Heckspillanlage sind drei Dampfmaschinen von derselben Größe vorgesehen, so daß Reserveteile nur in geringem Umfange notwendig sind.

Aus den oben genannten Gründen verwendet die deutsche Kriegsmarine, abgesehen von Torpedobooten, nur stehende Spille. Abbild. 63 zeigt die Bugspillanlage eines Panzerschiffs. Die

Dampfmaschine ist hier als vitaler Teil unter Panzerdeck aufgestellt und kann auf beide Ankerspille

und das Verholspill arbeiten. Im Notfall können die Spille durch die auf den senkrechten Wellen angeordneten Spakenkränze von Hand betrieben werden.

Abb. 64 stellt die auf Handelsschiffen allgemein übliche Dampfpladewinde dar. Je nach der Schaltung kann diese mit einem oder beiden Vorgelegen arbeiten. Vereinzelt finden sich auch Ladekräne. Die Bootswinden und Kranschwenkwerke werden auf unseren Kriegsschiffen neuerdings nicht mehr mit Dampf, sondern elektrisch betrieben.

Wie die vorstehenden Ausführungen zeigen, hat sich der deutsche Schiffsmaschinenbau in den letzten 25 Jahren in ungeahnter erfolgreicher Weise entwickelt und auf manchen Gebieten eine führende Stellung eingenommen. Mögen ihm auch in Zukunft ebensolche Erfolge beschieden sein!

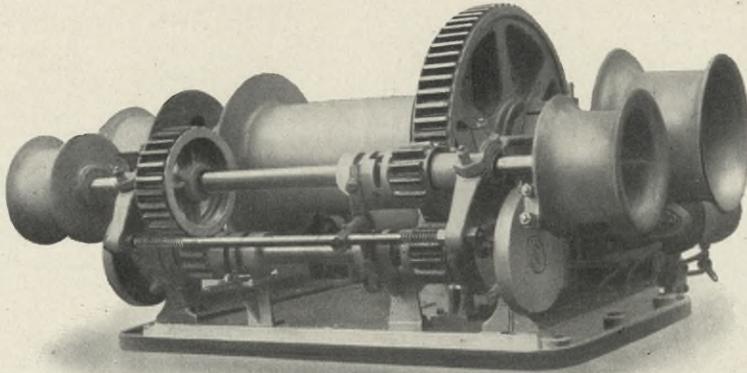
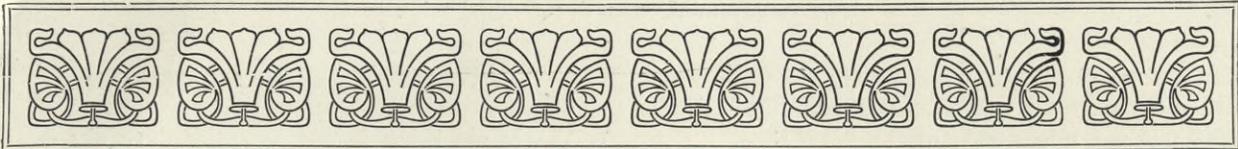


Abb. 64



Verbilligung der Schiffsbauten durch Vereinfachung, Verbesserung und Beschleunigung des Arbeitsvorganges

Von Professor Otto Lienau - Danzig

Mit 52 Abbildungen

Wie auf allen Gebieten der Industrie, so ist auch im Schiffbau, soweit er nicht von staatlicher Seite betrieben wird, letzten Endes die wirtschaftliche Seite stets die Hauptfrage, um welche sich auch alle technischen Probleme drehen. Am deutlichsten läßt sich dies beim Bau von Handelsschiffen erkennen, bei welchen die Baukosten, d. h. das Anlagekapital mit seiner Verzinsung die Hauptgrundlage für eine Rentabilität der Schifffahrt bilden. Im Kriegsschiffbau spielt, im Gegensatz hierzu, die Kostenfrage keine so entscheidende Rolle. Hier gehen häufig technische Fragen den Kostenfragen vor.

Eine Verbilligung der Schiffsbauten wird daher hauptsächlich das Ziel derjenigen Schiffswerften sein, welche Handelsschiffe bauen, und es sollen daher im folgenden auch nur solche Arbeitsmethoden beleuchtet werden, welche in erster Linie im Handelsschiffbau angewendet werden und zu einer Verbilligung der Bauten in den letzten Jahren beigetragen haben. Gleichzeitig sind eine Reihe von Vorschlägen und Versuchen zu erwähnen, welche weitere Erfolge in dieser Richtung von der Zukunft erwarten lassen. Jedoch soll die Herstellung der Schiffsmaschinen in den vorliegenden Abschnitt, der sich im wesentlichen auf den Bau des eisernen Schiffskörpers beschränkt, nicht einbezogen werden.

Um sich ein Bild davon machen zu können, inwieweit überhaupt die Herstellungskosten beim Bau eines Schiffes beeinflußt werden können durch Vereinfachung und Beschleunigung des Arbeitsprozesses, ist es zweckmäßig, sich die Kostenrechnung für einen normalen Schiffstyp kurz zu vergegenwärtigen. Es möge ein normaler größerer Frachtdampfer gewählt werden, wie er gerade im Laufe der letzten Jahre in einer großen Anzahl von Exemplaren in Deutschland hergestellt worden ist. Die nebenstehende Tabelle gibt über die Abmessungen und über die Kosten Auskunft.

Zusammenstellung der Kosten für den Schiffskörper (einschl. Ausrüstung) eines Frachtdampfers von 125 m Länge (ohne Maschinenanlage)

Abmessungen des Schiffes:

Länge = 128 m, Breite = 16,8 m Seithöhe = 9,5 m

Selbstkosten:

für Material	etwa	695 000 M
Löhne und Schablonen	„	264 000 „
Generalunkosten (60 % der Löhne)	„	158 000 „
Schiffskörper insgesamt	etwa	1 117 000 M

Die Kosten der Maschinenanlage würden sich auf rund 430 000 M bei 2600 PS. belaufen, so daß der Kaufpreis des ganzen Schiffes bei 10 % Verdienst etwa 1 700 000 M betragen würde.

Die Herstellungskosten setzen sich zusammen aus den Materialkosten, den Lohnkosten und den Generalunkosten. Da die Generalunkosten annähernd in gleichem Maße mit den Löhnen wachsen, so wird mit der Veränderung der Lohnkosten auch eine Veränderung der Generalunkosten Hand in Hand gehen. Es werden daher in unserer Betrachtung in erster Linie die Löhne, in zweiter die Generalunkosten für die Verbilligung der Schiffsbauten in Betracht kommen. Die Materialkosten können dagegen durch den Arbeitsprozeß nicht beeinflußt werden.

Auf eine Herabsetzung der Löhne wirkt die Vereinfachung und Beschleunigung des Arbeitsprozesses, auf die Verminderung der Generalunkosten wirken alle Zeitersparnisse, alle Verbesserungen der Kraftübertragung und des Transportes, sowie Veränderungen in den gesamten Betriebsanlagen, soweit sie die Anlagekosten beeinflussen.

Von den oben genannten Löhnen entfällt nun der weitaus größte Teil auf die Herstellung des eisernen Schiffskörpers selbst, ein geringer Teil auf die Ausrüstung, weshalb hier vorwiegend über

den ersteren berichtet werden soll. Die Verteilung auf die einzelnen Gruppen der Schiffbauarbeiter geht aus der folgenden Tabelle hervor:

Verteilung der reinen Löhne auf die Werkstätten:	
Schiffbauer (Anzeichnen und Aufbau) rund	55 500 M = 30 v. H.
Kalte Eisenbearbeitung	27 500 „ = 15 „
Winkelschmiede	9 000 „ = 5 „
Nieler	70 500 „ = 38 „
Stemmer	13 500 „ = 7 „
Bohrer	9 000 „ = 5 „
Insgesamt 185 000 M	

Die Hauptposten der Löhne, d. h. der eigentlichen Bearbeitung liegen demnach bei den Schiffbauern, im Zurichten, Anzeichnen und Aufbauen des Materials, in der kalten Eisenarbeit (Schuppenarbeit) und in der Nietarbeit. Auf die Ausrüstung entfallen an Löhnen nach obigem 264 000 — 185 000 = 79 000 M. Dies sind die Werte für reine Frachtdampfer.

Bei großen Passagierdampfern mit umfangreicher Einrichtung treten jedoch die Kosten für Ausrüstung und Einrichtung in viel höherem Maße in den Vordergrund, so daß bei diesen Arten von Schiffen auch eine Verbilligung durch Beeinflussung der Arbeitsprozesse für die Ausrüstung und Einrichtung erreicht werden kann.

Die größte Zahl der in letzter Zeit gebauten Schiffe sind jedoch reine Frachtdampfer oder fast reine Frachtdampfer mit geringer Passagiereinrichtung, soweit der Raum reicht und die Einrichtungen für den Frachtverkehr dadurch nicht beeinträchtigt werden. Die Schiffe gleichen daher in Bau und Herstellung des eisernen Schiffkörpers völlig den reinen Frachtdampfer Typen.

Die Zahl dieser beiden fast gleichen Schiffarten, die in den Jahren 1911 bis 1912 auf deutschen Schiffswerften gebaut wurden und deren große Masse für den Seeverkehr zwischen einer Länge von 50 bis 150 m schwankt, betrug rund 280 Stück, das sind etwa 90 % der im gleichen Zeitraum in Deutschland gebauten Handelsschiffe über 50 m Länge. Betrachtet man nur diese wenigen Zahlen, so wird man schließen können, daß beim Bau von Handelsschiffen gleiche oder ähnliche Grundsätze anwendbar sind, wie in den großen Fabriken der Landindustrie, wobei naturgemäß den besonderen Anforderungen des Schiffbaues in hohem Maße Rechnung getragen werden muß. Diese Grundsätze haben nun auch seit geraumer Zeit bereits im Schiffbau Eingang gefunden; sie lassen sich etwa folgendermaßen zusammenfassen: Eine Verbilligung im Großbetriebe läßt sich erreichen:

1. Durch Ausbildung von Typen und durch Normalisierung der einzelnen Bauteile zum Zweck der Massenherstellung.
2. Durch größtmögliche Vereinfachung der Bauteile und des Arbeitsvorganges, sowie durch Verbesserung der Arbeitsmethoden.
3. Durch Beschleunigung des Arbeitsprozesses.

I. Verbilligung durch Typenbildung und Normalisierung

Wie ein Blick in die Verzeichnisse der deutschen Handelsflotte zeigt, hat fast jede Reederei ihre eigenen Typen von Schiffen ausgebildet und lehnt sich, bei Neubauten, soweit es zugänglich ist, an die vorhandenen Schiffe an. Diese Typenbildung hat in den letzten Jahren wesentlich zugenommen, ein Beweis, daß man wirtschaftliche Vorteile von dieser Beschränkung erhofft. Auch die Werften haben anscheinend auf die Ausbildung und die Auswahl von Typschiffen hingearbeitet. Die Aufnahme von Arbeitsmethoden, die mehr auf Massenherstellung hinzielen, hat sie von selbst zu dieser Bevorzugung einzelner Typen hingeführt. Die nachstehende Tabelle gibt einen Ueberblick, in wie hohem Maße der Typschiffbau sich in den beiden letzten Jahren 1911 und 1912 entwickelt hat.

Entwicklung des Typenbaues im deutschen Handelsschiffbau 1911—1912 für Schiffgrößen von 50—150 m Länge (nach Angaben des Germ. Lloyd)

Abmessungen Länge × Breite × Höhe	Reederei	Zahl gleicher oder sehr ähnlich. Schiffe	Gesamt- zahl des Typs
1. 54,5 × 8,5 × 4 m	D. G. Neptun	6 + 2	zus. 8
2. 78 × 11,5 × 6,5 m	Hugo Stinnes D. G. Argo	4 + 2 2	zus. 8
3. 84 × 12 × 8,5 m	Oldbg. Portug. D. G.	8	zus. 8
4. 87 × 13 × 6,5 m	Rob. Slomann jr.	8	zus. 8
5. 103 × 14,5 × 7 od. 9,5 m	D. Levante-Linie	6	zus. 6
6. 108 × 15 × 8 m	H. A. Linie Woermann-Linie	6 2	zus. 8
7. 110 × 15,5 × 7 od. 10 m	H. A. Linie H. Süd-Am. Linie D. Levante-Linie H. C. Horn R. C. Rickmers H. Br. Afrika Linie	6 3 3 5 1 3	zus. 21
8. 122 × 16 × 9—11,5 m	D. G. Hansa H. A. Linie Roland-Linie Woermann-Linie R. C. Rickmers	3 7 3 2 3	zus. 18
9. 128 × 17 × 9,5 m	D. G. Hansa H. A. Linie Roland-Linie D. Ost-Afrika-Linie	17 2 1 3	zus. 23
10. 133,5 × 17 × 11,5 m	N. D. Lloyd	6	zus. 6
11. 137 × 17,5 × 9 m	D. Austral. D. G.	13	zus. 13
12. 143 × 18 × 10,5—12 m	D. G. Hansa H. A. Linie Roland-Linie H. Süd-Am. Linie N. D. Lloyd D. Austral. D. G. D. G. Kosmos	2 5 4 4 8 2 9	zus. 34
Gesamtzahl der Schiffe			161

Von den 280 schon oben genannten Schiffen von 50 bis 150 m (Frachtdampfer und Fracht- und Passagierdampfer) sind also 161, d. h. fast 60 %, bereits als Typschiffe zu bezeichnen. Besonders augenfällig ist dabei, daß gerade in der Entwicklung neuer Schiffsgößen, wie sie Nr. 10 bis 12 darstellen, der Typenbau von vornherein als wichtiges wirtschaftliches Moment von Einfluß gewesen zu sein scheint; denn gerade diese großen neuen Typen sind sämtlich gleich in der Mehrzahl bis zu 13 Stück eines Typs auf Stapel gelegt worden. Deutlicher läßt sich nicht beweisen, daß auch in Deutschland der Gedanke der Typenentwicklung immer mehr festen Boden gefaßt hat.

Während umstehende Zusammenstellung zeigt, daß die Reedereien auf Grund des vereinfachten Schiffsbetriebes großes Interesse am Typenbau haben, verdeutlicht die folgende Tabelle die Verteilung der Schwesterschiffe auf die vier großen deutschen Werften, die sich hauptsächlich mit dem Bau von Typschiffen befassen.

zwei Exemplaren auf einer Werft gebaut wurden, das sind mehr als $\frac{1}{3}$ der 161 Typschiffe; von den übrigen wurden viele in zwei Exemplaren gebaut, ein Teil sind zwar einzeln bestellt aber Schwesterschiffe von Bauten früherer Jahre oder Typschiffe, die künftig entwickelt werden sollen, so daß auch auf den Werften die gleiche Tendenz wie bei den Reedereien festzustellen ist.

Was nun die Kostenersparnis beim Bau von Schwesterschiffen betrifft, so nimmt sie zunächst mit der Zahl der Schiffe zu, es stellt sich jedoch, wenn man allein die Tatsache gleicher Schiffsgößen betrachtet, ohne daß neben der Typenbildung noch eine energische Durchführung der Normalisierung aller Bauteile eintritt, sehr bald eine Grenze ein, die bei etwa 4 bis 6 Schiffen liegt. Von da an werden irgendwie bedeutende Ersparnisse durch weitere Vergrößerung der Zahl nicht erreicht. Die Ersparnisse betragen immerhin bei vier Schiffen an Materialunkosten etwa $\frac{1}{2}$ %, an Löhnen etwa 3 % und an Generalunkosten etwa

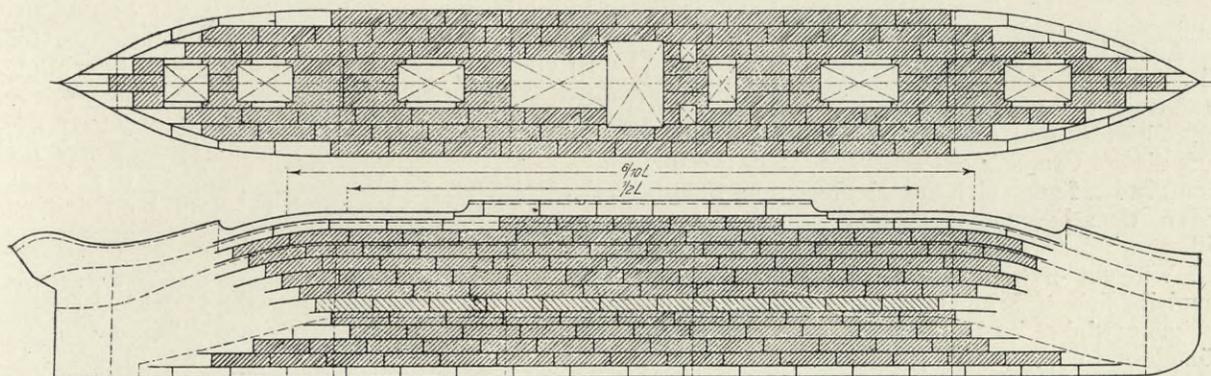


Abb. 1. Normalisierte Beplattung des Zwischendecks und der Außenhaut eines Typ-Frachtdampfers ohne Sprung. Die schraffierten Platten können unmittelbar nach Zeichnung und Schnürbodenmaßen und ohne Zuzug hergestellt werden; sie sind bis auf die Deckstringer von gleicher Breite und 10 Spantenentfernungen lang.

Anzahl gleicher Schiffe, die in den Jahren 1911/1912 gebaut wurden:

Joh. C. Tecklenborg, Geestemünde

- 7 gleiche Schiffe für die Deutsch-Austral. D. G.
- 6 gleiche Schiffe für die Kosmoslinie

A.-G. Weser, Bremen

- 8 gleiche Schiffe für die D. G. Hansa
- 6 gleiche Schiffe für die D. G. Neptun

Bremer Vulkan, Vegesack

- 8 gleiche Schiffe für den Norddeutschen Lloyd
- 3 gleiche Schiffe für die Hamb.-Amerika-Linie

Flensburger Schiffbaugesellschaft

- 3 gleiche Schiffe für die Deutsch-Austral. D. G.
- 6 gleiche Schiffe für die Deutsch-Austral. D. G.
- 4 gleiche Schiffe für die Hamb.-Amerika-Linie
- 3 gleiche Schiffe für die D. G. Kosmos
- 4 gleiche Schiffe für die Reederei Kirsten.

58 Schiffe.

In dieser Tabelle sind nur die Schiffe genannt, welche in den beiden Jahren 1911/1912 in mehr als

20 %, so daß insgesamt eine Kostenersparnis von rund 4 % für den Schiffskörper und von 5 % für Schiff und Maschine bei jedem Schiff herauskommt. Diese Verbilligung tritt auch dann ein, wenn keine besonderen Methoden der Massenherstellung angewendet werden. Legt sich aber eine Werft auf die weitere Durchbildung dieser Methoden, so können weiter erhebliche Ersparnisse gemacht werden. Die Normalisierung der Bauteile ist damit zum wichtigen Gesichtspunkt bei der Typenbildung geworden.

Sie ist eine vorzügliche Grundlage, wenn auch nicht immer Grundbedingung; denn eine Normalisierung läßt sich bis zu einem gewissen Grade auch ohne Typenbildung durchführen. Wesentlich erfolgreicher wird indessen die Normalisierung werden können beim Bau von möglichst vielen genau gleichen Schwesterschiffen.

Da der eiserne Schiffskörper aus Platten, Winkeln und Profilen besteht, welche durch Vernietungen miteinander verbunden werden, so erstreckt sich die Normalisierung in erster Linie auf Platten, Profile und ihre Vernietung.

Normalisieren heißt Gleichmachen möglichst vieler Bauteile.

Vom gesamten Eisenmaterial kann bei der eigenartigen Form des Schiffskörpers naturgemäß nur ein Teil dieser Bedingung genügen, und zwar kommt hauptsächlich das bei großen Frachtdampfern sich über die mittlere halbe Länge des Schiffes erstreckende Mittelschiff in Betracht. Wenn in diesen Teilen das Schiff außerdem ohne Sprung, d. h. mit horizontal verlaufenden Decks gebaut wird, so ist für das Mittelschiff ein von vorn bis hinten laufender konstanter Querschnitt vorhanden. Für solche Schiffe wie sie beispielsweise die Tankdampfer, die Turmdeckschiffe und ähnliche Bauarten darstellen, ist daher die Normalisierung des Platten- und Profilmaterials für einen sehr großen Teil der Eisenteile ausführbar geworden. Die in Abb. 1 dargestellten Bepflattungen des Zwischendecks und der Außenhaut eines Frachtdampfers ohne Sprung lassen erkennen, wie weit in diesem Falle das Plattenmaterial normalisierungsfähig ist. Die schraffierten Platten sind normalisiert.

Auch bei den gewöhnlichen Frachtdampfern mit Sprung läßt sich von dem Plattenmaterial ein, wenn auch nicht so großer Teil, wie oben gezeigt, normalisieren, und es sind bereits einige Schiffe nach diesen Grundsätzen erbaut worden. Die gleichen Platten finden sich am leichtesten im Schiffsboden, dem Doppelboden, den Decks und dem mittleren Teile der Außenhaut. Bei den Profilen und Winkeln erstreckte sich eine Normalisierung hauptsächlich auf kleinere Bauteile, z. B. Befestigungswinkel im Doppelboden, an den Kimmstützplatten usw.

Ist nun ein möglichst großer Teil der Platten und Profile in seinen Größenabmessungen normalisiert, so kann der Arbeitsprozeß wesentlich vereinfacht werden; denn da eine große Anzahl der Teile gleich ist, so brauchen wesentlich weniger Schablonen hergestellt zu werden, und die bereits bearbeiteten Platten können als Schablonen für die übrigen gebraucht werden.

Zu diesem Zwecke muß natürlich die Vernietung, soweit irgend möglich, einfach und überall gleich sein. Die Nietstärken sind daher ebenfalls zu normalisieren, und man hat sich bereits mehrfach auf eine geringere Anzahl von Nietstärken festgelegt als von den Klassifikationsgesellschaften zugelassen werden. Bei einer Differenz der verschiedenen Nietstärken von 4 zu 4 mm ist es möglich geworden, für normale Frachtdampfer mit drei bis vier verschiedenen Nietstärken für die Hauptverbandteile auszukommen, etwa der Hälfte der früher benötigten. Hierdurch konnte man auch die unnötige Vielseitigkeit in den Lochmaschinen, den Bohrmaschinen und Nietgeräten beschränken und mit dieser Vereinfachung Kostenersparnisse erzielen.

Ein Beispiel dafür, wie die Nietstärken gegenüber den Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften normalisiert werden, gibt die folgende Tabelle:

Plattendicke mm	Nietdurchmesser			
	Nach Germ. Lloyd	Nach Engl. Lloyd	Normalisiert Plattendicke mm	Niet- durchmesser
5—6	12	16	5—8	16
6—7	14			
7—9	16			
9—11	18	19	8—14	20
11—13	20			
13—17	22	22,5	14—22	24
17—19	24	25,4		
19—22	26			
22—26	28	28,6	22—29	28
26—29	30			
29—30	32	32	29—30	32

Hand in Hand mit der Normalisierung der Nietstärken ging eine immer mehr durchgeführte Normalisierung der Nietteilungen, die eine wesentliche Vereinfachung und Verbilligung der Schablonenarbeit mit sich brachte. Am weitesten durchgeführt ist dann dieses Prinzip bei der später beschriebenen Vielfachlochmaschine. Wenn sich auch der wirtschaftliche Erfolg solcher normalisierter Bauteile und Nietteilungen zahlenmäßig schwer feststellen läßt, so hat diese Methode der Vereinfachung doch wesentlich mitgewirkt an der Verbilligung der Schiffe.

II. Verbilligung durch Vereinfachung der Bauteile und des Arbeitsvorganges, sowie durch Verbesserung der Arbeitsmethoden

In ganz ähnlicher Weise, wie schon früher in der Maschinenfabrikation, ist man neuerdings auch im Schiffbau an die Lösung dieser beiden Aufgaben herangegangen. Es handelt sich dabei vornehmlich um zwei Vorgänge, die zum Ziele führen können, die Zerlegung oder Zusammenfassung verwickelter Bauteile in einzelne leicht herzustellende und leicht zu verbindende Teile und die Zerlegung oder Zusammenfassung der einzelnen Arbeitsprozesse. Für beides seien einige Beispiele angeführt:

Abb. 2 zeigt die Zerlegung des schweren Spantprofils in zwei Teile, den oberen geraden Teil, der nun nach der Teilung nicht mehr warm bearbeitet zu werden braucht, und den unteren leichten Winkelteil, der in der Winkelschmiede von Hand leicht und wesentlich billiger gebogen werden kann als das schwere Spantprofil.

Abb. 3 gibt eine Zerlegung der Bodenwrange an der gebogenen Stelle wieder, die für die Platte den gleichen Zweck verfolgt, wie die Spantzerlegung beim Profil.

Abb. 4 stellt das Joggeln von Spanten oder sonstigen Winkeln dar, durch das eine große Zahl Unterlagstreifen vermieden und gleichzeitig die Nietung durch Verkürzung der Niellänge verbessert werden kann.

Auch der Ersatz doppelter Befestigungswinkel, durch einfache Winkel (Abb. 5) gehört hierher, da er nicht nur die Nietung vereinfacht — nur zwei Dicken —, sondern auch auf Verringerung des Gewichts und der Akkorde wirkt.

Vorteile sich ergeben haben. Das System ist auch schon bei größeren Frachtdampfern mit Erfolg verwendet.

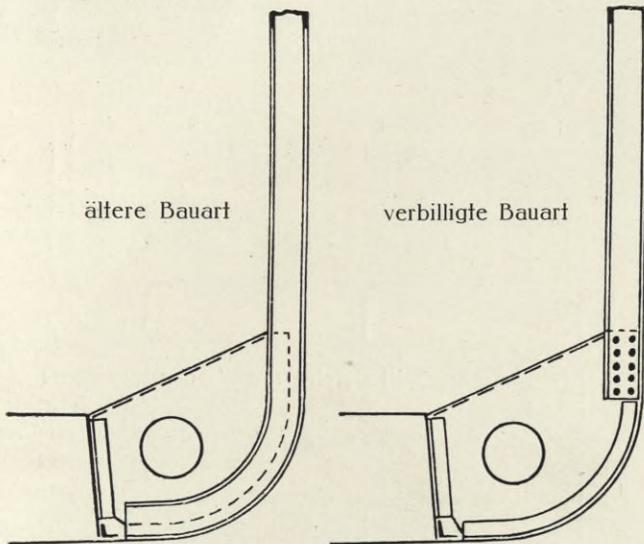


Abb. 2. Ersatz der schweren Spantprofile an gebogenen Stellen durch leichte Befestigungswinkel

Für den Bau des Doppelbodens, der bisher aus einer sehr großen Zahl kleiner Bauteile zusammengesetzt wurde, hat sich das von England herübergenommene, zuerst von der British Corporation angewendete, *Open floor*-System (Abbildung 6) eingeführt, durch welches die Zahl der

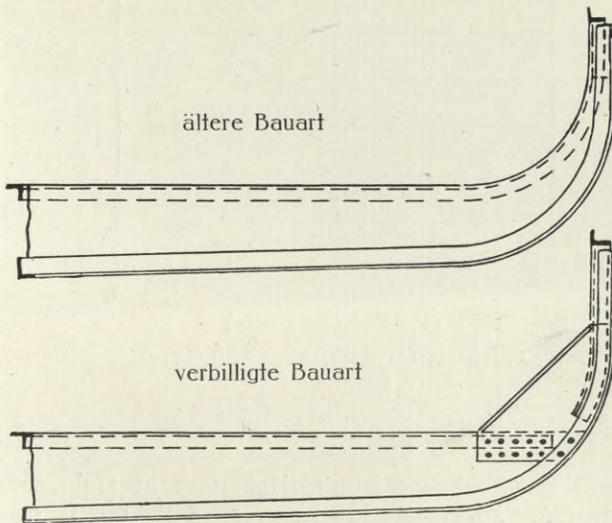
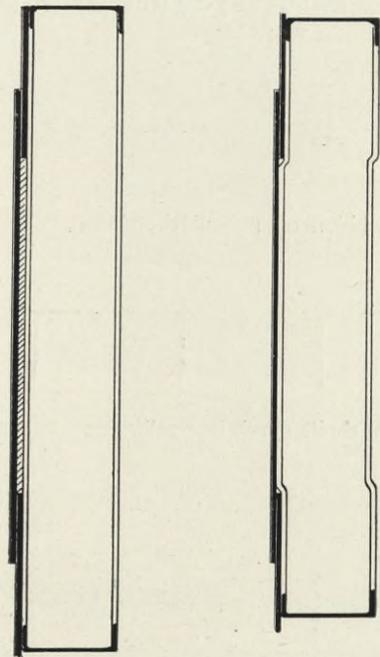


Abb. 3. Ersatz der in der Kimm warm gebogenen Bodenstücke durch mehrteilige

Bauteile vermindert wird. Die Seitenträger laufen nicht mehr wie früher von Spant zu Spant, sondern je nach Bauart, über zwei bis vier Spantenfernungen. Neben dieser Vereinfachung ist auch noch eine geringe Ersparnis an Materialgewicht zu verzeichnen, so daß auch hierdurch wirtschaftliche

alte Bauart neue Bauart

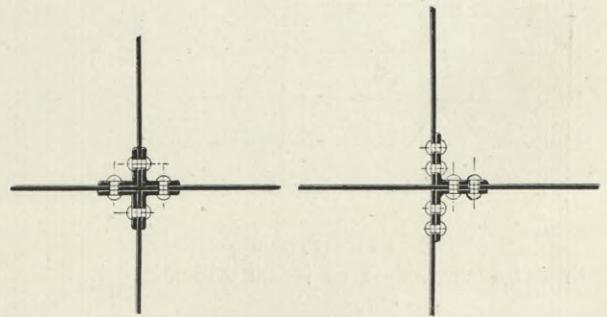


Spantprofil mit Unterlagstreifen

Gejoggeltes Spantprofil

Abb. 4.

Während die Vereinfachung der Bauteile zwar stetig aber doch nur langsam fortschreitet, da die eigenartige Form des Schiffes diesem Ziele häufig große Hindernisse entgegenstellt, sind für



Doppelte Befestigungswinkel (ältere Bauart).

Einfache Befestigungswinkel (neuere Bauart).

Abb. 5.

die einzelnen Arbeitsvorgänge wesentlich mehr Fortschritte durch Vereinfachungen erzielt worden.

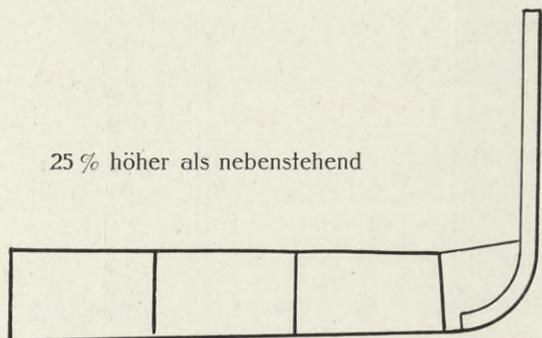
Die hauptsächlichsten *Arbeitsvorgänge* im Schiffbau sind die folgenden: Die Herstellung der runden Schiffsform an den Spantprofilen und den Beplattungen, das Schneiden und Schweißen, die Herstellung der Vernietungen, wozu Anzeichnen und Lochen der Platten und Profile, sowie das

Schlagen der Niete zu zählen ist, das Bohren und Gewindeschneiden, der Anstrich.

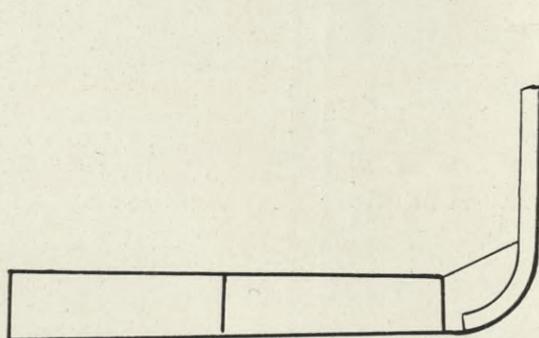
Für diese Arbeitsvorgänge sollen im folgenden kurz die neuesten Verbesserungen und Fortschritte sowie deren Einfluß auf die Kosten der Herstellung wiedergegeben werden:

Für das Anwärmen der Spantprofile bis zu der zum Biegen erforderlichen Glühhitze werden eine Reihe verschiedener Systeme von Glühöfen verwendet.

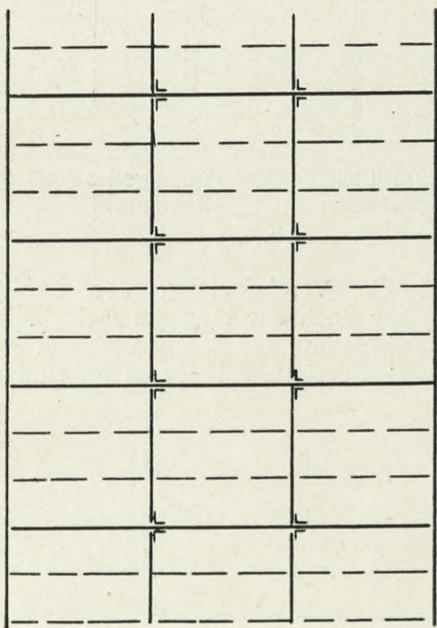
Während in früheren Zeiten hauptsächlich ganz einfache langgestreckte gemauerte Oefen



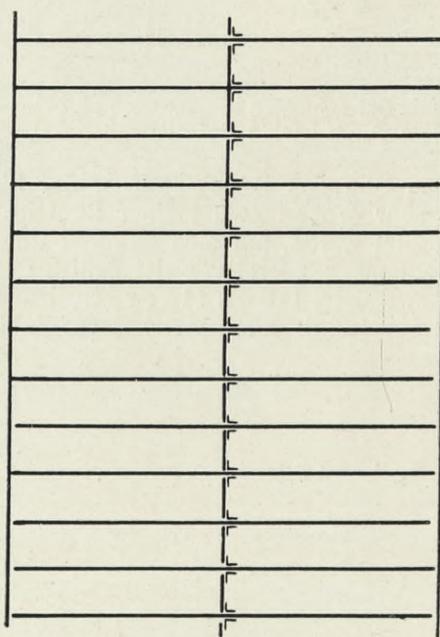
Querschnitt durch Doppelboden



Querschnitt durch Doppelboden



Open Floorsystem
mit Bodenwrangen an jedem dritten Spant
(Grundriß)



Gewöhnliche Bauart
mit Bodenwrangen an jedem Spant
(Grundriß)

Abb. 6.

Vereinfachungen beim Biegen der Spantprofile und Bleche durch Vervollkommnung der maschinellen Einrichtungen

Bei der Formgebung des Spantprofiles von der geraden Form bis zu der der Schiffsförm entsprechenden Gestalt lassen sich im allgemeinen drei Arbeitsvorgänge unterscheiden: Das Anwärmen der Spanten im Glühofen, das Schmiegen der Spanten und das Biegen in die runde Schiffsförm.

mit gewöhnlicher Planrostfeuerung in Gebrauch waren, ist man in neuerer Zeit dazu gekommen, die Oefen nach zwei Richtungen hin zu verbessern. Die Nachteile der alten Oefen lagen einerseits in der schlechten Ausnutzung des Brennmaterials, das zu einem nicht unbeträchtlichen Teil in unverbranntem Zustande zum Schornstein hinausging, andererseits in der großen Ungleichmäßigkeit der Erwärmung, die hervorgerufen wurde durch die Ungleichmäßigkeit der Befuerung und die ungenügende Luftzufuhr. Die Abb. 7 bis 10 a

zeigen die Entwicklung. Abb. 7 gibt einen normalen Glühofen mit Planrostfeuerung wieder, wie er auch heute noch auf einzelnen Werften im Ge-

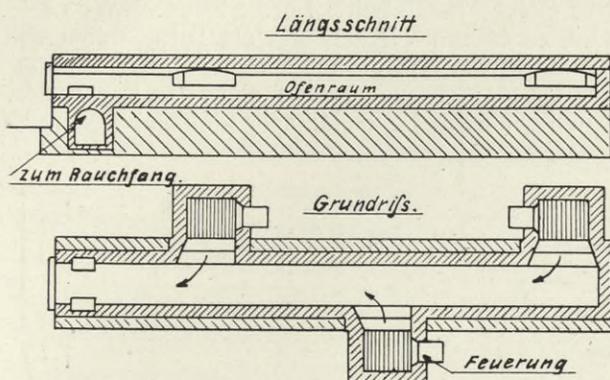


Abb. 7. Spantenglühofen mit Planrostfeuerung

brauch ist. Aus diesem entwickelte sich der in Abb. 8 dargestellte Ofen mit Halbgasfeuerung, der

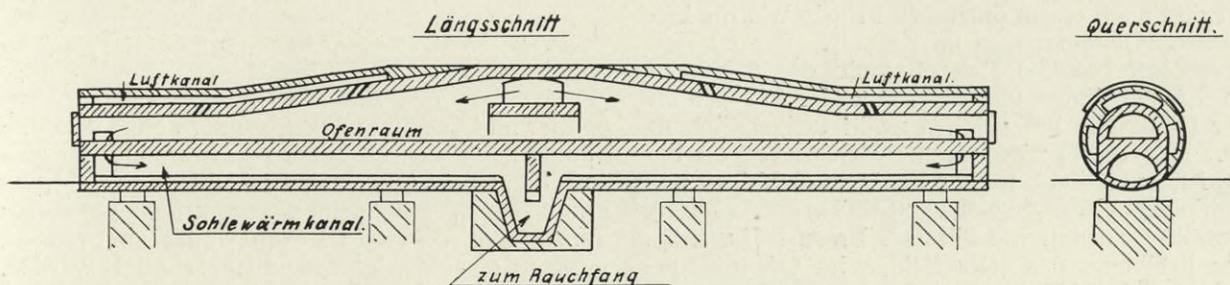


Abb. 8. Spantenglühofen mit Halbgasfeuerung

sich von dem ersten dadurch unterscheidet, daß er mit künstlicher Luftzuführung arbeitet.

Um eine vollkommenere Verbrennung der im Ofen befindlichen Heizgase zu erzielen, wird in der ganzen Länge des Ofens die im Druckluftkanal seitlich und oberhalb des Ofens vorgewärmte Luft durch einen Ventilator von oben eingeblasen, so daß nunmehr eine vollständige Verbrennung aller Gase eintreten kann. Außerdem kann durch Veränderung der Luftzufuhr an den einzelnen Düsen die Temperatur für alle Punkte des Ofens gleichmäßig geregelt werden. Man wendete also zunächst auch hier das im Dampfkesselbau bekannte Prinzip der Luftvorwärmung und des künstlichen Zuges an, um durch bessere Ausnutzung des Brennmaterials die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen.

Der Spantenglühofen mit Halbgasfeuerung weist daher eine bessere Oekonomie auf, welche die höheren Anlagekosten reichlich ausgleicht. Außerdem liegt ein wirtschaftlicher Vorteil darin, daß eine ungleichmäßige Erwärmung der Spantprofile und damit ein etwaiges Verbrennen einzelner Stellen des Eisenmaterials vermieden wird.

Eine weitere Erhöhung der Wirtschaftlichkeit suchte man weiter durch Anwendung des Generatorprinzips zu erzielen. In ähnlicher Weise wie der Sauggasmotor in seiner Oekonomie der

Dampfmaschine wesentlich überlegen ist, ist auch durch Anwendung eines Generators eine vollkommenere Ausnutzung der im Brennstoff enthaltenen Wärme zu erreichen, als dies bei offenem Planrostfeuer möglich war.

Die früher auf den Feuerungen der Glühöfen verbrannte Kohle wird hierbei in dem in Abb. 9a dargestellten Generator unter Zuführung von Luft und Wasserdampf verbrannt, wobei ein Generatorgas von hohem Heizwert entsteht.

Mittels einer Rohrleitung wird dieses Gas in den Ofen (Abb. 9 b) geführt und dort in einer Reihe von Brennern, die oberhalb des Ofens angeordnet sind, zur Verbrennung gebracht, wobei die erforderliche Verbrennungsluft durch ein besonderes Kanalsystem dem Brenner zugeführt wird. Sowohl Luft wie Gas werden durch den Ofen selbst vorgewärmt.

Während nun ein solcher Generatorgasofen das Brennmaterial zwar fast vollkommen ausnutzt, hat er doch den einen Nachteil, daß das Anheizen

des Generators ziemlich lange dauert, wodurch nicht unbedeutliche Kosten und Verluste entstehen. Außerdem lassen sich diese Oefen einem

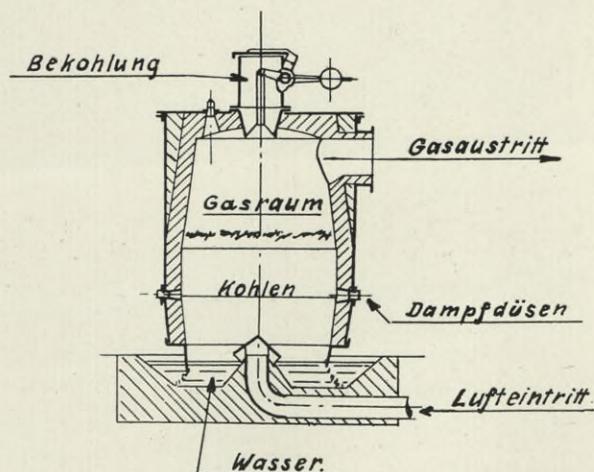


Abb. 9a. Generator

Betrieb mit unregelmäßiger Entnahme von Gas nur schwer anpassen. Die Generatorgasfeuerung hat sich daher nur auf ganz großen Werken eingeführt, bei denen das Gas auch noch gleichzeitig

für eine Reihe von Plattenglühöfen, zum Anwärmen von Zinkpfannen und für sonstige Heizzwecke verwendet werden kann.

Diesen Nachteil der zeitraubenden Inbetriebsetzung und der schwierigen Anpassungsfähigkeit hat man in neuester Zeit durch Bau von Spantenglühöfen mit Rohölfeuerung zu vermeiden versucht. Der in Abb. 10–10a dargestellte, von der Firma

schwache Oelleitung. Die Anheizdauer eines solchen Ofens von 16 m Länge beträgt für eine Temperatur von 1000° C. nur zwei bis drei Stunden. Der Oelverbrauch beträgt pro Stunde etwa 35 Kilo Oel, zu dessen Verbrennung ein Luftquantum von etwa 400 cbm erforderlich ist.

Durch Einregulieren der einzelnen Brenner ist es möglich, nicht nur eine sehr gleichmäßige Tem-

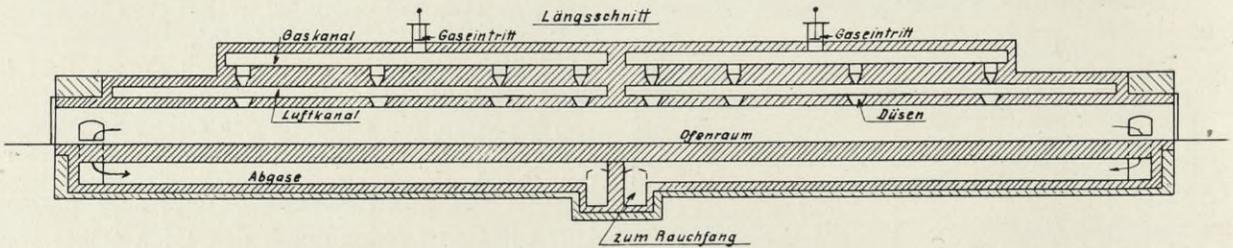
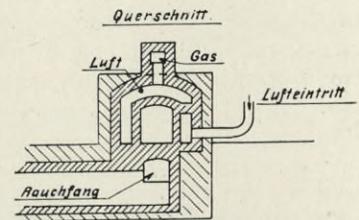


Abb. 9b. Spantenglühofen mit Generatorgasfeuerung



Albert Baumann in Aue (Erzgeb.), doppelseitige Spantenglühofen mit Oelfeuerung von 16 m Länge arbeitet nach einem ähnlichen Prinzip wie die bekannten Oelfeuerungen an Kesseln. Der flüssige Brennstoff befindet sich oberhalb des Ofens in zwei Oelbehältern und fließt von hier aus den an der Längsseite befindlichen zwölf Oelzerstäubern zu. Das Teeröl wird durch Druckluft von 0,1 bis 0,2 Atm. zerstäubt, welche in einem elektrisch angetriebenen Hochdruckkapselgebläse erzeugt wird. Sowohl Druckluft wie flüssiger Brennstoff werden zur Erhöhung des Heizeffektes im Ofen vorgewärmt. Die Abbildung zeigt auf der rechten Seite des Ofens die starke Druckluftleitung und die

peratur im Ofen zu erzielen, sondern auch einzelne Punkte nach Wunsch höher zu erwärmen. Ist einmal die Höchsttemperatur im Ofen erreicht, so brauchen im allgemeinen zur Erhaltung dieser Temperatur nicht alle Düsen weiter zu brennen, sondern einzelne können ausgeschaltet werden. Das Abstellen des Ofens nach Gebrauch kann fast momentan erfolgen.

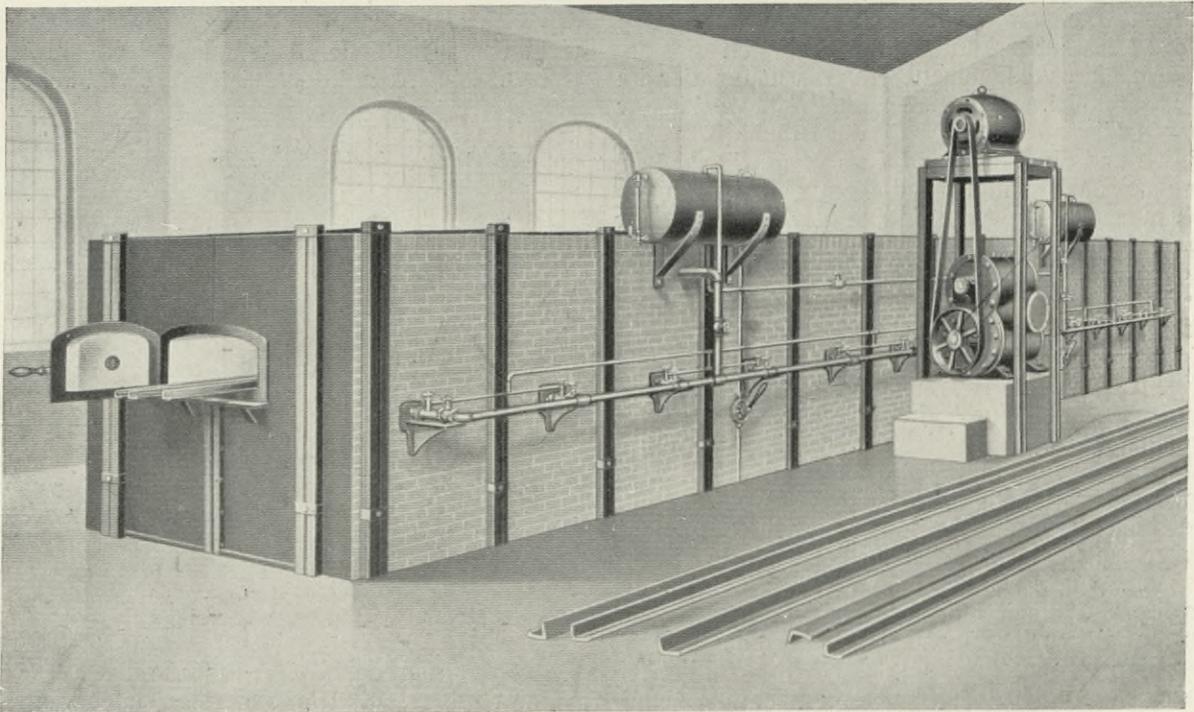


Abb. 10. Spantenglühofen mit Rohölfeuerung

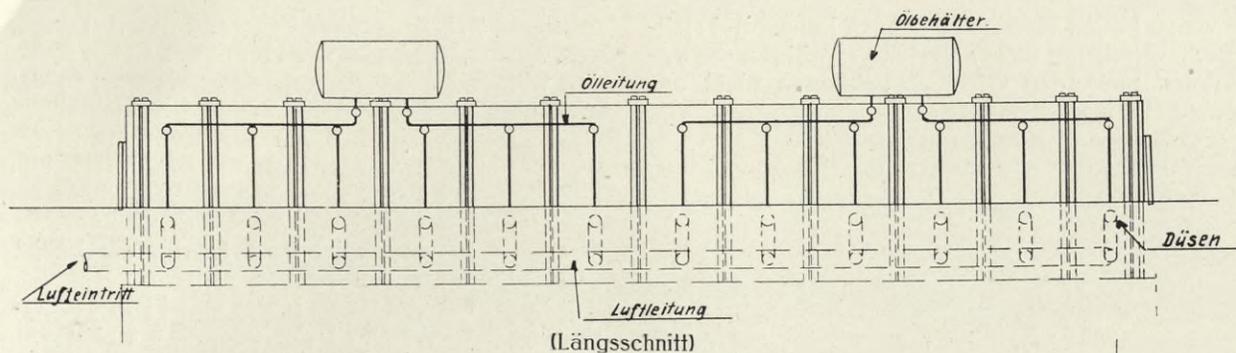
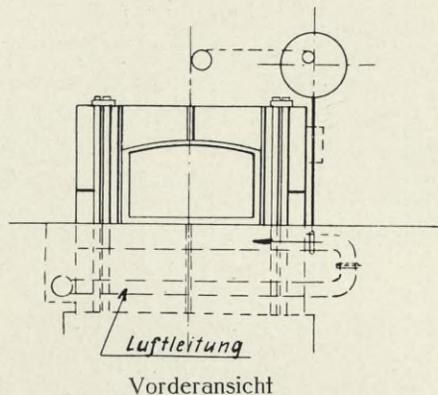


Abb. 10a. Spantenglühofen für Oelfeuerung

Ein weiterer Vorteil dieses Ofens liegt neben der vollkommenen Verbrennung des Teeröls in der großen Sauberkeit sowie in der leichten Konstruktion des ganzen Ofens. Die Anlagekosten sind daher nicht größer, als die eines Ofens mit Halbgasfeuerung. Die Bedienung erfordert weniger Personal als bei Kohlenfeuerung, so daß auch hierin eine Ersparnis gemacht werden kann.

Sowohl die Oefen mit Halbgas und Generatorgasfeuerung als auch die neuesten Ausführungen mit Oelfeuerung bewirken zunächst eine wesentliche Vereinfachung für den Betrieb der Oefen, indem sie die Zahl der zu bedienenden Feuer einschränken. Außerdem aber tritt auch für die Bearbeitung des Eisenmaterials insofern eine Ver-



einfachung und Verbesserung ein, als die gewünschte Erwärmung wesentlich gleichmäßiger und vollkommener hergestellt werden kann, so daß die Formgebung genauer erfolgen und ein Nachrichten

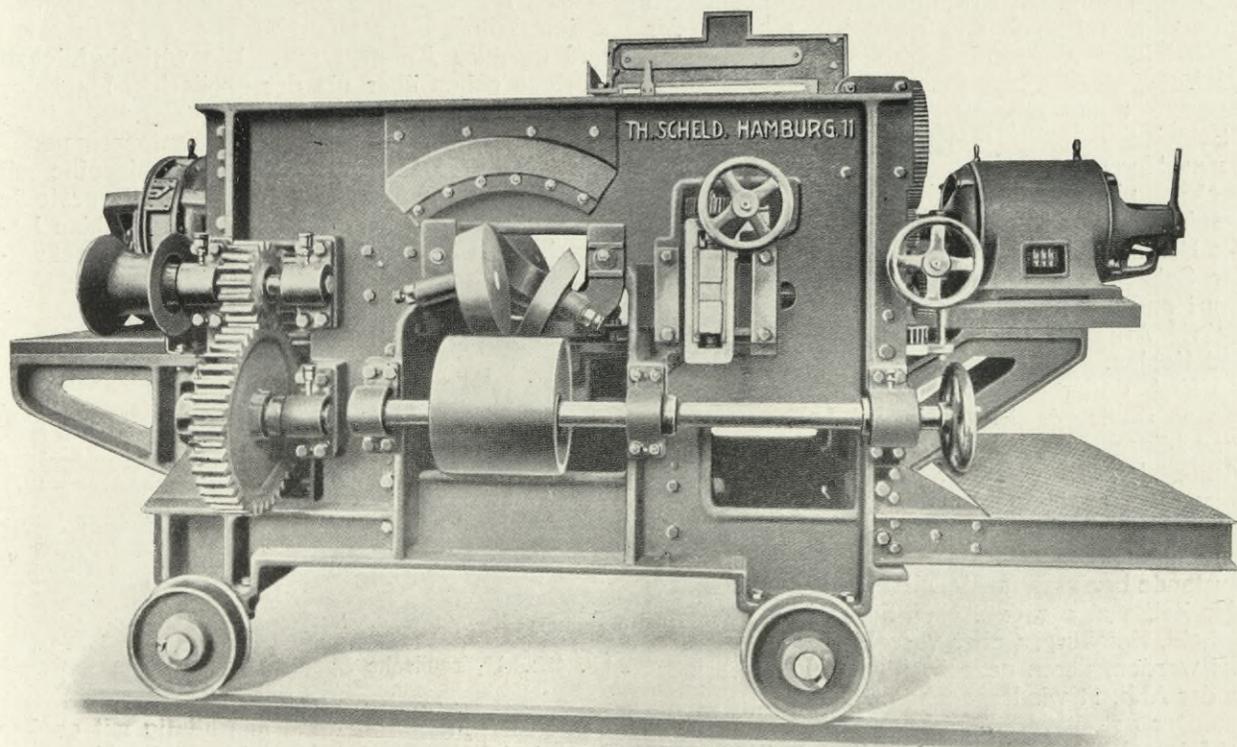


Abb. 11. Schiffsspanten-Schmiegemaschine mit elektrischem Antrieb deutscher Konstruktion

in vielen Fällen vermieden werden kann. Bei richtiger Ausnutzung dieser Vorteile gewähren die genannten modernen Ofenkonstruktionen nicht unerhebliche Kostenersparnisse.

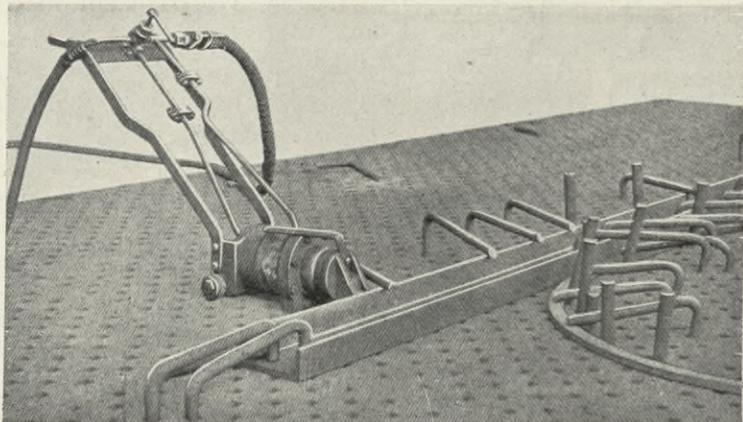


Abb. 12a. Hydraulische Spantenbiegemaschine

Um dem Spantprofile, welches im Glühofen auf die zum Biegen erforderliche Hitze erwärmt worden ist, die gewünschte Form des Schiffskörpers zu geben, haben sich auf allen großen Werften Maschinen eingeführt, welche das Schmiegen und Biegen der Spantprofile in einfacher und rascher Weise vornehmen. Der Arbeitsvorgang ist im allgemeinen so, daß zunächst die Schmiege, d. h. die Winkeländerung der Profilflanschen vorgenommen wird und erst dann das Rundbiegen nach der Schiffform folgt.

So lange man Schmiegemaschinen noch nicht besaß, machte das Herstellen der Schmiege von Hand aus viele Arbeit und Kosten.

Erst dadurch, daß die englische Firma Davis & Primrose in Leith brauchbare Schmiegemaschinen herstellte, konnte dieser Arbeitsprozeß wesentlich vereinfacht und verbilligt werden. Diese Maschinen, die bis vor kurzem auch Deutschland noch aus dem Auslande beziehen mußte, sind in neuester Zeit von der deutschen Firma Th. Scheld, Hamburg, weiter vervollkommen worden, deren neueste Ausführung in der Abb. 11 wiedergegeben ist.

Der Arbeitsvorgang in der Schmiegemaschine ist folgender: Das bis auf Glühhitze erwärmte Profil wird auf der in der Mitte der Maschine befindlichen großen Walze mit einem Ende aufgelegt und durch Drehung der Walze durch die Maschine gezogen. Die über der Walze befindlichen stumpf-

kegeligen Schmiegeroller besorgen das Aufbiegen bzw. Zusammenbiegen der Flanschen. Beide Roller sind während des Durchrollens verstellbar, so daß auch eine wechselnde Schmiege bei einmaligem Durchlauf durch die Maschine hergestellt werden kann. Die Verstellung der Schmiegeroller erfolgte früher von Hand; bei den neuen deutschen Ausführungen ist auch hierfür ein besonderer elektrischer Antrieb vorhanden, der von einem Motor von 4 PS. geleistet wird. Die Schmiegewalze selbst wird von einem Elektromotor von 25 PS. angetrieben, der gleichzeitig zum Verfahren der Maschine vor dem Glühofen dient. Außerdem ist auf der linken Seite der Maschine ein kleiner Spillkopf angebracht, der ebenfalls elektrisch angetrieben, das Transportieren der Profile in und aus dem Glühofen besorgt und dadurch die Arbeit wesentlich beschleunigt. Die Maschine ist aus

hochwertigem Material so stark gebaut, daß auch ein leichtes Schmiegen selbst der schweren Profile ohne Ueberlaufen der Schmiegewalze während des Schmiegens erreicht wird. Die erreichbaren Winkel sind für spitze Winkel 90 bis 60°, für stumpfe Winkel 90 bis 130°, wobei für alle Winkel ein sehr scharfes und glattes Schmiegen der Profile gewährleistet ist. Gegenüber den älteren englischen Ausführungen zeichnet sich die Maschine durch kräftige Konstruktion und sehr scharfes und genaues Arbeiten aus. Die wirtschaftlichen Vorteile gehen über die der englischen Maschine noch hinaus.

Hand in Hand mit der Spantenschmiegemaschine wird für alle größeren Spantprofile mit gutem Erfolge die in Abb. 12a und 12b dargestellte hydraulische, fahrbare Spantenbiegemaschine benutzt. Dieselbe dient dazu, das Biegen der schwe-

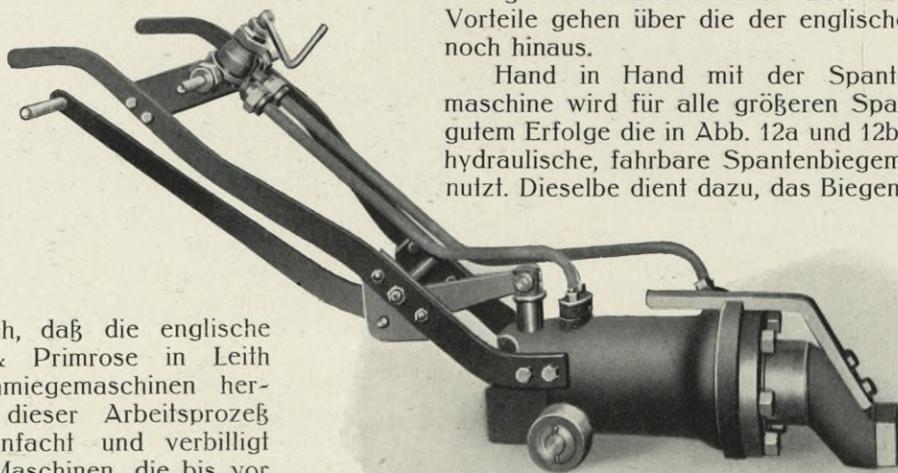


Abb. 12b. Hydraulische Spantenbiegemaschine

ren Profile, das von Hand aus häufig mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, zu erleichtern und zu beschleunigen. Die Maschine besteht aus einer kleinen hydraulischen Zylinder, der auf Rollen fahrbar ist und durch einen Hochdruckschlauch an vorhandene hydraulische Leitungen angeschlossen

wird. Der Apparat kann auf der Spantenrichtplatte beliebig verfahren werden und wird durch einen nach unten vorstehenden Dorn in den Löchern des Richtbodens festgesetzt. Bei einiger-

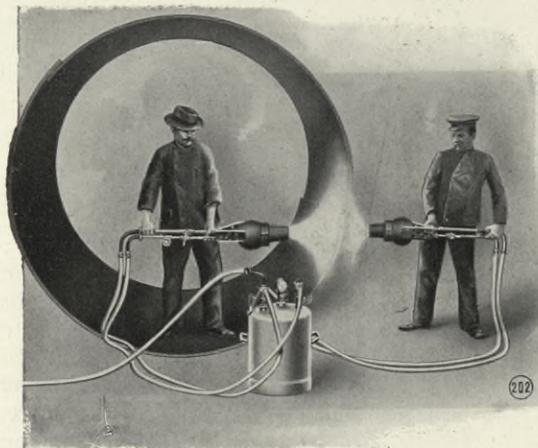


Abb. 13. Gebrauch der Doppelmuffelfeuer beim Nachrichten von gebogenen Blechen

maßen gut eingearbeiteten Leuten ist das Biegen, selbst der schwersten Profile, in sehr kurzer Zeit möglich und kann außerordentlich genau vorgenommen werden, so daß bei Anwendung der beiden genannten Apparate, der Schmiegemaschine und der Biegemaschine, die vollständige Formänderung des Profils bis zur endlichen Spantform in einer einzigen Glühhitze vorgenommen werden kann. In früheren Zeiten war es ohne diese Apparate nicht möglich, unter zwei bis drei Hitzten die erforderliche Formgebung auszuführen, wobei die Gefahr des Verbrennens von Material entsprechend hoch war. Der Arbeitsvorgang ist daher durch die moderne Maschine außerordentlich vereinfacht und beschleunigt und dadurch in seinen Kosten wesentlich reduziert worden.

Die Herstellung der gebogenen Platten der Außenhaut erfolgt im allgemeinen, soweit möglich, auf kaltem Wege unter Verwendung der bekannten schweren Biegevalzen oder bei Platten, welche nach zwei Seiten gekrümmt sind, unter Anwärmung im Plattenglühofen durch Bearbeiten von Hand. Es hat sich nun häufig ergeben, daß selbst bei genauer Vorarbeit in der Werkstatt die gebogenen Platten an Bord nicht genau paßten. Sie mußten daher vielfach wieder losgenommen, in die Werkstatt transportiert, dort nachgerichtet und schließlich wieder an Bord befördert werden, was mit bedeutenden Unkosten verknüpft war. Um ein Nachrichten nicht genau passender Platten auch an Bord vornehmen zu können, wird das in Abb. 13 dargestellte tragbare Muffelfeuer mit Erfolg ange-

wandt. Der Apparat besteht aus einem Oelbehälter, der ein billiges Heizöl, wie Teeröl, Masut oder ähnliches enthält. Durch Druckluft von 4 bis 6 Atm., die einer vorhandenen Preßluftanlage entnommen werden kann, wird der Brennstoff in der Muffel zerstäubt und verbrannt. Die Flamme, welche auf 2 bis 3 m Länge entwickelt werden kann, so daß sie auch größere Flächen erwärmt, besitzt höchste Weißglut bis zu 1800° C., so daß selbst Schweißhitze erzielt werden kann. Das Gewicht einer solchen Anlage mit einem Muffelfeuer beträgt nur etwa 50 kg, so daß die Vorrichtung auf der Helling leicht transportiert werden kann. Der Ölverbrauch stellt sich auf stündlich etwa 4 kg pro Brenner, der Luftverbrauch auf etwa 0,5 cbm minutliche Ansaugeluft. Der billige Anschaffungspreis von etwa 200 M und die Vorzüge größerer Heizwirkung, geringerer Betriebskosten und erhöhter Betriebssicherheit gegenüber Lötlampen werden diesem Muffelfeuer auch weiterhin die Anwendung im Schiffbau sichern, zumal da die Formgebung der Bleche immer mit Ungenauigkeiten verbunden bleiben wird; dadurch, daß die umfangreichen Transportkosten nicht passender Bleche fortfallen, lassen sich daher auch stets Kostenersparnisse machen.

Das Schneiden und Schweißen von Schiffbaumaterial

Das Schneiden von eisernen Platten und Profilen in der Werkstatt mittels der im Schiffbau schon seit Jahrzehnten üblichen Scheren, wie sie in der Schiffbauindustrie meist in einer großen Zahl vertreten sind, hat keine wesentlichen Fort-

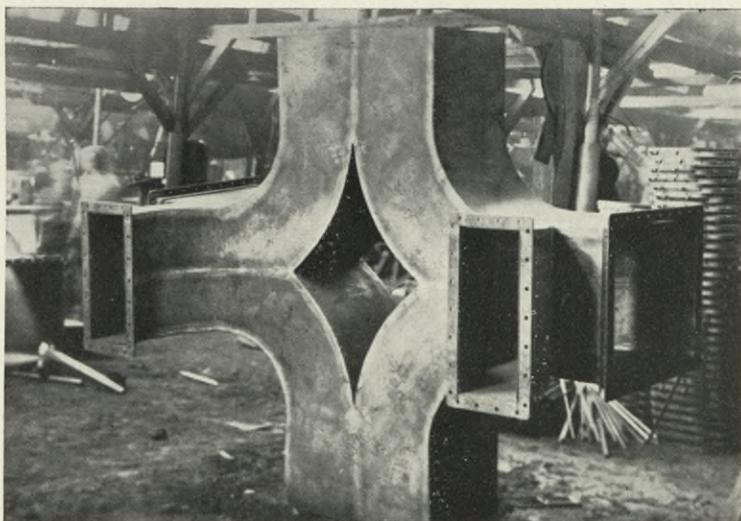


Abb. 14. Mittels Acetylen-Sauerstoff-Brenner geschweißte Ventilationskanäle

schrifte gemacht; dagegen bot schon früher das Schneiden an Bord große Schwierigkeiten, bis die Erfindung der Preßluft-Meißelhämmer eine merkwürdige Besserung schuf. Doch ist die Arbeit mit diesen Werkzeugen an unzugänglichen Stellen an

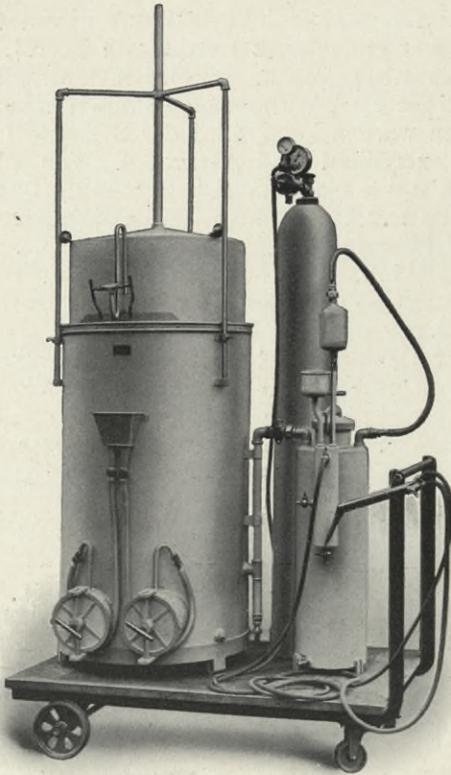


Abb. 15. Acetylen-Sauerstoff-Schweißanlage

Bord auch heute noch oft mit Unbequemlichkeiten verknüpft.

Erst das autogene Schneiden, das hier zugleich mit dem autogenen Schweißen erwähnt werden mag, hat in der neuesten Zeit nahezu alle früheren Schwierigkeiten beseitigt.

Zwei Verfahren haben sich im Laufe der letzten Jahre eingeführt, die den Ansprüchen in Schiffbaubetrieben gewachsen sind und wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen.

Diese Verfahren werden als „autogene“ bezeichnet und beruhen darauf, daß durch eine heiße Stichflamme das Eisenmaterial zum Schmelzen gebracht wird, so daß ein Zusammenschweißen oder Auseinanderrennen möglich wird. Die beiden Methoden, die in erster Linie zur Anwendung kommen, sind das Acetylen-Sauerstoffverfahren und das Wasserstoff-Sauerstoffverfahren.

Das erste Verfahren hat sich im Schiffbau hauptsächlich für die Zwecke des Schweißens, das zweite für die Zwecke des Schneidens bewährt.

Die Arbeitsvorgänge bei diesen Verfahren sind folgende:

Für das autogene Schweißen: Das autogene Schweißen hat seinen Namen daher, daß es ohne fremde Hilfe, d. h. ohne Zusatz von Schweißpulver, Anwendung von Schlag oder Druck geschieht. Die Selbstschweißung erfolgt allein durch Zusammenschmelzen der zu verbindenden Teile, eventl. mit Zusatzmaterial (Schweißgut), welches am zweckmäßigsten aus kohlenstoffarmem, weichen Holzkohleneisen besteht. Das Schmelzen des Materiales geht in dem Flammenkegel des Schweißbrenners vor sich, dessen Hitze bei der Acetylen-Sauerstoffmethode etwa 3500° beträgt. Das in der Schweißflamme zur Verbrennung kommende Gasgemisch besteht aus etwa drei Teilen Acetylen und vier Teilen Sauerstoff.

Die Anwendung dieses Schweißverfahrens hat sich früher bereits in einer großen Anzahl von Landbetrieben eingebürgert; auch auf den Schiffswerften ist man zunächst bei der Fabrikation der Schiffsmaschinen und bei der Herstellung der umfangreichen Rohrleitungen vielfach zum autogenen Schweißen übergegangen. Auf dieses Gebiet kann indessen in Rücksicht auf den Raum nicht näher eingegangen werden. Es sei nur erwähnt, daß neuerdings auch für die schiffbaulichen Arbeiten das autogene Schweißen sich einzuführen beginnt, und zwar für den Bau von Ventilationskanälen aus dünnen Blechen, für Schutzbleche aller Art und ähnliches, für welches bisher Vernietung angewendet wurde. Die Abbildung 14 gibt solche geschweißten Ventilationsrohre wieder.



Abb. 16. Transportable Wasserstoff-Sauerstoffanlage nebst Schneidbrenner in Betrieb

Für das Schweißen schwerer Bleche hat sich das Verfahren indessen noch nicht eingeführt.

Das Azetylen-Sauerstoffverfahren ist indessen im allgemeinen an die Werkstätte gebunden, weil es eine ziemlich umfangreiche Anlage zur Erzeugung des Azetylgases erfordert. Dieselbe besteht aus einem Azetylen-Erzeugungsapparat, der ähnlich gebaut ist, wie ein kleiner Gasometer, ferner einem chemischen Reiniger und einer Wasservorlage; dazu kommt die Sauerstoffflasche mit Reduzierventil.

Wie die Abb. 15, die eine Anlage der Firma Künneth & Knöchel, Magdeburg, wiedergibt, zeigt, ist es zwar gelungen, auch diese Anlage transportabel zu machen, doch kann damit den hohen Ansprüchen des Schiffbaues an Transportfähigkeit auf im Bau befindlichen Schiffen nicht genügt werden.

Auf dem auf der Bauhelling liegenden eisernen Schiffskörper wird ein Schweißen auch nur in den seltensten Fällen erforderlich werden.

Dagegen tritt die Notwendigkeit, Eisenmaterialien an Bord zu schneiden, wesentlich häufiger hervor. So können beispielsweise eine Reihe von Ausschnitten in Außenhautblechen erst an Bord vorgenommen werden. Ueberstehende Enden von Profilen und Blechen sind wegzuschneiden, bei Aenderungen während des Baues ist häufig bereits eingebautes Material herauszuhauen oder zu beschneiden.

Für alle diese Zwecke hat sich das autogene Schneiden, und zwar mit Wasserstoff-Sauerstoff, als sehr geeignet erwiesen und wird auch, trotz seiner höheren Kosten, in großem Umfange angewendet. Für dieses Verfahren ist nur je eine Wasserstoff- und eine Sauerstoffflasche mit

Gase erzeugt wird, geschieht sie beim Schneiden zu Beginn ebenfalls durch Gasverbrennung, später jedoch durch die Verbrennung des zu entfernenden Eisenmaterials selbst. Der Arbeitsvorgang ist folgender:

Mittels der Wasserstoff-Sauerstoffflamme wird zunächst ein Punkt der zu durchschneidenden Stelle bis zur Verbrennungstemperatur des Eisens

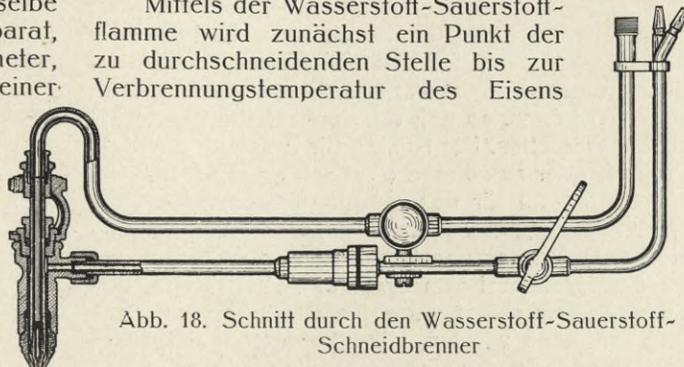


Abb. 18. Schnitt durch den Wasserstoff-Sauerstoff-Schneidbrenner

erwärmt; alsdann wird unter hohem Druck Sauerstoff in feinem Strahl auf diese Stelle geblasen, so daß das Eisen lokal verbrennt und durch die entstehende Oeffnung herausgeblasen wird. Die hierbei erreichte Verbrennungstemperatur ist so hoch, daß die daneben liegenden Eisenteilchen ebenfalls auf Schmelzhitze erwärmt werden. Es braucht also nur der Brenner langsam in dem Maße weiterbewegt zu werden, wie diese Schmelzhitze sich überträgt; dadurch wird eine dauernde Verbrennung gewährleistet. Wesentlich ist es nun, dem Sauerstoffstrahl eine solche Form und Pressung zu geben, daß die Schmelzzone möglichst schmal und scharf begrenzt wird und die Schmelzflächen ein absolut glattes Aussehen erhalten. Dies wird durch die neuen Brenner der verschiedenen Fabriken in hervorragendem Maße erreicht. Die Abb. 17 und 18 zeigen Schnitt und Ansicht eines Wasserstoffschneidbrenners der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron.

Bei gut eingearbeitetem Arbeiterpersonal und tadellos funktionierenden Apparaten ist es sogar gelungen, die Schnitte so sauber herzustellen, daß die Kante direkt als Stemmkannte für wasserdichtes Verstemmen benutzt werden kann, so daß ein Hobeln der Stemmkannte unnötig wird und die Kosten hierfür gespart werden. Die Breite der Schnitte beträgt bei Blechdicken von 10 bis 20 mm etwa 2 mm, bei sehr starken Stücken etwa 4 mm. Die Schnittgeschwindigkeit beträgt für alle Dicken etwa 5 bis 10 Minuten pro lfdm, unter Voraussetzung erstklassigen Arbeiterpersonals.

Die wirtschaftlichen Vorteile des autogenen Verfahrens liegen beim Schweißen einerseits in der Ersparnis an Kosten, andererseits aber auch in der wesentlich besseren und saubereren Herstellung von Schweißstellen; beim autogenen Schneiden liegt dagegen der Vorteil neben einer allerdings stark schwankenden Kostenersparnis in erster

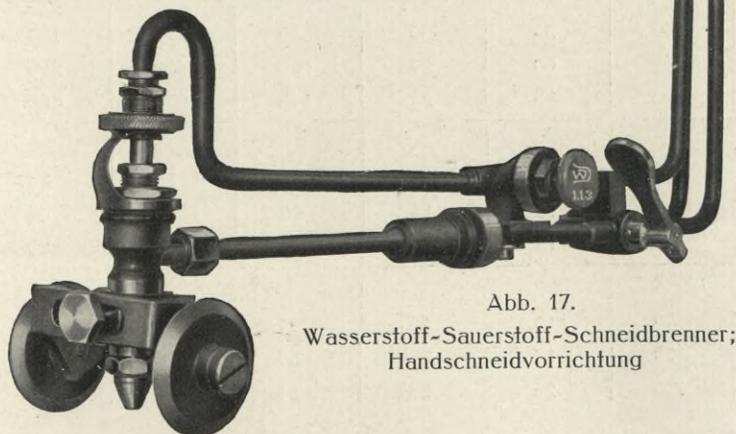


Abb. 17.
Wasserstoff-Sauerstoff-Schneidbrenner;
Handschneidvorrichtung

Reduzierventil erforderlich, die ohne große Schwierigkeiten auch an Bord der Schiffe transportiert werden können. Die Abb. 16 zeigt einen solchen transportablen Apparat.

Das autogene Schneiden beruht auf einem etwas anderen Prinzip als das autogene Schweißen.

Während bei dem autogenen Schweißen die Wärme durch die Verbrennung der zugeführten

Linie in der großen Bequemlichkeit des Schneidens, der guten Transportfähigkeit der Apparate und der Geschwindigkeit, mit der die Arbeit ausgeführt werden kann. Besonders der letztgenannte Punkt ist für den Bordbetrieb von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Die nachstehende Tabelle gibt einige Angaben über den Gasverbrauch für Materialstärken, wie sie im Schiffbau angewandt werden. Dazu kommen dann noch die Löhne, so daß die dargestellten Gesamtkosten entstehen. Die Kosten für Schneiden mittels Preßluft oder Hand sind daneben angegeben.

Die Löhne für das autogene Schneiden sind, unter Annahme eines gewissen Zuschlages für Einstellen und Inbetriebsetzen des Apparates, sowie für den Transport von und zur Arbeitsstelle, geschätzt, aber selbst wenn sie den doppelten Betrag erreichen würden, wäre beim Schneiden von Platten noch immer eine Ersparnis zu verzeichnen. Auch für den Fall, daß an Löhnen keine Ersparnisse zu machen wären, würde die Methode trotzdem wirtschaftlich vorteilhaft sein, weil kostspielige Verzögerungen im Betriebe, wie sie durch Aenderungen während des Baues häufig eintreten, durch das rasche Arbeiten der Apparate verringert werden können. Das rasche Arbeiten drückt sich in obiger Tabelle auch in der geringen Höhe der Löhne aus. Der Hauptvorteil bleibt also immer die Zeitersparnis.

Was dieses im Schiffbau bedeutet, weiß jeder Betriebsingenieur, und dies ist auch der Grund, weshalb sich gerade das autogene Schneiden immer mehr im Schiffbau eingeführt. Es ist die große Annehmlichkeit, an jeder beliebigen Stelle in kürzester Zeit Material wegschneiden zu können.

Ueber die Gaskosten des autogenen Schweißens mittels Azetylen-Sauerstoff gibt die beigefügte kleine Tabelle einen kurzen Ueberblick.

Das Schweißen von Hand erfordert etwa den vierfachen Betrag an Lohn allein.

Es ist ersichtlich, daß dieses Verfahren infolge seiner großen Billigkeit schon an sich wirtschaftliche Vorzüge bietet. Dieselben können jedoch hauptsächlich nur im stationären Werkstattbetrieb voll ausgenutzt werden.

Auch für die Arbeiterschaft selbst sind die genannten Methoden vorteilhaft. Die Arbeit erfordert wesentlich geringere Kraft wie beispielsweise das Schneiden von Eisenmaterialien mittels Preßlufthammers oder mittels Handmeißels. Es wird nicht nur die Gesundheit geschont, sondern es können auch solche Arbeiter für dieses Verfahren Verwendung finden, welche für die bisherigen Methoden nicht die erforderliche Arbeitsfähigkeit mehr besitzen und daher unter Umständen billiger zu haben sind.

Kosten des autogenen Schneidverfahrens (Wasserstoff – Sauerstoff) gegenüber den Methoden des Abkreuzens mit Hand und mittels Preßluftmeißels
(unter Annahme eines Preises von 75 Pf. pro 1 cbm Wasserstoff und 200 Pf. pro 1 cbm Sauerstoff)

Platten Blechstärke	Schneidezeit Min./lm	Gasverbrauch in Litern		Gaskosten in Pf.	Löhne in Pf.	autogen insgesamt in Pf.	Auskreuzen an Bord	
		H	O				von Hand	pneu- matisch
10 mm	5—6	100	140	35	20	55	220	180
20 mm	5—6	110	260	60	20	80	420	250
30 mm	6—7	115	380	85	25	110	620	400
Winkel								
70×70×9	1,5	18	23	6	10	16	50	35
100×100×12	2,0	27	40	10	15	25	60	45
150×150×15	2,5	30	58	15	20	35	100	70
C Profile								
165×80×10	2,5	35	50	12	15	27	70	50
200×85×14	3,0	50	70	17	20	37	80	60
260×95×16	3,5	80	100	26	25	51	120	90

Kosten für den Gasverbrauch beim autogenen Schweißen
unter Annahme daß 1 cbm Acetylen 83 Pf., 1 cbm Sauerstoff 200 Pf. kostet, Mischungsverhältnis 3 Teile A,
4 Teile O, ergibt einen Preis von 1 cbm = 143 Pf.

Blechstärke	Schneidezeit Min./lm	Gasverbrauch in Litern		Kosten in Pf.	Löhne in Pf.	Insgesamt pro lm
		Acetylen	Sauerstoff			
5 mm	12	90	120	30	90	120
10 mm	60	685	915	230	180	410

Die Herstellung der Vernietungen am eisernen Schiffskörper.

Die Verbindung der einzelnen Bauteile des eisernen Schiffskörpers untereinander erfolgt, da es sich um Platten, Winkel und Profile handelt, durch Anwendung einer Nietung, wobei deren Material etwas zäher und dehnbarer ist, als das der zu verbindenden Teile, und diese Art der Verbindung wird wohl auch so lange beibehalten werden müssen, bis ein brauchbares und billiges Verfahren gefunden sein wird, das gesamte Material zusammenschweißen. Versuche in dieser Richtung liegen bereits vor, indem man die sogenannte elektrische Punktschweißung, die für dünne Materialstärken bereits zu brauchbaren Methoden durchgebildet ist, auch für stärkere Materialdicken

werden, um die zur Herstellung einer guten Nietverbindung notwendigen Arbeitsprozesse zu vereinfachen und zu verbilligen.

Der Arbeitsvorgang für Herstellung der Nietung läßt sich in folgende Einzelvorgänge auflösen:

1. Anzeichnen der Niellocher für den Grundbauteil.
2. Lochen der Niellocher.
3. Herstellung einer Schablone für den am Grundbauteil zu befestigenden anderen Bauteil, Anzeichnen und Lochen dieses Bauteiles.
4. Aufreiben der beim Anbringen nicht genau passenden Niellocher.
5. Schlagen der Niete.

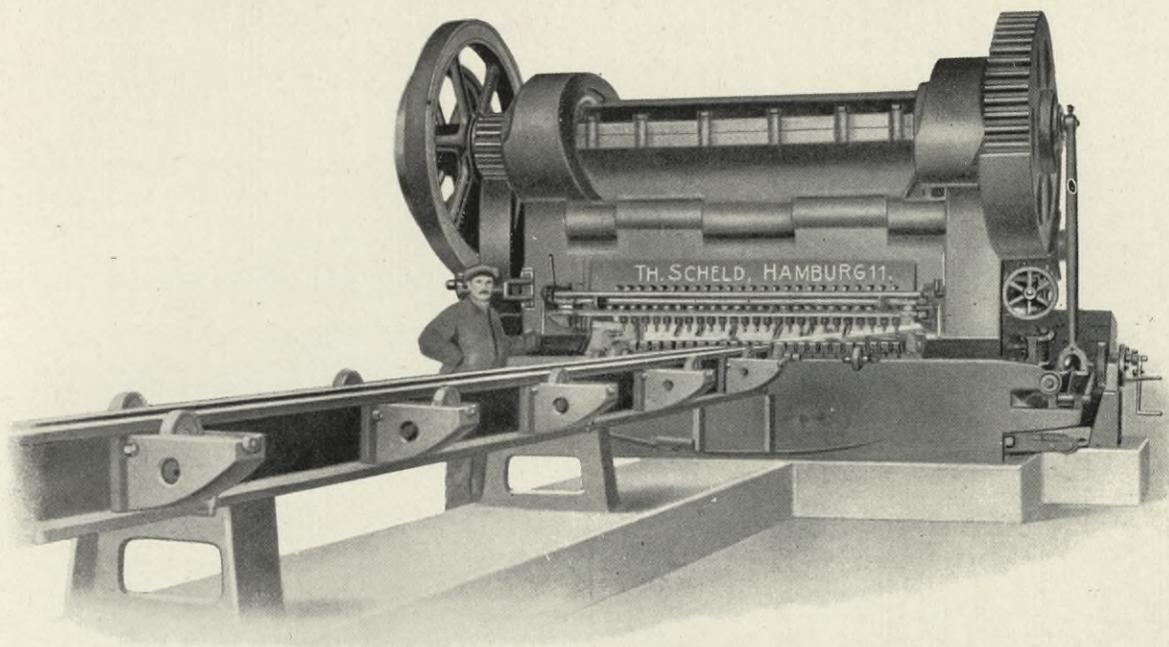


Abb. 19. Platten-Viellochmaschine mit automatischem Blechvorschub

verwendbar zu machen sich anschickt. Das Verfahren beruht bekanntlich darauf, zu verbindende Teile, z. B. zwei Platten nur punktweise, ähnlich wie bei der Nietung, dadurch zusammenzufügen, daß an den betreffenden Stellen ein elektrischer Strom hindurchgeführt wird, der das Material an der Berührungsfläche der beiden Platten zum Schmelzen bringt und autogen verschweißt. Leider liegen indessen zurzeit noch keine endgültigen Ergebnisse vor, so daß man zunächst weitere Fortschritte abwarten muß. Die Vernietung wird daher vorläufig noch die übliche Methode der Verbindungen im Schiffbau bleiben müssen.

Da es sich bei den engstehenden, meist wasserdichten Vernietungen der Schiffe um eine ungeheure Menge herzustellender Niellocher und Niete handelt — bei einem 125 m langen Schiff nahezu 1 Million Niete — so ist es verständlich, daß immer wieder eingehende Versuche angestellt

Während diese fünf Vorgänge bis vor wenigen Jahren noch durchweg einzeln vorgenommen und von je einer besonderen Gruppe von Arbeitern ausgeführt wurden, hat man nach den vortrefflichen Erfahrungen im Schwimmdockbau versucht, die vier ersten Arbeitsvorgänge auch für einen Teil des eisernen Schiffskörpers zusammenzufassen, indem man sich die im Dockbau bewährte Vielfachlochmaschine nutzbar machte. Der fünfte Arbeitsvorgang wird, wie früher, getrennt von den übrigen vorgenommen und erfordert auch besondere Werkzeuge und Leute, die eigentlichen Niete. Die Vielfachlochmaschine, die zuerst in England gebaut wurde und jetzt in vervollkommener Bauart von der Firma Th. Scheld, Hamburg, hergestellt wird, gehört zu den interessantesten Bemühungen, verschiedene Arbeitsvorgänge zu einem einheitlichen Ganzen zusammenzufassen und auf diese Weise Ersparnisse an Löhnen und an Zeit zu

Matrizenhalter sind passend für Stempel bis zu 22 mm Lochdurchmesser. Die kleinste einstellbare Nietteilung beträgt 63 mm, unter welche im allgemeinen im Schiffbau nicht heruntergegangen wird. Um jedoch auch schwere Arbeiten ausführen zu können, ist die Maschine so eingerichtet, daß ein Satz größerer Stempel- und Matrizenhalter eingesetzt werden kann, die alsdann in einer größeren Querteilung sitzen.

Unter normalen Verhältnissen locht die Maschine mit einem Hub maximal 18 Löcher von 22 mm Durchmesser in 15 mm Stahlplatten, so daß die im Höchstfall in der Maschine befindlichen 30 Lochstempel sämtlich mit zwei Hübem betätigt werden können.

Das Vorbereiten, Anbringen und Lochen einer Platte geht in folgender Weise vor sich: Es sei angenommen, daß die in Abb. 20 dargestellte Platte eines Decks mit Querbalken mittels der Viellochmaschine gelocht werden soll. Vor dem Anlassen der Maschine werden zunächst nach einer genauen, im Bureau angefertigten Zeichnung die Lochstempel und Matrizen genau auf die richtige Querteilung eingestellt und alsdann alle Ausrücker zurückgezogen und der Lochstempelschlitten auf die höchste Stelle des Hubes gestellt, so daß der Raum zwischen Stempel und Matrize frei ist. Dann wird auf die Leitspindel das entsprechende Wechselrad für die verlangte Längsteilung der Vernietung aufgesetzt, was ebenfalls aus der Zeichnung entnommen werden muß. Nun wird die zu lochende Platte auf den Plattenführungswagen gelegt, nachdem zuvor genau in der Mitte zwischen den zwei Mittellöchern der Platte, 10 mm vom Rande entfernt, ein tiefer Körner angebracht ist, in welchen die Plattengreifer an jedem Ende der Platte fest eingreifen. Auf der Platte selbst werden die durchlaufenden Querreihen zweckmäßig mit Kreide markiert, und zwar am besten, indem man einen markierten Teilstab auf die Platte legt und mit den Marken übereinstimmende Querlinien auf der Platte zieht. Für die leichte Handhabung der Platten auf dem Führungswagen ist am Vorder- und Hinterende der Maschine je ein Schwingekran vorgesehen.

Nachdem alsdann der vordere Zugwagen gegen die Platte geschoben und der Greifer auf dem oben erwähnten Körner am Ende der Platte festgezogen ist, wird diese mit dem Zugwagen unter die Lochstempel geschoben und das hintere Ende auf dieselbe Weise mit dem Führungswagen verbunden. Ist die Platte befestigt, so wird die Verbindung des Führungswagens mit der Leitspindel durch Einrücken der geteilten Mutter in die Leitspindel hergestellt. Nachdem die grobe Einstellung der Platte für die erste Lochreihe durch Drehen der Leitspindel mit dem Handtransporthebel hergestellt ist, erfolgt eine genaue Einstellung am Greifersupport selbst durch Drehen einer mit Millimeterteilung versehenen Stellschraube, so daß sich nunmehr die Platte in derjenigen Stellung befindet, die für das Lochen der ersten Lochreihe erforderlich ist; nun kann die Maschine angelassen

werden, und sobald die volle Geschwindigkeit erreicht ist, werden die Stempel für die erste Lochreihe eingerückt.

Für die in Abb. 20 dargestellte Platte erfolgt dies dadurch, daß von den 29 Nietlöchern beim ersten Hub die unabhängigen zwei Außenstempel (für die späteren Außenreihen) sowie von den dazwischen liegenden Löchern der Querreihe 13 mit einem Ausrücker verbundene Stempel eingerückt werden. Die übrigen 14 Stempel sind zunächst in Ruhe. Bei dem zweiten Hub werden die ersten 15 Stempel ausgeschaltet und die andern 14 mit einem zweiten Ausrücker verbundenen Stempel eingeschaltet, so daß mit zwei Hübem je eine durchlaufende Quernietreihe gelocht werden kann. Alsdann wird die Kupplung der Leitspindel eingerückt und der Vorschub erfolgt automatisch bis zur zweiten Nietreihe der Stoßvernietung. Die Lochung dieser Reihe sowie der folgenden dritten erfolgt in gleicher Weise wie die der ersten. Jetzt werden sämtliche Gruppen ausgerückt und nur die beiden unabhängigen Außenstempel für die äußeren Lochreihen eingerückt, welche alsdann automatisch gelocht werden, bis die nächste Querreihe erreicht ist. An dieser Reihe, die beispielsweise an der vorliegenden Platte die Befestigung des Deckbalkens darstellt, wird der automatische Vorschub ausgerückt und die dazwischen liegende Gruppe von 13 Stempeln mit einem Hub, wie oben beschrieben, gelocht. Die weitere Lochung der Platte erfolgt dann in entsprechender Weise.

Da es im Schiffbau vorkommt, daß auch einmal Löcher in unregelmäßigen Teilungen in derselben Platte zu lochen sind, so ist die Maschine auch für diese Zwecke eingerichtet worden. Nachdem die Platte genügend vorgeschoben ist, wird der automatische Vorschub ausgeschaltet und die Platte weiter mit dem Handtransporthebel vorgeschoben, bis die gewünschte Teilung erreicht ist. Nach dem Lochen kann dann die Platte ebenso wieder von Hand aus bis zur nächsten wiederkehrenden regelmäßigen Teilung vorgeschoben werden. Auch in der Querrichtung kann eine unregelmäßige Teilung, z. B. bei einer Zickzacknietung, wie sie beispielsweise an Schottspanten auftritt, hergestellt werden. Zu diesem Zweck ist der auf dem Bett der Maschine befindliche Plattenführungswagen mit einer durch Schraubenspindeln zu betätigenden Einrichtung versehen, durch welche die die Platten haltenden Greifer seitlich bewegt werden können. Allerdings muß dabei die Maschine stillgesetzt werden, worauf die Platte von Hand um das gewünschte Stück nach der Seite geschraubt wird, bis die betreffende Lochreihe unter den Stempeln liegt. Nach dem Lochen wird die Platte auf gleiche Weise in die alte Lage zurückgebracht. Durch dieses seitliche Verschieben der Greifer nebst Platte entsteht immerhin ein gewisser Zeitverlust, so daß es wünschenswert ist, daß die im Schiffbau häufig noch üblichen Zickzackvernietungen durch andere mit der Maschine bequem herzustellende Teilungen ersetzt werden.

Abb. 22 gibt hierfür ein vortreffliches Beispiel. Es ist darauf eine Außenhautverniebung dargestellt, für ein Schiff nach dem Längsspantensystem Isherwood, bei welchem die Längsspanten von Schott zu Schott laufen. Die Vorniebung ist hier allein unter dem Gesichtspunkte der Anpassung an die Viellochmaschine ausgezeichnet worden. Für die Vorniebung der Schottwinkel ist in den doppelten Winkeln die gleiche Vorniebung angebracht, wie in den Stoßüberlappungen der Platten. Diese Stoßüberlappungen sind ebenfalls etwas abgeändert, indem sie ohne Aenderung der Längsteilung in die Nietreihen der Längsnähte an den Kanten der Platten eingefügt sind; sie haben also

eine Querverschiebung des Bettes nicht erforderlich wird.

Die Vorniebung an sich hat durch diese geringfügige Veränderung nicht gelitten. Im Gegenteil ist sogar ein Vorteil bei der Befestigung der Längsspanten an der Außenhaut zu verzeichnen. Betrachtet man nämlich die Verteilung der beim Durchbiegen der Außenhaut in den Nieten der Längsspanten auftretenden Scheerkräfte, so erreichen diese bekanntlich ihren Höchstwert in der Nähe der Schotte bzw. der Rahmenspanten. In der Mitte zwischen diesen beiden Punkten sind sie wesentlich geringer. Die in der Zeichnung vorgesehene engere Vorniebung an Schott und

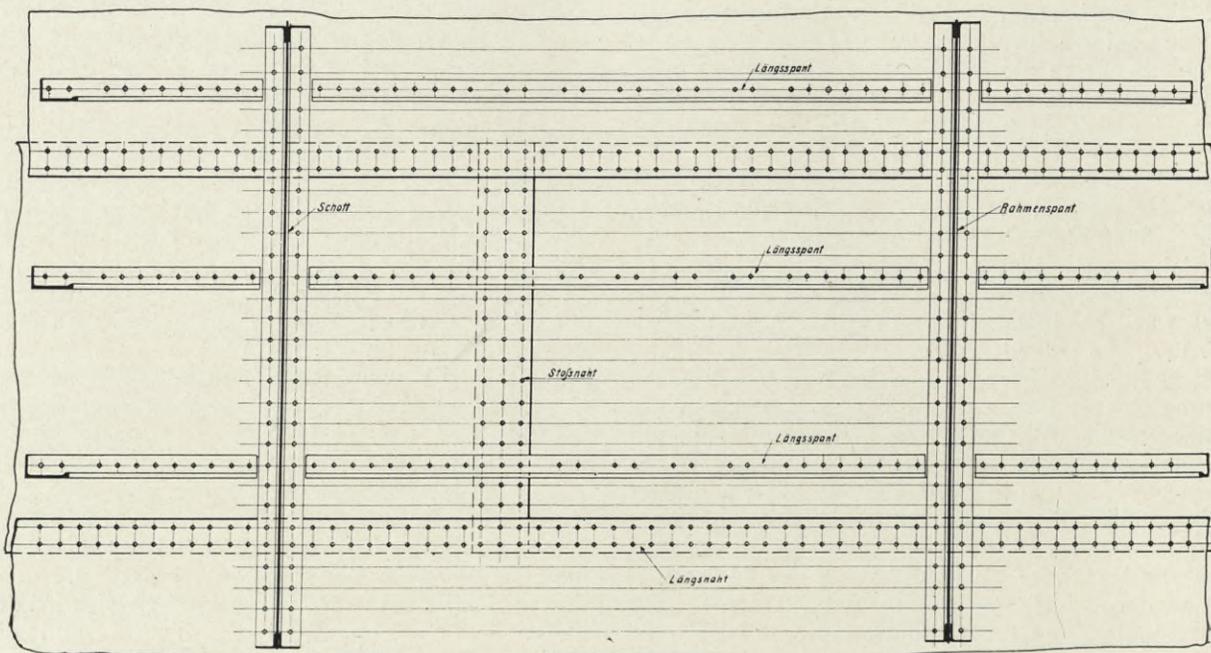


Abb. 22. Normalisierte Vorniebung der Ueberlappungen der Schottwinkel, Rahmenspanten und Längsspanten beim Längsspantensystem (Isherwood) für Lochung mittels der Vielfachlochmaschine

in dem Abstände der Nietreihen nicht die von den Klassifikationsgesellschaften vorgeschriebenen Teilungen, sondern behalten den gleichen Nietabstand wie die in den Längsnähten befindlichen Nietreihen. Ebenso ist für die Längsspanten die gleiche Teilung gewählt, wie für die Kantennähte. Da diese enge Teilung jedoch im Verhältnis zu den im allgemeinen geforderten weiteren Nietabständen eine zu große Zahl von Nieten in den Längsspanten ergeben würde, und dadurch höhere Kosten entstehen würden, so ist die enge Nietteilung nur an den Enden der Längsspanten sowie in der Nähe der Rahmenspanten beibehalten, dagegen in der Mitte nach je zwei Nieten immer ein Niet ausgelassen. Auf diese Weise kann der automatische Vorschub der Maschine für sämtliche Quernietreihen vom Schott bis zum Rahmenspant, bzw. von einem Rahmenspant bis zum nächsten voll ausgenutzt werden und ebenso ist durch die geschickte Wahl der Querteilungen erreicht, daß

Rahmenspant entspricht daher den Bedingungen der Festigkeitslehre.

Die in Abb. 21 dargestellte Platte zeigt die ältere Konstruktion nach dem Isherwoodsystem, bei welchem die Längsnähte an der Außenkante eine andere Nietung haben wie die Nietreihen an den Längsspanten. Die Teilung ist so gewählt, daß jedes dritte Niet der Außenreihe mit jedem zweiten Niet des Längsspantens übereinfällt, so daß zur Herstellung dieser Vorniebung die Platte zweimal mit verschiedenem Vorschub durch die Maschine laufen müßte. Bei der neuen Art der Vorniebung ist diese Komplikation vermieden. Wie Abb. 20 bis 22 deutlich zeigen, weist das Längsspantensystem gegenüber dem Querspantensystem bei Herstellung der Vorniebungen mit der Viellochmaschine eine geringe Ueberlegenheit auf, da die Anzahl der Querreihen, bei welchen der automatische Vorschub auszurücken ist, auf etwa den vierten Teil reduziert wird.

Der Vorteil ist aber im Vergleich zu der gewalligen Ueberlegenheit der Maschine überhaupt gegenüber den Einzellochmaschinen so gering, daß auch das Querspantensystem für die Anwendung der neuen Maschine ebenso brauchbar erscheint wie das Längspantensystem.

Ueber die wirtschaftlichen Vorteile der Platten-Viellochmaschine gegenüber den Einzellochmaschinen gibt die folgende Gegenüberstellung ein angenähertes Bild. Unter der Voraussetzung, daß die Arbeiter, welche die Maschine bedienen, bereits einige Übung und Geschicklichkeit erworben haben, stellt sich die Leistung folgendermaßen:

Die Maschine locht in einer gewöhnlichen Platte mit gleichmäßigen Teilungen die darin vorhandenen etwa 800 Löcher in 144 aufeinanderfolgenden Hieben. Bei 16 Hieben der Maschine in der Minute sind hierzu etwa 10 Minuten erforderlich. Rechnet man für die beiden die Maschine bedienenden Arbeiter pro Mann und Stunde 60 Pf. Lohn, so ergibt sich 20 Pf. Arbeitslohn für die Platte oder rund 2,5 Pf. für 100 Löcher. Macht man hierzu einen weiteren Zuschlag von 10 Minuten für Aufspannen, Einstellen und Losnehmen der Platte, was reichlich gerechnet ist, so ergibt sich für 100 Löcher 5 Pf.

Bei schnellarbeitenden Einzellochmaschinen, wie sie auf Schiffswerften allgemein üblich sind, erreichen geübte und geschulte Arbeiter bis zu zwölf nutzbaren Hieben in der Minute, d. h. 720 Löcher per Stunde. Es würden somit für die obige Platte von 800 Löchern etwa 66 Minuten erforderlich sein. Für das Lochen mittels der Einzellochmaschine sind für eine solche Platte ein Locher und zwei Helfer mindestens erforderlich. Rechnet man für den Locher 60 Pf. im Akkord, für die beiden Helfer je 50 Pf., so ergibt sich pro Stunde 1,60 M oder pro 100 Löcher 22 Pf. Macht man auch hierzu einen Zuschlag von 10 Minuten für Aufhängung und Wegschaffung der Platte, so ergeben sich für 100 Löcher Kosten von 26 Pf., was etwa dem fünf-fachen Betrage entspricht.

Es lassen sich also etwa 80 % an Löhnen sparen, welche Zahl auch in der Praxis annähernd tatsächlich erreicht worden sein soll.

Außerdem ist aber noch zu berücksichtigen, daß bei der Viellochmaschine die nicht unerheblichen Kosten für das Anzeichnen und Zulegen fast vollständig in Fortfall kommen. Auch ist infolge der exakten Arbeit ein späteres Aufreiben nicht passender Löcher unnötig.

Der Kraftbedarf der Maschine, der bei Leerlauf etwa 12 PS. beträgt, steigt bei 12-mm-Platten auf etwa 15 PS., bei schweren Blechen bis auf etwa 25 PS., was dem Kraftbedarf einer gewöhnlichen schweren Doppelstanze für 25 er Nieten und 25 mm Blechstärke entspricht. Mehrkosten für höheren Kraftverbrauch sind also nicht zu verzeichnen. Außer an den Ersparnissen von Löhnen wird sich ein Einfluß auf die Herstellungskosten des Schiffskörpers bei Anwendung dieser Maschine ferner noch in der Zeit-

ersparnis bemerkbar machen. Während früher etwa acht Platten bei neunstündiger Arbeitszeit mit Einzellochmaschinen von einer Maschine gelocht werden konnten, leistet die Viellochmaschine etwa 25 Platten, d. h. annähernd das Dreifache. Es kann also auf diese Weise die Bauzeit eine Kürzung erfahren, sofern diese Maschinen in größerem Umfange zur Anwendung kommen. Ferner dient die absolute Genauigkeit der Niellöcher dazu, ein gutes Passen zu verbürgen, so daß sowohl die Kosten als auch die Zeit, welche für ein Passendmachen der Niellöcher, ein Nachbohren oder Aufreiben erforderlich sind, in Fortfall kommen können.

Bei den großen Vorteilen, die diese Maschinen bieten, dürfen jedoch auch die Nachteile nicht verschwiegen werden. Dieselben liegen im wesentlichen in der Beschränkung, welche die Maschine der Konstruktion auferlegt. Vorläufig können nur solche Platten gelocht werden, welche rechtwinklig zueinander verlaufende Längs- und Quernietreihen aufweisen. Alle abweichenden Platten sind für diese Art der Herstellung unbrauchbar, und es fallen daher bei der eigenartigen Form des Schiffes eine große Anzahl von Platten heraus, die nur mittels Einzellochmaschine gelocht werden können. Die Maschine hat sich daher auch zunächst diejenigen Gebiete erobert, welche von Natur sich dieser Beschränkung anpaßten. Das war die Herstellung von Schwimmdocks, Pontons und ähnlichen geometrisch einfachen Schwimmkörpern. Des weiteren hat der Tankdampferbau begonnen, sich der Maschine anzupassen; denn da viele Tankdampfer ohne Sprung gebaut werden, so liegen die Verhältnisse für die Anwendung der Maschine sehr günstig, weil die mittlere halbe Länge des Schiffskörpers vollständig aus rechteckigen Platten hergestellt werden kann. Außerdem bietet die Maschine gerade für den Tankdampferbau den sehr in das Gewicht fallenden Vorteil absolut genauer Nietung; bekanntlich stellen die Transportschiffe für flüssige Ladung an die Genauigkeit der Vernietung wesentlich höhere Anforderungen, als Schiffe für gewöhnliche Fracht. Sollte sich der Fortfall des Sprunges, der bei den Tankschiffen keine besonderen Nachteile gezeitigt hat, auch bei gewöhnlichen Frachtschiffen einbürgern, so würden wesentlich höhere Mengen von Plattenmaterial der Bearbeitung durch die Viellochmaschine zugänglich gemacht werden.

Der oben genannte Vorteil sehr exakter Arbeit hat in erster Linie dazu geführt, für diese Plattenlochmaschine auch eine Profillochmaschine zu konstruieren. Die in Abb. 23 dargestellte automatische Profileisenlochmaschine, die ebenfalls von Th. Scheld, Hamburg, konstruiert ist, arbeitet in ähnlicher Weise wie die Plattenlochmaschine und Hand in Hand mit dieser. Sie ist ähnlich gebaut, wie eine normale Einzellochmaschine, nur besitzt sie in der Regel zwei Stempel mit Matrizen, so daß gleichzeitig zwei Löcher hergestellt werden können. Der Vorschub erfolgt in

ähnlicher Weise, wie oben gekennzeichnet, durch Zahnradvorgelege und läßt sich durch Auswechseln derselben auf die im Schiffbau üblichen Teilmengen einstellen; er geht vollständig automatisch vor sich, sobald die Maschine eingestellt und das zu lochende Profileisen auf dem Führungsschlitten befestigt ist. Es können jedoch auch unregelmäßige Teilungen an beliebiger Stelle, wie sie im Schiffbau häufig vorkommen, leicht und absolut genau gelocht werden, ohne daß der automatische Transport abgestellt wird. Die Vorteile dieser Maschine liegen neben der genauen Arbeit darin, daß

Während es also gelungen ist, für einen Teil des Eisenmaterials von Schiffen die Arbeiten des Anzeichnens, Lochens und Schablonierens durch eine einzige Maschine vornehmen zu lassen, muß das Schlagen der Niete bisher noch völlig getrennt von anderen Arbeitsvorgängen erfolgen. Zur Beurteilung der Nietarbeiten ist es zweckmäßig, sich der Kosten für dieselben zu erinnern. Wie bereits oben erwähnt, entfallen von den für den Bau des eisernen Schiffskörpers benötigten reinen Lohnkosten auf das Schlagen der Niete etwa 38%. Gelingt es, diese Löhne zu vermindern, so werden

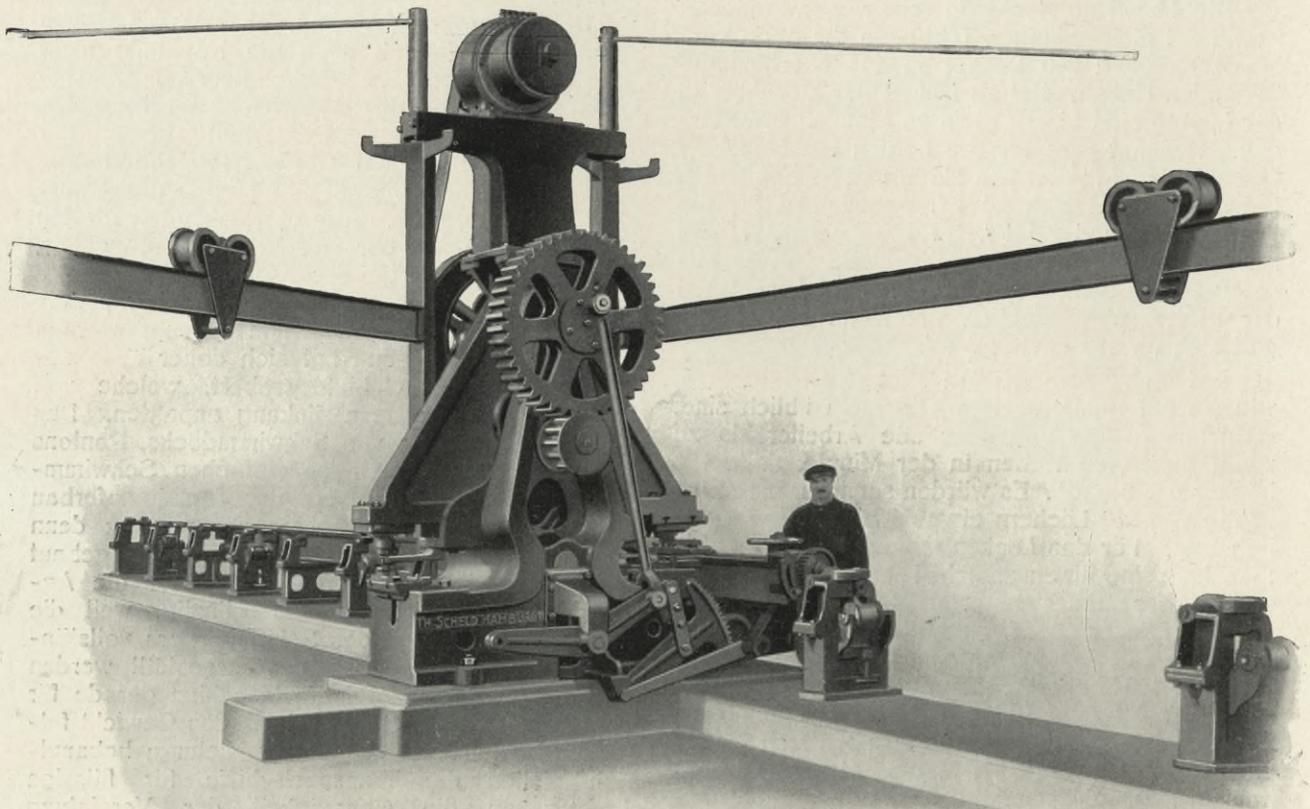


Abb. 23. Profileisen-Lochmaschine mit automatischem Vorschub

das Anzeichnen fast völlig fortfällt und Ersparnisse an Aufreibearbeit gemacht werden können. Außerdem ermöglicht die Maschine infolge des automatischen Vorschubes ein rascheres Arbeiten, als bei gewöhnlichen Einzellochmaschinen möglich ist. Zum Antrieb dienen heute meistens Elektromotoren, welche für 10 mm starke Profile etwa 8 PS. leisten müssen. Auch diese Maschine bedingt naturgemäß, daß der Konstrukteur sich ihrer Eigenart anpaßt und bei der Wahl der Teilungen sich möglichst an die vorhandenen Rädervorgelege hält. Nur unter diesen Voraussetzungen können die Maschinen voll ausgenutzt werden und zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in den Betrieben beitragen.

sich ebenfalls die Generalunkosten, die mit etwa 60% der Löhne anzusetzen waren, in annähernd gleichem Maße herabsetzen lassen, so daß beispielsweise für das genannte Schiff von 125 m Länge, bei welchem die Kosten für Vernietung etwa 70 500 M betragen, schon bei Ersparnis von nur wenigen Prozent der Löhne, beträchtliche Summen erscheinen.

Da die Handnietung in ihrem augenblicklichen Stadium nicht weiter vervollkommenet werden kann, hat man die Verbilligung auf dem Wege der maschinellen Herstellung der Vernietungen gesucht, die mit der Einführung der pneumatischen und hydraulischen Vorrichtungen immer mehr in Aufnahme gekommen ist. Bei diesen Maschinen

sind auch in den letzten Jahren eine Reihe von Verbesserungen ausgeführt worden. Um bei dem gekennzeichneten Posten der Löhne durch maschinellen Betrieb Ersparnisse zu machen, wird man unter der Annahme, daß die Höhe der Löhne gleich bleibt, bedenken müssen, daß dies nur durch Verringerung der für einen Arbeitsvorgang tätigen Arbeiterzahl und durch Beschleunigung des Arbeitsvorganges erreicht werden kann. Wie

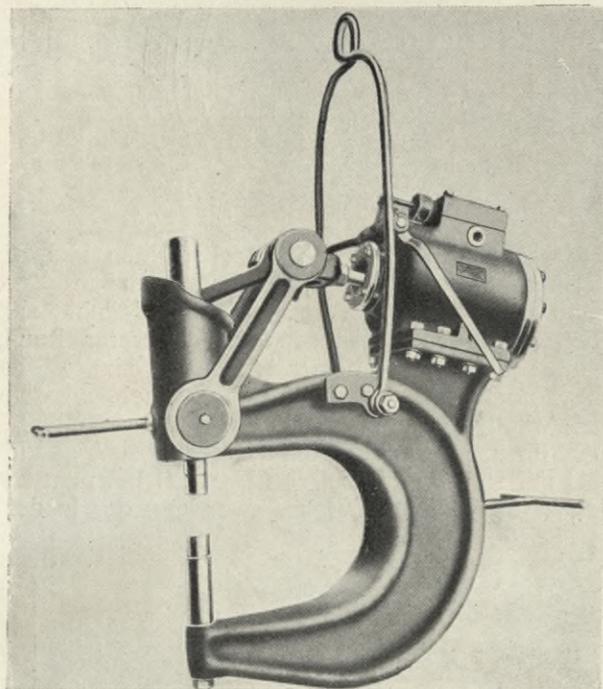


Abb. 24. Pneumatische Kniehebelnietmaschine (Druckwerk)

die nebenstehende Tabelle zeigt, hat die Zahl der werkfähigen Arbeiter zum Schlagen von Nieten bei Anwendung moderner Maschinen gegen früher auf die Hälfte reduziert werden können:

Anzahl der Arbeiter beim Herstellen der Vernietung:

	Nieler	Gegenhaller	Nieljunge	zusammen
Bei Handbetrieb	2	1	1	4
Bei Preßluft (Schlagwerkzeuge)	1	1	1	3
Bei Preßluft (Druckwerkzeuge oder Bügelschlag-niete)	1	0	1	2
Bei Preßwasserbetrieb	1	0	1	2
Bei Verwendung einer Lochmaschine in der Werkstatt	1	0	1	2

Dementsprechend ist naturgemäß eine Verminderung der Kosten für das fertiggeschlagene Niet zu verzeichnen, wobei bei Aufstellung der Löhne naturgemäß die Zeit miteingerechnet werden

muß, welche für Aufstellung der maschinellen Vorrichtungen benötigt wird. Die Kosten belaufen sich demnach beispielsweise pro 100 Stück geschlagener Niete auf etwa folgende Werte:

Lohnkosten für 100 Stück geschlagener Niete von 20 mm Durchmesser:

an Land:		an Bord:	
1. Handnietung . 5,— M		1. Handnietung . 8,— M	
2. Preßluft, Schlagnietung 3,— „		2. Preßluft, Schlagnietung 5,50 „	
3. Preßluft (Druck- oder Bügelschlagniete) . 2,— „		3. Preßwasser . 4,— „	
4. Preßwasser . 2,50 „			
5. Lochmaschine 1,50 „			

Diese Zahlen zeigen deutlich den Einfluß des vereinfachten Arbeitsvorganges auf die Löhne. Die angegebenen Zahlen sind naturgemäß nur Durchschnittszahlen, da im Schiffbau die Löhne für Herstellung der Vernietung je nach der Zugänglichkeit an Bord unter Umständen ziemlich starken Schwankungen unterworfen sind.

Gleichzeitig ist aus der letzten Tabelle deutlich erkennbar, in wie hohem Maße die Kosten dieser Arbeiten steigen, so bald sie an Bord vorgenommen werden. Die Kosten in der Werkstatt sind wesentlich geringer, was in der Hauptsache auf die Zeitverluste zurückzuführen ist, welche sich aus den schwierigeren Bordverhältnissen ergeben. Es geht daraus hervor, daß eine möglichst

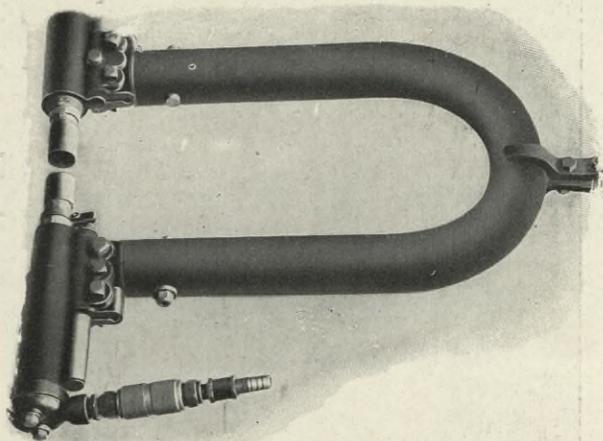


Abb. 25. Pneumatische Bügelnietmaschine (Schlagwerk)

weitgehende Fertigstellung der Bauteile in der Werkstatt im Interesse der Kostenersparnisse liegt und daß an Bord möglichst nur die allernotwendigsten Vernietungen vorgenommen werden sollten. Aus diesem Grunde hat man auch auf die weitere Ausbildung der in der Werkstatt anwendbaren Methoden wieder sein Augenmerk gelenkt.

Hierzu gehört die Nutzbarmachung von gewöhnlichen Lochmaschinen zur Herstellung von Vernietungen, welche erst vor wenigen Jahren versucht worden ist. Eine gewöhnliche, recht kräftige Lochmaschine wird zu diesem Zwecke an Stelle

des Lochstempels und der Matrize mit einem Nietstempel und Gegenhalter versehen, die so einzustellen sind, daß der Druck des Stößels der Maschine gerade ausreicht, um den anzustauchenden Nietkopf bis auf die zu verbindende Platten herunterzudrücken. Geschieht dieses Adjustieren mit genügender Sorgfalt, so steht die

rhode gut bewährt. Sie hat den Vorteil, daß die Kosten noch wesentlich geringer sind, als die sämtlicher anderen Nietmethoden; 100 Stück geschlagene Niete kosten nur 1,50 M.

Neben der einfachen mechanisch angetriebenen Lochmaschine erfreut sich die pneumatische Hebelnietmaschine (Abb. 24) immer

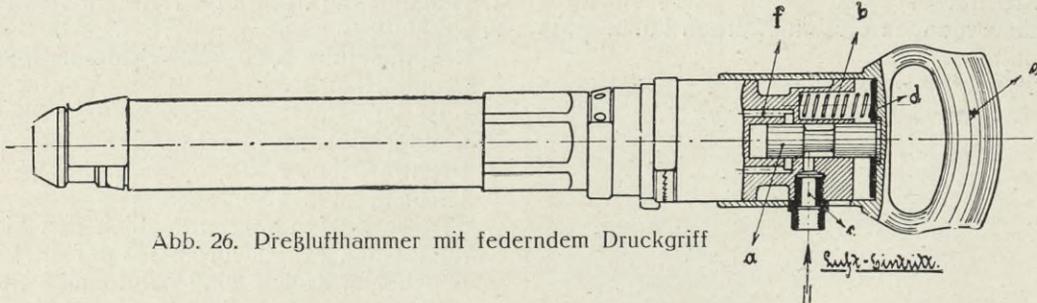


Abb. 26. Preßlufthammer mit federndem Druckgriff

Qualität der Niefung nicht hinter derjenigen mittels Preßluft zurück, und auch die Maschinen laufen keine Gefahr, beschädigt zu werden. Allerdings darf mit den Materialstärken nicht zu hoch gegangen werden, da die Lochmaschinen nicht überbeansprucht werden sollten; für leichtere Bauteile, beispielsweise das Zusammennieten von Spant und Gegenspannt, von Rahmenspannten, Kimmstützplatten und sonstigen kleineren leicht transportablen Bauteilen hat sich daher diese Me-

weitere Ausbreitung. In zweckmäßigen kleinen Kranen aufgehängt und im Freien in der Nähe der Helling aufgestellt, ermöglicht sie auch noch den Zusammenbau schwererer Bauteile. Die Gewichte dieser Maschinen sind allerdings noch immer verhältnismäßig hoch, so daß das Arbeiten mit denselben stets gewisse Zeitverluste für genaues Einrichten auf das zu schlagende Niet mit sich bringt. Diesen Nachteil hat man zu beseitigen versucht durch Anwendung der in der

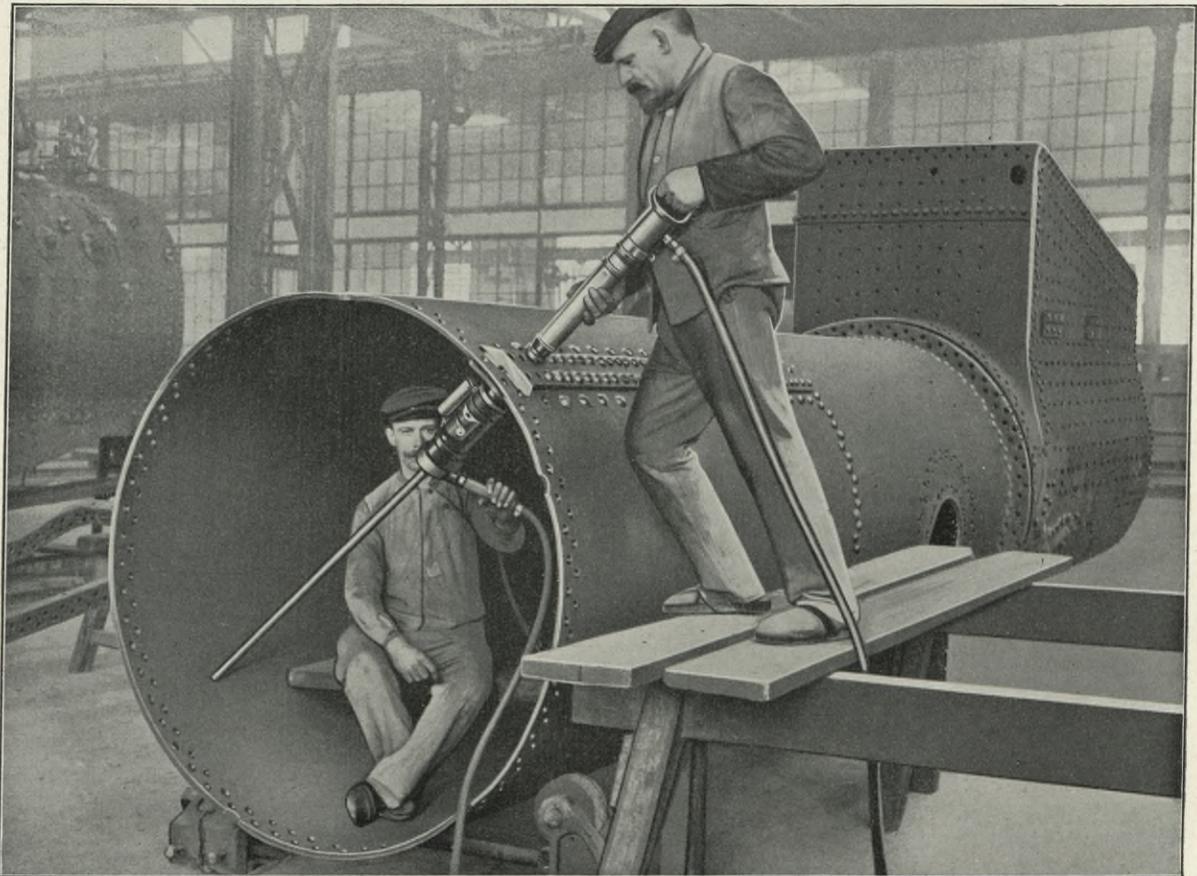


Abb. 27. Pneumatischer Gegenhalter im Betrieb

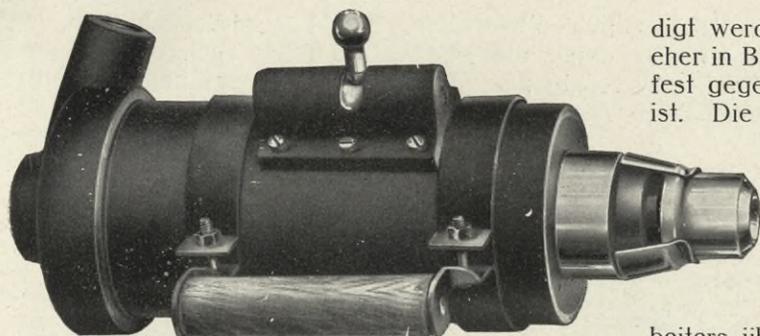


Abb. 28. Schlagender Gegenhalter für Preßluftbetrieb

Abb. 25 dargestellten Schlagnietler mit Bügel, wie sie von der Internationalen Preßluft- und Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H. in Berlin hergestellt werden. Während bei den mit Druckzylindern versehenen Maschinen die Herstellung des Nietkopfes durch einen gleichmäßigen starken anhaltenden Druck erfolgt, wird sie bei diesen Bügelnietern durch viele rasch aufeinander folgende Schläge bewerkstelligt, so daß von der Anwendung eines schweren Rahmens abgesehen werden kann und derselbe aus leichtem Stahlrohr oder, bei größeren Ausladungen, aus einem leichten Gitterwerk hergestellt werden kann. Der Vorteil dieser Maschine liegt also in der größeren Leichtigkeit und Handlichkeit, und der daraus folgenden Arbeitsbeschleunigung.

Auch auf dem Gebiete der Preßluftschlaghämmer sind Versuche zur Verbesserung des Arbeitsvorganges angestellt worden, die sich einerseits auf Entlastung des Arbeiters, andererseits auf Erzielung einer möglichst vollkommenen Qualitätsnietung richtet. Der in der Abb. 26, wieder-gegebene Hammer mit Druckgriff hat den Vorteil, daß das Werkzeug erst zu arbeiten beginnt, sobald der Arbeiter den Hammer kräftig gegen das zu schlagende Niet legt; außerdem liegt ein großer Vorteil in der Elastizität des Druckgriffes, der sich auf dem Schaft des Hammers hin- und herbewegt. Ferner ist mit dem Druckgriff eine Sicherung geschaffen, welche verhindert, daß der Nietdöpper oder -kolben herausfliegen und dadurch beschä-

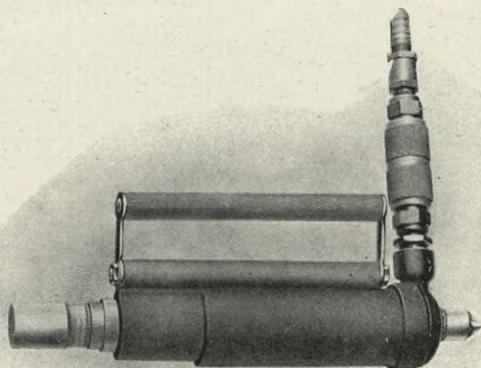


Abb. 29. Pneumatischer Zwischenspannietier

digt werden kann; denn der Hammer kann nicht eher in Betrieb gesetzt werden, bis der Nietdöpper fest gegen den zu schlagenden Nietkopf gepreßt ist. Die selbsttätige Ausschaltung erfolgt durch eine im Innern vorhandene Feder, welche das Luffeinlaßventil schließt, sobald der Hammer nicht mehr fest gegen gedrückt wird. Durch die eigenartige Federwirkung ist der Rückstoß des Hammerschaftes, der sonst direkt auf den Arm des Arbeiters übertragen wurde, wesentlich geschwächt, woraus naturgemäß eine höhere Leistungsfähigkeit des Arbeiters und eine Verbilligung der Arbeit resultiert. Nach den bisherigen Erfahrungen eignen sich die Niethämmer mit Druckgriff am besten zur Herstellung von schweren Kopfnieten.

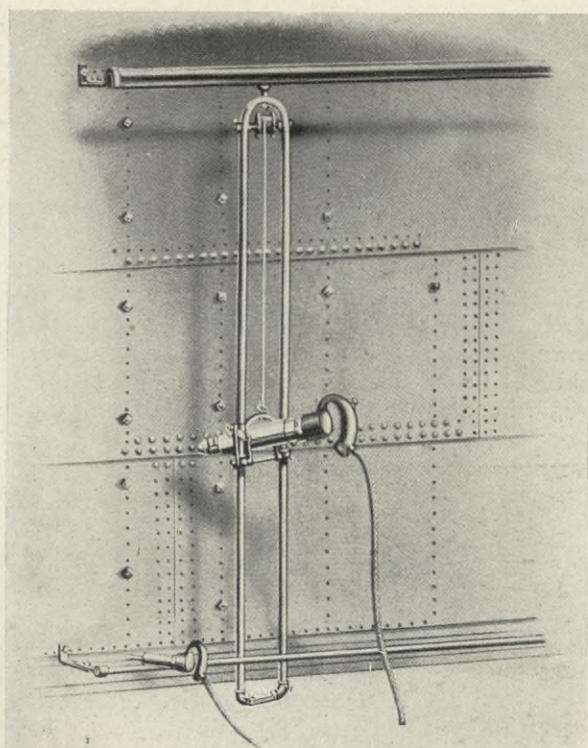


Abb. 30. Erleichterung der Preßluftarbeiten durch Aufhängen der Schlaghämmer

Der bei Anwendung der Schlagwerkzeuge vorhandene harte Rückstoß, welcher an die Arbeitskraft des Nieters hohe Anforderungen stellt, hat auch dahin geführt, den Gegenhalter, der von der anderen Seite den Schlag des Werkzeuges aufzunehmen hat, zu entlasten und es sind daher selbsttätige Gegenhalter gebaut worden und in Anwendung genommen, welche den Stoß aufnehmen und unabhängig vom Arbeiter auf ein Gegenlager übertragen. Zu unterscheiden sind drückende Gegenhalter und schlagende Gegenhalter. Sie können auch im Schiffbau in ähnlicher Weise, wie die Abb. 27 es darstellt, nur da angewendet werden, wo ein entsprechendes Gegenlager

vorhanden ist, also beispielsweise in den Decks. Der schlagende Gegenhalter hat außerdem Einfluß auf die Qualität der Niete, vor allem auf die Wasserdichtigkeit, denn durch die gleichmäßige Schlagwirkung von beiden Seiten, von Schlagwerkzeug und schlagendem Gegenhalter werden selbst etwas versetzte Nietlöcher voll ausgefüllt und die Nietköpfe kommen auf beiden Seiten vollständig zum Anliegen. Der Arbeitsvorgang mit dem schlagenden Gegenhalter ist im allgemeinen so, daß zunächst nach zweckmäßigem Einbau des Gegenhalters das Druckstück durch

Oeffnen des Ventils unter vollen Betriebsdruck gegen den Nietkopf gepreßt wird. Durch den Ventilhebel (s. Abb. 28) wird alsdann der Schlag des Gegenhalters eingeschaltet, sobald auf der anderen Seite der Drucklufthammer zu schlagen beginnt; in etwas anderer Ausführung wird der Gegenhalter bei den Zwischenspannten angewandt, wo auf der anderen Seite dann der in Abb. 29 dargestellte Zwischenspantnieter zweckmäßig benutzt werden kann. Die Wirkung dieser

beiden Instrumente beruht hauptsächlich darin, daß damit die Nietung auch zwischen den Spanten völlig zentral hergestellt werden kann, was bei Anwendung der gewöhnlichen Nietapparate im allgemeinen nicht erreichbar ist.

Um den Arbeiter nach Möglichkeit während seiner Arbeit zu entlasten und seine Arbeitsfähigkeit zu erhöhen, ist eine gute Aufhängung der Preßluftwerkzeuge von großer Bedeutung. Die Abb. 30 und 31 zeigen Methoden, mittels deren man eine größere Arbeitsleistung und ein flotteres Arbeiten erzielt hat. Bei vertikal stehenden

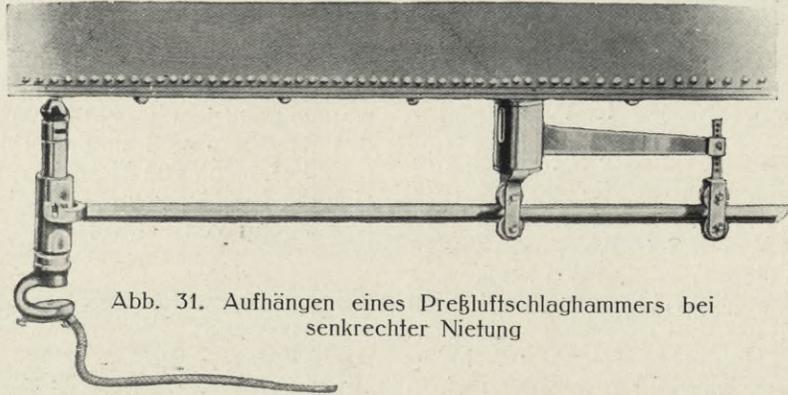


Abb. 31. Aufhängen eines Preßluftschlaghammers bei senkrechter Nietung

Nietreihen wird der Niethammer in der dargestellten Weise an einem leicht zu befestigenden Gestell aus Gasrohr so aufgehängt, daß sein Gewicht durch ein Gegengewicht ausbalanciert ist und trotzdem die volle Beweglichkeit des Hammers gewahrt bleibt. In noch höherem Maße ermüdend wirkt das Gewicht des Hammers beim Schlagen von Nieten nach oben, z. B. unter dem Schiffsboden. Hier findet die Aufhängung nach Abb. 31 statt, wo der Hammer an einer Hebelstange hängt,

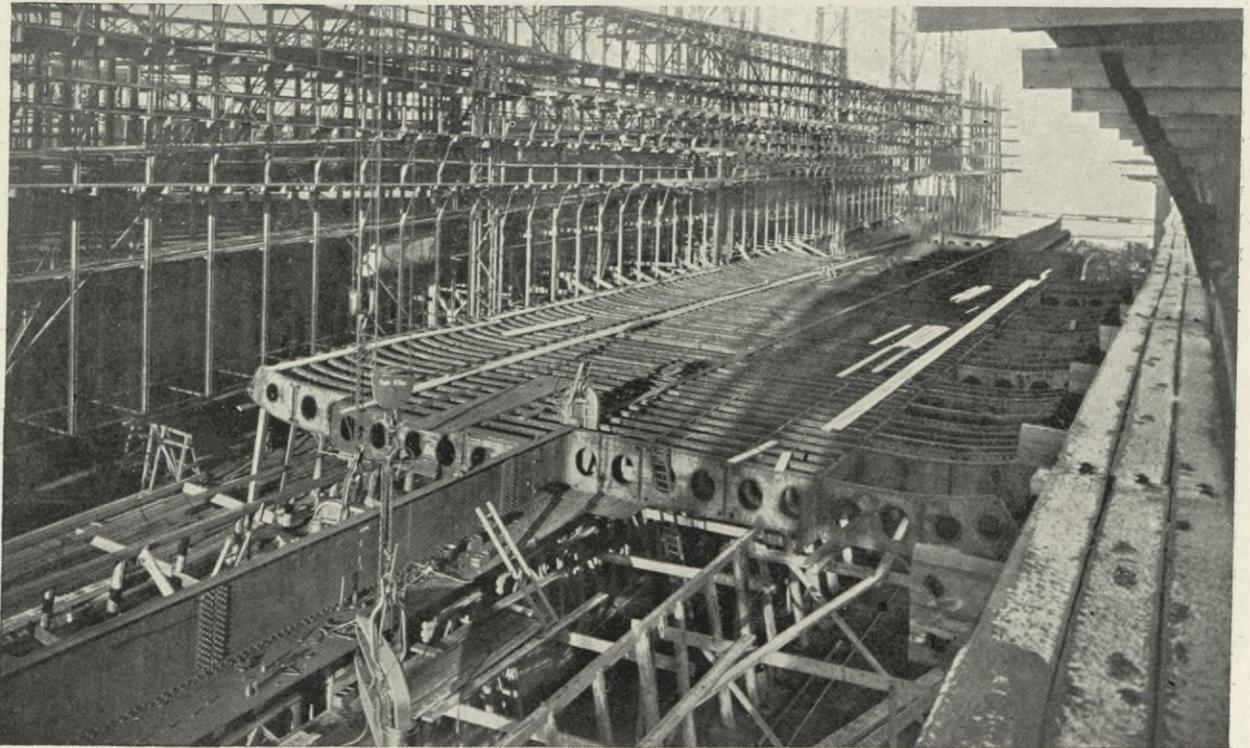


Abb. 32. Hydraulische Zangennieter beim Bau des „Imperator“

die am anderen Ende durch ein Gewicht beschwert ist. So kann also auch auf indirektem Wege durch Entlastung des Arbeiters die Leistungsfähigkeit der Maschine mehr ausgenutzt und dadurch die Arbeit verbilligt werden. Die genannten Preßluftwerk-

mes wird der Motor in rasche Drehung versetzt und dadurch in seiner Masse eine erhebliche lebendige Kraft aufgespeichert. In dem Augenblick, wo der Nietdöpper auf das Niet aufsetzt, schaltet der Strom selbsttätig aus und die Schwungmasse des Motors besorgt das Stauchen des Nietes. Diese Maschine ist jedoch nur für kleine Materialstärken geeignet, da die Krafftäußerung nicht erheblich sein kann; sie hat sich aber infolge ihrer leichten Handhabung im Brückenbau bereits einen Platz gesichert.

Die von der Firma Ed. Weber, Hamburg, gelieferte Maschine System „Piat“ (Abb. 34) nimmt wieder Preßwasser als Kraftträger an, erzeugt dasselbe jedoch direkt an der Maschine durch einen kleinen Elektromotor. Es wird hier also der große Vorteil hydraulischer Nietung mit dem Vorteil der so beweglichen und sicheren elektrischen Kraftüber-

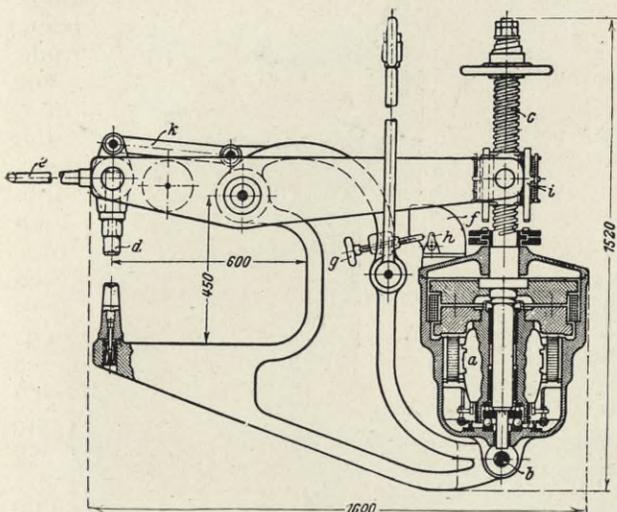


Abb. 33a. Elektrische Hebelnietmaschine (Querschnitt)

zeuge und Aufhängevorrichtungen werden von der Internationalen Preßluft- und Elektrizitäts-Gesellschaft m. b. H. in Berlin hergestellt.

Im Großschiffbau haben sich die hydraulischen Nietmaschinen für große Materialstärken weiter eingeführt. Ihr Zweck und ihr Erfolg liegt aber weniger auf wirtschaftlichem Gebiete als auf dem der hochwertigen Nietung, die für die heutigen Riesenschiffe gefordert wird. Diese Maschinen haben daher, so interessant ihre Entwicklung ist, für unsere ökonomische Betrachtung weniger Wert. Abb. 32 zeigt die bekannten Zangennierer beim Bau des „Imperator“.

Der Abschnitt über Nietmaschinen kann nicht abgeschlossen werden, ohne daß einige Versuche erwähnt werden, die kostspielige hydraulische oder pneumatische Kraftübertragung, welche große Anschaffungs- und Unterhaltungskosten erfordern, durch die elektrische Kraftübertragung zu ersetzen. Wenn die nachfolgend beschriebenen beiden Maschinen auch seitens des Großschiffbaues noch nicht Verwendung finden, so haben sie sich doch bereits beim Bau von Pontons und anderen Schwimmkörpern auf einigen Eisenwerken als brauchbar erwiesen und werden vielleicht für manche Zwecke des Schiffbaues noch künftig angewendet werden können. Abb. 33a und 33b zeigen eine elektrische Hebelnietmaschine, die für leichtere Arbeiten erfolgreich benutzt wird. Der bewegliche Druckhebel, ein Doppelhebel mit ungleich langen Armen, wird durch eine Spindel bewegt, auf deren Schaft ein Elektromotor mit kräftiger Schwungmasse sitzt. Durch Einschaltung des mittels Leitungsdraht zugeführten Stro-

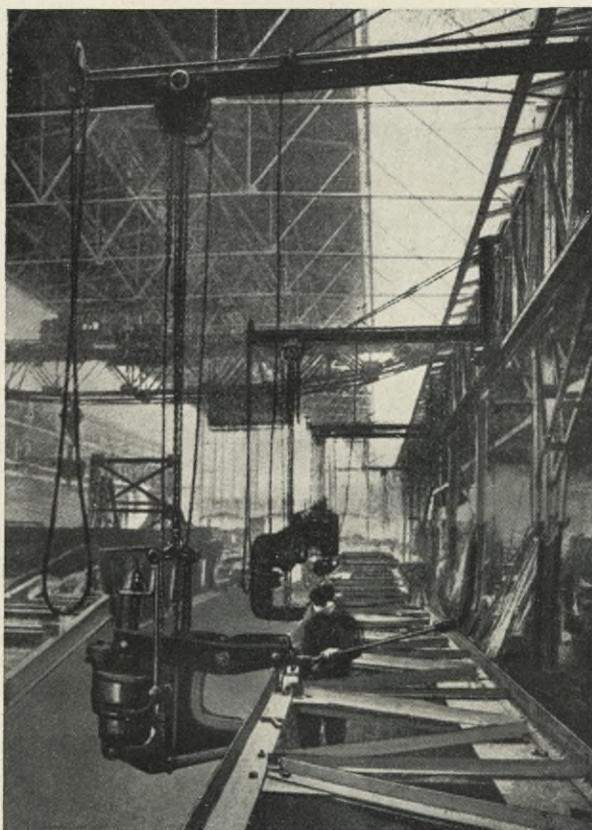


Abb. 33b. Elektrisch angetriebene Hebelnietmaschine im Betrieb

tragung vereinigt. Der Arbeitsvorgang ist kurz folgender: Durch Kegelradübersetzung arbeitet der Elektromotor auf eine vertikal bewegliche Spindel, an welche sich unten ein hydraulischer Pumpenkolben mit Zylinder anschließt. In diesem wird der hydraulische Druck für jeden Hub erzeugt und durch ein kleines Ueberlaufrohr das Druckwasser in die hohle Axe der Nietzange und durch

diese weiter in den eigentlichen Druckzylinder des Nieters geführt. Für Schiffswerften, welche keine hydraulischen Anlagen besitzen, dürften diese Maschinen manche Vorteile besonders in wirtschaftlicher Beziehung bieten, denn die Anschaffungskosten sind im Verhältnis zu denen einer ganzen hydraulischen Anlage gering.

Das Bohren und Gewindeschneiden an Bord

Ein nicht zu umgehender Arbeitsvorgang an Bord von im Bau befindlichen Schiffen ist bekanntlich das Bohren von Löchern und das Schneiden von Gewinden in eiserne Bauteile zum Zwecke der

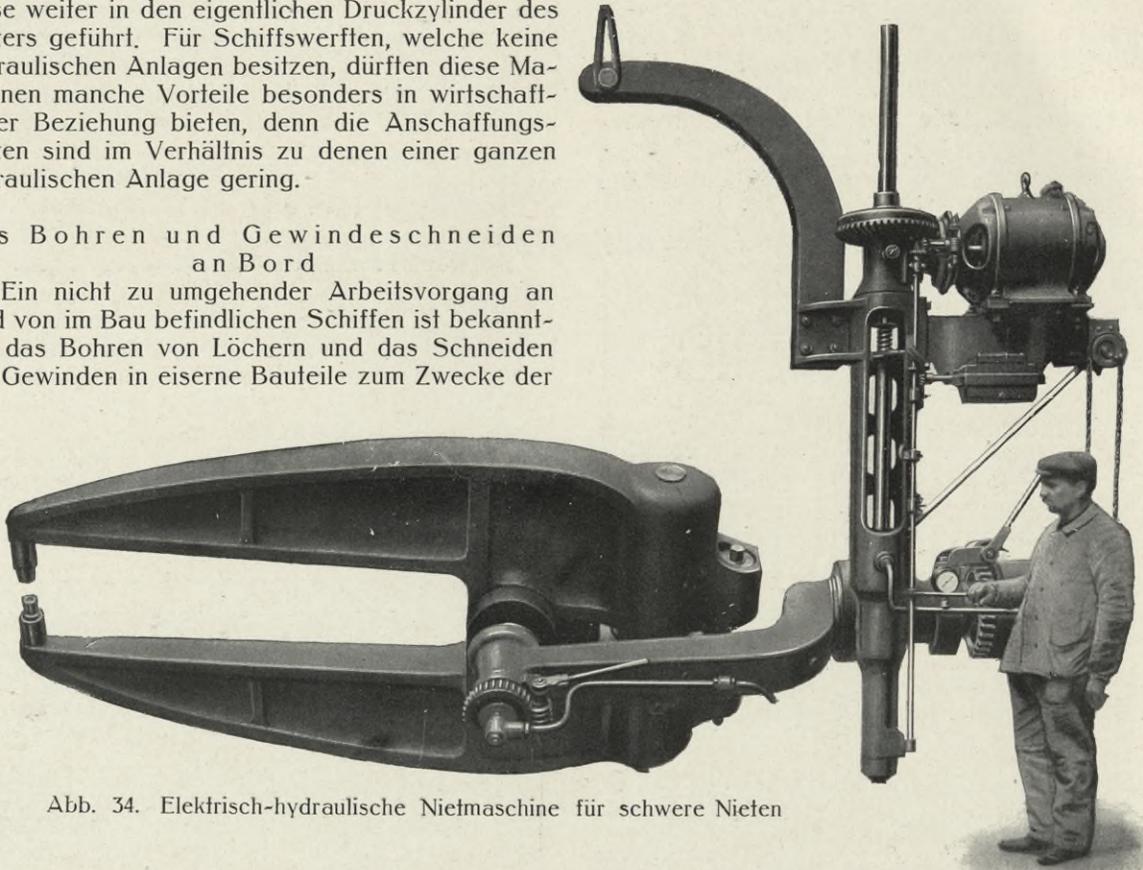


Abb. 34. Elektrisch-hydraulische Nietmaschine für schwere Niete

Befestigung von Ausrüstungs- oder Maschinenteilen. Da diese Arbeiten erst in Angriff genommen werden können, wenn der eiserne Schiffskörper zusammengenielt ist, so treten die Anforderungen des Bordbetriebes in vollem Umfange an die Maschinen und Arbeiter heran.

Während die elektrischen Bohrmaschinen den Vorteil haben, daß das Legen der Leitung außerordentlich einfach ist, stehen sie insofern den Preßluftwerkzeugen nach, als sie empfindlicher gegen Ueberlastung sind, sich bei starker Inanspruchnahme leicht warm laufen und eventuell durchbrennen. Die Preßluftbohrmaschinen haben dagegen den Vorteil, daß sie auch bei plötzlichem Anwachsen des Widerstandes, z. B. durch ungleichmäßiges Anziehen der Vorschubspindeln durch den Arbeiter, sehr gut durchziehen. Außerdem arbeiten sie schneller. In der Konstruktion dieser Bohrmaschine sind in den letzten Jahren keine wesentlichen Veränderungen vorgekommen. Dagegen hat man, während früher die erforderlichen Gewinde zum Einziehen von Schrauben in die Löcher meist von Hand geschnitten wurden, jetzt die genannten Preßluftbohrmaschinen dahin vervollkommen, daß sowohl das Bohren des

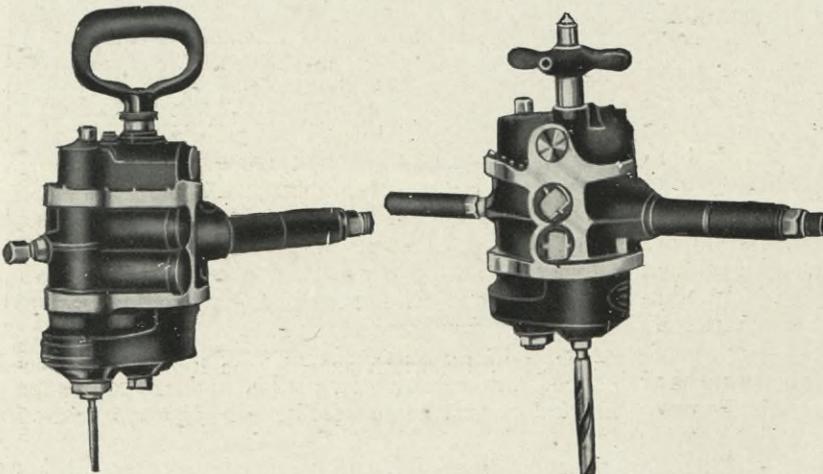


Abb. 35. Preßluftbohrmaschine mit Vorgelege und Welle zum Gewindeschneiden (leichtere Bauart)

Für das Bohren an Bord kommen im allgemeinen elektrische oder Preßluft-Bohrmaschinen in Betracht, da sie leicht transportabel und von geringem Gewicht sind.

Loches, als auch das Schneiden des Gewindes von einer Maschine besorgt wird. Auch auf diesem Gebiete hat die Internationale Preßluft- und Elektrizitäts-Gesellschaft sehr Gutes geleistet.

Die in Abb. 35 dargestellte Maschine ist für die an Bord vorkommenden zahlreichen leichteren Bohr- und Gewindeschneidarbeiten gebaut und schneidet Löcher bis 13 mm und Gewinde bis 10 mm. Die Geschwindig-

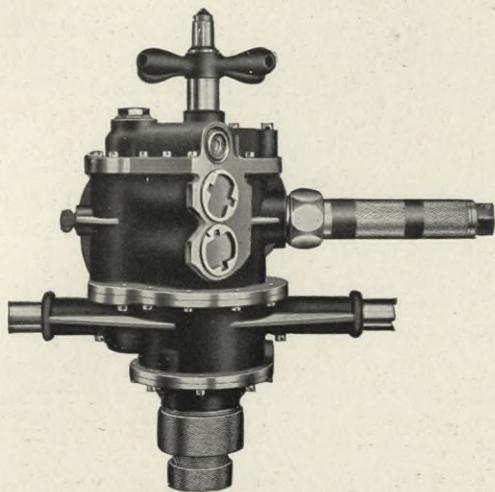


Abb. 36. Preßluftbohrmaschine mit Compoundvorgelege zum Gewindeschneiden (schwerere Bauart)

keit der Bohrspindel, welche mit 360 Umdrehungen in der Minute läuft, wird für die Zwecke des Gewindeschneidens durch ein Vorgelege auf 120 Umdrehungen gebracht. Die Maschine ist umsteuerbar, so daß ein leichtes Schneiden der Gewinde erzielt wird. Für Bohrzwecke wird die Maschine mit dem Spannkreuz versehen, wie die rechte Figur zeigt. Sollen Gewinde geschnitten werden, so wird ein Handgriff aufgesetzt und für die Aufnahme des Gewindebohrers die zweite Spindel (siehe linke Figur) benutzt. Durch einfaches Drehen des Ventil-

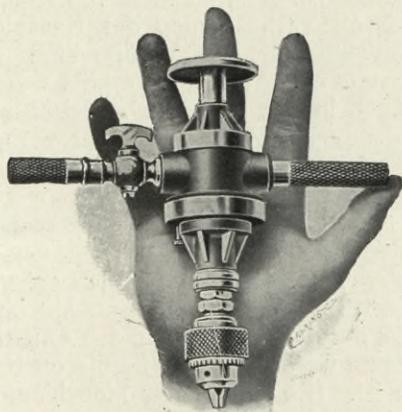


Abb. 37. Schnellaufende Zwerg-Bohrmaschine für leichte Arbeiten an Bord

handgriffes wird die Maschine auf Vorwärts- oder Rückwärtsgang direkt umgesteuert. Das Gewicht der Maschine beträgt nur $5\frac{1}{2}$ kg, sie braucht für leichtere Arbeiten nicht eingespannt zu werden, sondern kann mit der Brustplatte angedrückt werden.

Abb. 36 zeigt eine schwerere Bauart mit Compoundvorgelege, die für große Materialstärken und Gewinde bis 65 mm Durchmesser gebaut ist. Sie dient, außer für die schweren Arbeiten bei Befestigung der Maschinenfundamente im Schiff,



Abb. 38
Pneumatische Eckenbohrmaschine

auch noch zum Bohren von Panzerplatten im Kriegsschiffbau und hat sich dabei bestens bewährt. Die Zahl der Umdrehungen beträgt etwa 80 Touren pro Minute. Für ganz leichte Arbeiten, beispielsweise die Befestigung der elektrischen Leitungen im Schiff und Aehnliches hat sich die in Abb. 37 dargestellte Zwergbohrmaschine zum Bohren kleiner Löcher eingeführt. Sie ist außerordentlich handlich, kann vom Arbeiter in der Rocktasche getragen werden und hat bei 2000 Touren eine gute Bohrleistung.

Weiter hat sich für bestimmte Arbeiten im Schiffe an solchen Stellen, wo schlecht anzu-

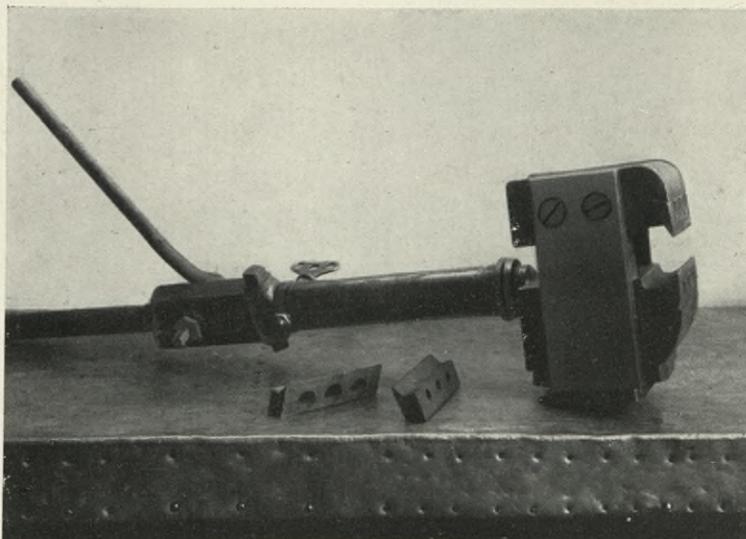


Abb. 39. Hydraulische Deckbolzenabkneifmaschine

kommen ist, die in Abb. 38 dargestellte Eckenbohrmaschine gut bewährt. Schwierige Bohrungen in Ecken mußten früher meistens durch die Handknarre besorgt werden, wobei erhebliche Lohnkosten entstanden. Mit der Maschine kann man, da der den Bohrer tragende Arm sehr geringe Ab-

messungen hat, selbst an die schwierigsten Stellen herankommen. Gegenüber dem sonst üblichen Ratschenmechanismus, der häufig zu Betriebsstörungen Anlaß gibt, ist die Maschine mit sauber gefrästen, sehr ruhig laufenden Zahnrädern ausgerüstet.

Alle diese Maschinen haben dazu beigetragen, einerseits die Lohnkosten für Bohren und Gewindeschneiden an Bord wesentlich zu verringern, andererseits bedeutende Ersparnisse an Zeit zu erzielen.

Eine andere neue Maschine, für früher recht unangenehme Arbeiten, ist die in Abb. 39 wiedergegebene hydraulische Maschine zum Abkneifen von Decksbolzen. Um die unter den Holzdecks hervorstehenden Deckbolzenenden abzuschneiden und damit dem Deck von unten her ein gleichmäßiges Aussehen zu verleihen, mußten die Bolzenenden früher mit großer Mühe von Hand

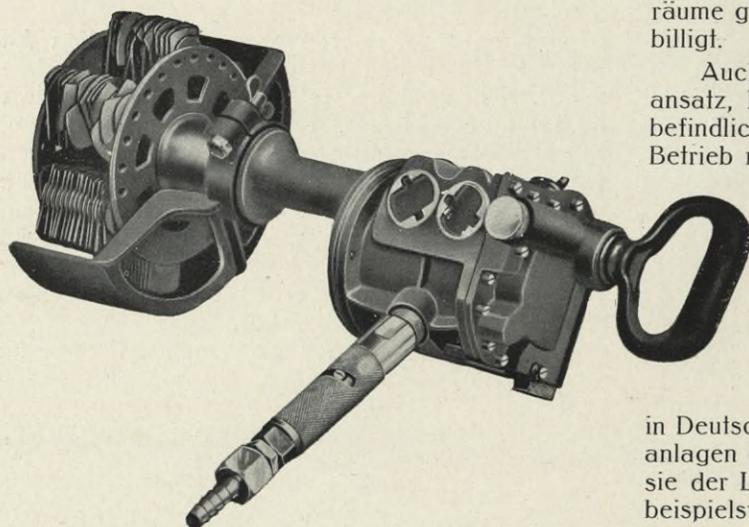


Abb. 40. Rostabklopper mit Preßluftbetrieb

abgekniffen bzw. eingefeilt und abgebrochen werden. Die dargestellte Maschine besorgt ein glattes Abkneifen der Bolzenenden mittels der im Maul der Vorrichtung angebrachten Schneidwerkzeuge. Die Maschine arbeitet in folgender Weise: Die Schneidmesser befinden sich in einem Maul, dessen eine Backe fest, die andere durch einen hydraulischen Preßzylinder mit Kolben beweglich gemacht ist. Das zum Zusammenpressen der Backen erforderliche Druckwasser wird im Apparat selbst durch zwei kleine hydraulische Pumpenkolben erzeugt, die mittels eines Handhebels in Bewegung gesetzt werden. Ein kleiner Windkessel im Innern der Maschine dient als Druckreservoir. Ist die Maschine unter Deck auf einer Tragstange zum Arbeiten festgesetzt, so wird durch Hin- und Herbewegen des Handhebels (in der Figur links), der Druck in wenigen Sekunden hergestellt und das Abkneifen erfolgt glatt und sauber in kürzester Zeit. Die Maschine ist zuerst von der A.-G. „Weser“, Bremen gebaut worden.

Ein Beispiel für die Findigkeit der Ingenieure, durch maschinellen Betrieb die Kosten der Handarbeit zu verringern, zeigt der in Abb. 40 dargestellte Rostabklopper mit Preßluftbetrieb. Derselbe dient dazu, den sich auf den Eisenteilen ansetzenden Rost zu entfernen, damit der Farbansatz gut haftet. Er besteht, wie die Abbildung zeigt, aus einer pneumatisch angetriebenen Welle, die bis zu 2000 Touren pro Minute macht; an einem Ende derselben befindet sich ein trommelartiges Gestell, das eine große Zahl kleiner beweglicher Stahlblechstücke trägt, welche beim Arbeiten der Maschine mit großer Geschwindigkeit gegen die zu reinigende Fläche geschlagen werden. Mittels dieser Maschine wird nicht nur etwa das zehnfache der Handarbeit geleistet, sondern die gereinigte Fläche zeigt auch eine sehr gleichmäßige Oberfläche, so daß diese Art der Rostreinigung, besonders vor dem Anbringen feiner Farbansätze im Innern der Schiffsräume geeignet ist, und die Arbeit bedeutend verbilligt.

Auch beim Reinigen der Schiffe von Muschelansatz, Rost und alter Farbe an der im Wasser befindlichen Außenhaut hat sich der maschinelle Betrieb mittels Preßluft eingeführt.

Verbesserung des Wirkungsgrades von hydraulischen und Preßluft-Anlagen und deren Wirkung auf die Herstellungskosten

Hand in Hand mit der Vereinfachung und Verbesserung der maschinellen Arbeitsmethoden ist in Deutschland auch eine Verbesserung der Kraftanlagen gegangen. Die gleiche Entwicklung, wie sie der Landmaschinenbau durchgemacht hat, wo beispielsweise die Wirtschaftlichkeit von Dampfkraftanlagen durch Verbesserung der Kesselanlagen, durch vollkommenere Verbrennung des Feuerungsmaterials und Ähnliches erhöht worden ist, läßt sich auch in den Schiffbaubetrieben verfolgen. Bei genauer Untersuchung der vorhandenen Anlagen fand man, daß an vielen Stellen die Wirtschaftlichkeit wesentlich gehoben werden könnte. Es mögen hier nur die Preßluft- und die Preßwasseranlagen kurz erwähnt werden.

Die in der Abb. 41 dargestellte schwere hydraulische Spezialpresse stellt eine Maschine dar, bei welcher durch Verbesserung des Antriebsmechanismus eine wesentliche Ersparnis an Kraft erzielt worden ist. Die Bauart der Maschine, die von der Firma Th. Scheld in Hamburg gebaut wird, lehnt sich im wesentlichen an die der üblichen schweren Pressen an, welche zum Vornehmen von Flanschbiegearbeiten, zum Kröpfen von Platten und Profilen, sowie zum Ausstanzen von Mannlöchern gebraucht werden.

Außer dem Hauptdruckzylinder, der mit 100 atm. arbeitet, sind an beiden Seiten zwei Rückzug- und Vorschubzylinder vorgesehen, welche den Hauptdruckkolben bis an das Werkstück her-

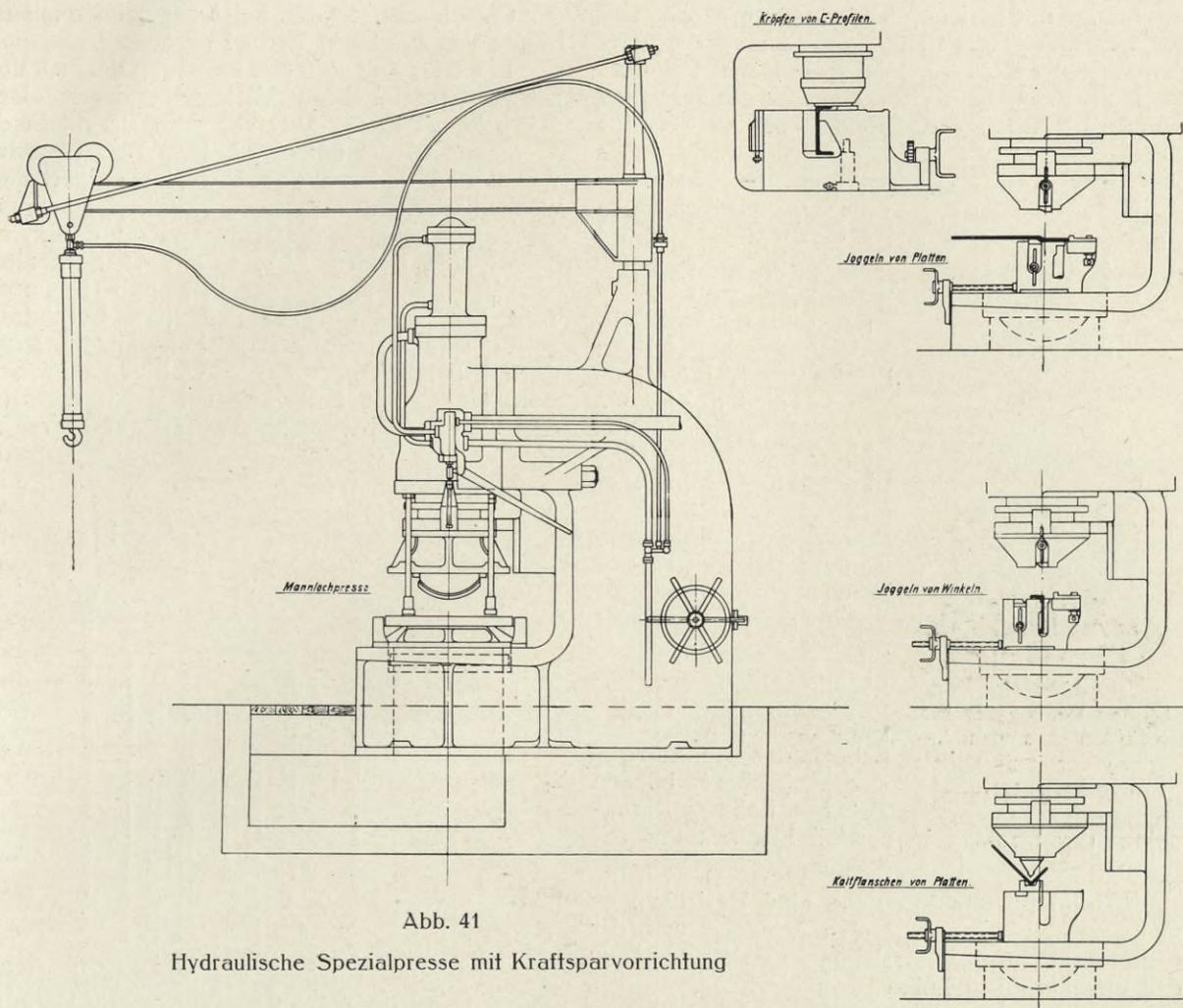


Abb. 41

Hydraulische Spezialpresse mit Kraftsparvorrichtung

anbringen oder nach dem Arbeitsvorgang das Zurückziehen bewirken. Der wesentliche Unterschied gegenüber anderen Maschinen beruht nun in einer automatischen Steuerung, welche folgendermaßen arbeitet: Der Hauptdruckzylinder füllt sich zunächst mit Niedrig-Druckwasser, so lange, bis die beiden Vorschubkolben den Hauptkolben mit Druckblock bis an das Arbeitsstück herabewegt haben. Das Niedrig-Druckwasser fließt aus einem hochliegenden offenen Tank zu. Sobald der Druckblock am Arbeitsstück Widerstand findet, sperrt die Steuerung das Niedrig-Druckwasser ab und öffnet das Eintrittsventil des Hochdruckwassers vom Akkumulator, womit dann der eigentliche Arbeitsvorgang des Pressens beginnt. Beim Zurückziehen der Rückzugkolben wird dann das Wasser im Hauptdruckzylinder wieder in den Tank zurückgedrückt. Auf diese Weise wird Hochdruckwasser nur für den eigentlichen Kraft erfordernden Arbeitsvorgang gebraucht, wodurch sich gegenüber den älteren Maschinen eine wesentliche Kraftersparnis herausstellt. Ein Bild, von dem Vorteil, welchen diese Einrichtung bietet, gibt die folgende Gegenüberstellung einer älteren hydraulischen Presse und der obigen Spezialpresse. Als Arbeits-

leistung ist dabei das Lochen von Mannlöchern zugrunde gelegt.

Gewöhnliche hydr. Presse.

Druckwasserbedarf für einen Kolbenniedergang ca. 50 l.
 Zeit zum Stanzen eines Mannloches ca. 2 Min.
 Zahl der zur Bedienung erforderlichen Leute 3

Kosten:

Druckwasser	
für 100 Liter	0,08 M
somit für 1 Mannloch	0,04 „
für 300 Löcher, die in 10 Stunden hergestellt werden	12,- „
Löhne für 10 Stunden	15,- „
	<u> </u>
zus.	27,- M

Presse mit Kraftsparvorrichtung.

Druckwasserverbrauch für ein Loch 20 Liter
 Zeit zum Lochen eines Mannloches 1/3 Min.
 Zahl der zur Bedienung erforderlichen Leute 3

Kosten:

Druckwasser	
für 100 Liter	0,08 M
somit für 1 Loch	0,16 „
für 300 Löcher, die in 2 Stunden hergestellt werden	4,80 „
Löhne für 2 Stunden	3,- „
	<u> </u>
zus.	7,80 M

Infolge des geringeren Wasserverbrauches und der wesentlich schnelleren Arbeit sind demnach Ersparnisse bis zu 70 % im günstigsten Falle zu machen. Um die Maschine auch für die verschiedenartigen Arbeiten des Schiffbaues verwendbar zu machen, ist die Einstellung verschiedener Druckstufen mittels besonderer Druckreduzier-

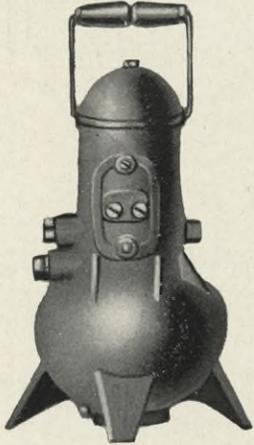


Abb. 42
Stirling Economizer für
Preßluftanlagen zum An-
wärmen der Luft mittels
flüssigen Brennstoffes

ventile vorgesehen. Mit-
tels dieser Maschine kön-
nen auch, wie dies in
der Nebenfigur dar-
gestellt ist, die schweren
und schwersten Spant-
profile gejoggelt werden,
und zwar, ohne daß ein
Verbiegen derselben ein-
tritt. Zu diesem Zwecke
ist der untere Kröpf- oder
Joggelblock mit einem
hydraulischen Festspann-
zylinder mit Kolben und
Ventilen versehen, so
daß ein genaues und sehr
rasches Einspannen des
Profils ermöglicht wird.
Die früher üblichen
Unterlagstreifen an den
anliegenden Gängen
der Außenhaut können
daher beim Durch-
setzen der Spanten in
Fortfall kommen und mit
ihnen die dafür aufzuwendenden Kosten.

Auch im Preßluftbetriebe sind Bestrebungen zu verzeichnen, die auf eine Verbesserung der Oekonomie in der Herstellung und Beschaffung der erforderlichen Luftmengen hinzielen.

Es kann als bekannt vorausgesetzt werden, daß jede gewöhnliche Preßluftanlage, mag sie noch so gut arbeiten, auf Grund der physikalischen Gesetze nicht über einen gewissen Wirkungsgrad hinauskommen kann. Der Grund liegt in dem Temperaturabfall, den die Luft auf ihrem Wege vom Kompressor zur Entnahmestelle durchzumachen hat. Da dieser Weg in den normalen Schiffbaubetrieben außerordentlich lang ist, so kühlt die im Kompressor erwärmte Luft annähernd bis auf die Außentemperatur der Atmosphäre herunter und auch die Versuche, die man durch Isolieren der Leitungen gemacht hat, haben keine wesentliche Verbesserung herbeigeführt. Nimmt man an, daß der Druck der Preßluft im Sammler am Kompressor annähernd bis zum Werkzeug hin konstant bleibt (ca. 6–8 atm.), so wird, wenn die Temperatur beim Austreten aus dem Kompressor etwa 100° C beträgt, und die Luft am Werkzeug auf etwa 20° C heruntergekühlt ist, nach dem Gesetz von Gay-Lussac ein Verlust an Luftvolumen von 20 % eintreten. Um diese Verluste einzuschränken, werden heute alle größeren Kompressoranlagen zweistufig mit Zwischenkühlung gebaut, so daß die Temperatur im Luftsammler etwa 75° beträgt. Trotzdem wird auf Grund dieser Abkühlung und

der noch hinzutretenden Leistungsverluste mit Be-
trägen von 20–30 % Verlust gerechnet.

In letzter Zeit sind nun mehrfach Versuche gemacht worden, diese Verluste dadurch einzuschränken, daß die Luft vor dem Eintritt in das Werkzeug wieder auf eine höhere Temperatur erwärmt und dadurch das Luftvolumen zurückgewonnen wird.

Neben anderen Versuchen möge der in den beigefügten beiden Abb. 42 und 43 dargestellte Stirling Economizer der Chicago-Pneumatic Tool Company erwähnt und kurz beschrieben sein. Das Prinzip dieses Luftherhitzers beruht darauf, durch Verbrennen eines billigen flüssigen Brennstoffes die Luft kurz vor ihrem Eintritt in das Werkzeug wieder zu erwärmen und zwar auf

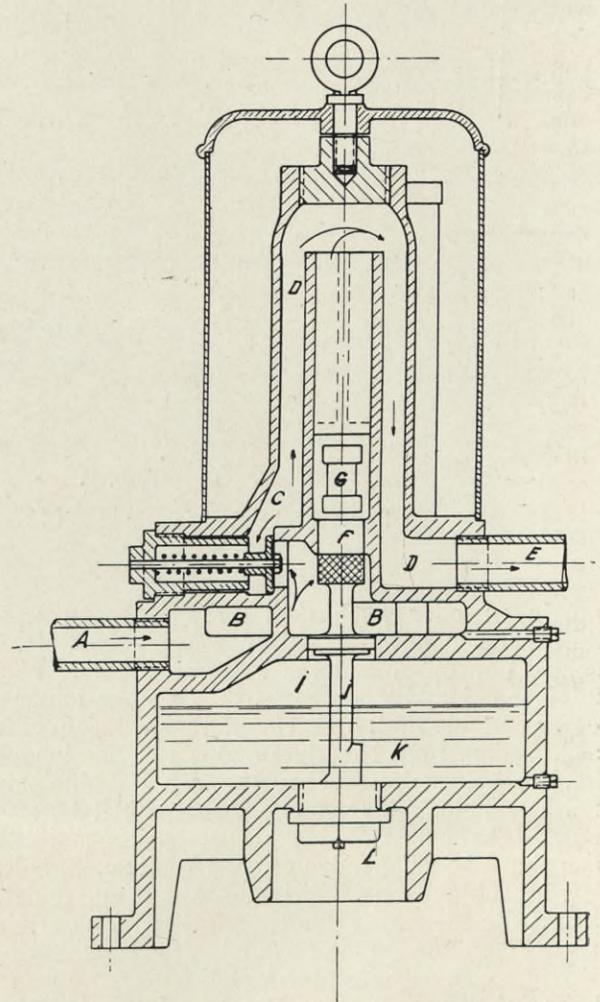


Abb. 43. Schnitt durch den Stirling Economizer

eine Temperatur, die noch höher sein kann, als die Temperatur der Luft im Kompressor, so daß nicht nur die Verluste wieder ausgeglichen, sondern auch noch ein Gewinn erzielt werden kann. Im Vergleich zum Wirkungsgrade des Kompressors, der nicht höher als der einer gewöhnlichen Dampfmaschinenanlage ist, ist der Wirkungsgrad des Luftherhitzers außerordentlich hoch, da die in dem Brennstoff ent-

haltene Wärme fast vollständig zur Erwärmung der Preßluft verwendet werden kann. Bei einer Erwärmung der Preßluft von 20° bis 150° C wird daher das vorhandene Luftquantum um etwa 40 % vergrößert werden können. Der Apparat besteht aus einem Oelbehälter J, auf welchem sich ein kleiner Lufttank befindet, der die beiden Anschlüsse für Zuluft A und Abluft E enthält. In die Luftkammer D hinein ragt die Verbrennungskammer mit dem Zündwiderstand G und dem Vergaser F. Die Oelzufuhr wird durch das Brennstoffventil von L aus geregelt. Der Vorgang selbst ist folgender: Bei Entnahme von Luft aus E wird das Ventil bei C durch den in A entstehenden Ueberdruck betätigt und etwa 98 % der Luft strömen nach D, während etwa 2 % in den Vergaser F eindringen. Dieser wird ebenfalls durch das Ventil C betätigt, so daß sich sofort bei Eintreten der Luft ein brennbares Gasgemisch bildet, das nun durch den ebenfalls eingeschalteten elektrischen Zündwiderstand G oder durch ein erhitztes Zündrohr entflammt wird. Das heiße Gasgemisch erwärmt nun die ganze Verbrennungs- und Luftkammer und tritt bei E aus. Hört die Luftentnahme bei E auf, d. h. kommt das Werkzeug zum Stillstand, so wird sich auch in E der gleiche Druck herstellen wie bei A. Der Ueberdruck bei A hört auf und das Ventil schließt die Oelzufuhr ab und schaltet den elektrischen Zündwiderstand aus, so daß der Apparat fast momentan zum Stillstand kommt. Durch Regulierung der Brennstoffzufuhr läßt sich die Temperatur in allen gewünschten Grenzen leicht regulieren. Als Brennstoff kommen in erster Linie Gasolin, Benzin und Naphtha in Betracht, d. h. solche Oele, welche leicht vergasen und möglichst wenig Rückstände hinterlassen. Da in der vorhandenen Preßluft von 7–8 at reichlich Sauerstoff für die Verbrennung vorhanden ist, so tritt eine Rauchbildung nicht ein. Das Gas verbrennt vollständig und die vorhandene Kohlensäure hat auf den Wirkungsgrad der Werkzeuge keinen Einfluß.

Neben der schon erwähnten Luftersparnis bietet diese Luftherhitzung, die möglichst nahe dem Werkzeug vor sich gehen soll, auch noch weitere Vorteile. Infolge der im Werkzeug vor sich gehenden Expansion der Preßluft auf atmosphärischen Druck tritt in allen pneumatischen Werkzeugen ein Temperaturabfall ein, der zur Folge hat, daß die Temperatur der Maschine niedriger ist als die Außentemperatur. Es kann daher besonders im Winter leicht eine Temperatur unter 0° im Werkzeug eintreten. Da dieser Temperaturabfall außerdem eine Kondensation der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit mit sich bringt, so tritt leicht eine Schnee- und Eisaufbildung ein. Die Erhitzung der Luft durch den Economizer verhindert ein solches Einfrieren und sorgt außerdem dafür, daß ein Niederschlagen von Feuchtigkeit auch bei feuchter Witterung in den Apparaten vermieden wird.

Es hat den Anschein, als ob diese Apparate geeignet sind, sich auch in Deutschland, besonders auch in den kälteren Gegenden, weiter einzuführen.

Indessen sind die jetzt noch nicht völlig beendeten Vorversuche noch abzuwarten, ehe ein endgültiges Urteil gefällt werden kann.

III.

Verbilligung der Schiffbauarbeiten durch Beschleunigung des Arbeitsvorganges

Um eine Beschleunigung beim Bau des eisernen Schiffskörpers zu erzielen, hat man nicht nur die Arbeitsvorgänge an sich, sondern auch den Transport der Bauteile und die Arbeit des Zusammenbaues, der Montage zu beschleunigen gesucht. Besonders die beiden letztgenannten Punkte nehmen von der Bauzeit einen im Verhältnis zu Landfabriken sehr hohen Prozentsatz an. Dies haben besonders die deutschen Werften sehr frühzeitig erkannt und das Transportwesen auf der Werft zu einer Höhe entwickelt, wie sie andere Länder in dem Umfange nicht kennen.

Ueber die Beschleunigung der Arbeitsvorgänge ist bereits oben bei der Vereinfachung der Arbeitsprozesse berichtet worden, denn eine Vereinfachung ist im allgemeinen auch stets mit einer Zeitersparnis verbunden. So hat die Benutzung der Vielfachlochmaschinen, der pneumatischen und hydraulischen Nietmaschinen, der autogenen Schneideapparate und vieler anderen oben genannten Maschinen wesentlich zur Abkürzung der Bauzeit beigetragen.

Ein besonderes Kapitel aber, das getrennt von den anderen Fortschritten behandelt werden muß, ist die Einführung des Schnellbetriebes bei der Bearbeitung des Eisenmaterials. Die Bedingung für eine Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeiten von Maschinen ist das Vorhandensein von Werkzeugen, welche großen Beanspruchungen und großen Geschwindigkeiten bei der Arbeit gewachsen sind. Mit den gewöhnlichen Stahlarten für Werkzeuge kommt man im allgemeinen über gewisse Schnittgeschwindigkeiten für Flußeisen nicht hinaus, überschreitet man diese, so werden die Stähle frühzeitig abgenutzt, erwärmen sich und verlieren an Leistungsfähigkeit. Erst mit der Erfindung hochwertiger Werkzeugstähle war es auch im Schiffbau möglich, größere Schnittgeschwindigkeiten einzuführen. Als Arbeitsvorgänge, bei denen die Einführung eines Schnellbetriebes möglich ist, kommen in erster Linie das Hobeln der Platten und das Bohren von Löchern in Betracht. Für den Vorgang des Hobelns hat sich der Schnellstahl nicht so rasch sein Gebiet erobern können, wie für das Bohren, wohl hauptsächlich aus dem Grunde, weil die bereits vorhandenen Hobelbänke für die normale Schnittgeschwindigkeit konstruiert waren. Erst bei neueren Konstruktionen von Blechkantenhobelmaschinen ist man, um Zeit zu sparen, auf höhere Schnittgeschwindigkeiten der Hobelstähle gegangen.

Dagegen hat die Einführung schnellaufender Maschinen zum Bohren von Löchern leichter stattfinden können, da in den Schiffbaubetrieben sowieso dauernd Neuanschaffungen von Bohr-

maschinen zu machen sind und die einzelne Maschine verhältnismäßig geringe Anschaffungskosten verursacht.

Ausgehend von dem Grundsatz, daß die Arbeitsleistung beim Bohren nicht so sehr durch größere Spanstärke, sondern in erster Linie durch erhöhte Schnittgeschwindigkeit vergrößert werden kann, hat man die Umlaufzahlen der Bohrmaschinen für Anwendung von Schnellstahl gegenüber den früheren Gußstahlbohrern etwa verdoppelt. Die normalen Geschwindigkeiten gibt die nachstehende Tabelle wieder:

Durchmesser des Bohrers	Umdrehung für Gußstahlbohrer	Umdrehung für Schnellstahlbohrer	Vorschub f. Schnellstahl pro 1 Umdrehung
18 mm	175	350	0,40 mm
22 mm	145	290	0,41 mm
26 mm	123	246	0,42 mm

Die Schnittgeschwindigkeit beträgt hierbei für Gußstahl 10 m pro Minute, für Schnellstahl 20 m



Abb. 44. Spiralbohrer, aus dem Vollen gefräst



Abb. 45. May-Schnellbohrer aus Profilstahl



Abb. 46. Tenax-Bohrer aus Profilstahl

pro Minute. Bei den neuesten Versuchen hat man dann für die besten Schnellstähle noch weiter festgestellt, daß dieselben bis zu einer Schnittgeschwindigkeit von 38 m pro Minute beansprucht werden können. Für normale Verhältnisse wird indessen die Geschwindigkeit von 20 m pro Minute zweckmäßig nicht überschritten werden. Die Arbeitszeit wird also beim Arbeiten mittels dieser Bohrer auf etwa die Hälfte verkürzt; derartige Arbeitsleistungen können jedoch nur erzielt werden unter Anwendung denkbar besten Materials. Bei der Herstellung von Schnellstahl ist nun aber nicht nur auf die chemische Zusammensetzung des Stahles überaus große Sorgfalt zu verwenden, sondern die Methode des Härtens erfordert auch besonders feine und kostspielige Vorrichtungen. Denn die chemische Umwandlung der in hochwertigem Werkzeugstahl als Härteträger vorhandenen Elemente ist dabei derartig zu bewirken, daß nicht nur der volle Härteeffekt erzielt, sondern auch das höchste Maß an Elastizität gewahrt bleibt, damit das besonders bei Schnellbohrern so gefürchtete leichte Brechen vermieden wird.

Die Preise für derartige hochwertige Werkzeugstähle sind daher auf Grund der schwierigen Herstellung auch wesentlich höher, als die von ge-

wöhnlichen Gußstahlwerkzeugen. Die nachstehende Tabelle gibt eine Uebersicht über die hauptsächlich im Handel befindlichen Spiralbohrer von verschiedenem Material und Form:

Preise für Spiralbohrer pro 1 Stück:

Durchmesser des Bohrers	Länge des Bohrers	Gefräster Spiralbohrer aus	Gefräster Spiralbohrer aus	Spiralbohrer aus	
		Gußstahl	Schnellstahl	Gußstahl	Schnellstahl
18 mm	235 mm	2,50 M	6,90 M	1,55 M	4,70 M
22 mm	265 mm	3,60 M	10,50 M	2,25 M	7,65 M
26 mm	285 mm	4,80 M	14,30 M	3,10 M	10,15 M

Die verschiedenen Bohrer sind in den Abb. 44 bis 46 dargestellt; gewählt sind die Ausführungen mit Morse-Konus. Es zeigt sich also, daß die Bohrer aus Schnellstahl etwa die dreifachen Kosten verursachen, wie diejenigen aus gewöhnlichem Gußstahl. Würde man zum Vergleich nur heranziehen, daß die Bohrer mit der doppelten Geschwindigkeit bohren, so würde damit eine Ueberlegenheit noch nicht ausgesprochen sein.

Die Schnellstahlwerkzeuge haben aber noch einen anderen wesentlichen Vorzug, nämlich den, daß sie etwa die drei- bis vierfache Dauer besitzen. Die Abnutzung ist wesentlich geringer, das Stumpfwerden geht langsamer vor sich und beim Nachschleifen genügt das Abschleifen einer geringeren Materialschicht. Es wird also bei diesen Bohrern auch noch eine wesentliche Ersparnis dadurch erzielt, daß die Löhne für Nachschleifen wesentlich geringer werden.

Die Spiralbohrer nach Abb. 44, werden im allgemeinen hergestellt durch Ausfräsen eines vollen Rundstahles, wobei naturgemäß ein verhältnismäßig großer Materialverlust zu verzeichnen ist. Um diesen Materialverlust zu verringern, hat man versucht, die Form der Bohrer dadurch herzustellen, daß dieselbe aus einem Fassonstahl vom Querschnitt des gefrästen Bohrers in rotwarmem Zustande gedreht und gepreßt wird, wie es der in Abb. 45 dargestellte May-Bohrer wiedergibt. Der Erfolg zeigt sich deutlich in dem aus der Tabelle ersichtlichen Abfall am Preise, der etwa 28 % beträgt. Diese Fassonstahlbohrer besitzen allerdings auch im Schaft nicht den vollen Querschnitt und daher auch nicht diejenige Festigkeit der erstgenannten Bohrer und es wird ihnen nachgesagt, daß sie leicht brechen, wodurch die Kostenersparnis zum Teil wieder illusorisch gemacht wird. Bei vorsichtiger Behandlung sind jedoch auch diese Stähle außerordentlich widerstandsfähig. Eine Verbesserung der Festigkeit im Schaft bei Fassonbohrern bezweckt der in Abb. 46 dargestellte Tenax-Bohrer. Die Festigkeit im Schaft ist einfach dadurch erhöht, daß der Profilstahl in dem Teil, wo er in der Bohrspindel sitzt, wesentlich enger zusammengedreht ist, so daß der Materialquerschnitt da-

durch erhöht wird. Diese eigenartige Schaffform verleiht den Bohrern eine große Festigkeit im Schaff und einen überaus festen Halt in der Bohrspindel.

Die obigen Darstellungen mögen genügen, um ein Bild über den Einfluß der Schnellstähle zu geben. Die Betriebsersparnisse, die sich bei Einführung des Schnellbetriebes ergeben, zeigen sich in folgenden Posten:

1. In der Verminderung der Akkordlöhne infolge größerer Arbeitsleistung der Maschinen.
2. In der Ersparnis an Zeit, da die Arbeitsvorgänge in kürzerer Zeit vorgenommen werden können und weil bei der großen Schnittdauer die Zeitverluste durch Auswechseln von Bohrern stark herabgemindert werden.
3. In Verminderung der Ausgaben für die Bohrer selbst, da der Abschiff wesentlich geringer ist und die Bohrer eine längere Lebensdauer besitzen.
4. In der Reduzierung der Schleiflöhne für Herrichten der stumpfgewordenen Stähle.

Wie hoch diese Ersparnisse sich belaufen, wird in jedem einzelnen Falle wohl verschieden sein und wird sich häufig in den Schiffbaubetrieben nicht exakt feststellen lassen. So viel aber läßt sich sagen, daß auch die Einführung von verbes-

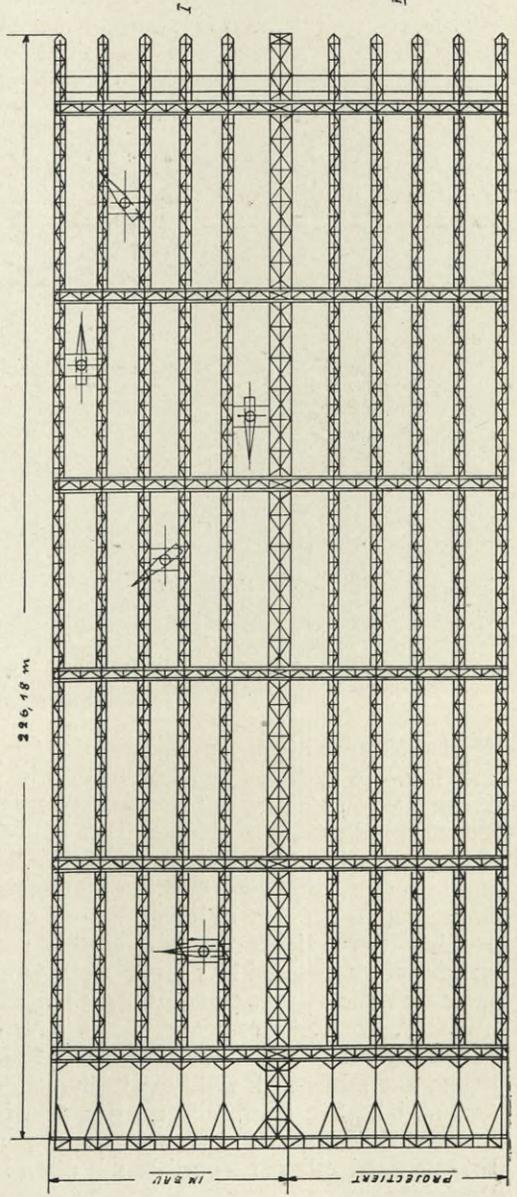
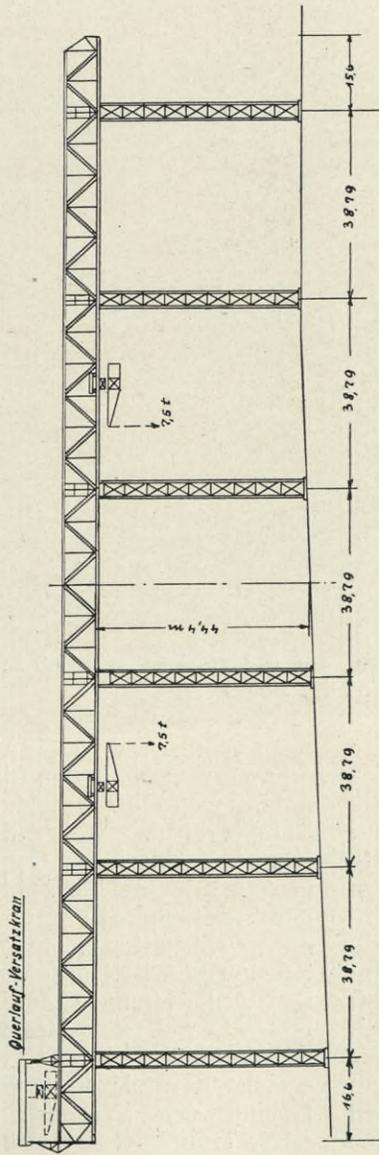
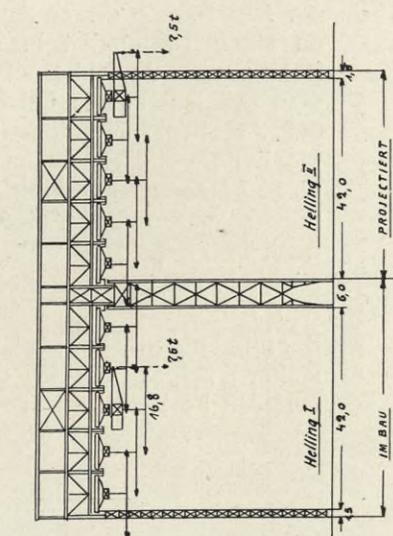


Abb. 47
 Neue Hellinganlage der A.-G. „Weser“, Bremen
 Helling I im Bau; Helling II projektiert.
 Tragfähigkeit der Laufkrane bei 4 m Ausladung 12,5 T.
 Tragfähigkeit der Laufkrane bei größter Ausladung 7,5 T.
 Größte Ausladung der Laufkrane 8,4 m

serten Stahlsorten für die Werkzeuge und die damit verbundene Erhöhung der Schnittgeschwindigkeit wesentlichen Einfluß auf die Herstellungskosten der Schiffsbauten gewonnen haben.

Transport der Bauteile und Aufbau des Schiffskörpers

Während man in den letzten Jahren in England, dem Hauptlande der Schiffbauindustrie, nur in einzelnen großen Werken die Transportvorrichtungen besonders für den Hellingtransport erweitert und verbessert hat, ist man in Deutschland mit großem Eifer gerade für den Ausbau dieses Gebietes eingetreten. Ein besonderer Grund für die

Das Prinzip dieser Anlage besteht darin, daß an einem Krangerüst in der Längsrichtung des Schiffes eine Anzahl Deckenkrane laufen, welche eine größtmögliche Leistungsfähigkeit in bezug auf Arbeitsgeschwindigkeit, Laufgeschwindigkeit, Manövrier- und Tragfähigkeit besitzen. Obgleich diese Anlagen mit verhältnismäßig sehr hohen Anlagekosten verbunden sind, hat man diesen Weg doch in Deutschland weiter verfolgt, wohl hauptsächlich, um die Bauzeiten zu verkürzen. Die in den beifolgenden Figuren dargestellten Hellinge der Firmen A.-G. „Weser“, Blohm & Voß und Tecklenborg zeigen die in den letzten Jahren gemachten Fortschritte in sehr klarer Weise.

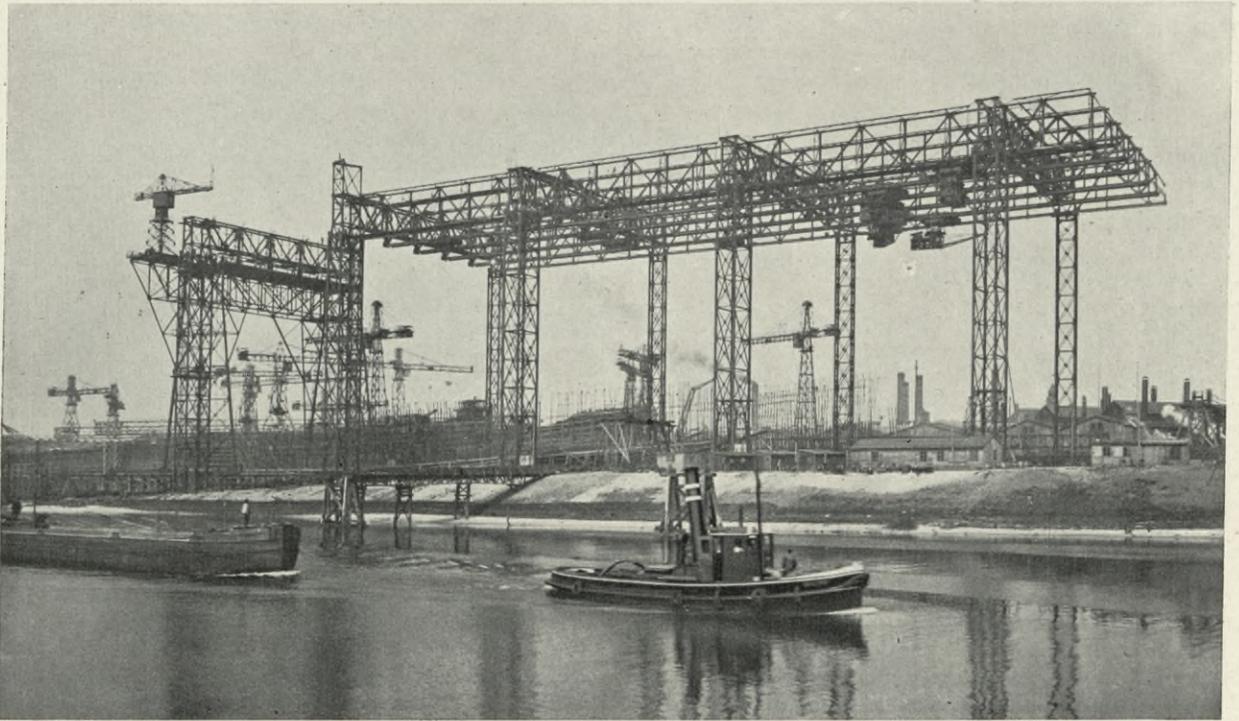
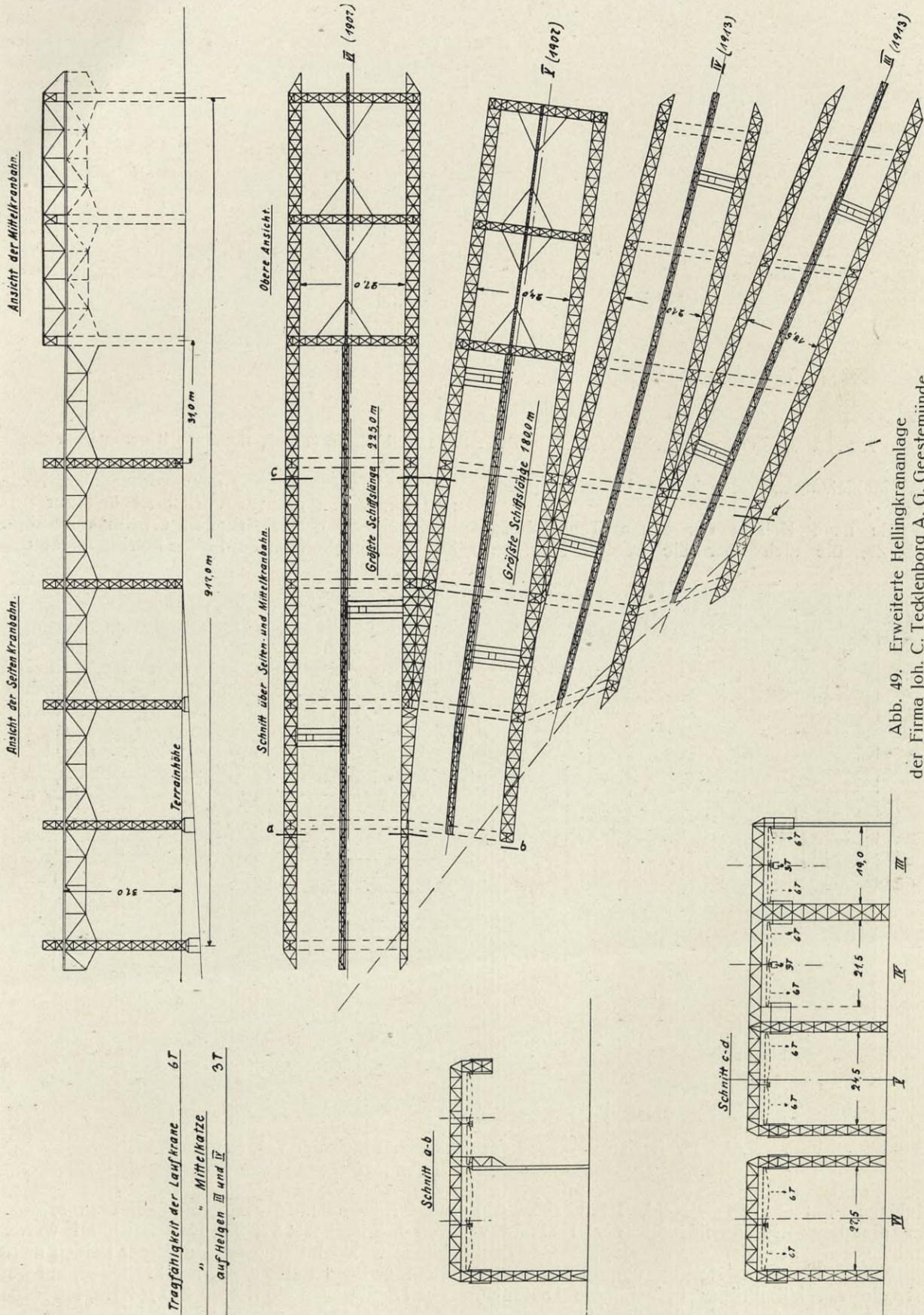


Abb. 48. Die neue Hellingkrananlage der Schiffswerft u. Maschinenbauanstalt A.-G. „Weser“ Bremen während des Baues

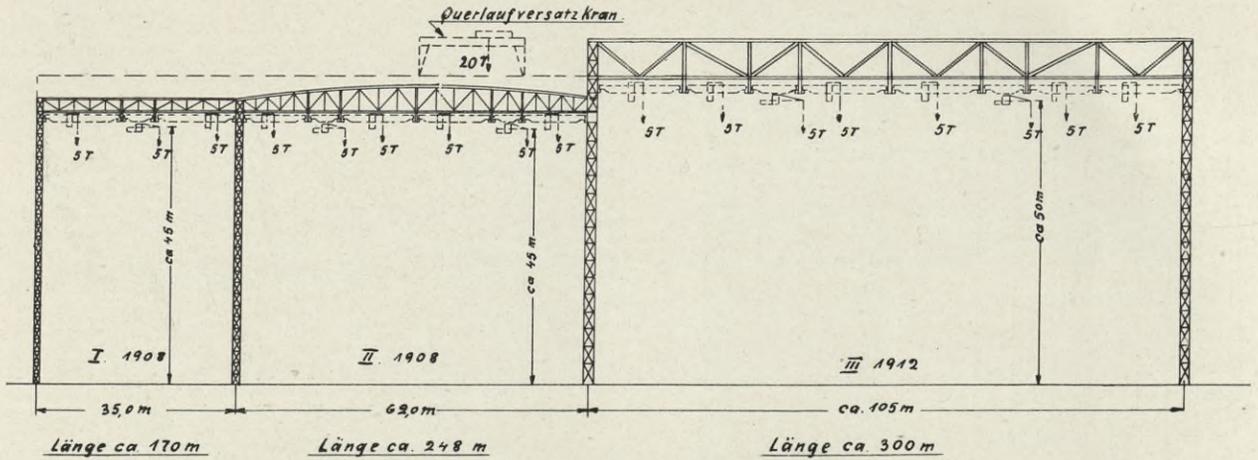
deutschen Verhältnisse lag wohl in der Qualität der Arbeiter, die nicht so geschult sind, wie die englischen, wenn es gilt, mit primitiven Transportmitteln zu arbeiten. In Deutschland hat man daher auf dem bereits früher betretenen Wege weitere Fortschritte gemacht und die vorhandenen großen Krananlagen für den Hellingtransport den modernen höheren Anforderungen angepaßt und erweitert. In erster Linie ist hier die in Abb. 47 u. 48 dargestellte neue Hellinganlage der Aktiengesellschaft „Weser“, Bremen zu nennen, die in ihrer Art nach Tragfähigkeit und Arbeitsgeschwindigkeit der Krane augenblicklich wohl die leistungsfähigste zu nennen ist. Sie lehnt sich an das von fast allen großen deutschen Schiffswerften angenommene Prinzip der Hellingkrangerüste mit oben laufenden Deckenkranen an.

Grundlegend für die Veränderungen der neuen Anlagen gegenüber den früheren Hellingkranen war naturgemäß die Entwicklung der Schiffstypen und Schiffgrößen. Während daher die Werft von Joh. C. Tecklenborg, Geestemünde, welche keine großen Kriegsschiffe baut, nicht genötigt war, mit der Tragfähigkeit der einzelnen Krane hinaufzugehen, sahen sich die beiden Firmen A.-G. „Weser“, Bremen und Blohm & Voß, Hamburg gezwungen, den Anforderungen des modernen Kriegsschiffbaues in weitestem Maße entgegenzukommen und die Tragfähigkeit ganz erheblich zu steigern. Die gleiche Entwicklung hatte auch bereits die neue Helling des „Vulcan“, Hamburg, aufzuweisen, deren Tragfähigkeit sich im Höchsthalle auf 18 t, die mittels dreier gekuppelter Krane zu heben sind, steigerte. Diese Anlage ist bereits früher durch



Tragfähigkeit der Laufkrane 6T
 " Mittelkatze 3T
 auf Helgen III und IV

Abb. 49. Erweiterte Hellingkrananlage der Firma Joh. C. Tecklenborg A. G. Geestemünde III und IV neue Hellinge; V und VI ältere Hellinge



	Laufkrane	Drehauslegerkrane	Tragfähigkeit
Helling I	2		15 T
„ II	4	2	5 T
„ III	6	2	5 T

Abb. 50. Alte und neue Hellingkrananlage der Schiffswerft Blohm & Voß, Hamburg (Queransicht)

Veröffentlichungen eingehend bekanntgegeben worden.

Die neue Helling der Firma Tecklenborg, Abb. 49, die sich über die beiden kleineren

wie für die Aufhängung der hydraulischen Nietmaschinen von großem Vorteil ist und zur Beschleunigung dieser Arbeiten erheblich beiträgt. Die Tragfähigkeit der Laufkrane beträgt 6 t, so daß

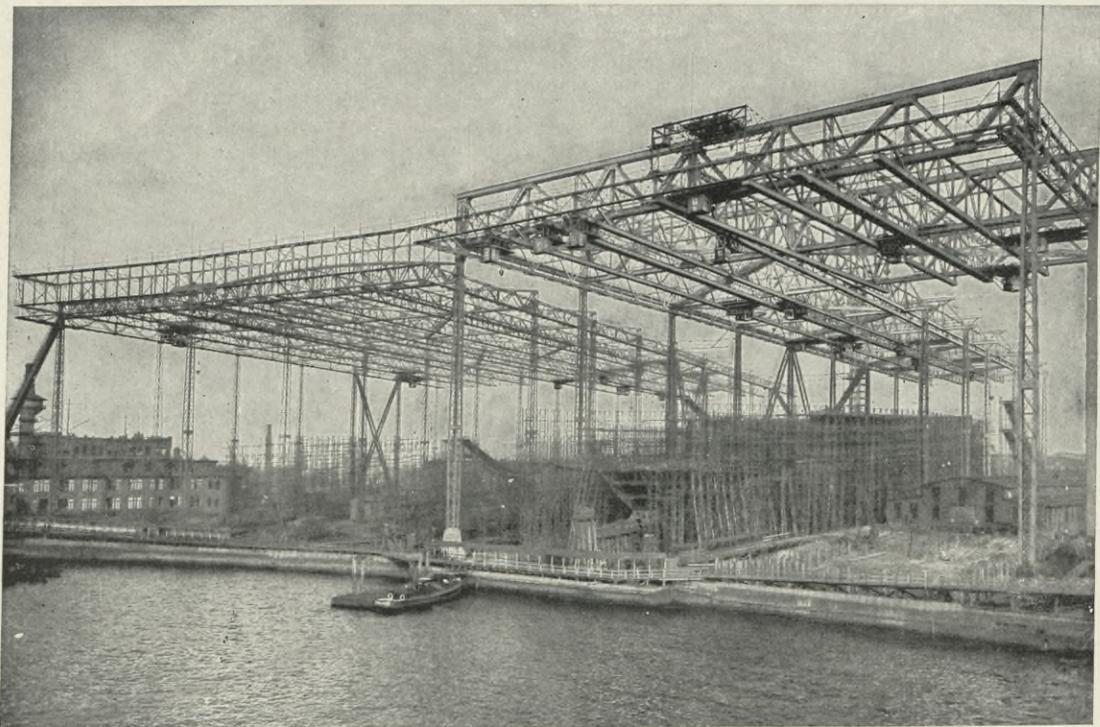


Abb. 51. Hellingkrananlage der Schiffswerft Blohm & Voß, Hamburg (Rechts die neue Anlage)

Hellinge III und IV erstreckt, lehnt sich eng an die bewährte Ausführung der Hellinge V und VI an; wie bei diesen sind daher zwei Laufkrane für jede Helling vorgesehen. Neu ist die am Mittelträger aufgehängte Laufkatze von 3 t, die für das Aufstellen des Mittelkiels so-

unter Hinzunahme der mittleren Laufkatze Gewichte von maximal $2 \times 6 + 3 = 15$ t bewältigt werden können. Nach Fertigstellung dieser beiden neuen Hellinge besitzt also die Firma 4 Hellinge, auf welchen Schiffe von 230×26 m, 200×23 m, 158×20 m und $135 \times 17,5$ m gebaut werden können.

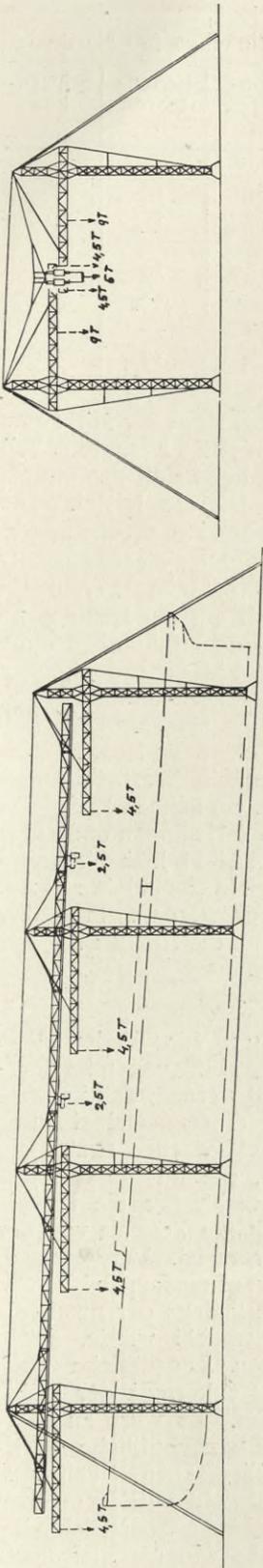
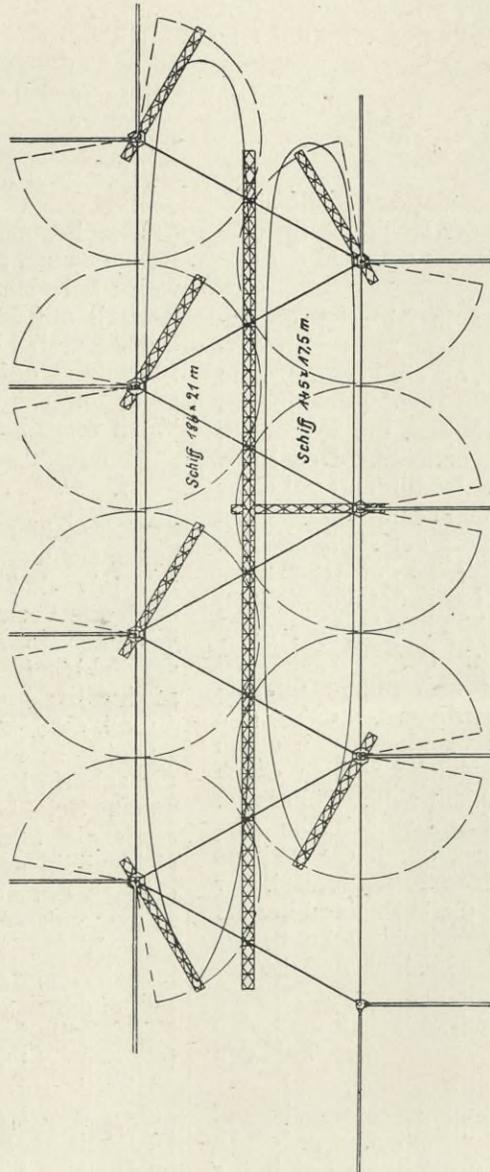


Abb. 52. Projekt einer Doppel-Helling-Anlage von 200×44 m

Länge der Mittelhelling	190 m
Länge der Seitenhelling	200 u. 150 m
Tragfähigkeit der 7 Ausleger - Drehkrane bei 25 m Ausladung	je 4,5 T
bei 12 m Ausladung	je 9,0 T
Tragfähigkeit der 2 Hängebahnkrane	je 2,5 T
Höchstes zu hebendes Gewicht	zusammen 5,0 T 14,0 T



Die in Abb. 50 und 51 dargestellte Anlage der Firma Blohm & Voß zeigt gegenüber den bisherigen Hellingen von 35 und 62 m Breite eine bedeutende Steigerung in der Breite, die auf etwa 105 m festgelegt ist, so daß drei große Schiffe bequem nebeneinander auf Stapel liegen können. Durch Zusammenkuppeln mehrerer Krane können auch hier wieder Gewichte von $3 \times 5 = 15$ t gehoben werden, doch kann diese Zahl unter Umständen durch Hinzunehmen weiterer Krane auf derselben Längsbahn noch gesteigert werden, wozu anscheinend die Tragfähigkeit des Gerüsts ausreicht; die Einzelheiten gehen aus der Tabelle hervor.

Um für künftige weitere Entwicklungen der Schiffsbauten sowohl im Kriegs- wie Handels-schiffbau nach jeder Richtung hin möglichst umfassend gesichert zu sein, ist auf der Werft der A.-G. „Weser“, Bremen, die in Abb. 47 u. 48 dargestellte neue Helling im Bau, welche alle bisherigen

sowohl an Tragfähigkeit als auch an Kranhöhe übertrifft. Dieselbe besitzt eine Länge von 226 m und eine Breite von 42 m und wird zunächst nur für eine Seite ausgeführt, ist aber so konstruiert, daß das mittlere Stützgerüst auch noch für die spätere zweite Helling ausreicht. Die Anzahl der Krane beträgt 5 Stück, wie bei der neuen Anlage des „Vulcan“, Hamburg, jedoch sind sämtliche Krane als Drehkrane gebaut, wodurch die Manövrierfähigkeit erhöht wird. Die Tragfähigkeit ist wesentlich höher als die aller bisherigen deutschen Deckenkrangerüste, nämlich 7,5 t bei äußerster Ausladung und 12,5 t bei 4 m Ausladung, so daß durch Zusammenkuppeln aller 5 Krane bis zu etwa 47 t gehoben werden können. Die Hubgeschwindigkeit der Krane ist etwa die gleiche, wie bei der Blohm & Voß'schen Anlage, die Geschwindigkeit zum Kranfahren mit 80 m um 20 m pro Minute höher. Die nachstehende Tabelle gibt die Einzelheiten an.

Werft	Länge der Helling m	Breite der Helling m	Höhe des Kranes m	Tragkraft t	Geschwindigkeiten pro Minute			
					Heben m	Kran- fahren m	Ka- fen- fahren m	Schwen- ken m
Joh. C. Tecklenborg, Geestemünde, Erweiterung	160 140	21,5	31	6 und 3	12	150	30	—
		19,0	do.	do.	do.	do.	do.	—
Blohm & Voß, Hamburg, Er- weiterung	ca. 300	ca. 105	ca. 35	5	24	60	30	14
A.-G. „Weser“, Bremen, neue Helling	226	42	40	7,5 und 12,5	23	80	—	80
Projekt	200	44	34	4,5 (9,5)	28	—	30	75

Es ist ersichtlich, daß durch die Anforderungen des Kriegsschiffbaues an die zu hebenden Platten-gewichte (Panzerungen etc.) mit der Erhöhung der Tragfähigkeit auch die Kosten der Hellingkran-anlagen wesentlich gesteigert worden sind. So stellen sich die Kosten für das eiserne Krangerüst allein bei den drei genannten Firmen etwa auf folgende Werte:

Tecklenborg etwa	40–50 M	pro qm	Hellingfläche
Blohm & Voß „	80–90 M	„	„
A.-G. „Weser“ „	70 M	„	„

Der hohe Wert bei der Anlage von Blohm & Voß ist auf die große Breite der Helling zurückzuführen, die naturgemäß ein großes Gewicht der gewaltigen Träger erfordert.

Zum Schluß möge das in Abb. 52 dargestellte Projekt einer Hellinganlage mit feststehenden Turmkranen erwähnt sein, als ein Versuch, eine für die mäßigen Gewichte des Handelsschiffbaues geeignete Krananlage zu schaffen, die wesentlich billiger ist, als die oben genannten. Der Preis dieses Projektes, das für die Ausführung auf einer größeren Werft vor kurzem mit in Betracht gezogen war, beträgt etwa 25 M. pro qm der Hellingfläche. Trotzdem beträgt die Tragfähigkeit der Krane noch 4,5 t für die Turmdrehkrane bei äußerster Stellung des Kranhakens und 9,5 t bei halber Ausladung.

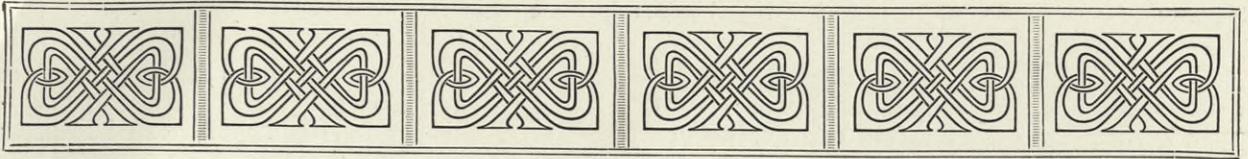
Der Grundgedanke bei der vorliegenden Konstruktion war der, das notwendige Gerüstgewicht dadurch zu verringern, daß alle biegungsfesten Stützorgane vermieden und durch knickfeste ersetzt wurden, welche seitlich durch Zugstangen und Seile abgesteift sind. Ebenso ist die bei anderen Anlagen benutzte seitliche Abstrebung mittels Druckstreben, durch die weitaus leichteren Zugseile nach beiden Seiten erfolgt. Der große Vorteil dieser Anlage, die in England bereits in ähnlicher Form auf der Werft von John Brown & Co. jedoch ohne Hängebahn besteht, sind die geringen Kosten; daher sind die aus der Verzinsung der Betriebsanlagen entstehenden Generalunkosten per Schiff etwa halb so hoch, wie bei den teuren Hellinggerüsten.

Der Transport der Bauteile geschieht auf Schienensträngen seitlich der Helling. Um jedoch auch für leichtere Bauteile einen Transport in der

Längsrichtung zu ermöglichen, ist in der Mitte eine Hängebahn mit 2 Kranen von je 2,5 t Tragfähigkeit vorgesehen, die gleichzeitig beim Bau des Mittelkieles großer Schiffe gute Dienste leistet. Die Einzelheiten sind aus der Tabelle zu ersehen.

Der wirtschaftliche Erfolg aller dieser schnellarbeitenden Hellingtransportanlagen beruht in einer Verkürzung der Bauzeit auf der Helling, die naturgemäß bei den verschiedenen Anlagen auch verschieden ausfällt; doch hat sich gegenüber früheren Transportmethoden eine Zeitersparnis von ein bis zwei Monaten erzielen lassen. Dies bedeutet einen außerordentlichen wirtschaftlichen Erfolg, besonders für diejenigen Werften, deren Hellinganzahl beschränkt ist. So können beispielsweise bei einer Anlage von 4 Helling und einer Bauzeit auf der Helling von $\frac{1}{2}$ –1 Jahr für große Schiffe, statt 4 bzw. 8 Schiffen in einem Jahre 5 bzw. 10 Schiffe auf Stapel gelegt werden. In Zeiten guter Konjunktur ist hierdurch die Rentabilität der Werft wesentlich zu steigern.

Schlufßbemerkung: Als Endergebnis der Betrachtungen über die Verbilligungen im deutschen Schiffbau kann gesagt werden, daß im letzten Jahrzehnt gerade auf diesem Gebiete bedeutende Fortschritte gemacht worden sind. Die vorliegenden Ausführungen, die infolge des beschränkten Raumes naturgemäß nur die Hauptpunkte berühren konnten, geben Zeugnis von der Arbeit, die hier geleistet worden ist. Veranlassung zu entschiedenem Vorgehen auf diesem Gebiet war die scharfe Konkurrenz, die seitens der ausländischen Schiffbauindustrie gemacht wurde, sowie auch die leider im jetzigen Augenblicke noch nicht völlig geschwundene Konkurrenz der inländischen Firmen untereinander. Es wäre zu wünschen, daß dieser scharfe wirtschaftliche Wettbewerb innerhalb der inländischen Schiffbauindustrie einer gesünderen Entwicklung Platz machen möge, damit nicht nur die oben gekennzeichneten Fortschritte in höherem Maße wirtschaftlich nutzbar gemacht werden können, sondern durch eine Stabilisierung der wirtschaftlichen Lage aller deutschen Werften auch eine größere Widerstandsfähigkeit gegenüber der ausländischen Konkurrenz zu Gunsten Deutschlands erzielt wird.



Sicherheitseinrichtungen an Bord moderner Handelsschiffe

Vom Geheimen Regierungsrat Professor F l a m m - Charlottenburg

Die gesunde und erfolgreiche Entwicklung des Wirtschaftslebens einer jeden Nation hat die Bereitstellung leistungsfähiger Verkehrsmittel zur Voraussetzung; dasjenige Volk, das durch gesteigerte Ausbildung seiner Verkehrsmöglichkeiten im eigenen Lande, wie nach außen hin anderen Nationen voranschreitet, ist am meisten in der Lage, auf den Gebieten des geschäftlichen Lebens sich Vorteile zu verschaffen. Aus dieser Erkenntnis hat sich der Unternehmungsgeist rastlos und wagemutig betätigt, sobald es sich darum handelte, nicht nur neue Verkehrswege zu erschließen, sondern schon vorhandene durch Beschaffung besserer Verkehrsmittel leistungsfähiger und ertragsreicher zu gestalten.

Wie für die ganze zivilisierte Welt, so brachten auch für Deutschland die letzten 25 Jahre eine geradezu beispiellose Entwicklung des Verkehrs, die unserem Zeitalter zweifellos ihren Stempel unverwischbar aufgedrückt hat. Und wenn es gelungen ist, sowohl die Zeit zur Zurücklegung großer Entfernungen unendlich zu verringern, wenn es möglich wurde, andauernd in rascher Reihenfolge Transportmöglichkeiten zwischen fast allen wichtigen Punkten der Erde bereitzustellen, wenn es zur Tatsache geworden ist, den gesamten Verkehr von Menschen und Waren in einer Form sich abspielen zu lassen, die nicht nur größte Zweckmäßigkeit, sondern auch größte Bequemlichkeit und größte Sicherheit gewährleistet, dann ist es begreiflich, daß nicht nur das Vertrauen, sondern die Selbstverständlichkeit in der Benutzung der gebotenen Verkehrsmittel dauernd im Zunehmen begriffen sind.

Überall dort, wo das Wasser zwei Länder voneinander scheidet, ist es die Handelsschiffahrt, der die wichtige Aufgabe einer Verkehrsmöglichkeit in die Hände gelegt worden ist und, wenn man im einzelnen verfolgt, wie ungemein alle gut geleiteten Reedereien in den letzten Dezennien sich entwickelt haben, wie sie fast ausnahmslos an Quantität und an Qualität der Schiffe zu-

nahmen, welche bedeutende Gewinne im großen und ganzen zu manchen Zeiten, ganz besonders aber in den letzten Jahren ihnen zugeflossen sind, dann ist es begreiflich, daß sich mehr und mehr die Werte jeder Nation steigern, die als Teile nationalen Vermögens in der Schiffahrt nutzbringend zur Anlage gelangt sind, dann ist es aber auch verständlich, wenn mehr und mehr das Erwerbsleben und ein Teil der Existenzfähigkeit schiffahrtstreibender Völker auf der heimischen Reederei sich aufbauen und in eine gewisse Abhängigkeit von ihr sich begeben, damit ist es aber auch sofort begreiflich, wenn mehr und mehr geschieht, um die Sicherheit und Exaktheit des überseeischen Verkehrs mit seiner Entwicklung Schritt halten zu lassen; liegt es doch ebenso sehr im ureigensten Interesse der mit der Schiffahrt finanziell oder kaufmännisch verbundenen Kreise, gerade die Seite der Transportzuverlässigkeit nicht aus dem Auge zu lassen, wie es die Pflicht des Staates und seiner Behörden ist, jenen Verkehr auf technischen Grundlagen und in betrieblichen Formen sich abspielen zu lassen, die nicht nur Gefährdungen des einzelnen, wie des Transportes nach Möglichkeit ausschließen, sondern auch das Verhältnis der Nation zur Schiffahrt, das von ihr berührte nationale Ansehen und den von ihr beeinflussten nationalen Wohlstand genügend berücksichtigen.

Aus diesen Erwägungen heraus haben sich denn auch bei den verschiedenen Staaten sowohl behördliche, wie private Gesetze und Vorschriften entwickelt, die lediglich die Sicherheit der Schiffahrt bezwecken, und die, wie heute nicht bestritten wird, in anerkannter Weise Nutzen geschaffen haben. Freilich ist es erforderlich, daß bei Aufstellung derartiger Vorschriften in gerechtem abwägender und sachverständiger Weise den Interessen aller Beteiligten nach Möglichkeit Rechnung getragen wird, daß Einseitigkeiten und zu weitgehende Belastungen des erwerbenden Betriebes vermieden werden, daß aber auch nicht gezögert wird, wo es sich darum handelt, offen-

sichtliche Mängel oder Rückständigkeiten zu beseitigen, und daß vor allem angesichts der gewaltigen Zunahme des Seeverkehrs und der dadurch gesteigerten Gefährdungsmöglichkeiten und deren Tragweite die Gesetzgebung Schritt hält.

Es ist zweifellos, daß ein die Interessen aller beteiligten Kreise genügend gut berücksichtigender Stand in der Anwendung von Sicherheitseinrichtungen moderner Handelsschiffe auch für die Zukunft sich wird erhalten lassen, dies um so leichter, als schon heute die Konkurrenz die Reedereien vielfach zu Anordnungen veranlaßt, die zum Teil über die bestehenden Vorschriften hinausgehen.

Bei den verschiedenen Nationen, die in großem Umfang Schiffbau und Schifffahrt treiben, ist die gesetzliche Grundlage für die Herausgabe von Sicherheitsvorschriften eine verschiedene. England, als der in erster Linie in Betracht kommende Seestaat, besitzt in seinem Board of Trade diejenige staatliche Behörde, die als vollständig unabhängige und selbständige ministerielle Stelle, alle den Schiffbau und die Schifffahrt betreffenden Verordnungen, soweit die Allgemeinheit in Betracht kommt, veranlaßt. Die Behörde verfügt über volle Autorität, sie kann sich und ihre Anordnungen, soweit die englische Flagge reicht, voll durchsetzen. In geschäftlicher Beziehung ist sie unabhängig, sie kann beliebig Sachverständige, falls erforderlich, zu ihren Arbeiten zuziehen und besitzt eine gute und in jeder Hinsicht zweckdienliche Fühlung mit allen Schiffbau und Schifffahrt treibenden Kreisen.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika ist es gleichfalls die Regierung, und zwar das Board of Supervising Inspektors, das die den Schiffbau und die Schifffahrt betreffenden Verordnungen regelt; auch hier staatliche Unabhängigkeit. Eine ähnliche Form besitzen die Oesterreichisch-Ungarische Monarchie, Italien und Frankreich, wo der Präsident der Republik die Verfügungen zeichnet.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse in Deutschland, hier besteht eine staatliche Behörde für Schifffahrtsangelegenheiten, wie sie England und die anderen Staaten besitzen, nicht; hier herrscht eine Art von Selbstverwaltung. In Deutschland liegt die Herausgabe von auf die Schifffahrt und den Schiffbau bezüglichen Vorschriften in den Händen der Seeberufsgenossenschaft, die sich in der Hauptsache aus Reedern und Vertretern der Versicherten zusammensetzt; ihr angeschlossen als Berater gegen Entgelt ist die private Erwerbsgesellschaft des Germanischen Lloyd. Wie der Name besagt, soll die Genossenschaft im wesentlichen die Interessen der Seeleute vertreten, erst allmählich greift sie auf die Expedition und den Transport von Gütern und Passagieren über. Der Vorsitzende der Gesellschaft ist ein Reeder, dem als Verwaltungsdirektor ein Jurist zur Seite steht.

In diesem Gremium ist zweifellos ein großes Stück des praktischen Erwerbslebens vertreten,

und da es die Möglichkeit hat, für besondere Zwecke Kommissionen unter Hinzuziehung geeigneter Persönlichkeiten zu bilden, so wohnt dieser Institution nicht nur ein gewisses Maß von Anpassungsfähigkeit an das Bedürfnis, sondern auch ein großer Teil Sachkenntnis inne. Allein die Mitglieder der Berufsgenossenschaft sind Privatpersonen, die als Arbeitgeber und Arbeitnehmer im öffentlichen Erwerbsleben stehen, die in ihren geschäftlichen Unternehmungen von der Konkurrenz mehr oder weniger abhängig sind, denen die Unabhängigkeit des Staatsbeamten fehlt. Die Genossenschaft hat auch nicht alle Rechte einer staatlichen Behörde, wie sie z. B. das Board of Trade besitzt, sie kann deshalb im Inland weder den eigenen Staatsangehörigen, noch besonders den ausländischen Schifffahrern gegenüber, und auch nicht den ausländischen Regierungen auf dem Gebiete der Vorschriftenbefolgung und der Schifffahrtsgesetzgebung mit der Macht und dem Erfolg auftreten, wie dies der Fall sein würde, wenn sie ein unabhängiges deutsches Reichsamt wäre.

Der in Betracht kommende § 1201 der Seeunfallversicherung lautet:

„Zu widerhandlungen der Unternehmer gegen die Vorschriften können mit Geldstrafen bis zu eintausend Mark, solche der Versicherten mit Geldstrafen bis zu sechs Mark bedroht werden.“

In seinem vorzüglichen Werk über die Seeunfallversicherung sagt der Direktor der Seeberufsgenossenschaft, Schauseil, zu diesem Paragraphen:

„Die jetzt allein zulässige Höchstgeldstrafe bis zu 1000 Mark dürfte sich nicht in allen Fällen als ausreichend erweisen. Wendet sich zum Beispiel ein gewissenloser Reeder durch Ueberschreiten der festgesetzten Ladelinie nicht unwesentliche Vorteile durch vermehrten Frachtgewinn zu, so ist der Fall möglich, daß die Strafe von 1000 Mark hinter diesem Gewinn erheblich zurückbleibt und somit keine entsprechende Sühne für den Verstoß des Reeders darstellt.“

Ferner:

„Ein besonders wirksames Mittel zur Erzwungung der Befolgung der Unfallverhütungsvorschriften steht der Seeberufsgenossenschaft auch dadurch zu Gebote, daß sie Schiffe, die den Anforderungen der Unfallverhütungsvorschriften nicht entsprechen, durch die staatlichen Behörden am Auslaufen verhindern läßt. Die Befugnis zu einem derartigen Einschreiten besitzen die staatlichen Behörden schon aus dem Grunde, weil es aus staatsrechtlichen Rücksichten ihre Pflicht ist, ein nicht seefüchtiges und infolgedessen gegen die allgemeine Sicherheit und Ordnung verstoßendes Schiff nicht in See gehen zu lassen.“

Diese beiden Kommentare widersprechen sich in gewissem Maße; wenn ein Schiff zu tief weggeladen ist, dann verstößt es gegen die allgemeine Sicherheit und Ordnung und

müßte unter allen Umständen, wie in England, am Auslaufen gehindert werden; nach der ersten Anmerkung aber und nach dem klaren Wortlaut des § 1201 können für zu tiefes Wegladen Geldstrafen bis 1000 Mark auferlegt werden, es ist aber nicht gesagt, ob außerdem noch das Auslaufen verhindert wird, vermutlich nicht, sonst könnte das Schiff ja nicht erheblich mehr verdienen, als die Strafe von 1000 Mark ausmacht. Auf den Ausländer hat die ganze Vorschrift überhaupt keine Anwendung. Gerade aus diesen Verhältnissen geht klar hervor, daß die Seeberufsgenossenschaft sich auf die staatliche Behörde stützen muß, vorausgesetzt, daß diese ihr ihren Arm leiht, selbst aber in ihrer Exekutive beschränkt ist.

Deshalb ist zu verschiedenen Zeiten der Wunsch nach Einführung eines deutschen Reichsschiffahrtsamtes laut geworden, und darauf hingewiesen worden, daß ein solches Amt bei richtiger Zusammensetzung doch sehr viel wuchtiger hinter die deutsche Schifffahrt treten könnte, sehr viel mehr Erfolg haben dürfte, falls ein anderer Staat Schifffahrtbeschränkungen einführt, die den deutschen Linien vielleicht nicht günstig sind, es sei eigentlich nicht recht verständlich, weshalb der Widerwille in Reederkreisen gegen eine solche Behörde so heftig sich zeige. Wenn England mit seiner viel größeren Schifffahrt, die doch auch glänzend prosperiere und verdiene, die staatliche Behörde eingerichtet habe und aufrecht erhalte, so sei kaum einzusehen, weshalb in Deutschland ein solches Amt nicht auch sehr segensreich sollte wirken können. Schaden würde nur eintreten, wenn welfremder Bürokratismus zur Herrschaft gelange, allein man sollte meinen, daß derartige heutzutage nicht unbedingt eintreten müsse, und daß, ähnlich wie beispielsweise das Preußische Handelsministerium doch sehr zum Wohle von Handel und Industrie sich betätige, dies auch ein deutsches Reichsschiffahrtsamt auf dem ihm unterstellten Gebiete tun könnte.

Indessen tut man gut, hier die Entwicklung sich vollziehen zu lassen; so lange die bestehende deutsche Einrichtung ihrer Aufgabe sich gewachsen zeigt, solange sie rege und lebendig die technische Entwicklung des Schiffbaues im Auge behält und derselben in ihren Vorschriften und Anordnungen Rechnung trägt, solange dabei die deutsche Schifffahrt blüht und keine Umstände eintreten, die zu anderweitiger Regelung der einschlägigen Verhältnisse durch eine unabhängige Reichsbehörde zwingen, solange kann man der in Deutschland bestehenden Kombination der Berufsgenossenschaft mit dem Germanischen Lloyd unter Kontrolle des Reichsversicherungsamtes, die Anerkennung nicht versagen, zumal viele Angehörige der schiffahrtstreibenden Kreise gerade in der Betonung des dem praktischen Erwerbsleben in jener Körperschaft angehörigen Elements einen nicht unwesentlichen Vorzug vor der staatlichen Institution erblicken. Zu bedauern ist hier-

bei nur, daß jenen Gremien stets die Macht der Exekutive fehlen wird und dadurch ihre Reichweite eine beschränkte bleiben muß.

Nach vier verschiedenen Richtungen lassen sich die heute bestehenden Sicherheitseinrichtungen der Seeschiffe betrachten, im Hinblick auf die Schiffseigner, also die Reeder, im Hinblick auf die Versicherer, also die Assekuranten, in bezug auf die an Bord befindliche Mannschaft und schließlich in bezug auf etwa zu transportierende Passagiere.

Das rein kaufmännische Interesse des Reeders verlangt mit Recht Herabminderung aller Ausgaben, die die Debetseite seines Betriebes belasten; eine derartige Forderung muß auf Grund der Herbeiführung eines gewinnbringenden Geschäftsbetriebes von allen Seiten als berechtigt anerkannt werden. Besondere Sicherheitseinrichtungen, die stets mit mehr oder weniger Anschaffungs- und Unterhaltungskosten verbunden sind, müssen daher zur Erhöhung der Kosten des Reederebetriebes beitragen. Indirekt verhindern sie aber auch zweifellos Verluste, was dem Reeder zugute kommt. Vernünftige und ausreichende Sicherheitseinrichtungen kann man daher in gewissem Sinne als eine Art Versicherung gegen Schaden betrachten und die Kosten für Schaffung und Unterhaltung dieser Einrichtungen dürfen als eine Art Versicherungsprämie angesehen werden. Diesem Gedanken ist indessen entgegenzuhalten, daß der Reeder sein Schiff versichert, also für etwaige Schäden oder gar einen Totalverlust durch die Assekuranz sich deckt. Für diese Versicherung ist selbstredend eine Prämie zu zahlen und es ist berechtigt, dieselbe herabzusetzen, sobald Sicherheitseinrichtungen an Bord die Gefährdung und das Risiko der Assekuranz mindern; auf solche Weise werden heutzutage fast überall die Kosten der auf die Sicherheit gerichteten Konstruktionseinzelheiten für den Reeder gemildert, und wird verhütet, daß er die volle Prämie gewissermaßen zweimal bezahlt. Auf diesem gesunden und gerechten Prinzip ist beispielsweise die Klassifikation mit allen ihren Bestimmungen aufgebaut: das bestgebaute Schiff, das sicherste Schiff, zahlt die geringste Prämie für die Versicherung.

Diese Versicherung bezieht sich indessen im wesentlichen auf die Casco-Versicherung, sie nimmt nicht Rücksicht auf das, was an Bord sich befindet, das ist Sache einer besonderen Versicherung. In der Hauptsache hat der Reeder, als Besitzer des Schiffes an diesem selbst ein Interesse; Ladung, Passagiere und Mannschaft haben mit dieser Casco-Versicherung nichts zu tun. Ein großer Teil, ja vielleicht der größte Teil der heute angestrebten oder anzustrebenden Sicherheitseinrichtungen nimmt aber gleichzeitig auf die an Bord befindlichen Personen und die Güter Bezug. Wenn daher der Reeder seinem Schiff Sicherheitseinrichtungen einzubauen hat, die mit besonderen Kosten bei der Anschaffung und der Unterhaltung verbunden sind, so kommen sie zunächst allemal

auf sein Konto, ohne doch ihm den alleinigen Nutzen zu bringen. Es liegt also zweifellos die Berechtigung zu einer rein kaufmännischen Kalkulation nach der Richtung hin vor, daß der Reeder sich rechnerisch klar macht, inwieweit er selbst und sein Geschäft aus der Einführung besonderer, der Sicherheit dienenden Konstruktionen Gewinn oder Verlust hat, und hierauf ist es zurückzuführen, wenn in der Geschichte des Reedereibetriebes große Kämpfe und Mühen überwunden werden mußten, die beispielsweise aus der Einführung einer Tiefadelinie, also einer Beschränkung der Beladung, der Ausnutzung der Schiffe, entstanden, wenn es ferner schwierig gewesen ist, Schiffe durchzusetzen, die eine auch nur einigermaßen Sicherheit gewährende Schotteinteilung besaßen, wenn fast stets erst große Schiffsuntergänge mit bedeutendem Menschenverlust die öffentliche Meinung erregten und dadurch den Anstoß zu Fortschritten in den Sicherheitseinrichtungen der Schiffe gegeben haben.

Es ist völlig klar, daß der nicht rastende Fortschritt in der technischen Vervollkommnung der Schiffe und ihres Betriebes an den Reeder dauernd steigende finanzielle Anforderungen stellt, und es gehört in manchen Fällen ein großer Teil guten Willens dazu, diesen Anforderungen ohne weiteres zu genügen. Wenn daher eine Behörde, wie die Seeberufsgenossenschaft, die in ihrem maßgebenden Element aus Reedern besteht, die Unfallverhütungsvorschriften anvertraut erhalten hat, so gehört fraglos ein großes Maß von objektiver Denkungsweise dazu, bei Aufstellung von Vorschriften, die oft tief in den eigenen Erwerbsbetrieb einschneiden, neben den Reedereinteressen auch die Interessen der Versicherer, der Verfrachter, sowie der an Bord befindlichen Menschen gleichwertig zu berücksichtigen. Es mag dieser Genossenschaft oft nicht leicht gemacht worden sein, ihren Vorschriften auch die Anerkennung der anderen Reeder, die abweichende Ansichten vertreten, sich zu beschaffen, und gerade an diesen beiden Stellen liegt die Schwäche der nicht unabhängigen, der nicht mit voller Exekutivgewalt allen in den Häfen eines Landes verkehrenden Schiffen gegenüber ausgestatteten Institution und aus diesem Mangel hinaus wird vielleicht in absehbarer Zeit das von vielen Seiten gewünschte, von anderen Seiten verabscheute Reichsschiffahrtsamt entstehen. Gerade diesen an seine Mitglieder gestellten Anforderungen der Objektivität, der Unabhängigkeit und der Reichweite gegenüber, sind England und die anderen Auslandsstaaten, die für die Regelung der die Schifffahrt betreffenden Vorschriften staatliche Behörden mit voller Autorität besitzen, Behörden, die allseitig bindende Gesetze erlassen und deren Befolgung erzwingen können, im Vorteil, andererseits aber auch im Nachteil, weil jene Behörden, die nicht am eigenen Leibe die finanziellen Folgen ihrer Verordnungen fühlen, fraglos leichter zu neuen Bestimmungen gelangen können, als die direkt Beteiligten; allein wenn es gelingt, woran heute nicht

zu zweifeln ist, eine staatliche unabhängige Behörde zu schaffen, der ein Beirat, wie bei den Eisenbahnen, den Wasserstraßen usw. aus den Kreisen der beteiligten Industrie und der Kaufmannschaft beratend zur Seite steht, so dürfte sich, wenn es wirklich einmal kommt, auch ein Reichsschiffahrtsamt schaffen lassen, das die Vorteile der staatlichen Autorität mit den Vorteilen der Selbstverwaltung in sich vereinigt, ein Amt, dem doch wohl Vertrauen entgegengebracht werden könnte und das dann nicht nur als die „knebelnde Faust“ betrachtet zu werden braucht, die jede Bewegung verhindert.

Die Stellung, die die Assekuranz den Sicherheitseinrichtungen der Seeschiffe gegenüber einzunehmen hat, ist im allgemeinen leicht gekennzeichnet. Ueberall, wo eine Versicherung besteht, gilt als Grundlage die Sicherheit des Objekts. Bei der Lebensversicherung richtet sich die Prämie nach dem Zeugnis, das der Arzt dem zu Versichernden ausstellt und nach der Lebensweise, die der Betreffende führt, bzw. nach der Tätigkeit, die er in seinem Berufe ausübt. Bei der Feuerversicherung sind es die Bauweise des Hauses, seine Lage zur Umgebung, die in ihm befindlichen Gegenstände und Betriebe, die den Grad der Gefährdung und somit die Höhe der Versicherungsprämie bestimmen; ein Analoges gilt bei allen anderen Versicherungen; überall sind die Grundlagen für das Risiko der Versicherungsgesellschaften durch genaue individuelle Feststellung, wie durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung festgelegt und daraus, daß solche Versicherungsgesellschaften sehr vorsichtig zu Wege gehen, ergibt sich der bedeutende Verdienst und ihre große Ausdehnung in allen Kulturstaaten, daraus ergibt sich aber auch die Schaffung des erforderlichen Korrektives durch die staatliche Aufsicht.

Für die Schiffsversicherung findet von den oben dargelegten Grundsätzen keine Abweichung statt: die Qualität des Schiffes, die Güte seines Baumaterials und seiner Bauausführung, die Sicherheit seiner Konstruktion gegen Havarie und Totalverlust, die Vorkehrungen, die an Bord gegen alle Arten der Schiffsgefährdung getroffen sind, die Ladung, die das Schiff zu führen hat, die Linie, auf der es fährt, die Kontrolle, unter der es gehalten wird, alles das sind Momente, die für die Bewertung, die Einrangierung des Schiffes in eine bestimmte Klasse maßgebend sind und die somit den Grad des Risikos darstellen, das die Assekuranz bei der Versicherung läuft: daraus folgt für sie, daß dasjenige Schiff ihr am wertvollsten ist, welches die besten Sicherheitseinrichtungen besitzt.

Hierbei sind indessen zwei Versicherungen zu unterscheiden: die Cascoverversicherung, d. h. die Versicherung des Schiffskörpers, und die Güterversicherung, d. h. die Versicherung der an Bord befindlichen Waren. Beide Arten der Versicherung stützen sich heute im wesentlichen auf die Klasse, die das Schiff durch eine der bestehenden Klassifikationsgesellschaften, Britischer Lloyd,

Bureau Veritas, Germanischer Lloyd usw. erhält. Man nimmt dabei an, daß diese Klasseneinteilung vollkommen korrekt und unter Berücksichtigung der technischen Fortschritte zustande kommt; eingeschlossen in diese Vertrauensgrundlage ist die Beurteilung des Schiffes durch den Besichtigter einer jener Gesellschaften, sowie die vor dem Auslaufen erfolgte Seetüchtigkeitsklärung. Auf eine Prüfung der Vorschriften und Anordnungen, auf denen die Klasseneinteilung fußt, ferner auf eine Kontrolle der Seefähigkeitserklärung seitens der Vertrauensperson, läßt sich die Assekuranz nicht ein, sie nimmt an, daß die rite ausgestellten Atteste auf einwandfreier Grundlage aufgebaut sind. Nichtsdestoweniger hat es sich als erforderlich herausgestellt, neben diesen Attesten, noch eine vertrauliche und geheime Schiffsbewertung einzuführen, weil die Assekuranz trotz jener Atteste dennoch zu häufig zu Schaden kam: ein nötiges Korrektiv liefert hier das von Lloyds herausgegebene „Confidencial Register“, ein Schiffsregister, welches alle diejenigen Schiffe enthält, die nachweislich viel Havarie gehabt haben, deren Führung, Instandhaltung usw. zu wünschen übrig läßt und deren Versicherung daher mit gewisser Vorsicht aufzunehmen ist, weil das Risiko sich erhöht. Das hat natürlich auf die Casco-Versicherung, wie auf die Güterversicherung seine Rückwirkung: die erstere verlangt höhere Prämie, die letztere setzt ihr eigenes Maximum herab. Baut und betreibt der Reeder ein Schiff mit großer Sicherheit in all seinen Teilen und in seiner Führung, so kann ihm an der Prämie der Casco-Versicherung sicherlich ein Nachlaß gewährt werden und damit erhält er einen Teil seiner Aufwendungen für die erhöhte Sicherheit wieder zurück. Die Güterversicherung dagegen läßt im allgemeinen an der Prämie der Versicherung nichts ab, sie erhöht aber gern ihr eigenes Maximum, d. h. den Betrag der Versicherung, den sie ohne Rückversicherung bei anderen Gesellschaften auf sich selbst übernimmt, hier hat also die Assekuranz den direkten Vorteil aus der erhöhten Sicherheit eines Schiffes.

Jedenfalls haben beide Arten der Assekuranz, die Casco-Versicherung, wie die Güterversicherung, ein bedeutendes Interesse an der sorgfältigen Ausgestaltung der Sicherheitseinrichtungen eines Schiffes, und gerade dieses Interesse der Versicherungsgesellschaften ist es gewesen, welches in der Entwicklungsgeschichte der Schifffahrt an manchen Stellen und zu verschiedenen Zeiten mitbestimmend gewesen ist, wenn es sich darum handelte, Verbesserungen in Bau und Einrichtung, sowie in Betrieb als dringend nachzuweisen und zur Durchführung zu bringen. Auch heute noch ließe sich manches durch die Assekuranz erreichen. Wenn beispielsweise Assekuranzen zur Zahlung herangezogen werden, sobald irgend ein Frachtschiff verloren geht, und wenn sich nachweisen läßt, daß es Mängel hatte, daß es nicht seetüchtig war, als es hinaus ging, trotzdem es vielleicht von einem Besichtigter als seetüchtig deklariert wurde, und auch bestehenden Vor-

schriften, die nicht Gesetz sind, genügte, so ist es nicht ausgeschlossen, daß die Assekuranz von der Zahlung der Versicherungssumme befreit wird, wenn sich nachweisen läßt, daß das Fahrzeug, trotzdem es bestehende Vorschriften erfüllte, doch nicht als seetüchtig angesehen werden konnte. Ein solcher Standpunkt ist schon des öfteren mit Erfolg vertreten worden, es sei nur an den Fall des „Emil Berenz“ erinnert, und treten solche Gerichtsentscheidungen öfter ein, so wird dadurch die Sicherheit erhöht und das berechnete Interesse der Assekuranz gewahrt.

Noch einfacher liegen die Verhältnisse, in denen die an Bord befindlichen Menschen, Mannschaften und Passagiere zu den bestehenden und noch zu schaffenden Sicherheitseinrichtungen sich befinden. Hier handelt es sich einfach um die Frage der Lebenserhaltung. Selbst wenn der an Bord befindliche Mensch sein Leben noch so hoch versichert, so hat er im Falle eines Unfalles oder nach dem Tode persönlich keinen Nutzen von seiner Versicherung, den haben im besten Falle nur seine Hinterbliebenen. Deshalb heißt es hier, je mehr Sicherheitseinrichtungen, um so besser, und da der Passagier in der Öffentlichkeit auf die Vorteile oder Nachteile einer Linie oder eines Schiffes aufmerksam gemacht werden kann, so liegt es mit Rücksicht auf den Verdienst im ureigensten Interesse einer jeden Passagierreederei, ihren Schiffen derartige Sicherheitseinrichtungen mitzugeben, die in der Tat nach Möglichkeit alles das in sich schließen, was die moderne Technik zu bieten vermag.

Untersucht man einmal diese Einrichtungen, so sieht man, daß manche Reedereien in der Ausgestaltung derselben, beispielsweise der Schotten, sehr viel weiter gehen, als die bestehenden Vorschriften, beispielsweise die der Seeberufsgenossenschaft, verlangen.

Nun ist aber die Frage aufzuwerfen, wo besteht in Deutschland eine Behörde, die jene Forderungen erfüllt, die also die an Bord befindliche Person schützt? Die Seeberufsgenossenschaft soll, wie ihr Name besagt, die Interessen der Berufsgenossen, der beruflichen Seeleute schützen, wer aber nimmt die Interessen des Passagiers wahr? — Die Regierung kann nach Nr. 7 Art. 4 der Verfassung mittels des Gesetzes über die Auswanderer nur für diese eintreten. Die Seeberufsgenossenschaft freilich hat auf die Sicherheit des überseeischen Passagierverkehrs nicht unbedeutenden Einfluß, sie prüft beispielsweise gewisse Vorschriften über die Schotten und die Rettungsboote der Passagierdampfer, allein beide Kategorien von Vorschriften sind unzulänglich, sie werden durch die Konstruktionen der großen Passagierdampfer seitens der Reedereien selbst weit überholt und gerade dadurch als unzulänglich gekennzeichnet, und für die Mannschaften auf Frachtschiffen, wo das treibende Moment der Anziehung von zahlenden Passagieren nicht besteht, existieren überhaupt keine Schottvorschriften. Segelschiffe, zum Beispiel, die, abgesehen vom

vorderen Kollisionsschott, überhaupt kein einziges Schott besitzen, sind stets verloren, sobald sie ein Leck bekommen, gegen das die Mannschaft nicht mehr anpumpen kann, und dieses alles aus dem Grunde, weil Gesichtspunkte des Betriebes und der Anschaffungskosten, also Reedereiinteressen, einer anderen Bauweise entgegenstehen.

Daß unter solchen Umständen die Mannschaften der Frachtschiffe immer und immer wieder über Mängel in der Ausgestaltung der Sicherheitseinrichtungen sich beschwerten und daß dann in den gesetzgebenden Körperschaften die Sozialdemokratie sich der Forderungen annimmt, ist eine oft wiederkehrende Erscheinung, sie zeigt den Standpunkt, den die an Bord befindliche Mannschaft den Sicherheitseinrichtungen gegenüber einnimmt und gar nicht anders einnehmen kann. Hinzu kommen die Klagen über Indiensthaltung von Schiffen, die auf Grund ihres Alters und ihres gesamten Zustandes nicht mehr als seefähig bezeichnet werden können, von denen denn auch manche zahlreiche Menschenopfer fordern.

Aus allen diesen Gründen wird mit Rücksicht auf die Sicherung der an Bord befindlichen Personen stets wieder der Ruf nach einem Reichsschiffahrtsamt laut, weil gerade von einer derartigen Behörde, die nicht durch Erwerbsinteressen ihrer Mitglieder beeinflußt werden kann, in vielen Fällen ein Erfolg erwartet wird, den eine nicht mit der vollen Wucht gesetzlicher Machtmittel ausgestattete Institution leider nicht immer zu erreichen vermag.

Allein selbst wenn ein Reichsschiffahrtsamt bestände, so könnte auch damit nicht alles erreicht werden; in seinen Gesetzen hätte dieses Amt immer Rücksicht auf die erfolgreiche, guten finanziellen Gewinn bringende Tätigkeit der Schiffe zu nehmen, damit im Kampfe mit der ausländischen Konkurrenz der heimische Reeder nicht zu ungünstig belastet wird und somit schließlich unterliegt. Freilich ließe sich mit manchen Anschauungen im Interesse der Mannschaften brechen; man könnte zweifellos schon heute zahlreiche kleinere Frachtdampfer durch eine richtige Anordnung genügend starker Schotte vor dem Wegsinken ziemlich schützen, man könnte ohne weiteres abgebrauchte und dadurch nicht mehr seefähige Schiffe aus den Betrieben ausschalten, und dem so oft gebrauchten Schlagwort der „Sargschiffe“ entgegenwirken, man könnte auch für den Ausländer die Einhaltung der richtigen Tiefladelinie kontrollieren und Schiffe, die die Vorschriften überschreiten, am Auslaufen hindern und zum Leichtern zwingen, kurz man könnte manches von dem, was heute schon die staatlichen Behörden anderer Nationen ganz selbstverständlich tun, auch in Deutschland durchsetzen, sobald nur die genügend starke Behörde jene Fragen in der Hand und zu regeln hat.

Den größten Einfluß auf die Hebung des gesamten Schiffbaues hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit und Sicherheit haben zweifellos die Klassifikations-Gesellschaften gehabt, ihnen ist es in

erster Linie zuzuschreiben, wenn hinsichtlich der Qualität des Baumaterials, hinsichtlich seiner Verarbeitung, hinsichtlich seiner Beanspruchung und Anordnung im Schiffskörper gesunde, und den Beanspruchungen durch die See genügend Rechnung tragende Zustände geschaffen worden sind. Wie schon oben auseinandergesetzt, bedarf die gesamte Assekuranz einer vertrauenswürdigen Grundlage, auf der sie ihre Kalkulation aufbauen kann. Diese Grundlage bot und bietet die Klassifikation, d. h. die Bewertung der einzelnen Schiffe hinsichtlich ihrer gesamten konstruktiven Ausführung.

Die erste Zeit des Eisenschiffbaues hatte stark unter der Verschiedenartigkeit des benutzten Materials in bezug auf seine Festigkeit zu leiden; bald wurde ein sehr zähes und weiches Material, bald ein sehr sprödes und hartes Material geliefert. Die Bruchgrenze für die Querschnittseinheit war nicht immer die gleiche und so war es für den Konstrukteur oft recht schwierig, bestimmten Kräften einen Materialquerschnitt entgegenzustellen, der mit einem genau beabsichtigten Grad von Sicherheit die Beanspruchung aufnehmen konnte.

Hierin schafften die Klassifikationsgesellschaften zuerst in England und Frankreich dadurch Wandel, daß sie die bekannten Abnahmeprüfungen einführten, also das gelieferte Material auf Dehnung und Festigkeit prüften und alle die Bauteile verwarfen, die bestimmten Werten nicht entsprachen. Nachdem auf solche Weise erreicht worden war, daß die Walzwerke ein stets gleichförmiges Material lieferten, war es möglich, in der Abmessung der einzelnen Bauteile, sowie in ihrer Verteilung, Anordnung und Vernietung zu festen Normen für die einzelnen Schiffstypen und Schiffgrößen zu gelangen. Da in den Bureaus dieser Klassifikations-Gesellschaften zahllose Beobachtungen aus der Praxis, zahllose Erfahrungen des Betriebes zusammenliefen, so war es möglich, in der Ausgestaltung der herausgegebenen Bauvorschriften dauernd Fortschritte zu machen, so daß allmählich diese Vorschriften den Niederschlag der umfassendsten Betriebsergebnisse darstellten. Hinzu kam, daß die wissenschaftliche Erforschung der einzelnen Materialbeanspruchungen, vor allem die Anwendung der Mechanik auf dem Gebiete der Festigkeit der Schiffe und ihrer Maschinenanlagen, wenn auch anfangs langsam, so doch von Jahr zu Jahr steigend, eine mehr exakte Lösung gewisser Fragen der Konstruktion ermöglichte, und das hatte dann wieder eine Rückwirkung auf die nächstfolgende Ausgabe der Bauvorschriften. Dabei ist es als ein Glück für den Konstrukteur sowohl, wie für den Reeder anzusehen, daß jene Klassifikationsgesellschaften auf den Erwerb gerichtet sind, also sich gegenseitig Konkurrenz machen, und daß demnach die fortschrittliche Arbeit in der Schiffsklassifikation eine rege ist. Der Britische Lloyd, der an der Spitze steht, der auch heute bei weitem die meisten Schiffe klassifiziert, hat in der British Corporation,

einer technisch-wissenschaftlich ungemein hochstehenden Behörde, einen scharfen Konkurrenten, der zweifellos einen Stillstand nicht duldet. Bureau Veritas, das einstmals von Frankreich aus in sehr weitem Maße den Schiffbau beeinflusste, ist ebenfalls bestrebt, zweckmäßigste und allen berechtigten Interessen dienende Vorschriften herauszubringen, und in Deutschland ist es der Germanische Lloyd, der die hier herrschenden Anschauungen vertritt und als Vertrauensmann der Seeberufsgenossenschaft auch deren Vorschriften prüft und ergänzt. Wenn man die stattliche Anzahl der in den letzten 25 Jahren von ihm herausgegebenen Vorschriften überblickt, vor allem, wenn man aus dem Inhalt dieser Vorschriften erkennt, wie der Germanische Lloyd allmählich von einer sehr starken Abhängigkeit von seinen viel mächtigeren englischen und französischen Schwestergesellschaften, sich auf eigene Füße zu stellen suchte, so ist dies Streben durchaus anzuerkennen. Freilich zeigt ein Vergleich der Schiffsregister, daß viele der deutschen Schiffe zwei Klassen bekommen, die des Germanischen Lloyd und die des englischen Lloyd, allein es hat diese doppelte Klassifikation mit dem späteren Verkauf der Schiffe an das Ausland zu tun. Im Auslande herrscht der englische Lloyd und ein Schiff verkauft sich dort sehr viel leichter, wenn es die Klasse dieser Gesellschaft besitzt, als wenn es nur nach dem Germanischen Lloyd gebaut ist, dessen Klasse nicht überall der des englischen Lloyd gleichgewertet wird. Auch hat es den Anschein, als ob in dem englischen Lloyd auf Grund seiner ungleich größeren Ausdehnung, doch immer noch zahlreichere Erfahrungen und Beobachtungen zusammenfließen, als in der sehr viel kleineren deutschen Gesellschaft. Jedenfalls steht fest, daß der wesentlichste Teil der Sicherheit von Schiff, Kessel und Maschine, durch die Klassifikation gedeckt wird und daß diese Klassifikation, wenn sie den wissenschaftlichen Erkenntnissen gegenüber eine gewisse Elastizität zeigt, eine heute nicht mehr zu entbehrende Grundlage für den technischen Wert eines Schiffes darstellt, einen Wert, der in hervorragender Weise für die betriebliche Sicherheit des Fahrzeuges maßgebend ist.

Zu dieser ganz allgemein die Bauweise der Schiffe betreffenden Grundlage kommen nun eine Reihe von Einzelgebieten, die gleichfalls auf die Betriebssicherheit bedeutenden Einfluß haben. Unter diesen Kategorien von Sicherheitseinrichtungen an Bord moderner Handelsschiffe nimmt die wasserdichte Unterteilung des Schiffskörpers die erste Stelle ein. Diese Unterteilung hat den Zweck, das Wegsinken des Schiffes im Falle eines Lecks nach Möglichkeit zu hindern. Die Anwendung wasserdichter Schotte stammt im wesentlichen aus England, jedenfalls haben die meisten Nationen sie von englischen Schiffen übernommen, wenn auch die erste Idee anscheinend den Chinesen gehört (John Knowles, *The Elements and Practice of Naval Architecture*, London 1822). 1791

baute die englische Admiralität den Kutter „Trial“, der zuerst eine wohldurchdachte Schotteinteilung besaß, mit dem ausgesprochenen Zweck, ihn im Falle eines Lecks unsinkbar zu machen. In den ersten Dezennien des 19. Jahrhunderts wurden in England weitere Schiffe mit einer solchen Schotteinteilung versehen. 1854 bestimmte dann die Merchant Shipping Act., daß jeder Dampfer über 100 Register-Tons in drei wasserdichte Abteilungen zu teilen sei, einen Maschinen- und Kesselraum in der Mitte, und je einen Laderaum vorn und hinten. Weil aber später die Maschinenräume relativ kleiner wurden, dagegen die Laderäume durch das Anwachsen der Schiffsabmessungen stark zunahmten, so wurde das frühere Verhältnis zwischen den annähernd gleich langen Räumen, in das die Schiffe nach dem Gesetz von 1854 zu teilen waren, völlig verschoben, so daß die Dreiteilung nicht mehr genügte; deshalb hob das Board of Trade 1862 die Schottvorschrift wieder auf, und überließ die wasserdichte Unterteilung der Schiffe völlig den Reedereien bzw. den Werften. Das hatte aber den Bau von Schiffen zur Folge, die hinsichtlich ihrer Sicherheit sehr zu wünschen übrig ließen, und nun griffen die Versicherer ein, um sich vor allzu großen Verlusten zu schützen: Underwriters Registry setzte für die zweckentsprechende Schottanordnung eines Schiffes eine Prämie aus und verringerte für derartig gebaute Schiffe die Versicherungsrate. Auch Lloyds Register arbeitete in seiner Klassifikation auf eine Verbesserung der Schottanordnung hin und verlangte vereinzelt Höherführung der Schotten bis zum Oberdeck, schrieb auch entsprechende Schottverstärkungen vor.

Es bestand indessen keine gesetzlich bindende und auch keine auf vernünftiger, rechnerischer Grundlage aufgebaute Schottvorschrift und deshalb verschlechterten sich die Sicherheitszustände der damaligen Schiffe in so bedauerlicher Weise, daß die englische Schiffbautechnische Gesellschaft sich mit schweren Mahnungen an das Board of Trade wandte. Grund hierfür war der Untergang zweier großer Dampfer an zwei aufeinander folgenden Tagen des Januar 1866. Leider waren die Vorträge der Institution resultatlos; allein immer wieder nahm die genannte Gesellschaft in nicht hoch genug anzuerkennender Weise den Kampf gegen die Mängel in der Konstruktion der Schiffe auf. Erst dem Eingreifen der englischen Admiralität gelang es, eine gewisse Besserung zu schaffen. Weil für Zwecke des Truppentransports und der Postbeförderung Handelsschiffe von der Regierung benutzt wurden, kam es darauf an, festzustellen, welchen Fahrzeugen man derartige Transporte anvertrauen könne. Eine Besichtigung der englischen Schiffe hatte aber zur Folge, daß 1875 von sämtlichen seegehenden Dampfern der englischen Handelsmarine noch nicht 30 einer minimalen Schottanordnung genügten und geradezu vernichtend für den Geist der englischen Reeder ist die Feststellung, welche der damalige Chefkonstrukteur Dunn öffentlich in einem Vortrage

gab, daß 1883 nur rund 300 englische Transatlantiker jene minimale Schottanordnung besaßen, mehr als 4000 aber nicht!

Es herrschten damals sehr wenig erfreuliche Zustände im gesamten Reedereibetriebe, und diese Zeit liegt heute nur 25 Jahre zurück. Endlich wurde 1890 ein englisches Schottenkomitee zusammenberufen, welches die allgemein bekannten Schottvorschriften ausarbeitete und als Grundlage die Schottkurve konstruierte. Die Vorschläge dieses englischen Bulkhead Committees umfaßten alle Arten von Handelsschiffen, Passagier- und Frachtschiffe, Dampfer und Segler. Gesetzlich festgelegt wurden die Vorschriften indes niemals, nur suchte das Board of Trade sie den Reedern dadurch schmackhaft zu machen, daß es allen den Passagierschiffen, die ihre Schotten nach jenen Angaben des Bulkhead Committees bauten, erhebliche Erleichterungen auf einem anderen Gebiet der Sicherheitseinrichtungen gewährte, nämlich diesen Schiffen die Hälfte der Rettungsboote erließ. Wie grundfalsch und wie verhängnisvoll diese Konzession an die Reeder war, hat der enorme Menschenverlust beim Untergang der „Titanic“ bewiesen.

Die deutschen Schiffe der damaligen Zeit machten im allgemeinen keine Ausnahme von den gleichzeitigen Bauten der anderen Staaten; der englische Schiffbau beherrschte derart die Welt, war derart maßgebend, daß auch in Deutschland auf das englische Vorbild geschworen wurde, um so mehr, als damals ein größerer deutscher Schiffbau erst anfang, und man fast alle größeren Bauten aus England bezog, die Schnelldampfer sogar noch bis zum Jahre 1889. Demgemäß waren in jenen deutschen Schiffen im wesentlichen die englischen Anschauungen auch hinsichtlich der Schotteinteilung verkörpert: zwar der Zahl nach genügend, der Anordnung nach verfehlt, weil sie fast alle im Vorschiff lagen, also das Hinterschiff ungeschützt ließen. Irgendwelche Vorschriften über Schotten bestanden in Deutschland nicht und auch die im Jahre 1887 als korporativer Verband infolge des Seeunfallversicherungsgesetzes gegründete Seeberufsgenossenschaft befaßte sich mit jener Frage nicht. Auch hier bedurfte es erst eines großen Schiffsverlustes, des „Elbe“-Unterganges, ehe Remedur geschaffen und endlich die Frage der Schotten auch in Deutschland angeschnitten und geregelt wurde; das war im Jahre 1895, und 1896 kamen die ersten deutschen „Vorschriften über wasserdichte Schotten für Passagierdampfer in außereuropäischer Fahrt“ heraus. Diese Vorschriften waren genau denen des englischen Bulkhead Committees nachgebildet, sie hatten als Grundlage die durch Tangenten an das Schottendeck ermittelte Schottkurve und unterschieden verschieden große Raumverdrängungen in den Maschinen-, Kessel- sowie in den Laderäumen. Während aber die englischen Schottkurven unter allgemeiner Annahme von 60 % Abzug für Wasserverdrängung in den Laderäumen

aufgestellt waren, gingen die deutschen Vorschriften stoffelweise von 5 % bis zu 33 1/3 % Abzug für die Räume unter dem Schottendeck. Das war ein Vorzug der deutschen Vorschriften gegenüber den englischen; allein die deutschen Vorschriften umfaßten nur Schnelldampfer mit einem Völligkeitsgrad des Displacements $\delta = 0,597$ und Fracht- und Passagierdampfer mit einem $\delta = 0,700$, und das war ein Nachteil gegenüber den englischen Ausarbeitungen, die alle Schiffe behandelten. Allein in Deutschland sind jene Schottvorschriften tatsächlich von 1896 an bei den in Betracht kommenden Schiffen befolgt worden, und hierfür muß man der Seeberufsgenossenschaft Anerkennung zollen, die dadurch mit den sehr unsicheren Zuständen der vorangegangenen Zeit wenigstens für Deutschland ziemlich aufgeräumt hat. Da in den deutschen Vorschriften auch die Festigkeit der Schotte gut berücksichtigt wurde, so war in der Tat für die damalige Zeit Segensreiches geschaffen worden. Alle diejenigen, welche jene deutschen Arbeiten, die der verstorbene Direktor des Germanischen Lloyd, Middendorf, durchgeführt hatte, miterlebt haben, werden sich der Begeisterung erinnern, mit der in Fachkreisen jene Vorschriften und ihre Ableitung, die zuerst in der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“ erschien, aufgenommen wurden.

Leider hatte man aber auch in die deutschen Vorschriften über die Schotten jene verhängnisvolle Konzession an die Reeder aufgenommen, die England 25 Jahre später so schwer gebüßt hat: auch in den deutschen Bestimmungen besteht der Passus:

„Schiffe, welche in bezug auf die Anzahl, Stärke und Verteilung der Schotte den betreffenden Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft für Passagierdampfer in langer und atlantischer Fahrt sowie in großer Küstenfahrt entsprechen, brauchen nur die Hälfte des vorgeschriebenen Hilfsbootsraumes (für Rettungsboote) zu haben.“

Hierin liegt fraglos ein wunder Punkt der deutschen Bootsvorschriften, insofern die Bootsfrage in gänzlich unzulässiger Weise mit der Schottfrage verquickt wird; denn gerade unter jenen angeführten Passus fallen alle Passagierdampfer, und bei ihnen wird das, was durch die Schottvorschriften an erhöhter Sicherheit gewonnen ist, durch den verminderten Bootsraum zum Teil wieder aufgehoben, d. h. nach jenen Bootsvorschriften kann im Falle des Wegsinkens eines havarierten Passagierdampfers sehr wohl der Fall eintreten, daß 25 % der an Bord befindlichen Personen, auch bei völlig glatter See und gerade liegendem Schiff, nicht in Booten untergebracht werden können, weil vorschriftsmäßig nicht genügend Boote da sind! —

Eine derartige Verquickung der Schottenfrage mit der Bootsfrage ist also unrichtig und muß beseitigt werden; es wäre diese Verquickung aber noch in gewissem Maße verständlich, wenn in der

Tat die Schotteinteilung nach den 1896er Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft eine Gewähr gegen den Schiffsverlust böte. Das tut sie leider nur in begrenztem Maße, und heute sind die Grundlagen, auf denen die alten Schottkurven aufgebaut sind, längst überholt; auf Schiffe der Jetztzeit dürfen und können sie keinen maßgebenden Einfluß haben, weil die Neuzeit nicht nur sehr viel volligere, sondern auch sehr viel größere Schiffe baut, als den Schottkurven aus den Jahren 1895 und 1896 zugrunde gelegt wurden. Wie schon gesagt, sind den alten Schottkurven für die Schnelldampfer Schiffe mit einem Deplacementsvölligkeitsgrad von 0,597 zugrunde gelegt, dabei ist die Maximallänge der Schiffe 180 m; den Kurven der Fracht- und Passagierdampfer dagegen liegen Schiffe mit einem Völligkeitsgrad von 0,700 und der gleichen maximalen Länge zugrunde. Heute kennt man „Schnelldampfer“, wie sie jene Vorschriften bezeichnen, überhaupt nicht mehr, der Begriff „Schnelldampfer“ ist in keiner Weise festgelegt oder so definiert, daß man heute genau

wohl nur aus ungenügender Kenntnis der einschlägigen Verhältnisse zu erklären.

Das untenstehende Bild (Abb. 1) zeigt, um wieviel derartige Kurven voneinander differieren.

Es erscheint somit berechtigt, wenn man wirklich noch an den Schottkurven, als dem Kriterium für die Erteilung des Unsinkbarkeitszeichens festhalten will, sie mindestens zu modernisieren, d. h. sie den modernen Schiffsformen nicht nur, sondern auch den modernen Schiffsgrößen anzupassen, sonst dürfte es nicht zweckmäßig erscheinen, sie als Grundlage für die Sicherheit der Schiffe zuzulassen. Daß die Praxis schon längst auf diesen Standpunkt gekommen ist, beweist der Umstand, daß die meisten Passagierdampfer wesentlich engere Schotteinteilung erhalten, als die Schottkurven zulassen.

Wohin eine exakte Anwendung der Schottkurven führt, zeigt das umstehende Bild der „Titanic“ (Abb. 2). Hier ist für ein Verhältnis des Tiefganges zur Seitenhöhe $T : H = 0,764$ die Schottenkurve bis zum

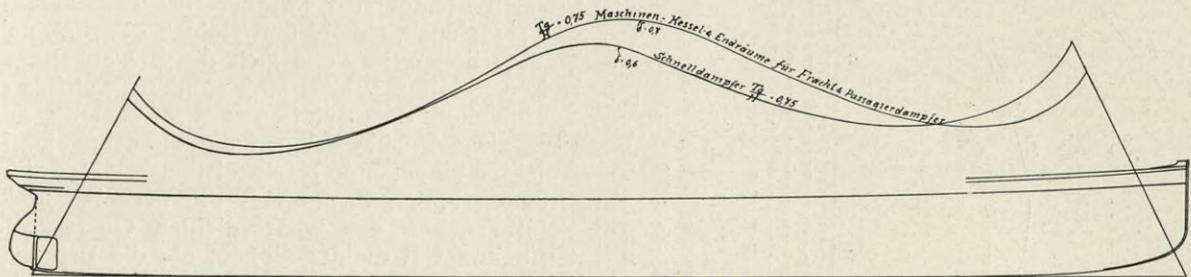


Abb. 1. Schottkurven für Deplacementsvölligkeitsgrad 0,600 und 0,700

sagen könnte, welches Schiff ein Schnelldampfer ist, welches nicht, wo der Schnelldampfer aufhört und wo der Fracht- und Passagierdampfer anfängt. Alle neuen großen Schiffe sind als Fracht- und Passagierdampfer klassifiziert, weil sie dadurch hinsichtlich des Freibords Nutzen haben; auch baut man heute kaum noch Handelsschiffe von einem Deplacementsvölligkeitsgrad, der unter 0,60 liegt, in fast allen Fällen liegt dieser Völligkeitsgrad weit höher, oft sogar nicht unerheblich über 0,70 hinaus. Daraus folgt aber mit zwingender Notwendigkeit das Folgende: Wenn die Schottkurven zwischen zwei Schiffen, deren Völligkeitsgrade um 10 % differieren, also von 0,60 bis 0,70 voneinander abweichen, so stark verschieden sind, daß man zum mindesten für Maschinen-, Kessel- und Endräume bei 5 % Abzug total neue Kurven aufgestellt hat, so ist es unrichtig, heute behaupten zu wollen, man könne ohne weiteres jene aus dem Jahre 1895 stammenden Kurven noch mit voller Berechtigung auf moderne Schiffe anwenden, gleichgültig, ob deren Völligkeitsgrade um 10 % von denjenigen der älteren Schiffe abweichen oder nicht. Wenn öffentlich ausgesprochen wurde, die Schottkurven für derartig voneinander differierende Schiffe, unterschieden sich höchstens um 2 %, so ist eine solche Behauptung unhaltbar und

E-Deck einmal unter der Annahme, daß das Schiff ein Schnelldampfer sei und dann unter der Annahme des Fracht- und Passagierdampfers gezeichnet, also einmal für $\delta = 0,597$ und dann für $\delta = 0,700$, und man sieht sofort, daß beide Kurven mehr als 2 % voneinander differieren, dann aber ist die Kurve noch für ein höher gelegenes Deck, das D-Deck, bis zu dem die meisten Schotten gehen, gleichfalls nach den Vorschriften gezeichnet. Hier ist das Verhältnis $T : H = 0,626$ und nun zeigt das Bild, daß nach den bestehenden Vorschriften bei diesem Schiff Räume von mehr als 86 m Länge solle leck werden können, ohne die Seefähigkeit desselben zu gefährden! — Auf Grund einer solchen Kurve kann sicherlich kein Unsinkbarkeitsattest erteilt werden, eine solche Kurve kann nicht als Grundlage für die Sicherheit des Schiffes angesprochen werden!

Aber noch ein anderes Moment kommt hinzu. Wie eingehende Untersuchungen dargetan haben, die der Verfasser dieses Aufsatzes angestellt und in der Zeitschrift „Schiffbau“ XIII. Jahrgang, S. 943 ff. und 1002 ff., sowie XIV. Jahrgang, S. 265 ff., ferner im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1913 veröffentlichte, ist es, sobald die Schiffe ein gewisses Verhältnis von

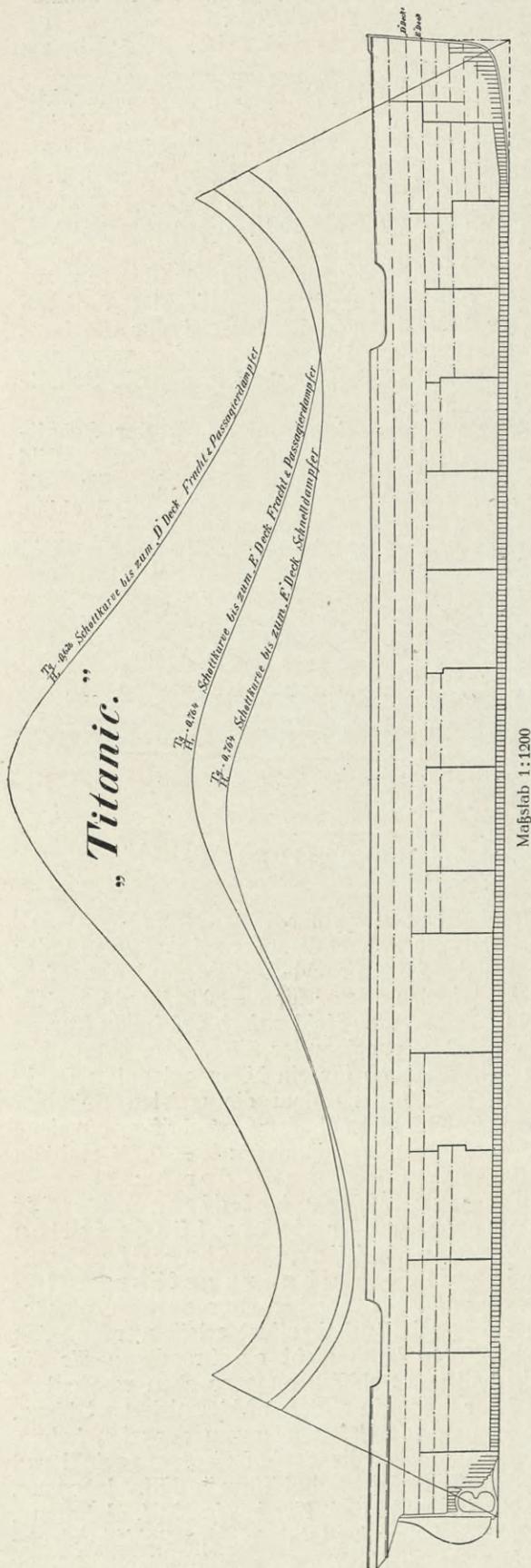


Abb. 2. Schottkurven der „Titanic“

Tiefgang zu Breite und Länge überschreiten, absolut notwendig, die Querstabilität beim Leck zu untersuchen und auch im Hinblick auf diese die wasserdichte Unterteilung des Schiffes vorzunehmen.

Hier liegen heutzutage die Verhältnisse so, daß der Tiefgang auch der allergrößten Schiffe, mit Rücksicht auf die Wassertiefe in den Flußmündungen beschränkt ist und 10 m nicht viel übersteigen darf. Nun wachsen aber die Abmessungen der Schiffe, die heute schon Längen über 280 m, Breiten über 30 m und Seitenhöhen über 20 m aufweisen. Da aber gerade bei diesen großen und kostspieligen Schiffen auf gute und bequeme Seeigenschaften Wert zu legen ist, so beträgt die metazentrische Höhe ungefähr 600 bis 700 mm. Erleidet ein derartiges Fahrzeug aber an seiner breitesten Stelle, also etwa in der Gegend der Maschinen- und Kesselräume ein Leck, so kann sehr leicht der Fall eintreten, daß hierdurch eine negative Anfangsstabilität sich ergibt und das Schiff eine nicht unbedeutende Schlagseite annimmt. Zieht man dabei in Betracht, daß die in den lecken Räumen befindlichen wasserverdrängenden Teile, wie Maschinen, Kessel und Kohlen gänzlich unter Wasser liegen, so kann sich die Schlagseite des lecken Schiffes auf ein Maß steigern, welches die Seefähigkeit des Schiffes in Frage stellt; auch über diese Punkte bringen die oben angeführten Aufsätze eingehende Nachweisungen. Aus diesen Gründen haben denn auch die neuesten großen Schiffe neben den wasserdichten Querschotten, die schon viel dichter stehen, als die Schottvorschriften verlangen, über den ganzen Mittelteil an beiden Schiffsseiten wasserdichte Längsschotten, die im wesentlichen den Kohlenbunkern dienen und den Zweck haben, die große Breite der etwa leck werdenden Mittelräume einzuschränken, so daß auch bei diesen Schiffen die erforderliche Sicherheit im Falle einer Havarie vollkommen gewährleistet ist.

Ueber alle diese, im modernen Schiffbau aktuellen Verhältnisse, enthalten aber die heute bestehenden Anordnungen der Seeberufsgenossenschaft nichts, und deshalb erscheint eine Ausgestaltung wünschenswert, eine Ausgestaltung, die fraglos am besten und sichersten ihr Ziel erreichen dürfte, wenn bei Schiffen über 200 m Länge und einem $L : T$ mehr als 20, und $B : T$ größer als 2,5 die rein schematische Ermittlung der wasserdichten Unterteilung vermieden und eine individuelle Berechnung unter Zugrundelegung normaler Betriebsverhältnisse verlangt würde, wie dies heute die großen Werften bei derartigen Bauten zu tun pflegen und wie das bei den Kriegsmarinen stets üblich war oder aber eine Maximalraumlänge festgelegt würde, die die Stabilität sicher stellt.

Auch die Anwendung wasserdichter Decks fällt in den Kreis dieser Betrachtungen, und es dürfte statthaft sein, auszusprechen, daß bei den heute bestehenden großen und größten Passagierschiffen die wasserdichte Unterteilung durchaus genügt und volle Sicherheit gewährt, und daß die

Werften und Reedereien, indem sie weit über die bestehenden Vorschriften hinaus, auf Grund genauer Rechnung ihre Quer- und Längsschotten bauen, eine im Interesse der Sicherheit des Betriebes erforderliche, sehr aner kennenswerte Mehrleistung geschaffen haben.

Hinzu kommt, daß bekanntlich auch alle die Durchbrechungen wasserdichter Schottwände

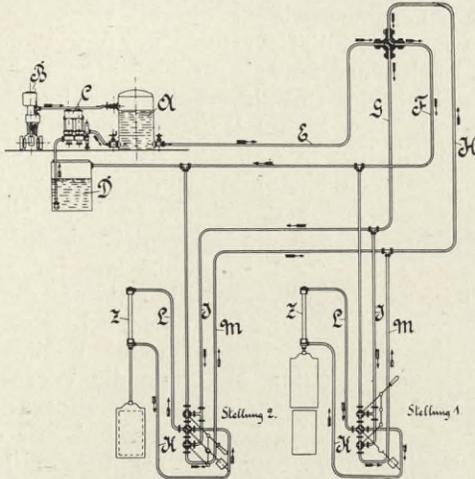


Abb. 3. Hydraulisch-pneumatische Türschließvorrichtung

unter der Wasserlinie, also alle die Türen und sonstigen Oeffnungen, die aus betrieblichen Gründen nicht zu umgehen sind, durch wasserdichte Türen in einer Weise gesichert sind und geschlossen werden, die einen sehr hohen Grad von Sicherheit bietet. Diese Türen haben in der letzten Zeit eine interessante und wertvolle Ausgestaltung erfahren, die gegenüber den bis jetzt verwandten sich dadurch unterscheidet, daß auch ein Oeffnen und Schließen der Schotttüren möglich ist, wenn das Kommando „Schotten zu“ von der Brücke gegeben und der Brückenhahn in die Schließstellung gelegt ist. Die Anordnung an den Türen ist derart, daß die Türen, nachdem der Betreffende hindurchgetreten ist, sich sofort wieder schließen. Es ist daher möglich, bei Nebel oder beim Herannahen von Eisbergen bei der neuen Schottenschließvorrichtung tagelang mit geschlossenen Schotten zu fahren, so daß das Schiff bei einem Zusammenstoß stets geschlossene Schotten hat. Andererseits ist die Anordnung so getroffen, daß der Verkehr im Schiff in keiner Weise behindert wird, und daß auch den in einem Raume eingeschlossenen Mannschaften immer noch die Möglichkeit gegeben ist, den Raum zu verlassen, falls dieser eine Raum besonders gefährlich ist.

Unter Bezugnahme auf die beigegebenen Zeichnungen der Atlaswerke ist die kurze Beschreibung einer derartigen hydraulisch-pneumatischen Türschließvorrichtung gegeben. Im Drucktank A (Abb. 3 und 4) wird ein Druck von 30 Atm. erzeugt, und zwar wird der Tank zwei Drittel mit Wasser und ein Drittel mit Luft gefüllt. Das Druckwasser liefert die Duplex-Dampfpumpe C und die Druckluft

der Dampf-Luftkompressor B. Der Abwassertank D nimmt das verbrauchte Wasser auf und dient als Reservoir für die Duplex-Dampfpumpe. Die Zylinder Z bestehen aus gezogener Manganbronze und sind mit Stahlguß-Flanschen versehen. Sie sind mit den Türen lösbar gekuppelt.

Der Hauptsteuerhahn ist ein Vierwegehahn, der gewöhnlich im vorderen Kesselraum montiert und von der Kommandobrücke aus durch Wellenleitung angetrieben wird. Man kann den Hahn aber auch im Maschinenraum montieren, und bewegt ihn dann vorteilhaft durch Wasserdruck.

Die Umsteuerhähne an den einzelnen Türen sind kombinierte Hähne und bestehen aus einem Vierwegehahn und zwei Dreiwegehähnen. Die beiden Dreiwegehähne werden stets durch einen Handhebel zusammen bewegt, der Vierwegehahn ist allein beweglich.

Das Rohr E enthält stets Druckwasser, das Rohr F stets Abwasser. Das Rohr G enthält Druckwasser, wenn der Hauptsteuerhahn auf „Schotten auf“, Abwasser, wenn er auf „Schotten zu“ steht. Das Rohr H enthält Abwasser, wenn der Hauptsteuerhahn auf „Schotten auf“, Druckwasser, wenn er auf „Schotten zu“ steht.

Der Hauptsteuerhahn steht auf „Schotten auf“.

Stellung 1 des kleinen Steuerhahnes an der Schotttür ist die normale Stellung bei Schotten auf. Der Druckzylinder der Tür erhält vom Tank A, Rohr E, Hauptsteuerhahn, Rohr G, Rohr i, oberen Dreiwegehahn, Vierwegehahn, Rohr K Druckwasser unter den Kolben. Das Wasser über dem Kolben nimmt seinen Weg durch Rohr L, Vier-

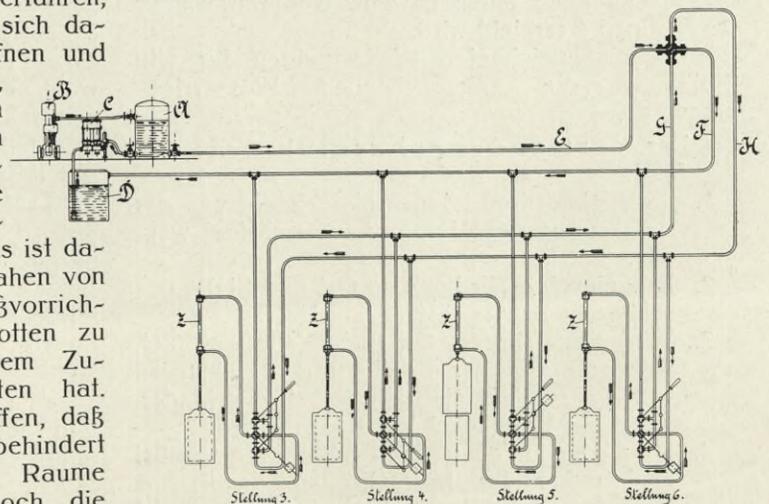


Abb. 4. Hydraulisch-pneumatische Türschließvorrichtung

wegehahn, unteren Dreiwegehahn, Rohr M, Rohr H, Hauptsteuerhahn, Rohr F nach dem Abwassertank D.

Stellung 2. Die Dreiwegehähne sind um 90 Grad nach unten gedreht. Die obere Kolben-seite ist jetzt mit Druckrohr J, die untere Kolben-seite mit Abwasserrohr F verbunden, die Schotttür ist geschlossen.

Der Hauptsteuerhahn steht auf „Schotten zu“, sämtliche Schotttüren sind von der Brücke aus geschlossen.

Stellung 3 ist die normale Stellung, der Hebel des Vierwegehahnes nach unten, die Tür ist geschlossen. Soll die Tür von Ort und Stelle aus geöffnet werden, so erhält man:

Stellung 5. Die Dreiwegehähne haben ihre Lage nicht verändert, der Hebel des Vierwegehahnes ist nach oben bewegt, das Druckwasser tritt unter den Kolben, die obere Zylinderseite steht mit der Abwasserleitung in Verbindung (siehe Pfeilrichtungen), die Tür ist geöffnet. Soll die Tür sofort wieder geschlossen werden, so läßt man den Hebel des Vierwegehahnes los, der Hahn wird von dem auf dem Hebel befindlichen Gewicht selbsttätig wieder in seine frühere Lage gebracht und man erhält:

Stellung 6. Das Druckwasser tritt wieder über den Kolben, das Wasser unter dem Kolben entweicht in die Abwasserleitung, die Tür ist geschlossen.

Stellung 4. Die Tür war schon geschlossen, wie der Hauptsteuerhahn auf „Schotten zu“ gestellt wurde, die Hebel beider Hähne stehen nach unten. Soll diese Tür geöffnet werden, so sind alle drei Hähne mittels des Hebels des Vierwegehahnes nach oben zu bewegen. Beim Loslassen des Hebels fällt dieser selbsttätig nach unten, so daß Stellung 3 bzw. 6 erreicht ist. Soll die Tür auch dann noch geschlossen bleiben, wenn der Hauptsteuerhahn auf „Schotten auf“ gestellt wird, dann werden mittels des Hebels der Dreiwegehähne diese auch nach unten bewegt, wodurch wieder die Stellung 4 erreicht wird.

Die eingezeichneten Pfeile zeigen für alle Stellungen die entsprechenden Wasserrichtungen an.

Der Verwendungsbereich ergibt sich wie folgt:

1. Sämtliche Türen können gleichzeitig von der Brücke aus geschlossen bzw. geöffnet werden.
2. Jede einzelne Tür kann an Ort und Stelle geschlossen bzw. geöffnet werden.
3. Wird eine Tür an Ort und Stelle geöffnet, wenn sie von der Brücke aus geschlossen war, so schließt sie sich selbsttätig wieder, wenn der Handhebel losgelassen wird.
4. Handbetrieb: Die Schotttüren selbst sind außer für hydraulisch-pneumatischen Betrieb auch für Handbetrieb eingerichtet, und zwar können die Türen durch Wellenleitung, Schneckenbetrieb und Kegelräder, sowohl an Ort und Stelle als auch von einem höheren Deck aus von Hand bewegt werden. Das Kuppeln der Türen mit der Handbewegungs-vorrichtung geschieht durch Klauenkupplung.

Aus diesen kurzen Betrachtungen ist demnach zu folgern, daß in der Vergangenheit auf dem Gebiete der Sicherheit des Schiffsbetriebes, soweit dieselbe von der wasserdichten Unterteilung des

Schiffskörpers abhängt, Deutschland fraglos sehr Anerkennenswertes geleistet hat, um so mehr, als keine andere Nation derartige Schottvorschriften obligatorisch für Passagierdampfer erlassen hat, daß aber der Ausbau dieser Vorschriften, wenn sie ihren Wert nicht verlieren sollen, mit der Entwicklung des Schiffbaues andauernd Schritt halten muß. Durch den Untergang der „Titanic“ ist die Frage neuerdings wieder aktuell geworden und, wie so manche Schiffsverluste der Vergangenheit, dürfte auch diese neueste große Katastrophe eine Neuregelung der Unsinkbarkeitsfrage im Gefolge haben. Daß bei dieser Regelung auch noch andere Einzelheiten in Betracht zu ziehen sind, die sogar gesetzlich eingeführt wurden, aber zu Beanstandungen Anlaß gewähren, so beispielsweise die Bestimmung, daß die Subventionsdampfer, die alle als Fracht- und Passagierdampfer gebaut werden, den Schottvorschriften über die viel schärferen Schnelldampfer entsprechen müssen, hierdurch aber zweifellos eine ungünstigere Schottstellung erhalten, als wenn die Vorschriften der Fracht- und Passagierdampfer zugrunde gelegt werden, sei nur nebenbei erwähnt. Es dürfte diese Bestimmung, nachdem sie in der letzten Sitzung der Schiffbautechnischen Gesellschaft angeschnitten wurde, in der bestehenden Form kaum aufrecht erhalten werden.

Wünschenswert erscheint es ferner, bei Aufstellung neuer Schottvorschriften auch die reinen Frachtdampfer mehr als bisher einer Untersuchung dahin zu unterziehen, inwieweit eine gewisse Stellung der Schotte und die Ausgestaltung ihrer Widerstandsfähigkeit gegen einseitigen hydrostatischen Druck mit den Betriebsverhältnissen sich vereinbaren läßt; schon heute läßt sich wohl aussprechen, daß bei einer großen Zahl dieser Schiffe das unglaublich rasche Wegsinken in wenigen Minuten bei Eintritt eines Lecks, wie dies die letzten Jahre wiederholt gezeigt haben, sich vermeiden lassen, zum mindesten so wird verzögern lassen, daß wenigstens die Mannschaft Zeit hat, sich in die Boote zu retten. Etwaige geringfügige Verteuerung des Baues der Frachtschiffe durch derartig verstärkte Schotte, dürfte bei den ungemeinen finanziellen Erfolgen der Reedereien während der letzten Jahre nicht ins Gewicht fallen.

Ein weiteres sehr wichtiges Moment, das bei den Sicherheitseinrichtungen der Schiffe eine nicht unerhebliche Rolle spielt, ist die Frage der Tief-ladelinie, also der Freibord. Wenn man alle die Untersuchungen, Verhandlungen und gesetzlichen Vorschriften überblickt, die auf diesem Gebiete in der Hauptsache von England ausgeführt worden sind, so spiegelt sich hierin nicht nur die große Tragweite dieser Frage, sondern vor allem auch die Schwierigkeit ihrer Lösung im Hinblick auf die Verschiedenartigkeit der Schiffstypen wieder.

Angeschnitten wurde die Frage zuerst durch die Assekuranzen Englands, die bei den zahlreichen Schiffsverlusten infolge von Ueberladung, ihre berechtigten Interessen zu vertreten hatten;

dann aber nahm sich das englische Parlament, trotz des Widerstandes der Reeder, der Sache dadurch an, daß im Jahre 1875 die sogenannte Plim-soll-Marke eingeführt wurde, eine Tiefgangsmarke, die jeder englische Reeder verpflichtet war, an der Seite seines Schiffes anzubringen, freilich gleichgültig wie hoch, eine Marke, durch die er den Seeleuten, die eventuell auf seinem Schiffe anmustern wollten, anzeigte, wie tief er sein Schiff wegzuladen beabsichtige. Es lag dann im „seemännischen Blick“ der Matrosen, zu entscheiden, ob die Marke für das in Betracht kommende Schiff eine richtige Höhenlage aufwies, oder nicht, und demnach gingen die Leute an Bord, oder suchten sich ein Fahrzeug mit einer vertrauenswürdigeren Lage der Marke.

Daß natürlich mit einem solchen unvollständigen Gesetz auf die Dauer nicht auszukommen war, lag auf der Hand, und so kam im Jahre 1890 durch das Board of Trade das englische Freibordgesetz mit seiner tabellarischen Regelung der Freibordhöhe zustande, welches im wesentlichen noch heute besteht und nur in den durch die Entwicklung des Schiffbaues gewiesenen Richtungen zeitgemäße Ausgestaltung erfahren hat. Dieses Gesetz hat sehr segensreich gewirkt, und wie die Statistik zeigt, die Schiffsverluste un-gemein reduziert. Vermöge seiner behördlichen und polizeilichen Gewalt konnte das Board of Trade in allen unter englischer Hoheit stehenden Häfen die Befolgung seiner Tiefladevorschrift erzwingen, und das bezog sich nicht allein auf Schiffe, die unter britischer Flagge fuhren, sondern auf die Schiffe aller Nationen, die englische Häfen anliefen.

Weil auch die deutschen Schiffe hiervon betroffen wurden, und vor allem, weil es von Wert war, auch in Deutschland eine derartige Tiefgangsbestimmung für die deutschen Schiffe derart vornehmen zu können, daß sie von England anerkannt wurde, daß also auch auf diesem schiffahrtlichen Gebiet Deutschland auf eigene Füße und unabhängig vom Auslande gestellt wurde, bemühte sich die Seeberufsgenossenschaft, eigene Vorschriften über den Freibord zu schaffen. Im Jahre 1903 brachte sie diese „Vorschriften für Dampfer und Segelschiffe in der langen und atlantischen Fahrt, sowie in der großen Küstenfahrt“ zugleich mit einem Heft von Ausführungsbestimmungen heraus.

In ihrer ganzen Struktur sind die Regeln auf dem englischen Freibordgesetz aufgebaut, vor allem ist der tabellarische Weg zur Freibordermittlung derselbe. Abweichend von England ist nur die Einteilung der Schiffe nach den Tabellen in die drei Gruppen der Volldecker, Sturmdecker und Segelschiffe, während England außer diesen damals noch Spardecker besonders behandelte. Neu in den deutschen Vorschriften ist auch die Bezugnahme auf die Festigkeit der Schiffe bei Bemessung des Freibords. Sodann kamen eine Reihe von Bestimmungen hinzu, auf Grund deren der Freibord vermindert, das Schiff also tiefer weg-

geladen werden konnte, Bestimmungen, die im wesentlichen auf besondere Aufbauten sich bezogen.

Im Jahre 1908 erschien eine Neuauflage der Freibordvorschriften nebst Ausführungsbestimmungen, allein wesentliche Unterschiede gegen früher wurden nicht eingeführt, in der Hauptsache waren es kleinere Einzelbestimmungen, durch welche sich die Neuauflage von der alten Ausgabe abhob. Bei der Bestimmung der Festigkeit der Schiffe, d. h. der Bauweise im Hinblick auf die Materialstärken, wurde leider die mathematisch unrichtige Ermittlung des Trägheitsmomentes des Querschnittes eines Schiffes, aus der ersten Ausgabe in die neue Auflage übernommen. Es wird auch 1908 unter Benutzung der gleichen Abbildungen die neutrale Faser eines Schiffsquerschnitts ohne jede Rücksicht auf Lage und Stärke der Verbände einfach auf zwei Fünftel der Seitenhöhe von unten angenommen und dann das Trägheitsmoment der durchlaufenden Verbände angenähert auf diese Achse bezogen. Selbstredend ist das unzutreffend und weicht oft erheblich von der Wirklichkeit ab. Es dürfte anzunehmen sein, daß aus einer neuen Ausgabe der Freibordvorschriften jene unrichtigen Momente ausgemerzt werden. Wenn ferner bei der Bestimmung der dichten Schiffsteile über Wasser auch eine offene Back, eine vorn und hinten offene Brücke, eine vorn offene Poop in beschränktem Maße mitgerechnet werden, wenn es sich darum handelt, den Freibord zu reduzieren, so hat das immerhin gewisse Bedenken, die stets dann akut werden, wenn bei stärkeren Schlingerbewegungen etwa jene Aufbauten mit zur Stabilität oder Reserve-schwimmkraft herangezogen werden sollen. Wenn sie als Freibordmindernd in die Rechnung eingestellt wurden, so dürfte wahrscheinlich an überkommene Seen, vor allem aber an die an der Bordwand entlang laufende Kontur der Welle gedacht sein, die durch Erhöhung der Bordwand mittels Aufbauten irgendwelcher Art, gehindert wird, über das Schanzkleid fortzugehen.

Zwischen Freibord und Schotteinteilung besteht naturgemäß ein inniger Zusammenhang, das eine ist die Funktion des anderen und umgekehrt. Die Freibordvorschriften nehmen aber, da sie sich im wesentlichen auf Frachtschiffe beziehen, für welche Schottvorschriften nicht bestehen, auf die Schotteinteilung keine Rücksicht; da aber eine einmal vorhandene Schottanordnung nach dem Schottengesetz dem Schiff einen ganz bestimmten Freibord vorschreibt, den es nicht unterschreiten darf, wenn anders seine Schotteinteilung ihren Zweck erfüllen soll, so erhält man zwei gänzlich voneinander unabhängige Tiefladelinien, bzw. Freiborde: den einen nach dem Schottengesetz, den anderen nach dem Freibordgesetz; es ist klar, daß diese Freiborde sich in den seltensten Fällen decken werden, dann soll aber, falls der Schott-freibord der größere ist, dieser allein Gültigkeit haben.

Eigentümlich ist es, daß man bei den Ostafrika-Dampfern und den Schiffen der Woermann-Linie eine Ausnahme von der Regel machte, denn diesen Fracht- und Passagierschiffen gestattet man ohne Rücksicht auf die Schottstellung, die Beladung allein nach dem Freibordgesetz, eine Konzession an die Reederei, die sich dann schwer rächen kann, wenn einmal die Auffüllung der Laderäume mit wasserverdrängender Ladung nicht das Maß erreicht hat, welches bei dem zugelassenen Freibord und der vorhandenen Schottstellung, ein Wegsinken des Schiffes bei Eintritt eines Lecks verhindert. Freilich läßt sich durch eine Variation in der Annahme der wasserverdrängenden Abzüge in den einzelnen Räumen manches errechnen, ob das aber immer der Wirklichkeit entspricht, dürfte zweifelhaft sein.

Wenn man sich aber vergegenwärtigt, daß die deutsche Seeberufsgenossenschaft jeden einzelnen Unglücksfall und jedes sonstige Vorkommnis im Schiffsbetriebe, das in besonderem Maße die Aufmerksamkeit der interessierten Kreise erregte, sofort dazu benutzt, um bei den ihr angehörigen Sektionen eine Umfrage zu veranstalten, ob es wohl erforderlich sei, das Vorkommnis zum Anlaß einer Vorschriftenänderung oder -Ausgestaltung zu nehmen, so muß man die rege Wachsamkeit dieser Institution anerkennen und kann ihr, die auch in diesem Jahre auf eine 25 jährige Wirksamkeit zurückblickt, zu den bis heute erzielten Erfolgen Glück wünschen, Erfolgen, die nicht nur den deutschen Reedern, sondern auch allen anderen an der Schifffahrt irgendwie beteiligten Berufen und Personen zugute gekommen sind! Wenn trotzdem an einzelnen Vorschriften Kritik geübt wird, so zeigt dies das große Interesse, das Schiffbau und Schifffahrt an den Arbeiten der Genossenschaft nehmen, und man sollte eine solche Mitarbeit, zumal, wenn sie mit umfassenden Arbeiten und Untersuchungen verbunden ist, nicht zurückweisen, sondern objektiv prüfen, weil dies allein zu friedlichem Fortschritt führt.

Ein drittes Gebiet, das im letzten Jahre allgemein besprochen und auch seit dem 1. März d. J. in England völlig neu geregelt wurde, ist das Gebiet der Rettungsboote.

Die Rettungsboote gehören zu den Sicherheitseinrichtungen moderner Seeschiffe, die erst in zweiter Linie in Betracht kommen, erst dann, wenn die Einrichtungen des großen Schiffes im Falle einer Havarie versagen, und ein Untergang nicht mehr verhütet werden kann. Nur in solchem Falle treten die Rettungsboote in Aktion und nur von einem solchen Standpunkte aus sind sie zu betrachten.

In früheren Zeiten war hinsichtlich der Bemessung der Boote nach Größe und Zahl wenig geschehen. Zuerst wagte sich England an diese Sache heran. 1855 kam die Passenger Act heraus, die den Bootsraum für Passagierdampfer bestimmte, und zwar unbegreiflicherweise nicht nach der Anzahl der an Bord befind-

lichen Personen, sondern nach dem vermessenen Brutto-Raumgehalt des großen Schiffes. Es mag das damit zusammenhängen, daß der Vermessungswert eines Schiffes damals und auch heute noch, so äußerst mangelhaft in allseitig anerkannter Weise die Vermessung auch ist, die einzige amtlich festgestellte Größencharakteristik des Schiffes darstellt, und daß man somit diese Zahl als Grundlage auch für die Boote wählte, wie man ja auch das Freibordgesetz auf jenen Vermessungswerten aufgebaut hat.

Indessen schon ziemlich frühzeitig hat man die Boote als ein gewisses Handelsobjekt betrachtet, wenn es darauf ankam, wichtigere Sicherheitseinrichtungen durchzusetzen. Als man in England in den 70 er und 90 er Jahren des vergangenen Jahrhunderts den dringenden Wunsch hatte, eine bessere Schottanordnung zum mindesten auf den Post- und Passagierdampfern einzuführen, da bot man den Reedern, um ihren Widerstand zu beseitigen und ihnen die wichtigere Schottanordnung schmackhaft zu machen, an, daß sie bei Schiffen, die jene sehr bescheiden gehaltene Schotteinteilung einführten, nur die Hälfte der vorgeschriebenen Rettungsboote zu führen brauchten! — Schon im Vorhergehenden ist dieser Punkt kurz berührt worden und bis zum 1. März d. J. hat jene unglaubliche Bestimmung, abgesehen von Oesterreich-Ungarn, noch in allen Staaten bestanden. Von da an hat auch England sein neues Gesetz über die Rettungsboote in Kraft treten lassen und ist damit, ohne erst eine internationale Konferenz, von der in anderen Ländern so viel gesprochen wurde, einzuberufen, selbständig und sehr anerkennenswert vorgegangen. Veranlassung zu diesem Fortschritt war wieder ein Schiffsverlust, „Titanic“. Es ist anzunehmen, daß die anderen Staaten England folgen werden, ganz besonders, da zahlreiche Schiffe englische Häfen anlaufen.

In diesem neuen Gesetz macht England die Anzahl und Größe der Boote völlig unabhängig von dem Bruttoreumgehalt, also der Anzahl Registertonnen, oder Kubikmeter Raum des Schiffes, und bestimmt in der einzig richtigen Art und Weise die Boote nach der Anzahl der in ihnen unterzubringenden Menschen, der Passagiere und der Mannschaften. Auch läßt England den ominösen „Hilfsbootsraum“, bestehend in schwimmenden Decksitzen und Flößen für transatlantische Dampfer, nur als über die Zahl der zur Unterbringung aller an Bord befindlichen Menschen erforderlichen Rettungsboote hinausgehend, zu. Als Person gilt im neuen Gesetz jeder Mensch, der über 1 Jahr alt ist. Die Länge des Schiffes ist maßgebend für die Anzahl der an Bord auf beiden Seiten anzubringenden Davitspaare. In jedem Davitspaar soll ein offenes Rettungsboot dienstbereit hängen; genügt dieser erste Satz Boote nicht für alle an Bord befindlichen Personen, so soll unter den Davits unter jedem Boot ein zweites Rettungsboot auf Deck gestellt werden, und wenn auch dieses noch nicht ausreicht, so sollen drei

gedeckte Boote übereinander aufgestellt werden können. Dabei behält das Board of Trade sich weitgehende Freiheiten vor, wenn es sich darum handelt, andere Konstruktionen, von denen eine gleiche Brauchbarkeit behauptet wird, auf ihre Wertigkeit zu prüfen und gegebenenfalls zu genehmigen. Daß bei diesen englischen neuen Vorschriften irgendwelche Konzession hinsichtlich des Bootsraumes zugelassen wird, wenn das Schiff eine gute Schotteinteilung besitzt, ist selbstredend ausgeschlossen worden; Boote und Schotten sind

6, 7, 8) eines neuen, in England für Japan gebauten Passagierdampfers zeigen, der in seinem Vorderteil ein Leck bekam und, da die Schotten nicht Stand hielten, langsam wegsank. Die Mannschaft hatte bei dem völlig ruhigen Wetter genügend Zeit, das Schiff zu verlassen und vom Boote aus die hier wiedergegebenen Aufnahmen zu machen. Leute, die viel auf See fahren, werden oft mit gewissem Interesse wahrgenommen haben, wie viele absolut ruhige Tage sie auf dem Meer antreffen, und daß hoher See-

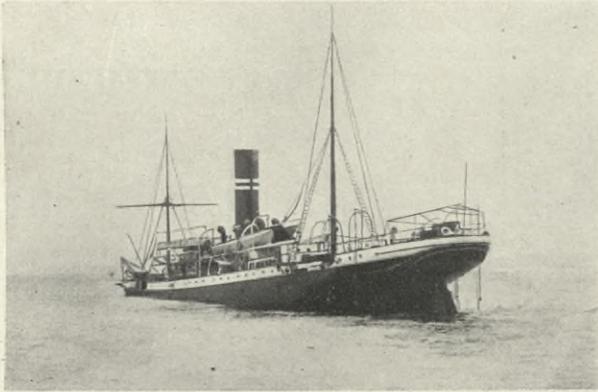


Abb. 5

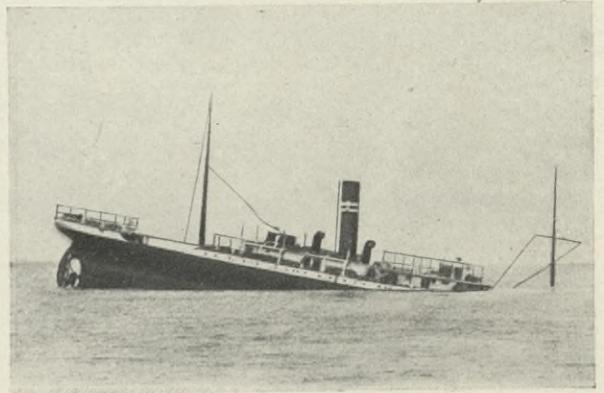


Abb. 6



Abb. 7

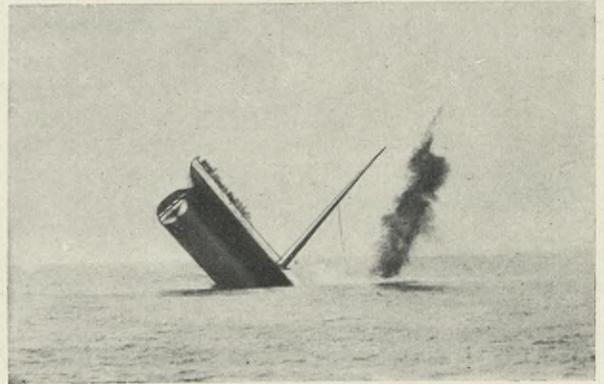


Abb. 8

In England gebauter neuer Dampfer für Japan, vorn leck geworden
von der Mannschaft aus dem Boote photographiert

völlig unabhängig voneinander behandelt und somit ist auch hier ein wichtiger Fortschritt erreicht worden.

Es ist viel davon geredet worden, daß die Boote im Falle eines Totalverlustes des großen Schiffes doch nur in seltenen Fällen würden benutzt werden können, da schwere See oder starke Schlagseite des Schiffes ihr Zuwasserlassen unmöglich machten. In der Bewertung dieser Verhältnisse hat man zweifellos über das Ziel hinausgeschossen. Wollte man derartige Anschauungen gelten lassen, so brauchte man überhaupt keine Boote. Genugsam kommen Schiffsverluste vor, bei denen vollkommen ruhige See herrscht, wie beispielsweise die vier Aufnahmen (Abb. 5,

gang und Sturm noch lange nicht das übliche und auf See gewöhnlich angetroffene Wetter sind. Und dieses gute Wetter haben gleichzeitig Tausende von Schiffen, die somit im Falle einer Havarie wahrscheinlich von ihren Booten ausgiebigen Gebrauch werden machen können, wenn nur auch die Schotteinteilung eine derartige ist, daß das Schiff nicht sofort zu stark sich auf die Seite legt, oder zu rasch wegsinkt.

Auch fällt den Booten heutzutage nicht mehr die Aufgabe zu, durch Rudern oder Segeln die oft weit entfernte Küste zu erreichen, die Boote haben vielmehr jetzt im wesentlichen den Zweck, die an Bord befindlichen Personen aufzunehmen und dann mehrere Stunden sich auf der Stelle des

Schiffsunterganges zu halten, weil durch die drahtlose Telegraphie es sicherlich gelungen ist, vor dem Wegsinken des Schiffes andere Dampfer zu benachrichtigen, die dann in kurzer Zeit die Unfallstelle erreichen und die Schiffbrüchigen aus den Booten an Bord nehmen werden. Es ist daher

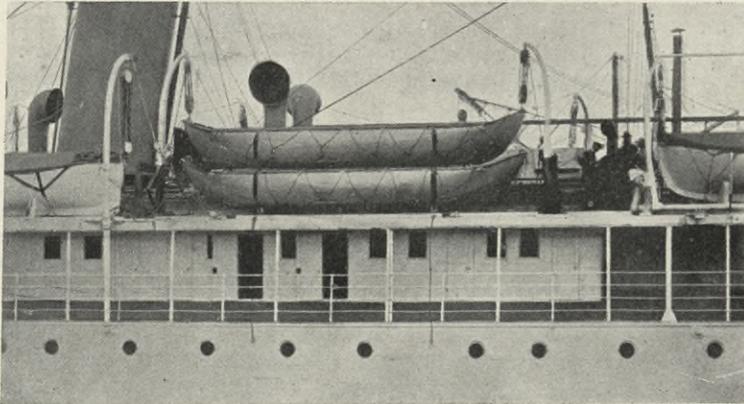


Abb. 9. Wellin Quadrant Davits

durchaus berechtigt, den Booten und ihrer Ausrüstung diejenige Aufmerksamkeit zuteil werden zu lassen, die das neue englische Gesetz von 1913 vorsieht. Indessen viel bleibt neben diesem der Reederei und ihren Dienstvorschriften überlassen.

Vor Antritt einer jeden Reise soll jedermann wissen, in welches Boot er gehört, das gilt nicht nur von der Mannschaft, sondern in gleichem Maße von den Passagieren. Auch ist es dringend nötig, daß zur Bedienung so vieler Boote, wie sie nunmehr gefordert werden, das an Bord befindliche Personal sehr sorgfältig ausgebildet wird; gerade nach der Richtung dieser Schulung und Organisation ist noch manches zu tun, und wenn man überlegt, daß auch heute immer noch die jungen Leute auf Segelschiffen ausgebildet werden, obgleich es überhaupt kaum noch größere Segelschiffe gibt, jedenfalls fast keine mehr gebaut werden, so dürfte man zu dem Resultat kommen, daß es richtiger wäre, diese Segelschiffe durch vollwertige, mit allen Einrichtungen versehene Dampfschulschiffe zu ersetzen, wie dies die Marine schon längst getan hat, und nun die Mannschaft, auch die nicht zum rein seemännischen Personal gehörigen Leute in all den Arbeiten gründlich auszubilden, die sie im späteren Betriebe zu leisten haben, und dazu gehört in erster Linie die Bedienung der Boote, das Bootsmanöver.

Daß die beteiligte Industrie sofort die neuen Gesichtspunkte des englischen Gesetzes von 1913 in bezug auf Boots-ausrüstung sich zu eigen gemacht und gesucht hat, ihnen durch besondere Konstruktionen zu genügen, zeigen die beigegebenen Photographien der neuesten Wellin-

Quadrantdavits, der Burbridge Davits und der Martin Davits. Abb. 9, 10, 11, 12, 13, 14.

Sie ermöglichen eine sehr bequeme, sofortige Bedienung der beiden nach dem neuen englischen Gesetz geforderten, übereinander stehenden Boote. Es ist anzunehmen, daß, nachdem die englischen Schiffe diese neue Bootseinrichtung eingeführt haben, auch die deutschen Passagierdampfer dieselbe, oder mindestens Gleichwertiges einrichten werden und dadurch dürfte auch hinsichtlich der Rettungsboote derjenige gute Zustand gesetzlich erreicht sein, der von den großen Reedereien schon gleich nach dem Untergang der „Titanic“ freiwillig zum Teil geschaffen worden war.

Eines der wichtigsten Hilfsmittel bei allen Gefährdungen der Schiffe auf See hat die neueste Zeit in der drahtlosen Telegraphie zur Verfügung gestellt. Das Fahrzeug mit seinen zahlreichen Passagieren, welches in früherer Zeit, sobald es der Lotse verlassen hatte, einsam und ohne jede Verbindung mit dem Lande seinen Weg durch den Ozean zog, höchstens einmal mit einem anderen passierenden Schiffe signalisierend, und erst wieder mit dem Leben der Welt in Verbindung trat, sobald es den Hafen angelaufen hatte, war vollständig abgeschnitten. Erleidet irgendeine Havarie, so fand es nur in den seltensten Fälle Hilfe und Beistand eines anderen Schiffes; alle Notsignale der vergangenen Zeit, Flaggen, Raketen, Leuchtkugeln usw. hatten nur eine ganz beschränkte Reichweite, im Nebel waren sie



Abb. 10. Lundin Boot in Wellin Davits, (ausgeschwenkt)

fast wertlos. Das Schiff mit seiner Mannschaft und seinen Passagieren war vollständig auf sich selbst und seine Hilfsmittel angewiesen; mußte es verlassen werden, so begannen die oft schrecklichen Leiden in den Booten, denen es nicht immer gelang, die Küste zu erreichen, oder ein zufällig den Kurs kreuzendes Schiff zu finden. Das alles sind heute überwundene Verhältnisse. Wer heute

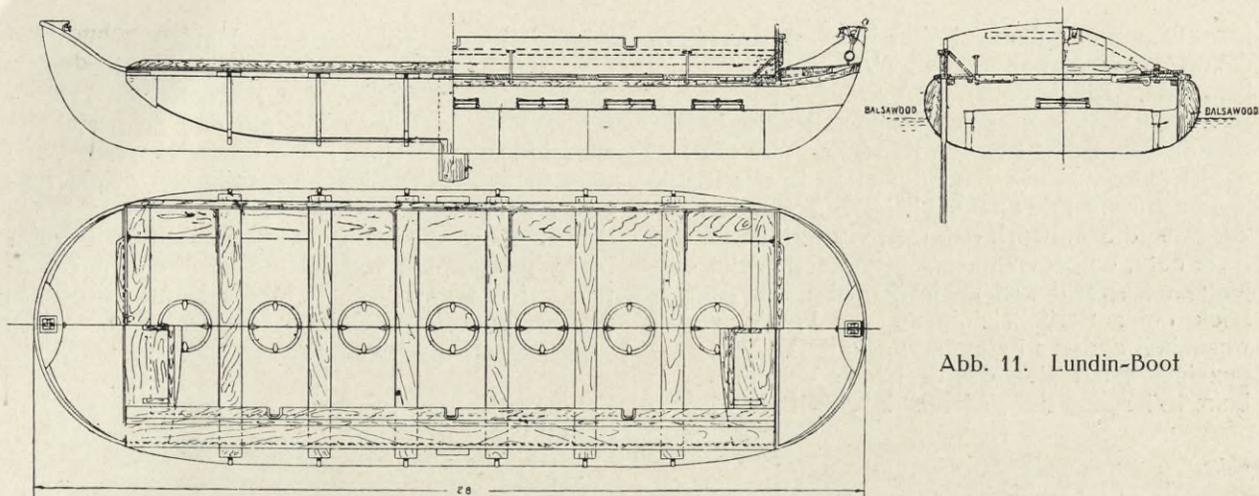


Abb. 11. Lunda-Boot

auf einem größeren Dampfer eine Seefahrt macht, steht stündlich während der ganzen Reise mit dem Festlande direkt oder über andere Schiffe in Verbindung; jederzeit ist es möglich, den Angehörigen oder den Geschäftsfreunden beliebige Mitteilung

neueste Zeitung mit ihren Nachrichten aus aller Welt in voller Bequemlichkeit lesen.

Und dabei ist für ihn die Verbindung mit der Heimat gar nicht so teuer; ein Telegramm von zehn

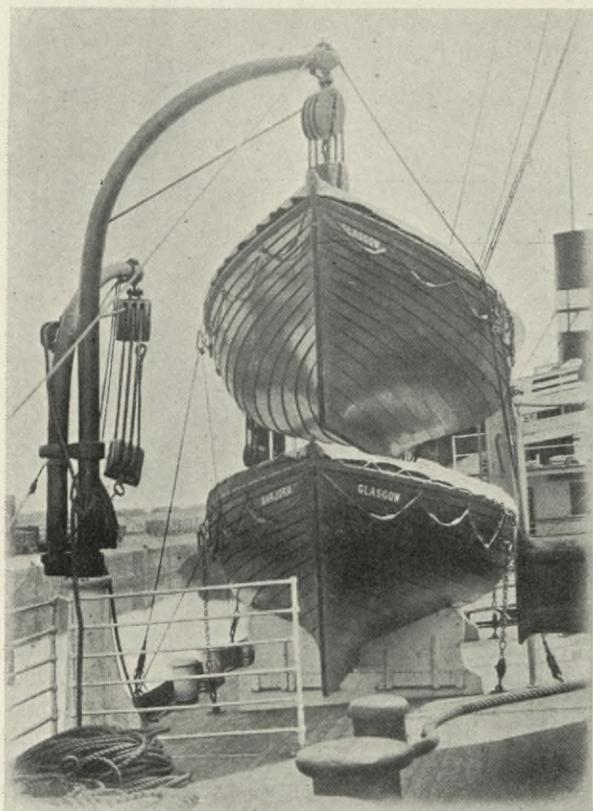
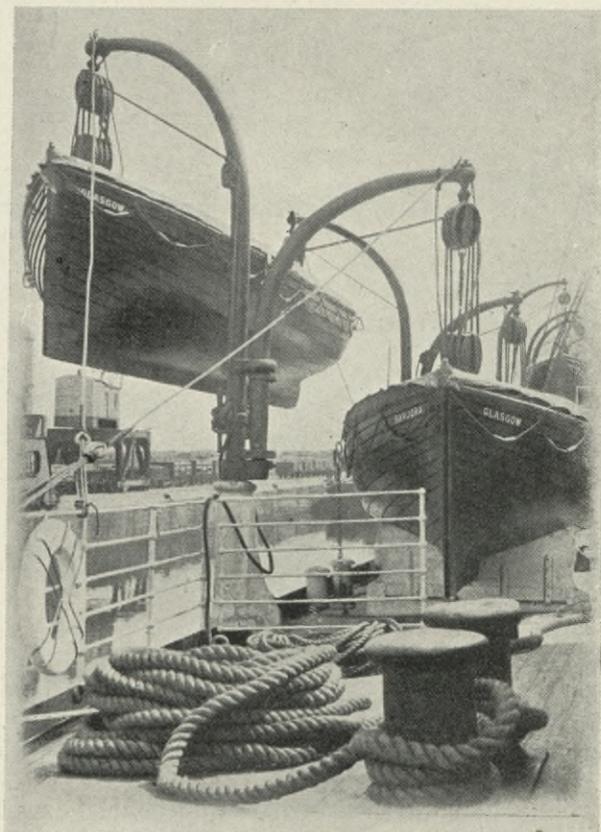


Abb. 12
Erstes Boot in den Davits



Burbridge-Davits
Abb. 13
Erstes Boot ausgeschwenkt, zweites Boot in den Davits

zu machen und deren Antwort zu empfangen, und fähig werden an Bord die vielen Schiffe bekanntgegeben, mit denen das eigene Fahrzeug in Verbindung steht. Sogar die bedeutenden Vorgänge an Land werden den Schiffen drahtlos übermittelt und der Passagier, der des morgens an seinen Frühstückstisch sich setzt, kann, wie zu Hause, die

Worten kostet im allgemeinen 5 M, ein Ozeanbrief von dreißig Worten etwa 6 M! Dementsprechend wird denn auch die Einrichtung der drahtlosen Telegraphie von den an Bord befindlichen Personen in ausgiebigem Maße benutzt, und das ist sehr gut, weil dadurch die Einrichtung sich bezahlt macht und also gern ausgestattet wird.

Für den Fall der Not aber ist diese Errungenschaft der modernen Technik nicht hoch genug zu bewerten. Die andauernde Verbindung mit zahlreichen Schiffen, vielleicht auch mit dem Lande, gibt die Möglichkeit an die Hand, im Falle der Not sofort auf Tausende von Kilometern in der Runde Hilfe anzurufen, den augenblicklichen Standort anzugeben, die Antwort, daß man verstanden ist und Hilfe naht, entgegenzunehmen und somit alle diejenigen Dispositionen zu treffen, die der Augenblick unter Berücksichtigung der baldigen Anwesenheit anderer Fahrzeuge erfordert. Wie ausgezeichnet hat sich die drahtlose Verständigung beim Untergang der „Titanic“ bewährt! Die Boote

möglichst alle größeren seegehenden Schiffe mit geeigneten Apparaten der drahtlosen Verständigung auszurüsten. Um dies den Reedern von Frachtschiffen zu erleichtern, könnte das so gesicherte Schiff in seiner Klasse höher bewertet werden, und also in seiner Versicherungsprämie Erleichterungen genießen. Jedenfalls ist gerade diese Frage der Ausrüstung möglichst vieler Schiffe mit drahtloser Telegraphie von allen seefahrenden Nationen auf das energischste in die Hand genommen worden, und erfreulich ist es, festzustellen, daß die

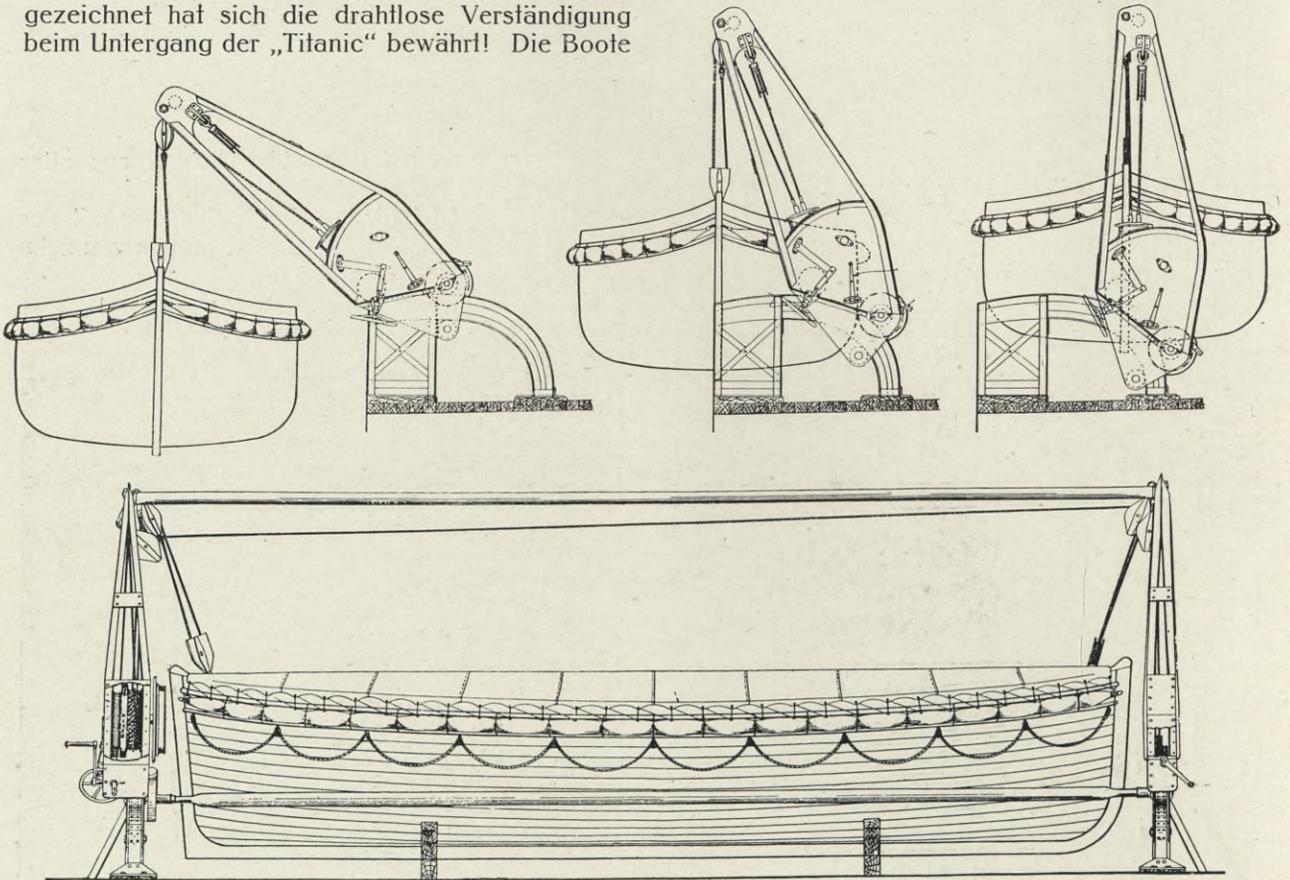


Abb. 14. Martin Davits

mit den in ihnen befindlichen Personen wären sicher verloren gewesen, hätte das zu Hilfe eilende Schiff nicht genau gewußt, wo es die Schiffbrüchigen zu suchen hatte!

Allein auch manche Lehre hat jener Unfall gezeitigt. Es hat sich als nötig erwiesen, stets zwei Telegraphisten an Bord zu haben, damit der Betrieb nicht unterbrochen zu werden braucht, insbesondere nicht in der Nacht, wo bekanntlich die Reichweite des Apparates eine größere ist als am Tage; es ist ferner als zweckmäßig erkannt worden, für den Fall einer Ueberflutung des Maschinenraumes zum Betriebe der an höchster Stelle im Schiff gelegenen drahtlosen Anlage, einen Hilfsmotor aufzustellen, der möglichst lange den Betrieb aufrecht zu halten vermag; und schließlich ist es sehr erwünscht, wenn nicht direkt erforderlich,

Entwicklung dieser so hervorragenden Sicherheitseinrichtung in raschem Laufe vorwärts schreitet.

Die beigefügten Bilder und Zeichnungen geben einen Ueberblick über die neuesten deutschen Arbeiten auf diesem Gebiete. Die deutsche Gesellschaft für drahtlose Telegraphie hat in rastlosem Bemühen eine ausgezeichnete Installation derartiger Apparate auf zahllosen Schiffen angebracht.

Die Debeg wurde bekanntlich im Januar 1911 gegründet und übernahm die in Deutschland vorhandenen Schiffsstationen der Compagnie de Télégraphie sans Fil (Marconi), Brüssel, sowie die der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H. (Telefunken), Berlin. Die Zahl der zurzeit im Betriebe befindlichen Schiffsstationen auf deutschen

Dampfern beträgt 322. Hiervon befindet sich der größere Teil auf Passagirdampfern. Diese Stationen gehören der Debeg und werden von ihren eigenen Telegraphenbeamten bedient. Der Dienst auf den Frachtdampferstationen wird gewöhnlich von den Steuerleuten nebenamtlich mitübernommen. Eingeführt sind hauptsächlich zwei Typen, nämlich die 0,5 T.K.- und die 1,5 T.K.-Station, je nach der Größe des Dampfers und den verlangten Entfernungen. Auf kleineren Fahrzeugen, wie Fischdampfern, Heringsloggern, Hochseeschleppern und der-

Gesellschaft, die außerdem noch einen besonderen Schreibräum für den Annahmebeamten aufweist.

Von besonderem Interesse sind einige Angaben über die Station auf dem „Imperator“. Der drahtlose Telegraphenbetrieb ist, wie auf allen Schiffen der Hapag, so auch auf dem „Imperator“, der Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie (Debeg) übertragen worden. Diese

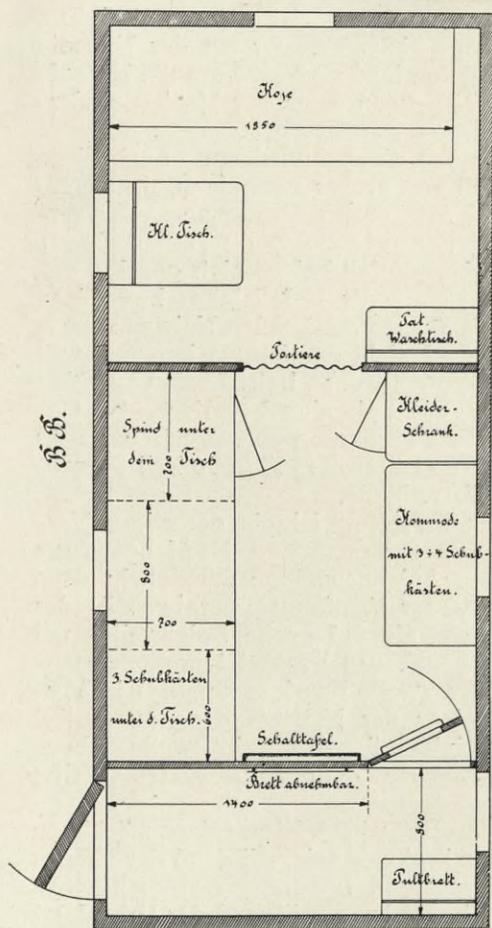


Abb. 15. Funkenstation S.S. „Gotha“ und „Gießen“

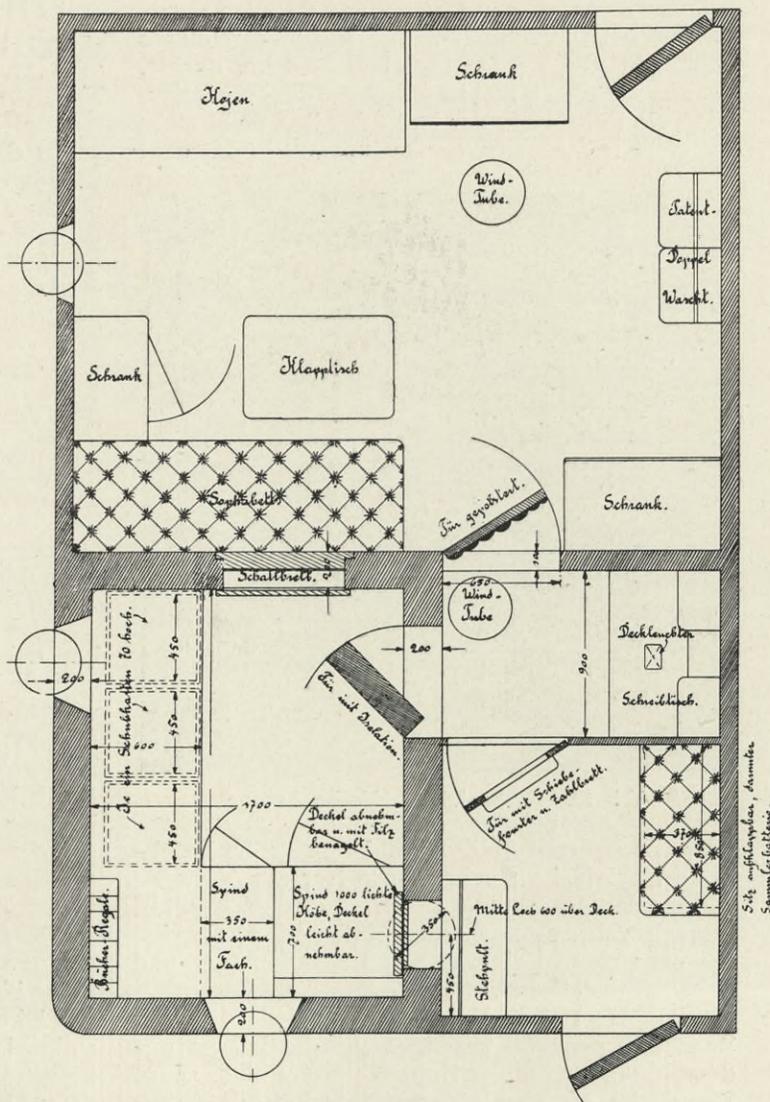


Abb. 16. Funkenstation auf S. S. „Cap Finisterre“

gleichen ist zum Teil eine kleinere Type, die 0,2 L.K.-Station in Betrieb. Die Reichweite der 1,5 T.K.-Station beträgt durchschnittlich am Tage 600, in der Nacht 1200 km, die der 0,5 T.K.-Station für die gleichen Zeiten etwa 400–800 km.

Abb. 15 zeigt den Grundriß einer einfachen Funkenstation auf dem Dampfer „Gotha“ des Norddeutschen Lloyd, die wie üblich aus Passagerraum, Arbeitsraum und Wohnraum besteht; Abb. 16 gibt den Grundriß einer größeren Station auf dem Dampfer „Cap Finisterre“ der Hamburg - Südamerikanischen Dampfschiffahrts-

Gesellschaft hat die deutsche Telefunken-Gesellschaft in Berlin mit dem Bau einer speziell den Bordverhältnissen des „Imperator“ angepaßten Station beauftragt und hierbei die Aufgabe gestellt, daß diese Station in bezug auf Reichweite und Betriebssicherheit alle anderen bisher für Handelsschiffe konstruierten Stationen übertreffen soll.

Weiterhin war die Forderung gestellt, daß bei dem Bau der Station alle bei dem „Titanic“-Unfall gemachten Erfahrungen weitgehend berücksichtigt werden sollen.

Die Telefunken-Gesellschaft hat diese Aufgabe in folgender Weise gelöst:

Die Anlage umfaßt drei komplette, von einander getrennt arbeitende Stationen, welche folgenden Zweck haben:

Die Normal-Station entspricht im allgemeinen der auf den großen Passagierdampfern benutzten Type und ist dazu bestimmt, den während der Reise abzuwickelnden normalen Telegrammverkehr mit den Küsten- und fremden Bordstationen zu vermitteln. Die Reichweite dieser Station beträgt 700 km tags und 2200 km nachts.

Die Groß-Station soll in Tätigkeit treten, wenn die Reichweite der Normalstation nicht mehr ausreicht und es sich darum handelt, bei Seenot

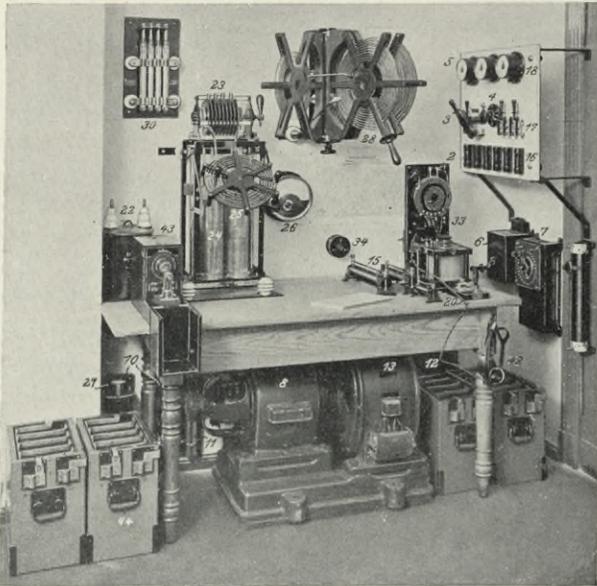


Abb. 17. Funkentelegraphische Anlage

oder aus anderen Anlässen auf sehr große Reichweite Nachricht zu geben. Die hier zur Verwendung gelangte Station übertrifft alle bisher auf Handelsschiffen eingebauten Stationen, da sie eine absolut sichere Reichweite von 1200 km tags und 3000 km nachts hat.

Die Not-Station soll nur im Falle der Seenot in Funktion treten, wenn die beiden anderen Stationen außer Betrieb gesetzt sind. Diese Station ist an eine Akkumulatorenbatterie angeschlossen, welche ständig aufgeladen ist und für einen mehrstündigen Betrieb ausreicht.

Da der Betrieb der beiden größeren Stationen nicht von der Hauptmaschinenanlage abhängig ist, sondern auch an die Notbeleuchtungsanlage angeschlossen ist, so sind eine ganze Reihe von Voraussetzungen nötig, bis die Notwendigkeit vorhanden ist, auf diese Notanlage zurückzugreifen.

Eine besondere bisher auf keinem Schiff eingeführte Neuerung ist das Vorhandensein von drei unabhängigen Antennenanlagen. Die Hauptantenne ist zwischen den beiden 192 m voneinander entfernten Mastspitzen ausgespannt. Die erste Nebenantenne geht von der Spitze des Vor-

dermastes zu dem vorderen Schornstein; die zweite Nebenantenne von der Spitze des Hintermastes zum hinteren Schornstein. Im normalen Betriebe ist die Hauptantenne und die erste Nebenantenne in Tätigkeit, und zwar die erstere für das Arbeiten auf große Reichweiten, während die letztere mit dem normalen Telegrammverkehr beschäftigt ist.

Die Normal-Station kann wahlweise mit allen drei Antennenanlagen je nach Bedürfnis arbeiten. Die Groß-Station kann nur mit der großen Antenne arbeiten, während die Not-Station an die beiden Nebenantennen angeschlossen werden kann.

Bei dieser Anordnung ist es also möglich, selbst dann noch einen Verkehr mit der Normal-Station auf 400 km tags und 1000 km nachts aufrecht zu erhalten, wenn einer der Masten niedergebroschen ist.

Außerdem hat diese Anordnung noch einen anderen Vorteil von großer Bedeutung, da sie ermöglicht, zwei evtl. drei Telegramme von verschiedenen Stationen gleichzeitig aufzunehmen. Bei dem „Titanic“-Unfall hat es sich gezeigt, daß einige in der Nähe der Unfallstelle befindliche Schiffe den mit der internationalen Notwelle 600 m gegebenen Notruf nicht empfangen konnten, weil die Empfangsstation der betreffenden Schiffe gerade zu der Zeit auf eine kanarische Küstenstation abgestimmt war, welche mit der sehr langen Welle von ca. 3000 m längere Zeit Presse-Telegramme übermittelte.

Bei dem „Imperator“ ist ein derartiges Vorkommnis infolge der doppelten Empfangsanlage und dreifachen Antennenanlage unmöglich; denn während einer der Empfangsapparate mit der großen Antenne die auf große Reichweiten mit langer Welle gegebenen Pressetelegramme empfängt, kann der zweite Empfangsapparat in Verbindung mit einer der Nebenantennen ungestört die mit der internationalen Schiffswelle abgesandten Telegramme oder Notrufe gleichzeitig aufnehmen.

Der „Imperator“ wird infolge seiner mächtigen Funkenanlagen imstande sein, während der ganzen Reise über den Ozean Telegramme zu empfangen und ist selbst in der Lage, während der Ueberfahrt stets direkt oder indirekt Telegramme nach Land zu senden. Er ist also gewissermaßen ständig an dem Welt-Telegraphennetz angeschlossen, ob er nun im Hafen mit der Telegraphenleitung verbunden ist, oder sich mitten auf dem Ozean befindet.

Täglich wird eine Zeitung an Bord herausgegeben, welche im Telegrammstil die neuesten Nachrichten aus aller Welt bringt. Diese Nachrichten werden von großen Telefunken-Stationen an der deutschen und amerikanischen Küste täglich einmal an den „Imperator“ so rechtzeitig übermittelt, daß die Passagiere die Zeitung auf dem Frühstückstisch vorfinden.

Die Debeg-Station des „Imperator“ ist Tag und Nacht geöffnet und wird von drei Funkentelegraphisten der Debeg-Gesellschaft bedient. Abb.17 zeigt eine funkentelegraphische Anlage.

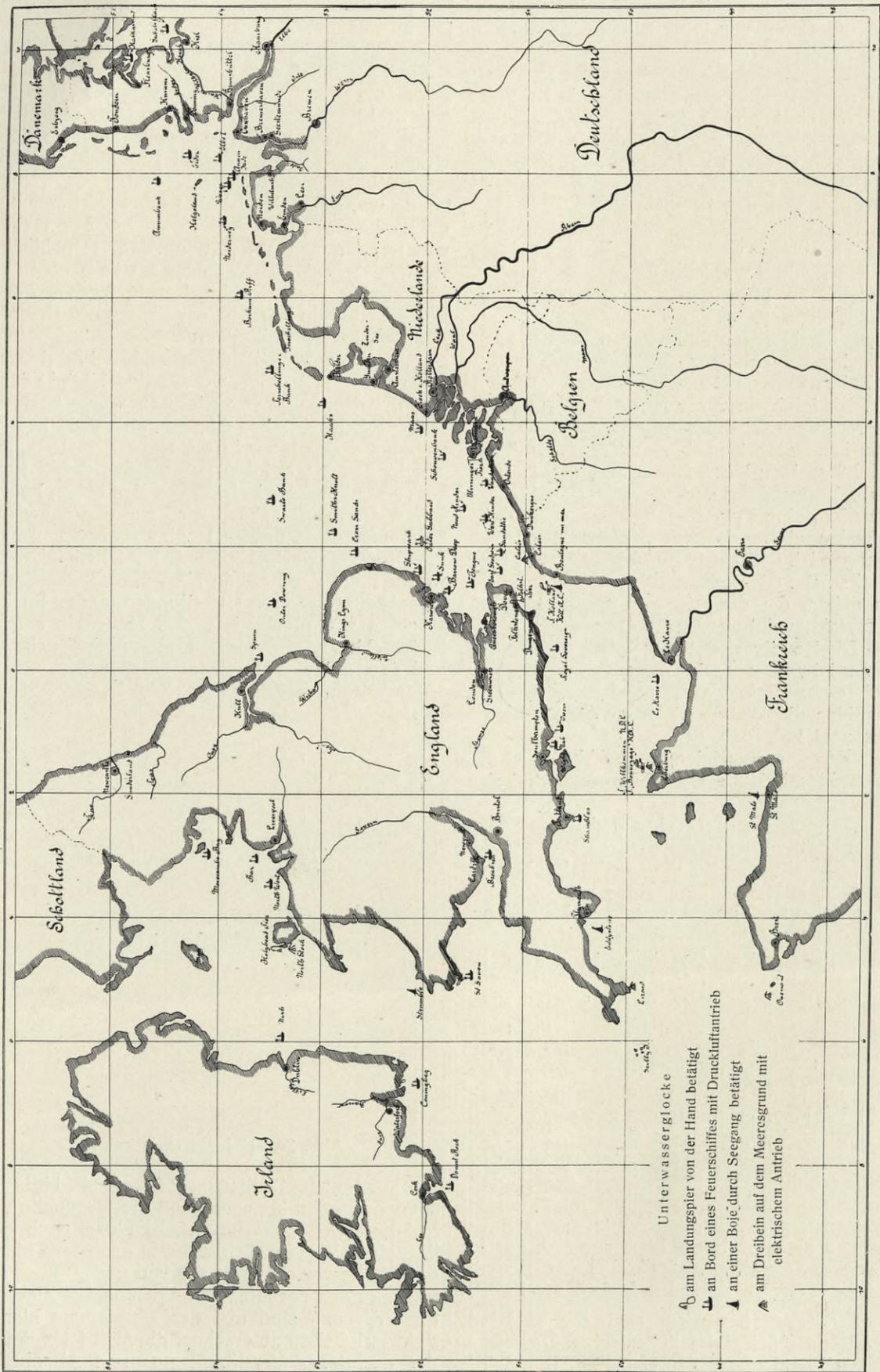


Abb. 18. Karte der Unterwasserglockenstationen an den Küsten der Nordsee und des Kanals

Neben der drahtlosen Telegraphie sind es vornehmlich die Unterwasserschallsignale, die der Sicherung der Fahrzeuge dienen. Die Verwendung dieser Signalapparate hat in den letzten Jahren sowohl in den Handels- wie Kriegsmarinen aller Länder eine ganz außerordentliche Verbreitung gefunden. Als Nebelsignalmittel erweisen sie sich dauernd von großem Nutzen für die Schifffahrt, so daß von den Behörden an den verschiedensten Küsten beständig weitere Stationen errichtet werden. Abb. 18 zeigt in übersichtlicher Weise die z. Zt. an den Küsten der Nordsee und des englischen Kanals eingerichteten Unterwasserglockenstationen. Bis jetzt waren nur die Feuerschiffe mit Unterwasserglocken als Signalgebemittel versehen; kürzlich hat nun die Verwendung derselben insofern eine Erweiterung gefunden, als man dazu übergegangen ist, den Dampfern selbst solche Glocken an Bord zu geben, die dann in Fällen der Not benutzt werden sollen. — Die Hauptveranlassung hierzu ist gewesen, daß man bei einer Reihe von Schiffsunfällen die Wahrnehmung gemacht hat, daß der Kapitän des gefährdeten Schiffes wohl mit Hilfe der drahtlosen Telegraphie andere



Abb. 19

Unterwasserglocke

Schiffe um Hilfeleistung ersuchen und ihnen seine ungefähre Lage mitteilen konnte, daß aber die zur Hilfe herbeieilenden Schiffe speziell bei Nebel, auch wenn sie in unmittelbarer Nähe waren, große Mühe und Zeitverlust hatten, das in Not geratene Schiff aufzufinden.

Bis jetzt bestand die Hauptaufgabe der Unterwasserschallsignale in der Verhütung von Schiffsunfällen; durch die neue Konstruktion der „Not-Unterwasserglocke“ Abb. 19 können sie auch nach einem Unfall von grossem Werte sein. Zum Gebrauch werden diese Glocken an Bord der Dampfer im Notfall an einem Davit ausgeschwenkt, ins Meer hinabgelassen und dann durch Handbetrieb in Tätigkeit gesetzt, Abb. 20. Die hierdurch abgegebenen Signale werden von den durch die drahtlose Telegraphie von dem Unfall benachrichtigten Schiffen mittels ihrer Unterwasserschallsignal-Empfängerapparate aufgenommen und diese so in die Lage versetzt, das in Not befindliche Schiff auch im Nebel anzusteuern und auf diese Weise schnell aufzufinden. —

In aller Erinnerung wird noch die im Jahre 1909 erfolgte Kollision des italienischen Dampfers „Florida“ mit dem englischen Dampfer „Republic“

beim Nantucket-Feuerschiff sein. Auf die drahtlos ausgesandten Notrufe der hilflos auf dem Meere treibenden „Republic“ eilte der englische Dampfer „Baltic“ dem schwerbeschädigten Schiffe zu Hilfe. Die „Baltic“ erhielt von der „Republic“ eine drahtlose Meldung über ihre Lage und gleichzeitig auch die Nachricht, daß sie die Unterwassersignale des Nantucket-Feuerschiffes höre.

Es herrschte dichter Nebel. Die „Baltic“ kehrte um, gelangte alsbald in das Hörbereich der Unterwasserglocke des Nantucket-Feuerschiffes und begann nun sofort nach der „Republic“ zu suchen. Jedoch nicht weniger als 12 Stunden vergingen, bis die „Republic“ aufgefunden werden konnte. Kapitän Ransom, der Führer des Dampfers „Baltic“, berichtet darüber:

„Erst nach 12stündigen Zickzackfahrten und Umkreisung des Ortes, wo das beschädigte Schiff, das inzwischen aber vertrieben war, nach den funkentelegraphischen Meldungen sich befinden mußte, gelangten wir in die Nähe der „Republic“. Wir kamen bis auf 100 Fuß an das Schiff heran, bevor wir überhaupt etwas von ihm sehen konnten und auch dann sahen wir nur den schwachen Schimmer eines grünen Lichtes, wie man es zu Illuminationszwecken am 4. Juli benutzt,“ und weiter fügte der Kapitän hinzu:

„Während unseres 12 Stunden langen Suchens machten wir, glaube ich, 200 Meilen in unserem Zickzackkurs, ehe wir zur „Republic“ gelangten und das alles auf einem Flächenraum von nur 10 Quadratmeilen.“

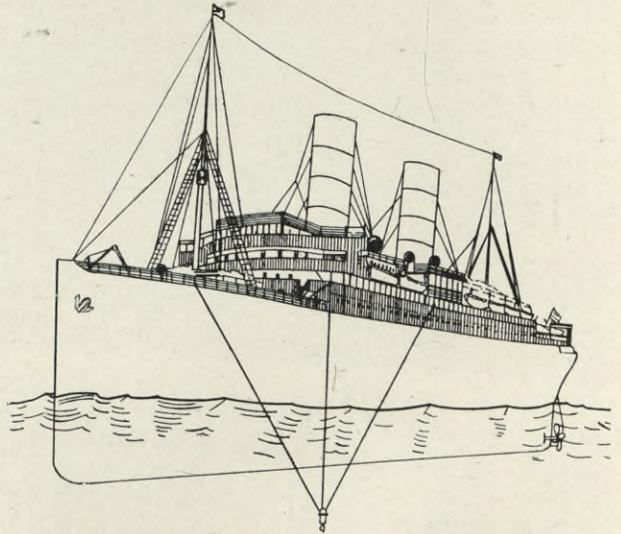


Abb. 20. Notunterwasserglocke

Der ganze 12stündige Zeitverlust hätte vermieden werden können, wenn die „Republic“ eine Not-Unterwasserglocke gehabt hätte, nach deren Signalen sich die „Baltic“ hätte ansteuern können. Abb. 21 veranschaulicht die von der „Baltic“ beim Suchen nach der „Republic“ gemachten Zickzackfahrten, und sind aus der Darstellung klar die Schwierigkeiten zu ersehen, die sich trotz dauernder drahtloser Verständigung und Abgabe von

Notsignalen durch Dampfsirene und Raketen ergeben haben.

Für die neue Konstruktion der „Not-Unterwasserglocke“ haben sofort die großen deutschen Dampfschiffahrts-Gesellschaften ihr lebhaftes Interesse gegeben. Es wurden bereits im Februar d. Js. zwischen dem Dampfer „Retter“ und dem Reichspostdampfer des Norddeutschen Lloyd „Roon“ in der Nähe des Weser-Feuerschiffes die ersten Versuche angestellt. Diese sind außerordentlich zufriedenstellend ausgefallen und ergaben, daß die Signale auf reichlich 6½ Seemeilen deutlich zu hören waren. Es wurde hierbei festgestellt, daß es möglich gewesen wäre, die Glockenlöne auch noch auf eine viel größere Entfernung wahrzunehmen, doch mußte von Versuchen auf weitere Entfernungen Abstand genommen werden, da der Reichspostdampfer auf der Ausreise begriffen war und diese nicht länger

weiten Weltmeer zu entdecken, und ebenso wird auch jeder Laie sich darüber klar sein, daß es fast unmöglich ist, bei Nacht und Nebel ein einsam auf dem Meere schwimmendes und oft nur auf Sekunden von den Wellen emporgehobenes Boot wahrzunehmen. Genau in derselben Weise, wie mit Unterwassersignal-Empfangsapparaten ausgerüstete Schiffe imstande sind, die in der Nähe der Küsten ausgelegten Unterwasserglocken nach den von ihnen ausgehenden Schlägen ausfindig zu machen, ist es ihnen auch möglich, auf See treibende Boote, die entsprechende schallgebende Apparate besitzen, aufzufinden. Die Erfahrung lehrt, daß es nach dem Verlassen eines verunglückten Schiffes außerordentlich schwierig ist, die ausgesetzten Rettungsboote bei einander und unter einheitlicher Führung zu halten.

Auch bei dem Untergang der „Titanic“ hätte diese neue Rettungsbootsglocke bereits wertvolle

- A. Die „Baltic“ bestimmt ihren Kurs nach New York mittelst der Unterwasser-Glockensignale des Feuerschiffes „Nantucket Shoals“.
- B. Die „Baltic“ erhält mittelst drahtloser Telegraphie von der sinkenden „Republic“ die Mitteilung, daß sie sich innerhalb des Hörbereichs der Unterwasser-Glockensignale des Feuerschiffes „Nantucket Shoals“ befindet, und legt durch genaues Rechnen den Kurs nach der „Republic“ fest.
- C. Die „Baltic“ gelangt in den Hörbereich der Unterwasserglockensignale des Feuerschiffes „Nantucket Shoals“ und beginnt nunmehr die „Republic“ zu suchen.
- E. Die „Baltic“ findet die „Republic“, welche von D nach E vertrieben ist.

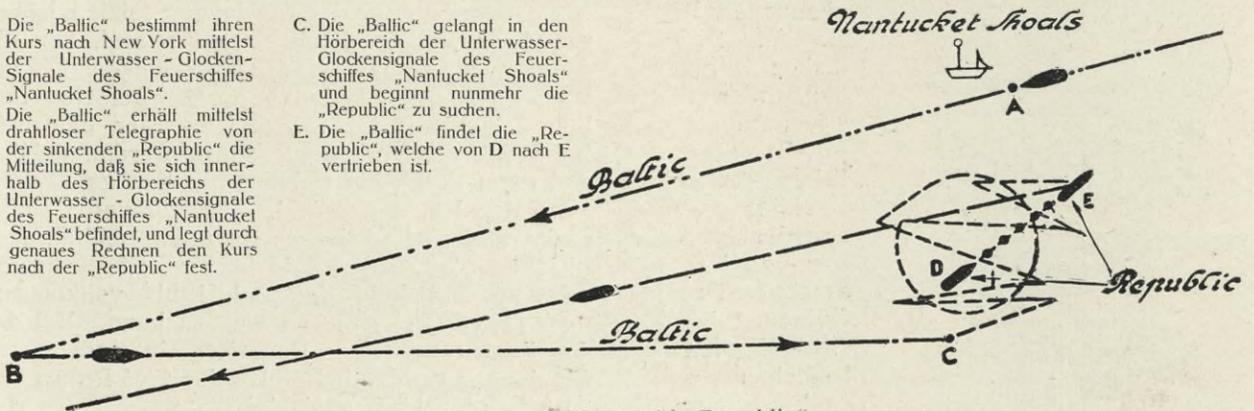


Abb. 21. „Baltic“ sucht „Republic“

verzögern konnte. Jedenfalls ging auf das deutlichste aus den Versuchen hervor, daß die Unterwassernotglocke weit genug zu hören ist, um praktisch mit Erfolg verwendet werden zu können.

Die Hamburg-Amerika Linie und der Norddeutsche Lloyd haben auf Grund dieser günstigen Versuchsergebnisse den Atlaswerken, welche auch diese neue Konstruktion in Verbindung mit der Submarine Signal Company in Boston herausgebracht haben, sofort die Herstellung solcher Glocken für alle großen Schnell- und Passagierdampfer nach New York in Auftrag gegeben. Damit ist ein vielversprechender Anfang zur Einführung des neuen Hilfsmittels bei Nebel gemacht worden.

Aus den oben angeführten Beispielen geht hervor, wie wichtig es sein kann, wenn Seeschiffe mit Not-Unterwasserglocken ausgerüstet sind. Auch die Rettungsboote sollten in gleicher Weise mit einem derartigen Hilfsmittel versehen werden, um so mehr, als diesen viel leichter die Gefahr droht, auf See vertrieben zu werden, ohne ein wirksames Mittel zu besitzen, sich irgendwie in der Nähe befindlichen Schiffen bemerkbar zu machen. Jeder Fachmann weiß, wie schwierig es ist, und wie oft es vom Zufall abhängt, selbst bei klarem Wetter einen verhältnismäßig kleinen Gegenstand auf dem

Dienste leisten können. Die von der „Titanic“ ausgesetzten Boote haben bekanntlich nicht alle rechtzeitig aufgefunden werden können, so daß von den sich in die Boote geretteten Passagieren tatsächlich noch mehrere ihr Leben haben einbüßen müssen, nur weil es den Rettungsbooten nicht möglich war, sich genügend bemerkbar zu machen, um den Hilfe bringenden Schiffen einen Anhalt zu geben, sie aufzufinden.

Um dieser Schwierigkeit zu begegnen, ist von den genannten Firmen ein Unterwasser-Signalapparat konstruiert, der auf demselben Prinzip beruht, wie die Unterwasserglocken und der lediglich Rettungsbooten und kleinen Fahrzeugen im Falle der Not die Möglichkeit bieten soll, sich in der Nähe befindlichen Schiffen, die mit Empfangsapparaten versehen sind, bemerkbar zu machen. Dieser Apparat, „Diskus-Glocke“, Abb. 22, genannt, besteht aus einer runden, flachen Scheibe aus Glockenmetall von besonderer Legierung, gegen welche ein durch Hand betätigter Klöppel zum Anschlag gebracht wird. — Die Diskus-Glocke wird in ähnlicher Weise in den Rettungsbooten verwandt, wie die Not-Unterwasserglocke an Bord der großen Schiffe, indem sie über den Bootsrand ins Wasser hinabgelassen wird, Abb. 23. Der ganze Apparat ist leicht zu bedienen.

und die Signale sind auf mehrere Meilen durch die Unterwasserschall-Empfängerapparate zu hören; das Gewicht beträgt nur 12 kg.

Für Frachtdampfer dürften je nach Anzahl der Rettungsboote und Stärke der Besatzung schon ein oder zwei derartige Signalapparate genügen,

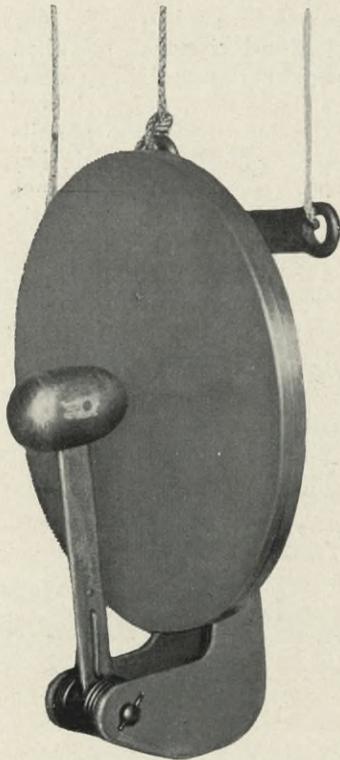


Abb. 22. Diskus-Glocke

außerordentlich einfach und leicht ist, und die Kosten für die Beschaffung kaum erheblich ins Gewicht fallen. —

Noch einige andere hauptsächlichliche Sicherheitseinrichtungen sind zu erwähnen. Das Studium der bei allen lebenden Wesen auftretenden infektiösen Krankheiten, hat über die Erreger dieser Krankheiten, besonders über die sogenannten Bazillenträger mancherlei Aufschluß gebracht. Es ist allgemein bekannt, daß eine Reihe von Tieren, Ratten, Mücken und andere Insekten meistens die Ursache für die Uebertragung solcher Krankheiten auf den Menschen sind. Durch die Schifffahrt, die den direkten Verkehr von räumlich weit auseinanderliegenden Plätzen vermittelt, ist daher die Uebertragung von Krankheitskeimen aus verseuchten Gegenden nach vorher gesunden Plätzen naheliegend und oft genug erfolgt. Daraus erklärt sich die bekannte Tatsache, daß gerade die Hafensädte leicht Ausgangspunkte solcher Epidemien sind, wie Cholera, Pest, Pocken, Typhus, gelbes Fieber und dgl. Diese Erkenntnis hat dazu geführt, für jedes aus See einkommende Schiff eine Art Untersuchung der an Bord befindlichen Menschen, insbesondere der im allgemeinen auf einer niedrigen Kulturstufe stehenden Zwischendecker einzuführen. Trotz der

während für Passagierdampfer mit vielen Rettungsbooten und mit Rücksicht auf die oben erwähnte Schwierigkeit, sie nach dem Verlassen des Schiffes zusammenzuhalten, wenn nicht jedes Boot, so doch ein größerer Prozentsatz der vorhandenen Boote mit den Diskus-Glocken ausgerüstet werden mußte.

Erfahrene Seeleute, denen die „Diskus - Glocke“ vorgeführt wurde, messen ihr eine große Bedeutung bei, um so mehr als ihre Unterbringung in den Rettungsbooten aus räumlichen Gründen kaum Schwierigkeiten begegnet, ihre Handhabung

sehr sorgfältigen Behandlung dieser Leute bei Uebernahme an Bord, wie sie beispielsweise die Hamburg-Amerika Linie, der Norddeutsche Lloyd und andere große Reedereien in ihren Auswandererkolonien vornehmen, kann dennoch der Fall eintreten, daß unterwegs ansteckende Krankheiten ausbrechen und wenn dies geschieht, so wird das Schiff bei seiner Ankunft in Quarantäne gelegt. Besonders die Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika ist in dieser Beziehung sehr streng, richtet doch der größte Teil der Auswanderer seinen Weg dorthin. Es liegt also zweifellos oft genug das Bedürfnis vor, Schiffe gründlich zu desinfizieren, vor allem auch das an Bord befindliche Ungeziefer rasch und gründlich zu beseitigen und etwa vorhandene Bazillen und Fäulniserreger zu töten. Die Mittel, die man in früheren Zeiten hierfür vielfach anwandte, Wasserdampf, Kohlenoxyd, sogenanntes Generatorgas, reines Schwefeldioxyd, sind indes in den letzten Jahren verdrängt worden durch einen Apparat, den die Atlaswerke, Bremen, mit vorzüglichem Erfolge herstellen, den Clayton-Apparat. Derselbe verbrennt in einem Ofen, dem Generator, gemeinen Schwefel, die Verbrennungsgase werden gekühlt und dann durch ein Gebläse in den zu desinfizierenden Raum gedrückt. Die Wirkung ist eine umfassende. Alle Lebewesen werden getötet, desgleichen alle Bakterien in kurzer Zeit vernichtet, so daß sehr bald das Schiff als vollkommen desinfiziert frei gegeben werden kann. Bei der Ausräucherung eines Dampfers in Indien mit Claytongas wurden beispielsweise 1386 Ratten und 20 Eimer Insekten vernichtet.

Dasselbe Gas hat sich auch sehr wirkungsvoll gegenüber Feuer erwiesen, der Claytonapparat wird daher gleichzeitig als vorzüglicher Feuer-



Abb. 23

Rettungsboot mit Diskus-Glocke

löschapparat verwendet. In die geschlossenen brennenden Räume wird mittels Rohrleitungen das Gas hineingedrückt und erstickt sofort jeden Brand; 10 % des Gases im Raume genügen. Ist das Feuer gelöscht, so bewirkt derselbe Apparat die Kühlung, indem das im Raum befindliche Gas angesaugt, im Kühler gekühlt und dann wieder in den Raum gedrückt wird, der auf diese Art bald seine gefährliche Temperatur verliert, in der beigegebenen Abb. 24 ist eine derartige moderne Clayton-Anlage mit ihren Rohrleitungen dargestellt.

Da die Versicherungsgesellschaften gleich den Reedereien Interesse an der Feuersicherheit der Schiffe haben, so gewähren sie den mit Claytonapparat ausgerüsteten Schiffen und für die

Ladung, namentlich für Kohlenladungen, vielfach eine Prämiernmäßigung.

Durch den vorliegenden kurzen Bericht sind nicht alle möglichen und auch nicht alle im Gebrauch befindlichen Sicherheitseinrichtungen an modernen Handelsschiffen berührt worden, es würde das auch zu weit führen, es sind aber jedenfalls die in erster Reihe stehenden und auf das Schiff und seinen Betrieb entscheidendsten gestreift worden. Allein, wenn auch die Technik auf allen diesen Gebieten in der Konstruktion ungemein fortgeschritten ist, ungemein tüchtiges ge-

international festgestellt und von den einzelnen Staaten angenommen ist, wird des öfteren noch durch Sonderbestimmungen einzelner, besonders der großen Reedereien ergänzt.

Was die Schulung an Bord anlangt, so hat fast jede große Reederei, abgesehen von der gesetzlichen Musterung vor Abgang des Schiffes, ihre ganz bestimmten, eingehenden Verordnungen über täglich vorzunehmende Manöver im Schließen der Schotten, im Klarmachen und Ausschwenken der Boote usw. erlassen, durch die die gesamte Mannschaft geübt und einexerziert wird, damit im Ernstfalle geordneter und rascher Betrieb möglich ist.

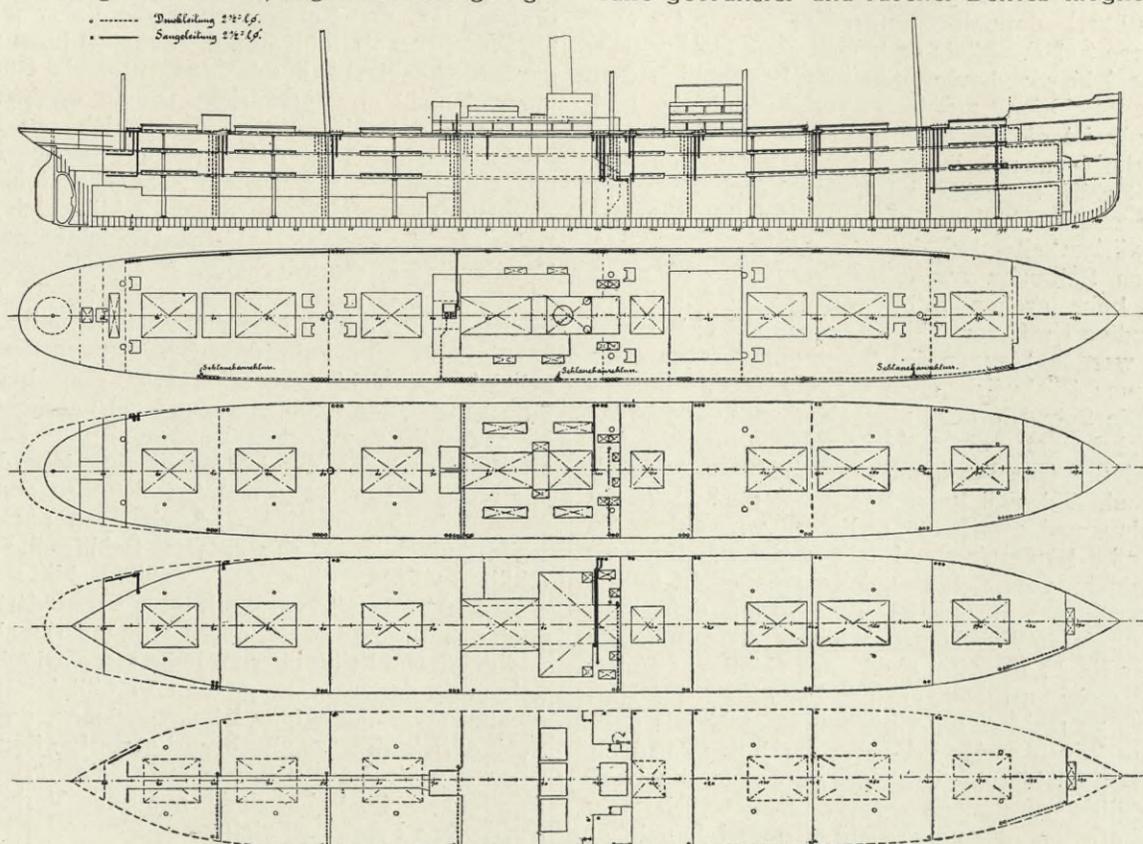


Abb. 24. Rohrplan für eine Clayton-Anlage zum Desinfizieren und Feuerlöschen

leistet hat, so nutzen doch die besten Einrichtungen wenig, ja oftmals gar nichts, wenn nicht an Bord eine Schulung und eine Ordnung besteht, die es ermöglicht, durch sachgemäße Anwendung den vollsten Nutzen aus den technischen Konstruktionen zu ziehen.

Um das zu ermöglichen, sind für den Verkehr der Schiffe auf See sowohl international, wie national und außerdem noch von den einzelnen Reedereien sehr sorgfältig durchgearbeitete Vorschriften erlassen, die den navigatorischen Betrieb auf See, das Seestraßenrecht und vor allem den Betrieb an Bord sorgsam und umfassend regeln. In jährlich wiederkehrenden Zusammenkünften werden die inzwischen gemachten Erfahrungen gewertet, und gegebenenfalls zum Ausgang neuer Vorschriften gemacht; das, was hier

Ein Moment, welches erst mit dem Bau sehr großer Schiffe aktuell geworden, ist noch zu nennen. Bekanntlich haben die amerikanische Untersuchungskommission und das englische Board of Trade ihrer Zeit übereinstimmend festgestellt, daß die Fahrt der „Titanic“ in jener Unglücksnacht angesichts der zahlreichen Eiswarnungen, die der Dampfer von allen Seiten erhielt, zu schnell gewesen ist. Trotzdem die Nacht klar und sichtig war, wurde dennoch dieser Spruch gefällt. Nicht überall hat man ihm zugestimmt, indessen scheint es doch, daß es richtig ist, wenn die großen Schiffe der Neuzeit unter ähnlichen Verhältnissen ihre Fahrt, wie bei Nebel, herabsetzen. Eine einfache Ueberlegung legt die Zweckmäßigkeit einer derartigen Vorschrift, die international erlassen werden sollte, dar.

Mit der Größe der Schiffe wächst deren Gewicht und also auch ihre Masse; folglich wird die lebendige Kraft, die bekanntlich mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, genau proportional der Masse zunehmen, wenn man zwei Schiffe gleicher Geschwindigkeit, aber verschieden großen Displacements miteinander vergleicht. Hat man beispielsweise ein Schiff von 25 000 t und ein zweites von 50 000 t Gewicht und beträgt die Geschwindigkeit beider 22 kn, so verhalten sich die lebendigen Kräfte zu einander wie 151 250 Sek.-Meter-Tonnen zu 302 500 Sekunden-Meter-Tonnen. Der Bremsweg für das größere Schiff wird also angenähert doppelt so groß sein, wie für das kleinere Schiff. Allein es kommt noch ein anderes Moment hinzu; heute gibt man bekanntlich den großen Schiffen meistens Turbinenantrieb und deshalb ist die Stoppkraft, die durch die Rückwärtsturbinen mit ihren kleinen Schrauben auf das Schiff ausgeübt wird, im Vergleich nicht unwesentlich kleiner als die Kraft, die die rückwärtsarbeitende Kolbenmaschine mit ihrer großen Schraube auszuüben vermag; und doch muß beim großen Schiff die so viel größere lebendige Kraft vernichtet werden, auf Null reduziert werden, bis man das Schiff zum Stehen oder gar zum Rückwärtsgehen gebracht hat.

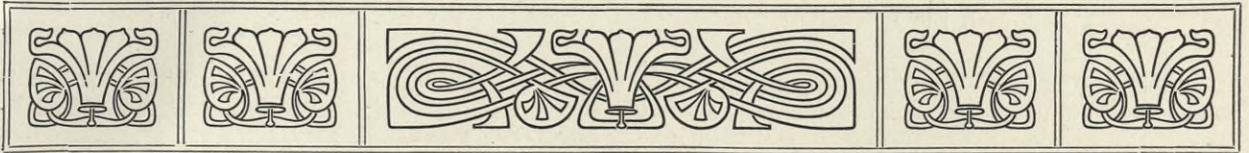
Die Sehweite des menschlichen Auges bleibt aber konstant; ein Schiffahrtshindernis, in der Nacht auf eine bestimmte Strecke vom Ausguck erkannt, läßt sich beim Schiff mit dem kleineren Fahrmoment zweifellos sicherer vermeiden, als dasselbe Hindernis, auf die gleiche Entfernung gesichtet, vom Schiff mit dem größeren Fahrmoment, und daraus ist zu folgern, daß über ein gewisses Fahrmoment hinaus, die Sehweite in der Nacht oder bei nicht ganz sichtigem Wetter nicht mehr ausreicht, um mit Sicherheit das Hindernis zu meiden, ganz besonders nicht, als doch immerhin vom ersten Erkennen durch den Ausguck, bis zur Ausführung des Kommandos „volle Kraft rückwärts“ etwas Zeit vergeht. Demnach ist sehr zu überlegen, ob es sich nicht empfiehlt, in solchen Fällen das Fahrmoment des Schiffes durch Verminderung der Geschwindigkeit zu verringern, um auch auf kürzere Entfernung das Schiff mit Sicherheit zum Stoppen oder zur Rückwärtsbewegung zu bringen. Ebenso dürfte es zweckmäßig sein, zu überlegen, ob man den großen Schiffen nicht durch Vergrößerung der Ruderfläche, eventuell durch Anwendung von Doppelrudern, eine wesentlich gesteigerte Manövrierfähigkeit geben soll, so daß auch der Radius des Drehkreises kleiner wird und auch hierdurch auf eine wesentlich kürzere Strecke hin eine genügend große Ablenkung vom Kurse erzielt werden kann, als das heute meistens möglich ist.

Dahin zielende Vorschläge hat gleich nach dem Untergang der „Titanic“ Naval Constructor Taylor in Washington öffentlich bekannt gegeben und sie sind ebenso wenig von der Hand zu weisen, wie die gleichmäßige Bemängelung der angesichts jener Eiswarnungen beibehaltenen

hohen Geschwindigkeit jenes Schiffes. Es hat diese Rudervergrößerung und Geschwindigkeitsreduktion aber auch noch einen anderen Wert. Aus zahlreichen Versuchen und Beobachtungen ist bekannt, daß Schiffe, die in seilich begrenztem Fahrwasser sich bewegen, durch den Rückstrom des Wassers an der Seite, an welcher die Fahrwasserbegrenzung, beispielsweise eine Kanalböschung, sich befindet, eine mit der Geschwindigkeit zunehmende Niveausenkung erfahren. Folglich lastet auf der anderen Schiffsseite, auf der eine solche Absenkung nicht eintritt, ein mehr oder weniger bedeutender hydrostatischer Ueberdruck, der das Schiff gegen die Fahrwasserbeschränkung stark hindrängt. Sehr oft kann man diesem „Absetzen“ durch das normale Rudermoment nicht entgegenwirken, um so weniger, je größer die Schiffsgeschwindigkeit ist. Es liegt also die Gefahr vor, daß durch ein solches Herüberdrängen des Schiffes ein Zusammenstoß mit dem Hindernis stattfindet; daraus erklärt sich zum Beispiel ohne weiteres das Hineinlaufen der Kanalschiffe in die Böschung.

Betrachtet man nun das große in die Tiefe reichende Eisfeld, an dem die „Titanic“ nahe vorbei lief, als eine Fahrwasserbegrenzung, so erscheint es nicht ausgeschlossen, daß bei der hohen Fahrt des Schiffes eine nicht unerhebliche Niveausenkung zwischen Bordwand und Eisfeld stattfand und daß der hydrostatische Ueberdruck der anderen Bordwand das Schiff gegen das Eis allmählich herantrieb, wodurch dann auch die weite Aufschlitzung der unteren Schiffsseite sich erklären würde. Eine Fahrtreduktion hätte aber dieses „Absetzen“ vom Eis fraglos vermindert und auch aus diesem Grunde dürfte jene amerikanische und englische Kritik über zu hohe Geschwindigkeit unter den damals vorliegenden Verhältnissen berechtigt sein. Jedenfalls ist anzunehmen, daß die Schiffahrtskreise auch derartigen Erwägungen Rechnung tragen werden, wie sie ja nach Möglichkeit bestrebt sind, aus allen Vorkommnissen ihre Lehren zu ziehen.

Ruft man sich aber die Disziplin vor Augen, die bei allen guten Linien, insbesondere bei den großen deutschen Reedereien herrscht und herrschen muß, vergegenwärtigt man sich das hochentwickelte Pflichtgefühl der leitenden Offiziere, so darf man wohl die Ueberzeugung haben, daß die großen und einzig dastehenden Fortschritte in Konstruktion und Ausführung aller Neubauten, in der außerordentlichen Steigerung und Ausgestaltung aller der Faktoren, die auf die Sicherheit des Schiffes und seines Betriebes von Einfluß sind, gerade auf deutschen Schiffen einem Personal in die Hand gegeben sind, welches das denkbar Beste und Höchste mit ihnen leisten wird, einem Personal, auf das gerade Deutschland stolz sein darf, Männern, die in vollem Verantwortlichkeitsgefühl all das nationale Gut zu schätzen und zu erhalten wissen, das der deutsche Schiffbau und die deutsche Reederei ihnen anvertraut!



Die Befeuerung der deutschen Küsten und der deutsche Leuchfeuerbau

Von E. Klebert, Berlin

Mit 21 Abbildungen

Wer als Seemann oder Passagier das Meer befahren hat, weiß, von welcher besonderer Wichtigkeit die Leuchfeuer des Nachts für die Sicherheit der Fahrt unserer Schiffe sind.

Das große Interesse an diesen Lichtzeichen beschränkt sich jedoch meist auf die eigenartigen Lichterscheinungen selbst, während über die Art, wie diese erzeugt werden, nicht nur bei den Passagieren, sondern auch bei den Seefahrern nur wenig bekannt ist. Es ist dies auch durchaus verständlich, weil es sich hierbei um ein Spezialgebiet der Technik handelt, über das bisher in Deutschland nur wenig veröffentlicht wurde. Als Grund dafür ist die verhältnismäßig späte Entwicklung der deutschen Leuchfeuer-Industrie anzusehen, deren Anfänge nicht mehr als etwa 35 Jahre zurückreichen.

Entwicklung des Leuchfeuerbaues

Es ist hier nicht der Platz, um die Art der angewendeten optischen Apparate sowie ihre Entwicklung selbst in den Einzelheiten zu zeigen, es soll daher nur ein kurzer Ueberblick über den heutigen Stand der deutschen Leuchfeuertechnik und der durch sie geschaffenen Werke gegeben werden.

Frankreich ist das Land, dem die Entwicklung der Leuchfeuertechnik zu verdanken ist. Als Zeitpunkt für den Beginn dieser Industrie in diesem Lande ist die Anfertigung von geschliffenen Linsenapparaten auf Grund der Angaben des bedeutenden französischen Physikers Fresnel am Anfang des neunzehnten Jahrhunderts anzusehen.

Noch bis zum Jahre 1878 bezogen die deutschen Staaten an der See ihre Linsen für Leuchfeuerapparate ausschließlich aus Paris, wo sich deren Ausbildung allmählich zu größerer Vollkommenheit entwickelt hatte. Erst im erwähnten Jahre begann die Firma Gebr. Picht in Rathenow auf Anregung von Zivilingenieur Veitmeyer in Berlin den Schliff der Linsen für Leuchfeuer aufzunehmen, und es gelang dieser Firma bald, brauchbare Apparate zu schaffen.

Die Erfolge bei der Herstellung der Linsenapparate, welche die Firma Gebr. Picht, die spätere Firma Nitsche & Günther in Rathenow, erzielen konnte, veranlaßte vor etwa 20 Jahren die Firma Julius Pintsch in Berlin auf Anregung der deutschen Regierungs-Behörden und speziell des Kolonial-Amtes, den Bau von Leuchfeuerapparaten mit den dazugehörigen Lampen aufzunehmen, die zur Verwendung der eigentlichen Linsen notwendig waren. So entwickelte sich durch die Zusammenarbeit beider Firmen die deutsche Leuchfeuertechnik, zunächst dem geringen Bedarf des Inlandes entsprechend, aus kleinen Anfängen.

Die ersten vollständig in Deutschland hergestellten Leuchfeuer-Apparate waren solche mit Scheinwerferlinsen von 500 bis 700 mm Durchmesser bei 187,5 und 250 mm Brennweite, die bei Gebr. Picht in Rathenow geschliffen waren.

Im Jahre 1897 nahm die Firma Wilhelm Weule in Goslar a. Harz ebenfalls die Schleiferei von Leuchfeuerlinsen auf und lieferte 1899 den ersten Apparat für ein kleines Leuchfeuer an der Unterelbe und ein Jahr später die Linsen für die Feuer der Hafeneinfahrt zu Emden. In dieser Zeit setzte eine schnellere Entwicklung des Leuchfeuerbaues ein, die durch das große Interesse, welche das Kgl. preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten diesem jungen Sproß der Industrie zuwendete, sehr gefördert wurde.

Der Wunsch dieser Behörde, die von ihr beschafften Apparate mustergültig und allen Anforderungen der Wissenschaft entsprechend ausgeführt zu sehen, stellte die beteiligten Kreise mitunter vor schwierige Aufgaben, die jedoch, wenn auch manchmal mit großen Opfern, einwandfrei gelöst wurden. Durch die strengen Forderungen genannter Behörde entwickelte sich die Schleiftechnik ganz außerordentlich und ermöglichte einen Linsenschliff von bisher für Leuchfeuer unbekannter Genauigkeit, der natürlich auf die Wirkung der optischen Apparate von größtem Einfluß war.

In der Erkenntnis der Tatsache, daß die französischen Normalprofile der Linsenapparate nicht theoretisch einwandfrei sind, und unter Berück-

sichtigung des gut entwickelten maschinellen Schleifverfahrens stellte das preußische Ministerium der öffentlichen

Arbeiten neue Normen für die Profile der Leuchtfuerlinsen auf, die jetzt schon außer in Deutschland auch in anderen Ländern den Apparaten mit französischen Profilen vorgezogen werden.

Hand in Hand mit der Verbesserung der Schleiftechnik ging die Entwicklung im Bau der Apparate selbst, die sich zuerst an die französischen Konstruktionen anlehnte, seit etwa 15 Jahren aber, nach den gesammelten Erfahrungen durchaus eigene Wege ging.

Abb. 1. Petroleum-Glühlicht-Brenner mit außerhalb des Glühkörpers liegendem Verdampfer. (Der Brennerkopf ist herausgeschwenkt dargestellt)

zusetzen und endlich die Messung der erzielten Lichtstärke vornehmen zu können.

Immer größer wurden mit der Zeit die Anforderungen an die Leuchtkraft der Apparate und die Folge war zunächst eine Steigerung der Abmessungen der Linsengläser. Doch diesen Abmessungen sind durch die Herstellung der Gläser und die Schleiftechnik gewisse Grenzen gesetzt, so daß die Lichtstärken, solange man auf die früheren Lichtquellen, d. h. Petroleum-Dochtlampen angewiesen war, immerhin in bescheidenen Grenzen bleiben mußte. So betrug z. B. bei einem Gürtelapparat erster Ordnung mit 920 mm Brennweite des alten französischen Profiles die Leuchtkraft nicht mehr als 11 600 HK bei Verwendung einer Lampe mit 6 konzentrischen Dochten.

Entwicklung der Lichtquellen

Seit der Erfindung des Auerschen Glühkörpers war das Streben der Leuchtfuertecher darauf gerichtet, eine geeignete Petroleum-Dampflampe für Glühlicht zu konstruieren.

Nach langem Versuchen gelang es im Jahre 1903 der Firma Julius Pintsch einen solchen Brenner, der den Anforderungen des Leuchtfuerbetriebes entsprach, herauszubringen, und dieses Modell wurde mit geringen Abänderungen von der preußischen Wasserbauverwaltung angenommen.

Etwa 60 Leuchtfuer sind bis jetzt in Deutschland mit diesen Brennern ausgerüstet worden.

Welche bedeutende Verbesserung dieser Glühlichtbrenner im Leuchtfuerwesen darstellt, zeigt nachstehender Vergleich:

Ein Gürtelapparat von 250 mm Bw. ergab mit einer alten zweidochtigen Petroleumlampe horizontal 630 HK Leuchtkraft, mit einem Glühlichtbrenner von 50 mm Durchmesser stieg die Leuchtkraft auf 5100 HK.

Vor der Einführung des Petroleum-Glühlichtes fand in Deutschland auch Spiritus-Glühlicht Verwendung, das aber wegen der hohen Betriebskosten sich nicht gegenüber dem Petroleum behaupten konnte. Eine weitere Verbesserung der Glühlichtbrenner ist in der letzten Zeit möglich geworden durch die Verwendung von Glühkörpern aus Kunstseide.

Abb. 1 zeigt den in Deutschland bisher meist gebrauchten Petroleum-Glühlichtbrenner mit außen am Glühkörper liegendem Verdampfer. Die neueste Konstruktion eines solchen Brenners, bei dem der Verdampfer unterhalb des Glühkörpers liegt und wobei ein Körper aus Kunstseide von 50 mm Durchmesser angewendet wird, ist aus Abb. 2 und 3 zu ersehen. Das Abbrennen des auf einem abnehmbaren Ring aufgebundenen Glühkörpers erfolgt, wie aus Abb. 2 ersichtlich, auf dem Brenner selbst, zu welchem Zweck der noch faltige Glühkörper an einem pendelnden Draht aufgehängt wird. Das Pendel mit seinem Halter wird nach dem Veraschen des Gewebes abgenommen. Da die verwendeten Petroleumsorten beim Verdampfen meist geringe Teerrückstände hinterlassen, die trotz sorgfältigster Filtration des Petroleumdampfes zum

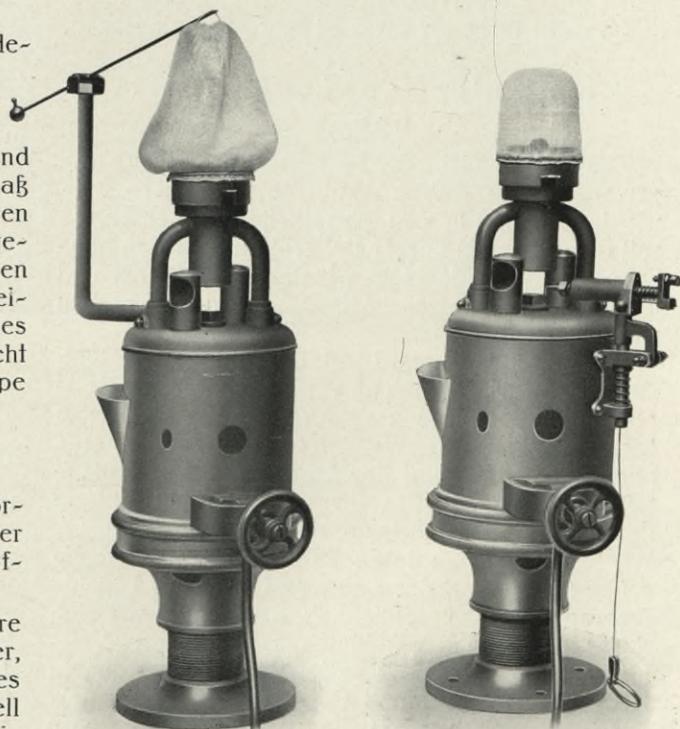


Abb. 2 und 3. Petroleum-Glühlicht-Brenner mit besonders beheiztem, unterhalb liegendem Verdampfer

Verstopfen der feinen Düsenöffnungen führen können, ist ein Düsenreiniger angebracht, der auf dem Bild ebenfalls zu sehen ist. Durch einen Zug an dem rechts unten befindlichen Ring bewegt sich eine feine Nadel zur Düsenbohrung, dringt in diese hinein und geht in ihre Anfangsstellung zurück, sobald der Zug am Ring aufhört.

Die günstige Lichtausnutzung bei Verwendung hängender Glühkörper hat auch zur Konstruktion eines Petroleumbrenners dafür geführt, der in Abb. 4 abgebildet ist. Die in Verbindung mit dem

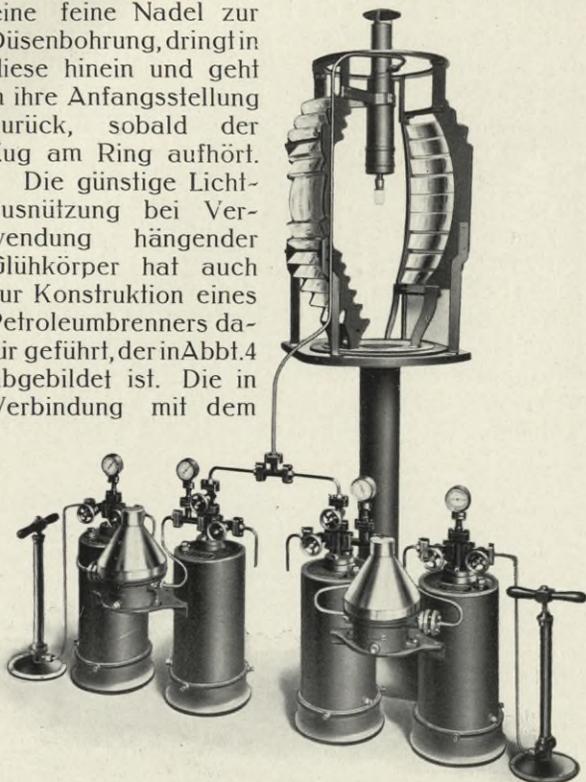


Abb. 4. Hängendes Petroleum-Glühlicht mit den Apparaten dafür

Brenner gezeigte alte Optik ergab vor der Aenderung mit einer zweidochtigen Lampe etwa 850 HK — nach dem Einbau des Glühlichtbrenners 7300 HK.

Während die Brenner mit stehenden Glühkörpern aus Kunstseide eine spezifische Helligkeit zwischen 40 und 45 HK pro qcm haben, wird bei den hängenden Körpern eine solche bis zu 50 HK pro qcm erzielt.

Zum Vergleich diene die Angabe, daß die mittlere spezifische Helligkeit, d. h. die Lichtstärke pro qcm Fläche der Projektion der früher verwendeten Dochtlampen je nach der Anzahl der Dochte zwischen 2 und 6 HK beträgt. Bei Verwendung von Lichtquellen mit verschiedenen spezifischen Helligkeiten in einer gleichartigen Optik ändert sich nun deren totale Leuchtkraft etwa im gleichen Verhältnis dieser spezifischen Helligkeiten, so daß also die Optik ein um so kräftigeres Lichtbündel ausstrahlt, je höher die spezifische Helligkeit der verwendeten Lichtquelle ist.

Neben dem Petroleum- und Gasglühlicht für verschiedene Gasarten hat in Deutschland auch das elektrische Licht dort Anwendung gefunden, wo es vorteilhaft war. Als das bekannteste Beispiel sei der mit elektrischem Betrieb eingerichtete Leuchtturm von Helgoland²⁾ genannt, der von den Sie-

mens-Schuckertwerken ausgerüstet wurde. Die Optik dieses Leuchtturms besteht aus drei parabolischen Scheinwerfern, in denen je eine Bogenlampe als Lichtquelle angeordnet ist. Ueber den drei Spiegeln ist als Reserve ein vierter Spiegel vorgesehen. Im Betrieb dieses Feuers hat sich gezeigt, daß die mit kleiner Streuung austretenden Lichtbündel der genau geschliffenen Scheinwerfer sehr sorgfältig auf den Horizont eingestellt werden müssen, wenn alle drei Lichtbündel gleichmäßig von den Schiffen gesehen werden sollen. Dieser Umstand kann leicht dazu führen, daß das Licht, wenn z. B. ein Blitz nicht gesehen wird, als zweiblitziges Licht — anstatt, wie es sollte, als einblitziges Licht erscheint. Diese Verhältnisse und die hohen Betriebskosten der drei Lampen veranlaßten das preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten im Jahre 1905 zum Entwurf eines neuen Typs der elektrischen Leuchtturms, nach dem im nächsten Jahre zuerst das Leuchtturm auf Sklodüne in Pommern von Julius Pintsch ausgeführt wurde.

Als Ausgangspunkt für die Konstruktion diente eine Bogenlampe für Gleichstrom mit einer hori-

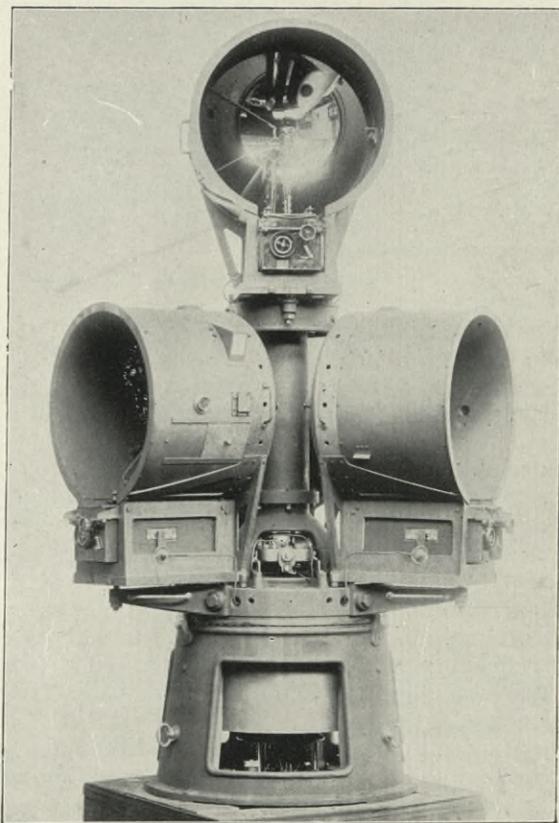


Abb. 5. Elektrisches Blitzfeuer Helgoland

zontalen und einer schräg nach oben gerichteten Kohle (D. R. P. 178 061). Die Konstruktion der Lampe und des optischen Apparates ist bereits in einem meiner früheren Aufsätze beschrieben.²⁾

²⁾ Journal für Gas- und Wasserversorgung 1909 Nr. 21–22 und 1912 Nr. 26 und 28.

¹⁾ E. T. Z. 1903 Heft 16.

Der Stromverbrauch der Lampe ist 20 bis 22 Ampere, die übliche Spannung dafür 80 bis 90 Volt.

Nach diesem neuen System wird die Anwendung von einfachen und Gruppenblinken mit nur

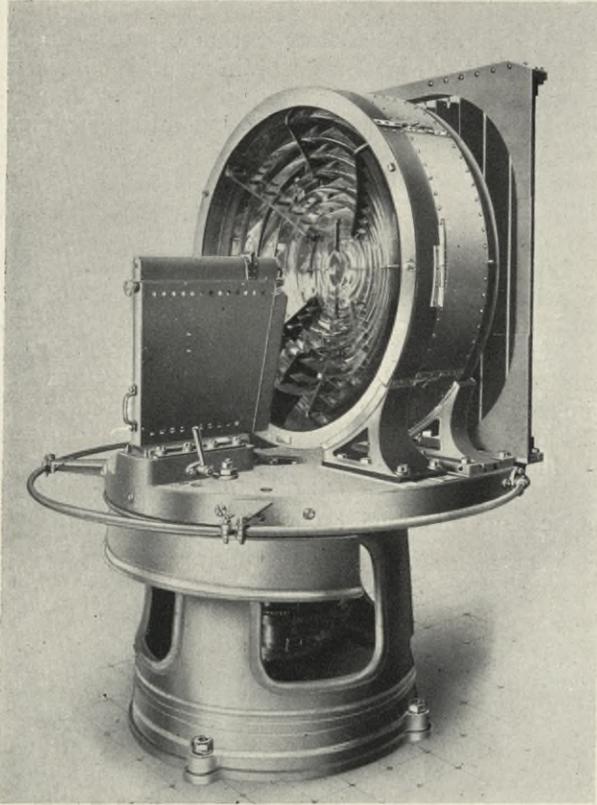


Abb. 6. Elektrisches Blitzfeuer Stilodüne

einer Linse und einer Bogenlampe ermöglicht. Die Verschiedenheit der Kennung wird durch einen von der Linse angeordneten automatisch gesteuerten Blendenapparat erreicht, der das Licht bei einer Umdrehung nach Wunsch durchtreten läßt oder abblendet. Es sind in Deutschland nach diesem Typ die Leuchtfeuer Stilodüne, Hörnum auf Sylt, Jershöft und Rixhöft, in Holland dasjenige von Scheveningen ausgeführt worden.

Das elektrische Glühlicht wird für Lichter von untergeordneter Bedeutung dort in großem Umfang gebraucht, wo eine Stromquelle für andere Zwecke bereits vorhanden ist. Eine besonders interessante Ausbildung und wohl das ausgedehnteste Verwendungsgebiet sind die Baken und Bojen in der sogenannten Kaiserfahrt zwischen Stettin und Swinemünde, wovon ein anschauliches Modell im Institut für Meereskunde in Berlin aufgestellt ist.

Leuchtfeuer-Apparate

Bei den Gürteln ist ebenso wie bei den Scheinwerferlinsen die Anordnung der Gläser je nach der Lichtquelle verschieden. Als Grundsatz gilt, soweit es nach Lage der Verhältnisse angängig, möglichst das gesamte ausgestrahlte Licht des Brenners durch die Optik nach der oder den Richtungen zu sammeln, wo es gebraucht wird. Es ist deshalb z. B. die in Abb. 4 dargestellte Leuchte umgekehrt

worden, um das Licht des hängenden Glühkörpers gut auszunützen, so daß hier der Gürtel nach unten mehr ausgebildet ist als nach oben. Bei stehendem Glühlicht ist die Anordnung entgegengesetzt. So zeigt z. B. Abb. 7 die beiden Scheinwerferlinsen voll nach oben ausgeführt, während unten wegen der Schattenbildung durch die Konstruktionsteile des Brenners selbst einige Ringe fortgelassen sind.

Die bisher von französischen Firmen ausgeführten Blitzfeuer mit rotierenden Linsen sind alle mit Quecksilberschwimmern ausgestattet, die dazu dienen, das Gewicht der drehenden Massen aufzunehmen und die Reibungswiderstände auf das geringste Maß zu bringen. Die angestellten Versuche haben aber ergeben, daß diese Quecksilberschwimmer ebensogut durch geeignet konstruierte Kugellager ersetzt werden können. Diese Untersuchungen haben zu Konstruktionen geführt, die von denen der französischen Firmen wesentlich abweichen. Das in Abb. 5 dargestellte Blitzfeuer mit

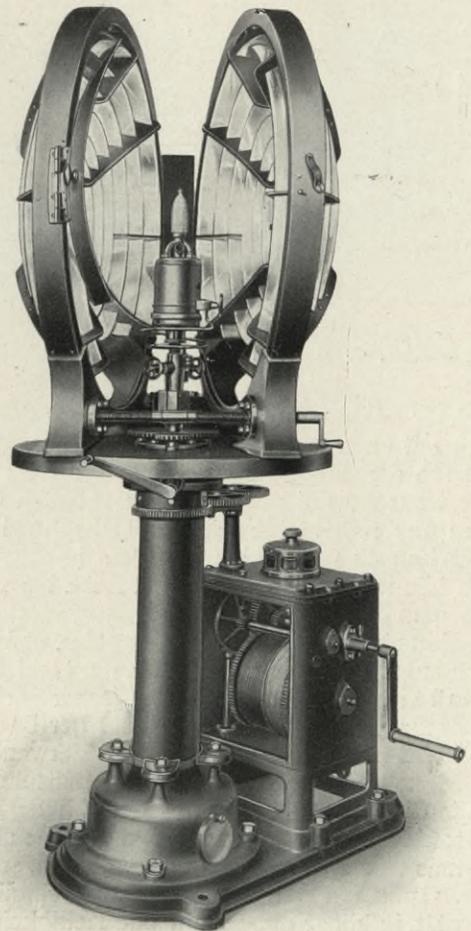


Abb. 7. Blitzfeuer mit zwei drehenden Linsen von 250 mm Brennweite

zwei Linsen von 250 mm Brennweite zeigt eine solche Ausführung. Es wird durch ein Uhrwerk getrieben, dessen Achsen ebenfalls durchweg in Kugellagern gelagert sind.

Die Kugellager großer Abmessungen haben außerdem dort Verwendung bei allen vorhandenen

energie zum Antrieb der Optik ab und trifft dann erst in den Brenner.

Derartige Motoren sind bereits auf mehreren Feuerschiffen angewendet und haben sich als durchaus zuverlässig erwiesen.

Einen anderen Typ stellt das im Jahre 1912 erbaute Feuerschiff „Elbe I“ (Bürgermeister Oswald) dar.³⁾ Auf diesem ist als Lichtquelle in bekannter Weise eine Flammenbogenlampe mit einer Optik, ähnlich denen für hängendes Glühlicht, verwendet worden, um bei der gewünschten Leuchtkraft von

etwa 50000 HK die vorgeschriebenen langdauernden Lichterscheinungen

zu ermöglichen. Die Unterbrechungen des Lichtes werden hier durch Blenden erzeugt, die von einem kleinen Elektromotor angetrieben um die Lichtquelle rotieren und so das Licht der Kennung entsprechend zeitweise verdunkeln.

Dieses Schiff wurde von der Werft Nüscke in Steffen erbaut und von den Siemens-Schuckertwerken mit der elektrischen Anlage sowie dem optischen Apparat versehen.

Die Sirenen-Anlage ist, wie auf den meisten deutschen Feuerschiffen, von Julius Pintsch A.-G. Der Ton der Sirenen wurde hier so eingerichtet, daß sowohl der hohe als auch der tiefe Ton geringe Schwankungen in der Tonhöhe während einer Tondauer erhielten, die sich bei den Beobachtungen der Tonwirkung von See aus als besonders kennzeichnend erwiesen haben.

Ein weiteres sehr interessantes Feuerschiff ist das für die Station Westerems (Abb. 16) bestimmte.

Dieses wurde nach Entwürfen des Seezeichen-Ausschusses des preußischen Ministeriums erbaut und,

³⁾ Das neue Feuerschiff für die erste Station der Elbe. „Schiffbau“ XIII. Jahrg. 1912, Nr. 18 und 19.

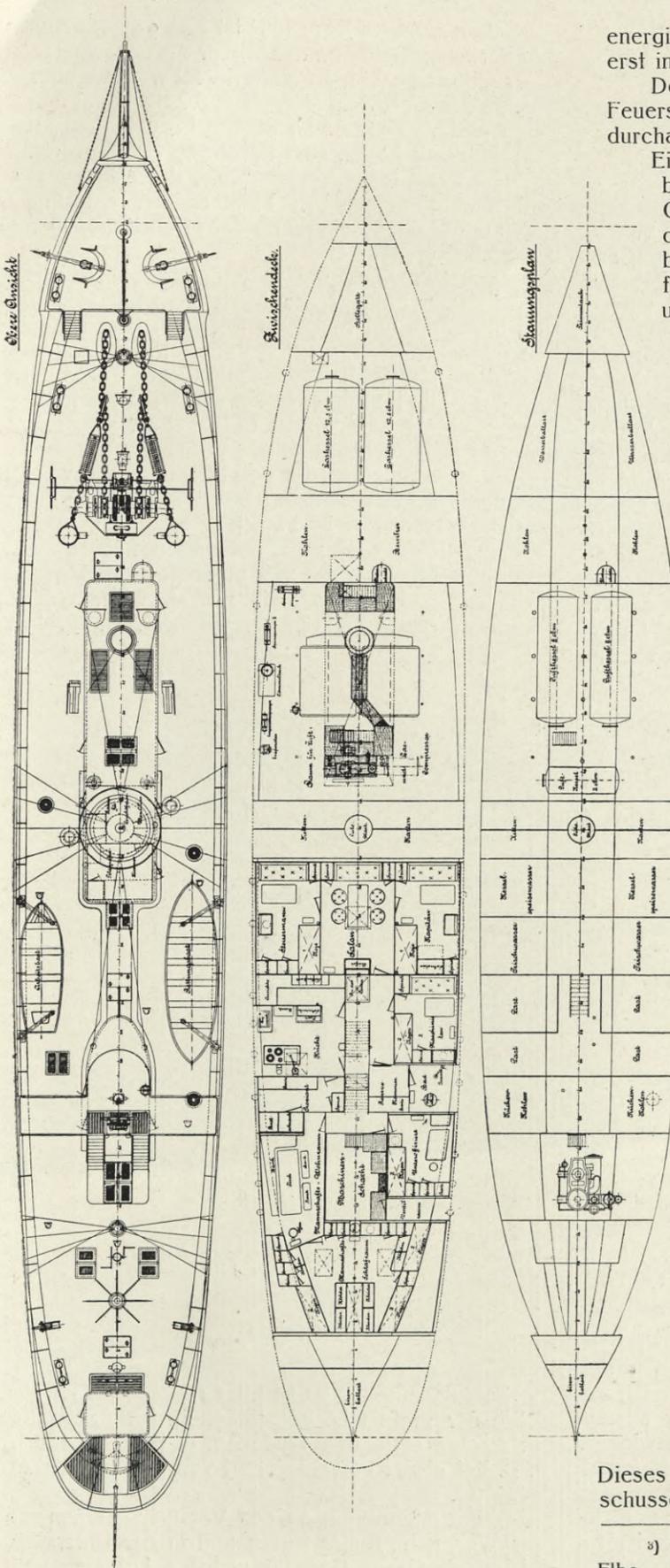


Abb. 11. Feuerschiff „Amrumbank“, Deckpläne

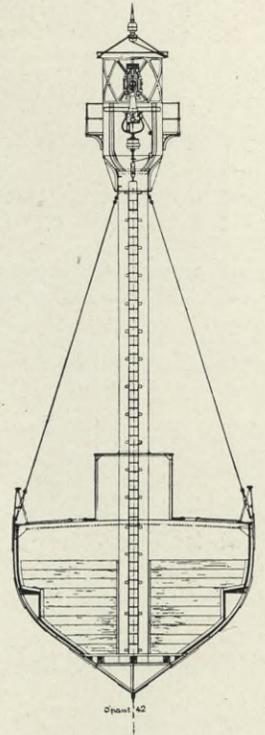


Abb. 12. Feuerschiff „Amrumbank“, Hauptspant

weil ohne Bemannung, mit automatischen Luft- sowie Unterwasserglocken versehen, die beide durch das gepreßte Oelgas angetrieben werden, das später in den Brennern des optischen Apparates verbrannt wird.

Der optische Apparat ist aus Abb. 17 ersichtlich und besteht aus drei übereinander angeordneten dioptrischen

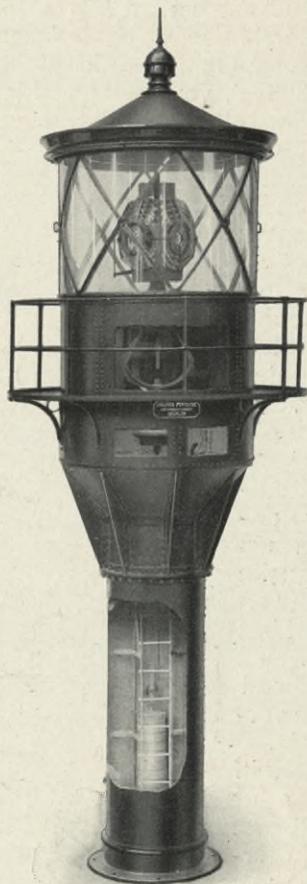


Abb. 13
Feuerschiff „Amrumbank“,
Modell von Laterne,
Mast und Optik

Gürtellinsen von 300 mm Durchmesser, in deren drei Brennpunkten je ein Glühkörper hängt. Durch einen Blicklicht-Apparat wird das Licht gleichmäßig in allen drei Linsen automatisch in bestimmten Zwischenräumen unterbrochen. Diese Optik bzw. Laterne ist nicht kardanisch aufgehängt, sondern sitzt fest auf einem hohen Mast. Da die Lichtstrahlen durch die Optik nicht genügend Vertikalsteuerung bei dem Schwanken des Schiffes ergeben hätten, sind die auf dem Bild noch vorhandenen mittleren Linsenteile später durch zylindrische Gläser ersetzt worden, damit das direkte Licht der Glühkörper frei über einen größeren Winkel nach oben und unten

austreten kann. Das Schiff wurde von J. L. Meyer, Papenburg a. Ems, erbaut und von der Jul. Pintsch A.-G. mit der Gasanlage, Laterne, Luft- sowie Unterwasserglocke ausgerüstet.

Leuchtmittel für Kleinbefuerung durch Leuchtbaken und Bojen

Auch in Deutschland hat sich das Bestreben, untergeordnete Leuchfeuer, bei denen außer der Lichtwartung kein Nebendienst erforderlich ist, als automatisch wirkende, unbewachte Feuer auszubilden, seit vielen Jahren als vorteilhaft erwiesen. Die bisher im Gebrauch gewesenen Petroleumdochtlampen oder auch Spiritusglühlichtlampen werden immer mehr durch Gasfeuer oder, wo elektrischer Strom vorhanden, durch elektrisches Glühlicht ersetzt.

Schon seit dem Jahre 1896 ist eine größere Anzahl der Leuchfeuer an der Weser als unbewachte Feuer mit Oelgasbetrieb eingerichtet worden, aber auch an der Elbe, dem Königsberger Seekanal und vielen andern Orten sind solche Leuchtbaken im Gebrauch und haben sich durchweg gut bewährt.

Eine wesentliche Verbesserung des früher verhältnismäßig schwachen Lichtes dieser Baken wurde durch die Umänderung der offenen Flammen in Glühlichtbrenner erzielt.

Auch Versuche, die bedeutende spezifische Helligkeit der Flamme des Azetylen zu benutzen, sind mehrfach unternommen worden. Diese wurden aber zunächst wegen der Schwierigkeiten, welche die Entwicklungsapparate dieses Gases bei strenger Kälte im Winter boten und wegen der Explosionsgefahr bald wieder aufgegeben.

Erst in letzter Zeit ist die Frage der Verwendung von Azetylen wieder neu aufgenommen worden, nachdem es gelungen ist, dieses Gas zum gefahrlosen Transport in Flaschen zu füllen. Das Gas wird zu diesem Zweck in Stahlflaschen, die mit einer porösen Masse und Azeton gefüllt sind, unter einen Druck bis 15 Atm. gebracht. Die prak-

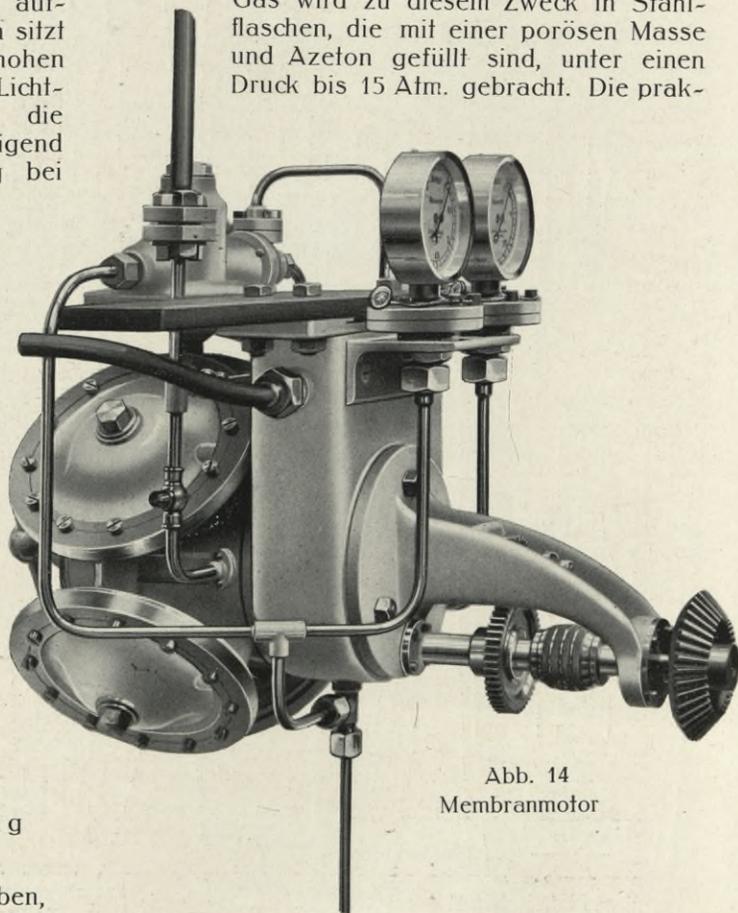


Abb. 14
Membranmotor

tische Ausbeute für jeden Liter Rauminhalt ist infolge der großen Lösungsfähigkeit des Azetylen im Azeton etwa das 120fache, d. h. etwa 120 l, z. B. bei einem Flascheninhalt von 30 l = 30 · 120 = 3600 l.

Abgesehen von einigen Versuchsanlagen an der Weser, im Kieler Hafen und in der Unterelbe ist jedoch dieses Gas, für welches Laternen und

Die Bojenform und Größe wird durch die Wasserverhältnisse an der Ausgestelle, der Gasinhalt aber durch die gewünschte Brenndauer bestimmt, die zwischen drei und zwölf Monaten verlangt wird.

Automatische Zünd- und Löschrichtungen für Leuchtfeuer

Seit langer Zeit ist es das Bestreben der Leuchtfeuertech- niker, Apparate zu finden, durch welche das Licht der Leucht- feuer am Tage auto- matisch gelöscht und am Abend wieder ange- zündet wird.

Der erste selbsttätig durch das Tageslicht wir- kende Apparat war der nach D. R. P. Dr. 136 094



Abb. 19. Füllen einer Leuchtboje mit Blaugas

von Pintsch im Jahre 1903 ausgeführt und zuerst auf der Lesumbake an der Weser in Gebrauch ge- nommene.

Diese Apparate benutzen die Eigenschaft des Selen, je nach der Belichtung seinen Wider- stand beim Durch- fluß eines elek- trischen Stromes zu ändern. Eine kleine Batterie von Trockenele- menten, ein emp- findliches Relais und automatisch den Strom unter- brechender Schalter betätigen das Gasventil so, daß am Morgen der Zufluß des Gases zum Hauptbren- ner abgesperrt wird, während am Abend das Ven- til den Gasstrom wieder durchren- ten läßt.

Einen anderen sehr interessan- ten Apparat da- für hat der schwe- dische Ingenieur Dalén konstru- iert. Dieser Appa- rat, der in Deutsch- land durch

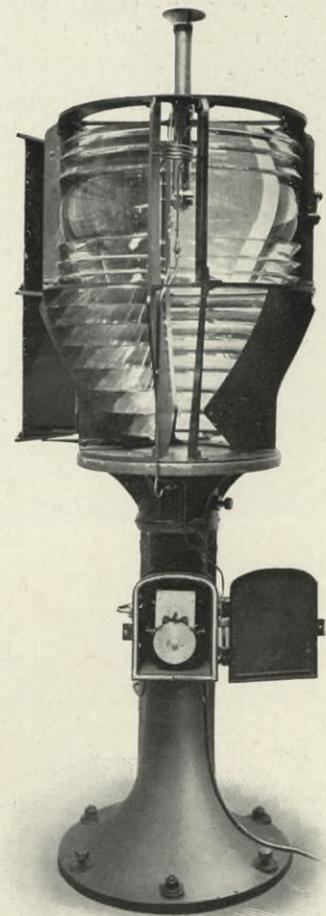


Abb. 21. Optischer Apparat mit hängendem Blaugas- Glühlicht und Uhrwerk zum selbsttätigen Zünden und Löschen

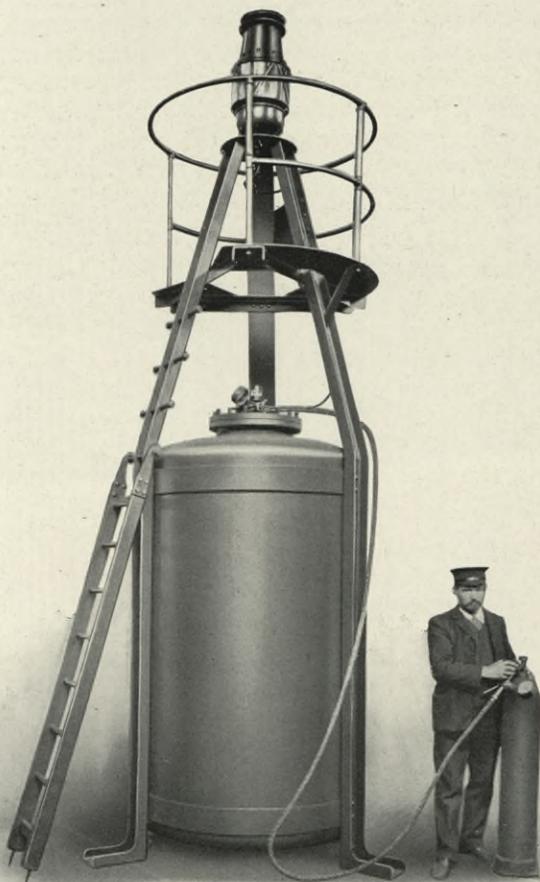


Abb. 20. Füllen einer Blaugasbake

die Berlin-Anhaltische Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft eingeführt wurde, wirkt durch die verschiedene Wärme-Ausdehnung zweier vom Tageslicht bestrahlter Körper, von denen der eine mattschwarz gehalten, der andere hochglanzpoliert ist. Durch geeignete Mechanismen befähigt diese Differenz der Ausdehnung ein Gasventil und bewirkt ebenfalls bei eintretender Dunkelheit dessen Öffnen, bei Tageslicht dessen Schließen.

Die Julius Pintsch A.-G. wendet neuerdings für den gleichen Zweck kleine Uhrwerke, Abb. 21 an, die entweder von Hand aufgezogen oder auch durch den Druck des Gases der dauernd brennenden Zündflamme stetig in Gang gehalten werden. Vorgezogen werden meist Uhrwerke mit Gangzeiten von 2 bis 6 Wochen, da man durch das Aufziehen der Uhren die Wärter zwingen will, die Baken während dieser Zeit einmal zu besuchen, um die optischen Apparate stets in gutem Zustande zu halten.

Die Uhren mit dauerndem Gang werden dagegen hauptsächlich für Bojen benutzt, da bei diesen das Aufziehen der Uhren von Hand nicht angängig ist. Diese Uhren werden auch mit selbsttätiger Verstellung der Zündzeiten ausgeführt, die der Zu- und Abnahme der Tageslänge in den verschiedenen Breitengraden der Erde entsprechen.

Zum Schluß sollen noch die Versuche erwähnt sein, welche durch das Preußische Ministerium der öffentlichen Arbeiten gemacht werden, elektrische Wellen für die Orientierung der Schiffe zu verwenden. Diese Versuche haben bisher zu sehr günstigen Resultaten geführt, so daß zu hoffen ist, daß auch auf diesem neuen Gebiet bald brauchbare Konstruktionen in die Praxis eingeführt werden.

Durch diese elektrischen Wellen und sinngemäß konstruierte Empfangs-Apparate auf den Schiffen ist ein weiterer Fortschritt in der Bekämpfung des Nebels erreicht worden, der ja leider häufig genug an unseren Küsten so dicht ist, daß ihn selbst die stärksten Leuchfeuer nicht mehr auf größerer Entfernung zu durchdringen vermögen.

Die erwähnten Beispiele werden gezeigt haben, daß Deutschlands Leuchfeuer den Forderungen der Seefahrer entsprechend stetig weiter verbessert werden. Durch die Genauigkeit der Ausführungen und die gut durchgebildeten Konstruktionen der Apparate ist das Ansehen der deutschen Leuchfeuer-technik auch im Ausland in den letzten Jahren erheblich gestiegen, so daß deutsche Firmen mit denjenigen der bisher auf diesem Gebiet führend gewesenen Länder jetzt überall in der Welt in ernstem Wettbewerb treten konnten.



Wissenschaftliche Forschung im deutschen Schiffbau und ihre Institute

Vom Marinebaumeister Pietzker

Mit 17 Abbildungen

I. Allgemeines

Die großartige Entwicklung, die die Technik auf allen Gebieten im Laufe der letzten Jahrhunderte gemacht hat, beruht nicht zum geringsten Teil auf ihrer wissenschaftlichen Vertiefung, darauf, daß an Stelle einer rein empirischen Tätigkeit, die nachbaute, was Vater und Großvater gebaut hatten, und nur ein langsames Fortschreiten im engen Anhalt an Erprobtes gestattete, immer mehr die Tätigkeit des wissenschaftlich gebildeten Ingenieurs trat, der durch die analytische Klärung der Naturgesetze und systematische Benutzung aller vorhandenen Möglichkeiten, Entwicklungen und Sprünge von früher unerhörter Kühnheit machen kann. Diese wissenschaftliche Vertiefung ist einer der Hauptvorteile, den die deutsche Technik im Vergleich mit ihren ausländischen Schwestern aufweist, ein Vorzug, dem wir es zum großen Teile zu verdanken haben, wenn es uns gelungen ist, die englische Technik auf so vielen Gebieten qualitativ eingeholt und überholt zu haben, obwohl ihre Entwicklung Jahrzehnte vor der unserigen begonnen hat.

Ganz besonders gilt dies vom Gebiet des Schiffbaues; gerade bei ihm war und ist der quantitative Vorsprung der englischen Industrie ungeheuer, gerade bei ihm haben sich die Anfänge der deutschen Industrie in direkter Nachahmung der englischen Industrie entwickelt, und gerade bei ihm dürfen wir Deutschen es daher für einen vollen Triumph der Art unserer Tätigkeit in Anspruch nehmen, wenn es heute von niemand mehr bestritten wird, daß unsere deutschen Schiffe den englischen in jeder Hinsicht mindestens ebenbürtig sind. Freilich darf man dabei nicht denken, daß diese Art allein deutsches Vorrecht wäre. In anderen Ländern, speziell auch gerade in England, sind und werden zum Teil ausgezeichnete wissen-

schaftliche Forscherarbeiten geleistet und bei dem großen zahlenmäßigen Ueberwiegen des Schiffbaues in England ist es ja nur natürlich, daß auch diese Seite der industriellen Tätigkeit sich dort zu hoher Stufe entwickelt hat. Und ebensowenig würde es richtig sein, anzunehmen, daß diese Seite unseres Schaffens allein den Aufschwung bewirkt hat. Es ist ja gar keine Frage, daß volkswirtschaftliche Rücksichten in erster Linie das Aufblühen einer Industrie ermöglichen und daß an diesem Aufblühen auch noch andere Eigentümlichkeiten unserer Rasse und unserer Arbeitsweise ihren redlichen Anteil haben. Aber trotzdem darf man es wohl aussprechen, daß einer der wesentlichsten Faktoren für den Aufschwung des deutschen Schiffbaues die wissenschaftliche Arbeitsweise der deutschen Technik ist.

Die wissenschaftliche Arbeitsweise der deutschen Technik! Es gibt eine große Strömung bei uns, die der Technik, die alte liebgewordene Dinge mit Blitzesschnelle wertlos macht, die auf wirtschaftlichem und sozialem Gebiet Revolutionen hervorgebracht hat, größer als viele politische, gar zu gern den Platz an der Sonne nicht gönnen möchte! Weil sie ihn ihr auf materiellem Gebiet nicht streitig machen kann, wo die Technik als unbeschränkte Machthaberin sitzt, ist sie gewillt, ihr wenigstens auf ideellem Gebiet keine Anerkennung zu zollen. Die technische Arbeit des Konstrukteurs und Betriebsleiters gilt noch heute nicht für ganz voll, gerade in Kreisen unseres Vaterlandes, die in diesen Fragen tonangebend sind, und es wird vielfach so hingestellt, als ob die reinen Wissenschaftler (nach einem vielfach beliebten Wort) die wegweisenden Offiziere, die ausführenden Ingenieure die Soldaten unserer technischen Armee wären. Und diesen Kreisen, die aus einer gewissen Gegnerschaft gegen die Technik solche Anschauungen

vertreten, schließen sich zahlreiche Stellen an, die aus der Unkenntnis technischen Schaffens heraus, die unerfreulicherweise in unserem Lande der technischen Entwicklung noch vorhanden ist, ehrlich überzeugt sind, daß sie in den Riesenleistungen der Technik es im Grunde mit Leistungen der reinen Wissenschaft zu tun hätten. Das ist freilich wahr, insofern keine einseitige Entwicklung irgend eines Zweiges der Volkstätigkeit, losgelöst von allem, was bisher war und sich fortwährend noch daneben vollzieht, denkbar ist; freilich beruht ein guter Teil aller Technik auf den Leistungen der Naturwissenschaft früherer Zeiten, und noch heute sind die Anregungen unzählig, die aus diesem Lager ins Lager der Technik hinüberdringen. Aber so wie mit der reinen Wissenschaft ist die Technik verknüpft mit vielen anderen Zweigen unseres Volkslebens, das sich eben nicht in klar nebeneinander laufende Bahnen zerteilen läßt, und ebenso wie die Anregungen und Grundlagen von der reinen Wissenschaft zur Technik hinüberlaufen, laufen sie in umgekehrter Richtung! Man kann heute wohl behaupten, daß die reine, dem Streben nach Erkenntnis dienende Wissenschaft der Technik mindestens ebensoviel zu verdanken hat wie diese ihr. Es ist kein größerer Irrtum möglich, als daß die wissenschaftlich-technische Tätigkeit ein einfaches Anwenden der von anderen gefundenen Naturgesetze auf die Probleme der Technik darstelle; in dem Umwandeln der Erkenntnis auf das Gestalten hin, in dem Auffinden, Durchdringen und Erforschen dessen, was nötig ist, damit aus dem Schaffensdrang ein Werk der Technik entsteht, das erfüllen soll, was man von ihm verlangt, liegt eine Tätigkeit, die als eigene Wissenschaft mindestens ebenbürtig neben der anderen steht! Nicht in der Kenntnis des Erforschten, sondern in der Fähigkeit, aus dem Erforschten die Grundlagen für das konstruktive Schaffen zu gewinnen, liegt immer die eigentliche Schwierigkeit; die verbindende Wissenschaft pflegt schwieriger zu sein als die reine Forscherfähigkeit auf der einen Seite und die Tätigkeit des reinen Empirikers auf der andern. Daß wir auf diesem Gebiete, das die Wesensart des modernen Ingenieurs ausmacht, etwas haben leisten können, hat die deutsche Technik vorwärts gebracht.

Diese wissenschaftliche Tätigkeit und wissenschaftliche Bildung des deutschen Schiffbau-Ingenieurs darzustellen ist nicht leicht. Die Hauptsache daran, eben der Umstand, daß heutzutage überall so gearbeitet wird, daß nirgends mehr ohne wissenschaftliche Durchdringung ein Bestehen im Konkurrenzkampfe möglich ist, entzieht sich einer wirklichen Schilderung. Den Beweis dafür liefern die Zeugnisse der Schiffbau-Industrie selbst, liefern die Fortschritte, die wir in wenigen Jahrzehnten gemacht haben und liefert der Geist, der heute in der deutschen Schiffbau-Industrie herrscht. Schildern läßt sich mehr oder weniger nur die äußere Form, in der sich die wissenschaftliche Forschung und Bildung vollzieht.

In erster Linie sind es natürlich die technischen Hochschulen, denen es zu verdanken ist. Wir Deutschen sind ja ein Volk der Gründlichkeit, in aller Welt bekannt dafür, das wir jede Frage von Grund auf angreifen und demgemäß auch dem Unterricht die Stelle anweisen, die ihm gebührt. Nur die Erteilung des Unterrichts in der freien akademischen Form, die bei den anderen höheren Berufen von altersher Gewohnheit war, hat es ermöglicht, daß in der Technik der wissenschaftliche Geist die Herrschaft erhielt. Leicht ist es der technischen Hochschule nicht gemacht worden, sich gegen die ältere Schwester, die Universität, durchzusetzen, manchen Kampfes hat es bedurft, die volle Gleichberechtigung zu erringen, und in manchen Kleinigkeiten bleibt der Kampf sogar heute noch auszufechten; aber im ganzen ist er beendet und in Ansehen und Form des Betriebes stehen sie heute gleichwertig neben den Universitäten. Ganz besonders schwer gemacht wurde und wird in mancher Beziehung aber noch heute die Anerkennung der Hochschulen als Hauptbildungsstätten für den Ingenieur dadurch, daß ihre Zöglinge nicht wie in anderen Berufen durch Monopole und Vorrechte geschützt, sondern im freien Konkurrenzkampf mit den Schülern reiner Fachschulen in die Industrie hinausgehen müssen und dort naturgemäß ihren Weg beginnen in Stellungen relativ niedriger Anforderungen, in denen die Routine der Fachschulbildung dem Hochschüler ernstlich Konkurrenz zu machen vermag. Hin und wieder wird denn auch aus der Industrie heraus gesagt, daß der Wert der technischen Hochschule ein begrenzter wäre und daß es für die Entwicklung der Industrie vorteilhafter sein würde, die Fachschulen auf Kosten der Hochschulen weiter zu entwickeln. Nichts kann falscher sein. Wohl ist zuzugeben, daß nicht für jede kleine Arbeit, nicht für jedes Weiterbauen erprobter Konstruktionen, was naturgemäß unter Umständen auch für längere Zeit die Hauptaufgabe eines industriellen Werkes sein kann, Hochschulbildung erforderlich ist, und daß für beschränkte Zwecke dieser Art Fachschulbildung auch genügt. Dieser Umstand tritt eben auf allen Gebieten wissenschaftlicher Tätigkeit in Erscheinung, sowie z. B. die Erkältung eines kleinen Kindes oft besser von der erfahrenen Wartefrau als von einem berühmten Arzt geheilt wird. Aber die Fortschritte in der Gesamtentwicklung können nur erzielt werden durch den wissenschaftlichen Geist und durch intensives Weiterpflegen der regen Beziehung zwischen Industrie und Hochschulunterricht, wie sie im großen und ganzen bei uns zu finden sind und wie sie begründet sind darin, daß die Hochschulen im allgemeinen ihre doppelte Pflicht redlich erfüllt haben, Ingenieure für den Eintritt in die Praxis genügend vorzubilden und ihnen den Geist wissenschaftlicher Arbeit einzuimpfen, der allein zum Fortschritt führen kann.

Naturgemäß sind es nicht allein die beiden Schiffbau-Abteilungen an den Technischen Hochschulen in Charlottenburg und Danzig, die in diesem Zusammenhange zu erwähnen sind. Der

Schiffbau ist eines der umfassendsten Gewerbe; das Gebiet des Maschinenbaues, der Elektrotechnik, der Waffentechnik, der Eisenhüttentechnik gehören in hohem Maße in ihn hinein, und es gibt keinen der vielen Zweige der Technik, der nicht in irgendeiner Form und an irgendeinem Ende mit ihm verknüpft wäre. Alle unsere technischen Hochschulen hängen daher mit ihm zusammen. Jedoch muß sich eine Darstellung der Hochschulfähigkeit auf schiffbautechnischem Gebiet naturgemäß auf die beiden Schiffbau-Abteilungen beschränken, wenn sie sich nicht ins Uferlose verlieren will.

Neben dem Unterricht der Technischen Hochschulen ist als Vermittlerin wissenschaftlicher Kenntnisse an die Allgemeinheit der Schiffbauer vor allem die Schiffbautechnische Gesellschaft zu nennen, deren Jahresversammlung seit ihrem Bestehen eine Sammelstelle gewesen ist, bei der die Mehrzahl der Forscher das Ergebnis ihrer Versuche und ihrer Forschungen dem Forum der Fachgenossen unterbreiteten. Es ist nicht der alleinige Zweck der Schiffbautechnischen Gesellschaft, die daneben auch rein industrielle Mitteilungen, rein konstruktive Fragen behandelt; in diesem Zusammenhange verdient aber hervorgehoben zu werden, daß sie auf vielen Gebieten die Zentrale für die Vermittlung wissenschaftlicher Forscherarbeiten geworden ist.

Diese wissenschaftliche Forscherarbeit selbst umfassend darzustellen, ist naturgemäß mit denselben Schwierigkeiten verknüpft, wie die Darstellung der Rolle der Hochschulen.

Auch hier ist es unmöglich, allen den vielen Beziehungen gerecht zu werden, die den Schiffbau mit anderen Industrien verknüpfen. Große Fortschritte im Schiffbau sind ermöglicht durch Fortschritte auf dem Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues, die dann auf den Schiffbau angewendet und übertragen wurden. Turbinen, Explosionsmotoren, Weiterentwicklung im Kolbenmaschinenbau und in der Elektrotechnik haben auch im Schiffbau fördernd gewirkt. Wenn man das berücksichtigen wollte, müßte man zeigen, wie der wissenschaftliche Geist in diesen Zweigen befruchtend gewirkt hat, müßte die Forscherarbeit auf dem Gebiete der gesamten Technik einbezogen werden, ganz zu schweigen von den theoretischen Hilfswissenschaften. Auch hier bleibt nichts übrig als eine Beschränkung auf die rein schiffbaulichen Gebiete, eine Darstellung, die zeigt, welche Forscherarbeit in den letzten Jahrzehnten im reinen Schiffbau in Deutschland geleistet worden ist.

Hauptsächlich zwei Forschungsgebiete sind es, die so dem Schiffbauer verbleiben:

Erstens das Studium des Wassers mit allen seinen Eigenschaften, vor allem dem Widerstand, den es der Bewegung eines Körpers entgegensezt und das der Wirkung der Treibmittel im Wasser, mit andern Worten die Hydrodynamik sowie die mit ihr verbundenen Gebiete, Bewegungserscheinungen des Schiffes im Wasser; dann zweitens das Studium der speziellen Bauweise des Schiffskörpers, die Festigkeitsverhältnisse der Schiffbau-

konstruktionen. Ein drittes schiffbauliches Sondergebiet, die Stabilitätslehre, fällt, soweit sie noch Forschungsgebiet ist, unter den Begriff der Bewegungserscheinungen des Schiffes im Wasser; im allgemeinen ist sie durch rein mathematische Behandlung schon im Beginn der Zeit des neueren Schiffbaues festgelegt und kommt daher als Feld der Forschung kaum noch in Frage.

Die Forschungen auf den beiden Gebieten vollziehen sich, wie bei ihrer Besprechung im einzelnen näher ausgeführt werden wird, größtenteils mit Hilfe des Versuchs und bedürfen daher in hohem Maße der Versuchsanstalten, der Laboratorien.

Wenn daher eine kurze Darstellung der wissenschaftlichen Tätigkeit und Forschung auf dem Gebiete des deutschen Schiffbaues gegeben werden soll, so wird sie die Hochschulen und ihre Lehrtätigkeit, die Schiffbautechnische Gesellschaft und ihre Rolle als Sammelstelle für wissenschaftliche Zwecke, eine Uebersicht über die Einzelforschungen auf den erwähnten Gebieten und schließlich die der Forschung dienenden Laboratorien zu umfassen haben.

II. Die Schiffbau-Abteilungen der Technischen Hochschulen

a) Allgemeines

Die Technischen Hochschulen sollen dem Ingenieur die höchste erreichbare Fachbildung geben, ihr Unterricht setzt daher, wie der aller höheren Berufe, die Absolvierung einer höheren Lehranstalt voraus. Allerdings war dieses Prinzip, nur Abiturienten zuzulassen, nicht von vornherein voll durchgeführt. Es war im Beginn der Hochschulentwicklung auch möglich, nur mit dem Zeugnis der Reife für Prima als Student aufgenommen zu werden, was erst durch die neue Ordnung der Diplom-Prüfungen im Jahre 1902 völlig beseitigt wurde, aber niemals eine irgendwie in Betracht kommende Rolle gespielt hat; der Prozentsatz der Studierenden ohne Reifezeugnis blieb durchschnittlich unter 10%. Daneben besteht auch noch für Herren, die sich außerhalb des gewöhnlichen Studienganges Kenntnisse zu verschaffen wünschen, die Möglichkeit, als Hörer am Unterricht teilzunehmen. Aber auch hiervon wird naturgemäß nur ein geringer Gebrauch gemacht, da ein wirkliches Verständnis des Unterrichts nur dann zu erzielen ist, wenn die nötige Unterlage durch den Schulunterricht gegeben ist. Einen Anhalt für das Zahlenverhältnis zwischen Studierenden und Hörern der beiden Hochschulabteilungen geben die Diagramme, die weiter unten angeführt sind.

Die äußeren Aufgaben des Hochschulunterrichts sind zwei verschiedene: der Industrie, die Ingenieure zu liefern, die sie braucht, und dem Staatsdienst, in diesem Falle dem Dienst der Kaiserlichen Marine, den erforderlichen Nachwuchs an höheren Baubeamteten zu erziehen. Diese Zweifelt der Aufgaben hat für einige Zeit auch zu einer Zweiteilung der Prüfungen geführt, die das

Studium abschließen. Bis zum Jahre 1889 waren die Abschlußprüfungen für alle Studierenden dieselben. Es war eine reine Hochschulprüfung, die in eine Vorprüfung nach vier Semestern des Studiums (seit der Ausdehnung des Studiums auf vier Jahre im Jahre 1882) und einer Hauptprüfung am Ende der Studienzeit bestand. Im Jahre 1889 trennte die Marine ihre Prüfungen von dieser ab und führte eine besondere Vorprüfung und als Abschluß die Bauführer-Prüfung ein, die im Ministerium der öffentlichen Arbeiten abgehalten wurden; die Vorprüfung war der Diplom-Prüfung sehr ähnlich, die Hauptprüfung unterschied sich vor allem dadurch, daß nicht eine längere häusliche konstruktive Arbeit geliefert, sondern eine dreitägige Klausur abgehalten wurde. Dies hatte darin seine Berechtigung, daß das zweite Hauptexamen, das jeder höhere Staatsbeamte ablegen muß, das Baumeister-Examen, eine erheblich länger ausgedehnte häusliche Arbeit enthielt. Die Diplom-Prüfungen blieben daneben bestehen für die Studierenden des Handelsschiffbaues, obgleich ein großer Teil von diesen es ebenfalls vorzog, die Bauführer-Prüfung zu machen, um sich die Möglichkeit des Eintritts in die Marine offen zu halten. Die Marine forderte auch schon immer als Vorbedingung eine einjährige praktische Arbeitszeit, von der ein halbes Jahr dem Studium vorauszu-gehen hatte, während das andere halbe Jahr in den großen Ferien der Studienjahre erledigt werden konnte und in der Regel auch erledigt wurde; die Kaiserlichen Werften gaben die Gelegenheit dazu. Für den Handelsschiffbau wurde ebenfalls eine praktische Tätigkeit für wünschenswert erachtet, wurde aber nicht gefordert und war zum Teil auch schwierig durchzuführen, da die Privatwerften sich im allgemeinen sehr wenig entgegenkommend verhielten.

Im Jahre 1902 wurden die Verhältnisse dann vollkommen neu geregelt. Im Zusammenhang mit dem Vorgehen auf anderen Gebieten wurden für alle Studierenden, gleichgültig, ob sie in den Staatsdienst gehen wollten oder nicht, eine gemeinsame Diplom-Prüfungsordnung vorgeschrieben; es wird nunmehr gleichmäßig nach vier Semestern eine mündliche Vorprüfung, nach acht Semestern die Hauptprüfung abgelegt, die die Anfertigung einer dreimonatlichen häuslichen Arbeit und eine mündliche Prüfung umschließt. Den Prüfungen wohnt ein Staatskommissar bei. Für die Zulassung zu den Prüfungen ist die Einreichung einer vorgeschriebenen Zahl von Studienzeichnungen, die den erfolgreichen Besuch der Übungen erkennen lassen und eine einjährige praktische Tätigkeit Vorbedingung. Durch die Abschlußprüfung wird der Titel Diplom-Ingenieur erworben. Diejenigen Diplom-Ingenieure, die auf ihren Antrag in den Dienst der Kaiserlichen Marine übernommen werden, erhalten den Titel Marinebau-führer und werden später nach Ablegung der zweiten Hauptprüfung Marine-Baumeister. Die Marine hat damit auf die Form der Klausurprüfung bei den Diplom-Prüfungen verzichtet, hat

sie aber für das Baumeister-Examen später wieder eingeführt.

Der Titel Diplom-Ingenieur hat durch diese Neuordnung als sichtbarer Abschluß des Hochschulstudiums eine hohe Bedeutung gewonnen und die Tüchtigkeit seiner Träger hat ihm in der Industrie das Ansehen verschafft, das ihm gebührt. Vereinzelt Angriffe gegen das Hochschulstudium, auf die oben schon Bezug genommen wurde, bilden nur die nötige Ausnahme von der Regel. Im ganzen genommen unterliegt es heute keinem Zweifel mehr, daß der Wert des Titels Diplom-Ingenieur sich heute durchgesetzt hat, ein gewisser Ersatz für die Vogelfreiheit des Wortes Ingenieur; diese ist nach wie vor bedauerlich, mit Rücksicht auf unsere hohe Bewertung von Rang, Stand und Titel, die dem Wesen unserer Industrie fremd ist, aber beachtet werden muß, um ihr auch formell gegenüber allen eingewurzeltten Klassenbegriffen Geltung zu verschaffen. Von wesentlichem Einfluß in dieser Beziehung war auch die Verleihung des Promotionsrechtes an die Hochschulen im Jahre 1899.

Die Abteilungen umfassen Schiffbau und Schiffsmaschinenbau, die eng miteinander verbunden sind und zusammengehören. Gelegentlich ist der Gedanke aufgetaucht, den Schiffsmaschinenbau hier loszulösen und der Abteilung für Maschinenbau anzugliedern. Erfreulicherweise ist es aber unterblieben, da die Trennung eine schwere Schädigung für den Unterricht an den Hochschulen und damit für die wissenschaftliche Ausbildung im Gesamtschiffbau zur Folge gehabt haben würde.

Der Studiengang zeigt mit geringen Abweichungen an den Hochschulen Berlin und Danzig dasselbe Bild. Der erste und zweite Jahreskursus, bis zur Vorprüfung, umfassen in erster Linie die vorbereitenden Wissenschaften und die erste Einführung in die praktische Technik. Es finden statt: Vorlesungen und Übungen in höherer Mathematik, darstellender Geometrie, Mechanik im allgemeinen und in ihren speziellen Zweigen (Statik, Festigkeitslehre, Hydraulik, Dynamik starrer Körper, Wärmemechanik) und in der Physik, sowie Vorträge über Chemie; Vorträge über Nationalökonomie, Staats- und Verwaltungskunde; Vorträge und Übungen im Entwerfen von Schiffslinien, in Schiffselementen und Maschinenelementen; Vorträge über Eisenhüttenkunde, Materialkunde, Hebe- und Maschinen und die Anfänge der Theorie des Schiffes.

Die beiden letzten Jahreskurse zwischen Vorprüfung und Hauptprüfung sind dann dem speziellen Fachstudium gewidmet. Der Unterricht erstreckt sich in Vorträgen und Übungen auf Entwerfen und Theorie von Schiffen, Bau der Handelsschiffe, Statik der Schiffbaukonstruktionen, Konstruktion und Einrichtung der Kriegsschiffe, Propeller, Schiffskessel, Kolbenmaschinen, Turbinen, Gasmaschinen, Hilfsmaschinen und Spezialmaschinen, Elektrotechnik im Schiffsbetrieb, Lüftung von Schiffen, sowie auf Werfteinrichtungen,

Werft- und Werkstattbetrieb und Fabrikorganisation.

Ein besonderes Kennzeichen der Schiffbau-Abteilungen hat von alters her das gute kameradschaftliche Verhältnis zwischen Professoren und Studenten gebildet. Es ist begründet auf einer losen Organisation, die alle Schiffbauer während ihres Studiums und gewissermaßen auch darüber hinaus noch umfaßt und die von einem der Hauptzeichenmittel den Namen „Latte“ führt; obwohl in scherzhaftige Formen gekleidet und vollkommen lose organisiert, weit entfernt von der Art einer Korporation, hat dieser Verband um alle akademischen Angehörigen des deutschen Schiffbaues ein Band geschlungen, das sich noch weit ins spätere Leben hinein erstreckt.

in den Lehrkörper eintrat und speziell den Kriegsschiffbau übernahm. Dill erhielt als etatsmäßiger Professor 1884 neben seinem bisherigen auch den Unterricht des ausgeschiedenen Geheimrats Brix. 1887 trat der Marine-Oberingenieur, spätere Bau- rat Zarnack in das Lehrer-Kollegium ein. Dem Professor Dill folgte nach kurzer Uebergangszeit – 1 Jahr lang war der Schiffbau-Ingenieur Schmidt tätig – der Professor, spätere Geheime Regierungsrat Flamm, der den Unterricht im theoretischen Schiffbau übernahm, aber erst im Jahre 1897 die etatsmäßige Professur erhielt; im praktischen Schiffbau folgte dem Baurat Zarnack im Jahre 1901 der Professor Pagel unter gleichzeitiger Umwandlung der Stelle in eine etatsmäßige Professur, diesem im Jahre 1904 der Professor Laas.

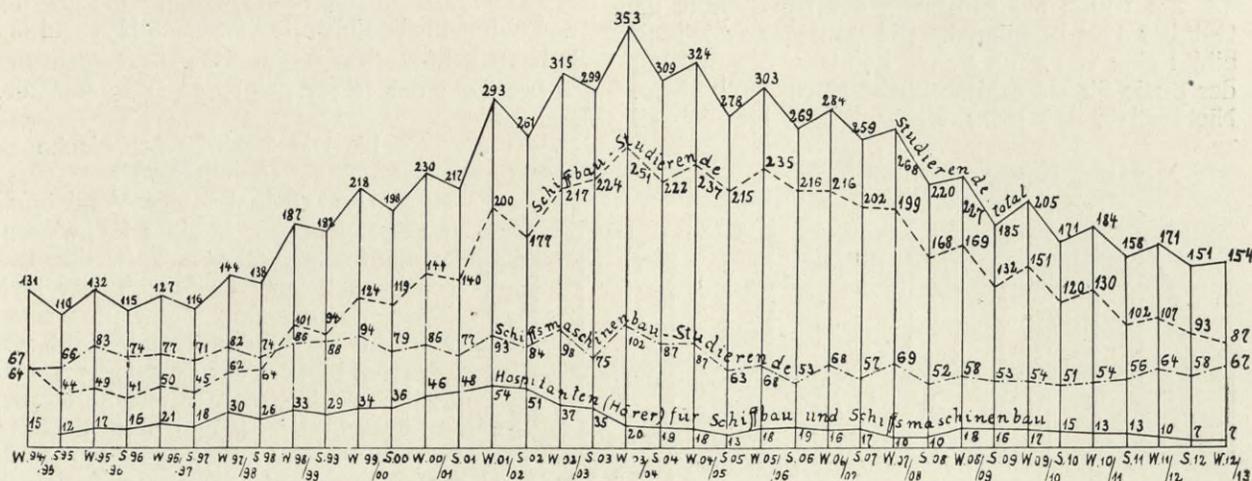


Abb. 1

b) Die Schiffbau-Abteilung der Technischen Hochschule in Charlottenburg

Die Abteilung hat sich entwickelt aus dem Schiffbau-Unterricht an dem Königlichen Gewerbe-Institut in Berlin, das im Jahre 1884 mit der Bauakademie zur Technischen Hochschule vereinigt wurde. Der Unterricht im Schiffbau wurde im Jahre 1861 zuerst von dem Wirklichen Geheimen Admiraltäts-Rat Elbertzhagen und dem Marine-Ingenieur Koch begonnen, der Unterricht im Maschinenbau im Jahre 1874 durch den Maschinen-Ingenieur Schwarz-Flemming. 1879 wurde der bis dahin verstreute Unterricht in einer Sektion der Maschinenbau-Abteilung zusammengefaßt, im Jahre 1894 wurde die Abteilung für Schiffbau und Schiffsmaschinenbau selbständig begründet.

Als Lehrer waren in den ersten Jahrzehnten hauptsächlich Baubeamte der Admiralität im Nebenamt oder nach dem Ausscheiden aus dem Marinedienst im Hauptamt tätig. Im Schiffbau folgte dem Geheimrat Elbertzhagen 1873 der spätere Geheimrat Brix, dem Geheimrat Koch der Schiffbau-Ingenieur Dill, während außerdem im Jahre 1879 der spätere Chefkonstrukteur der Marine, Wirkliche Geheime Admiraltätsrat Dietrich,

Der Unterricht im Kriegsschiffbau ist bis jetzt von Dozenten wahrgenommen, eine Neuordnung ist beabsichtigt. Er lag bis zum Jahre 1897 allein beim Geheimrat Dietrich, in diesem Jahre wurde er geteilt und ein Teil dem Bauinspektor Hüllmann übertragen, den schon im Jahre darauf der Marine-Oberbaurat, spätere Geheime Marinebaurat Kreschmer ersetzte. Dem Geheimrat Dietrich folgte im Jahre 1898 der Geheime Marinebaurat Brinkmann, der im Jahre 1902 durch den Geheimen Marinebaurat, späteren Wirklichen Geheimen Oberbaurat Rudloff abgelöst wurde.

Im Maschinenbau traf 1880 der Maschinenbau-Ingenieur, spätere Wirkliche Geheime Admiraltätsrat Görris als Dozent ein und übernahm 1882 nach dem Ausscheiden von Schwarz-Flemming den gesamten maschinenbaulichen Unterricht. Er trat im Jahre 1901 zurück, die Dozentenstelle wurde in eine etatsmäßige Professur umgewandelt und dem Professor Dieckhoff übertragen, der im Jahre 1906 durch den Professor Krainer ersetzt wurde. Daneben wurde im Jahre 1901 eine weitere etatsmäßige Professur für Maschinenelemente und Maschinenlehre geschaffen und durch den Professor Romberg besetzt, im Jahre 1910 eine dritte für Kesselbau durch den Professor Gümbel. Außer-

dem lehrt seit 1910 als Dozent für Elektrotechnik der Direktor Krell.

Als Privatdozenten hatten sich im Laufe der Jahre Dr. Rieß für Schiffsklassifikation und Freibord, Dr. Arldt für Elektrotechnik, Diplom-Ingenieur Achenbach für Pumpen habilitiert, haben aber ihre Tätigkeit wieder niedergelegt. Zurzeit dozieren die Privatdozenten Diplom-Ingenieur Dietzius für Luftschiffbau, Marine-Baumeister Pietzker für lokale Festigkeit des Schiffskörpers.

Ueber die Anzahl der Studierenden seit Bestehen der selbständigen Abteilung gibt das Diagramm in Abb. 1 Aufschluß.

c) Die Schiffbau-Abteilung an der Technischen Hochschule in Danzig

Sie wurde mit Eröffnung der Hochschule im Oktober 1904 begründet. Die Danziger Abteilung bildet eine von allen Seiten begrüßte Erweiterung der Basis für die schiffbauliche Hochschulbildung. Nicht allein daß jeder Wechsel, jede Möglichkeit

etalmäßige Professur für Schiffsmaschinenbau, insbesondere für Turbinenbau im Jahre 1910 durch den Professor Föttinger besetzt. Größer war der Wechsel unter den Dozenten des Kriegsschiffbaues, bedingt durch die zahlreichen Versetzungen, die die Beamten oft schon nach kurzer Tätigkeit in Danzig an andere Orte führten; an Stelle des Geheimrats Hossfeld trat im Jahre 1907 der Marine-Oberbaurat Hölzermann, der im Jahre 1909 durch den Marineoberbaurat Schmidt ersetzt wurde. An die Stelle des Oberbaurats Krieger trat im Jahre 1909 der Geheime Marinebaurat Eichhorn, dem im April 1913 der Marineoberbaurat Arendt folgen wird. Als Privat-Dozent war im Winterhalbjahr 1911-12 der Marine-Baumeister Pietzker für lokale Festigkeit des Kriegsschiffkörpers tätig, im Jahre 1912 haben sich der Dr. Waldmann für Entwerfen von Schiffen und der Dr. Horn habilitiert.

Die Zahl der Hörer zeigt das Diagramm der Abb. 2.

III. Die Schiffbautechnische Gesellschaft

Der Gedanke der Vereinigung der Schiffbauer in einer fachwissenschaftlichen Gesellschaft, die Gelegenheit zum Austausch der Meinungen und zum Vorbringen neuer Ideen geben sollte, ist nicht zum ersten Male in der deutschen Schiffbautechnischen Gesellschaft verkörpert. Er stammt aus England, wo schon im Jahre 1857 die Institution of engineers in Scotland in Glasgow, dann im Jahre 1860 in London die Institution of

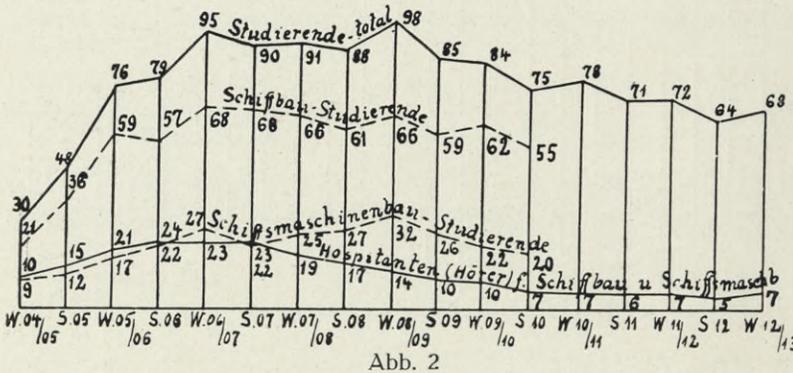


Abb. 2

an zwei Orten seinen Studien obzuliegen für den Studenten eine große Sicherheit gegen das Einseitigwerden bietet, vor allem ist auch hervorzuheben, daß durch die neue Hochschule dem Studenten die Möglichkeit gegeben wird, in einer Stadt zu studieren, die an der See liegt und Kriegs- wie Handelsschiffbau in großem Maße betreibt. Die Fühlung mit der eigentlichen Schiffbau-Praxis wird dadurch zweifellos erleichtert. Charlottenburg hat dagegen den Vorteil, im Zentrum des allgemeinen technischen, wirtschaftlichen und politischen Lebens zu liegen, so daß ein Wechsel zwischen diesen beiden Städten sicher in hohem Maße der allgemeinen Ausbildung zum Vorteil gereicht.

Die Danziger Abteilung begann ihre Tätigkeit mit drei etalmäßigen Professoren, Mentz für Schiffsmaschinenbau, Schütte für theoretischen Schiffbau, Schnapauff für praktischen Schiffbau, während der Kriegsschiffbau von zwei höheren Baubeamten der Kaiserlichen Werft Danzig als Dozenten gelehrt wurde, dem Geheimen Marinebaurat Hossfeld und dem Marine-Oberbaurat Krieger. Bei den etalmäßigen Professuren trat an Stelle des Professors Schnapauff im Jahre 1909 der Professor Lienau, außerdem wurde eine vierte

Naval Architects gegründet wurde. Die letztere ist der Sammelpunkt der Schiffbautechniker aller Länder viele Jahre hindurch geblieben; die hervorragendsten Schiffbauer aller Nationen haben ihr angehört und gehören ihr noch an. Ihre jährlichen Hauptversammlungen finden in London, Sommerversammlungen in anderen Orten, auch gelegentlich im Auslande statt, die auf den Versammlungen gehaltenen Vorträge werden in den Transactions veröffentlicht, die eine Fundgrube reichen Wissens für die Entwicklung des Schiffbaues darstellen. Im wesentlichen nach ihrem Vorbild sind die Association technique maritime in Paris 1888 und die Society of Naval Architects and Marine Engineers in New York 1893, sowie auch unsere Schiffbautechnische Gesellschaft gegründet.

Es könnte merkwürdig erscheinen, daß die Bildung solcher Gesellschaften gerade auf dem Gebiete des Schiffbaues in allen Ländern erfolgt ist. Der Grund dafür liegt teils in Umständen, die alles heutige technische Schaffen berühren, teils in den besonderen Bedingungen des Schiffbaues. Alle Zweige der Technik leiden ja, wenn man so sagen darf, darunter, daß der Fortschritt heutzutage in einem gar zu schnellen Tempo erfolgt. Nicht nur, daß den Fabriken oft schwere Zeiten bereitet wer-

den, indem gar zu schnell eben erst angelegte Kapitalien durch einen an anderer Stelle erfolgten Weiterbau stark im Wert verlieren, sondern auch für die fachliche Ausbildung des einzelnen Ingenieurs — die wir hier im Auge haben — bedeutet es eine ungeheure Belastung, daß er oft noch in vorgerückten Jahren, wo die Anhänger anderer Berufe sich damit begnügen, stets wieder anzuwenden, was sie in der Jugend gelernt und durch lange Praxis befestigt haben, immer noch lernen und umlernen muß, um auf der Höhe der Fortschritte seiner Zeit zu bleiben, wenn ihn nicht die mitleidlose Walze der Konkurrenz zerdrücken soll; und bei dieser Situation ist es naturgemäß nicht nur eine Annehmlichkeit, sondern eine Sache von großer Bedeutung, wenn eine fachwissenschaftliche Vereinigung hohen Ansehens besteht, bei der ein großer Teil der wichtigsten Neuerungen alljährlich auf Versammlungen vorgetragen, diskutiert und nachher veröffentlicht wird, ganz abgesehen von dem Nutzen, den dieses Zusammen treffen aller bedeutendsten Fachgenossen und die damit verbundene Aussprache schafft. Ganz besonders macht sich dieser Vorteil dadurch beim Schiffbau geltend, daß dieser mehr noch als andere Zweige der Technik durch die Gesamtgestaltung aller übrigen Zweige der Technik und von der Art des Betriebes seiner Erzeugnisse beeinflusst wird; eine Stelle, die neben der Aussprache aller Schiffbauer untereinander auch Gelegenheit gibt, daß sich Schiffbauer und Schiffsmaschinenbauer mit den Vertretern anderer Industrien, mit Reedern und Seeleuten aussprechen, ist von großer Wichtigkeit. Erleichtert wird diese Form des Zusammenschlusses durch einen gewissen kameradschaftlichen Geist, der unter allen Anhängern des Schiffbaues herrscht, der schon einmal in diesen Zeilen erwähnt wurde und auch hierbei einen stark unterstützenden Einfluß ausübt.

Den direkten ersten Anstoß zur Bildung der Schiffbautechnischen Gesellschaft gab es, daß die Institution of Naval Architects im Jahre 1896 ihre Sommerversammlung in Deutschland abhielt. Das Bild des Zusammenschlusses der Fachgenossen, so dicht vor Augen geführt, ließ naturgemäß die Wünsche nach ähnlichem auch bei deutschen Schiffbauern lebhafter auftreten. Sieben Hamburger Schiffbau-Ingenieure, die Herren Abel, Dieckhoff, von Essen, Evers, Prunner, Seidler, Zirn schlossen sich zu einem Ausschuß zusammen, der im März 1897 ein Rundschreiben erließ und, nachdem er in vielen Kreisen Anklang gefunden hatte, den Chefkonstrukteur der Kaiserlichen Marine, Wirkl. Geh. Admiralitäts-Rat Dietrich, zur Leitung der zu gründenden Gesellschaft zu gewinnen suchte. Die Erkrankung und der Tod des Geh. Rats Dietrich im Jahre 1898 lähmte eine Zeitlang die Tätigkeit. Sie wurde dann Ende 1898 von einer größeren Anzahl Herren, die der erste Ausschuß gewonnen hatte (die Zahl war auf 78 im ganzen gestiegen), von neuem wieder mit einem Rundschreiben aufgenommen, das den maßgeben-

den Herren der Schiffbau-Industrie zuzuging. Es hatte zur Folge, daß sofort eine große Anzahl sich bereit erklärten, der Vereinigung beizutreten. Von dem vorläufigen Arbeitsausschuß wurde der Geheime Regierungsrat Busley gebeten, die Leitung der weiteren Verhandlungen in die Hand zu nehmen und erklärte sich dazu bereit. Mit ihm war die Persönlichkeit gewonnen, die der Gesellschaft die Form gab und ihr in unermüdlicher Tätigkeit die Stellung verschaffte und erhält, die sie heute einnimmt. Er ist noch heute geschäftsführender Vorsitzender. Einer Vorversammlung, die die Grundlage der Satzungen beriet, folgte am 23. Mai 1899 im Kaiserhof in Berlin die konstituierende Versammlung von 130 Teilnehmern, in der die entworfenen Satzungen genehmigt, der Vorstand gewählt und über die ersteren weiteren Schritte Beschluß gefaßt sowie der Name gewählt wurde. Ihr Zweck ist nach den Satzungen der Zusammenschluß von Schiffbauern, Schiffsmaschinenbauern, Reedern, Offizieren der Kriegs- und Handelsmarine und anderen mit dem Seewesen in Beziehung stehenden Kreisen behufs Erörterung wissenschaftlicher und praktischer Fragen zur Förderung der Schiffbautechnik. Mittel zur Erreichung dieses Zwecks sind Versammlungen, in denen Vorträge gehalten und besprochen werden, die Drucklegung dieser Vorträge, die Stellung von Preisaufgaben und Anregung von Versuchen. Die Gesellschafts-Mitglieder scheiden sich in Ehrenmitglieder, Fachmitglieder und Mitglieder. Zum Vorstand der Gesellschaft gehören auch eine Anzahl von Beisitzern. Der Ehrenvorsitz der Gesellschaft wurde dem Erbgroßherzog von Oldenburg angetragen, der ihn annahm und noch heute führt. Auf der ersten ordentlichen Hauptversammlung, die im Dezember 1899 stattfand, und die durch den Besuch des Kaisers geehrt wurde, übernahm der Kaiser das Protektorat über die Gesellschaft. Er hat seinem Interesse stets lebhaften Ausdruck verliehen, indem er einem großen Teil der Hauptversammlungen beiwohnte und gelegentlich in der Diskussion zu den Vorträgen das Wort ergriff.

Ueber die erfreuliche Entwicklung der Mitgliederzahl gibt die folgende Tabelle Aufschluß:

Jahr	Zahl der Mitglieder (Ende des betreffenden Jahres)					Summe
	Ehrenmitglieder	Fachmitglieder		Mitglieder		
		lebenslänglich	ordnungsmäßig	lebenslänglich	ordnungsmäßig	
1899	—	—	—	—	—	614
1900	2	21	401	29	276	729
1901	2	21	442	34	356	855
1902	3	24	468	43	422	960
1903	3	26	481	50	487	1047
1904	4	27	473	51	502	1057
1905	3	29	475	58	538	1103
1906	3	32	486	59	576	1156
1907	4	32	491	59	601	1187
1908	4	32	686	61	754	1537
1909	3	28	708	58	764	1563
1910	3	28	711	56	771	1571
1911	5	27	719	55	804	1604
1912	5	25	740	56	849	1665

Die Gesellschaft hat alljährlich ihre Hauptversammlung im Herbst in Berlin abgehalten, außerdem Sommersammlungen in Glasgow, Düsseldorf, Stockholm, Danzig, Mannheim und Kiel.

Alle auf den Versammlungen gehaltenen Vorträge sind zusammen mit Beiträgen, die außerdem beigezeichnet sind, in den Jahrbüchern gedruckt. Die Anregungen und Belehrungen hierdurch sind sehr groß. Ein wesentlicher Teil der Vorträge bewegt sich naturgemäß auf rein praktisch-technischem oder wirtschaftlichem Gebiet; was speziell auf rein wissenschaftlichem Gebiet dort geleistet wurde, zeigt die folgende Uebersicht der hierfür in Betracht kommenden Vorträge und Beiträge.

1900.

Untersuchungen über die periodischen Schwan-
kungen in der Umdrehungsgeschwindigkeit der
Wellen von Schiffsmaschinen. Von G. Bauer.

Widerstand der Schiffe und Ermittlung der Ar-
beitsleistung für Schiffsmaschinen. Von F. L.
Middendorf.

Festigkeitsberechnungen der Schiffe. Von C.
Rademacher.

1901.

Ebene, Transversalschwingungen freier stabförmiger
Körper mit variablem Querschnitt und be-
liebiger symmetrischer Massenverteilung unter
der Einwirkung periodischer Kräfte, mit speziel-
ler Berücksichtigung des Schwingungsproblems
des Schiffbaues. Von L. Gümbel.

Untersuchungen über Hinterschiffsformen, speziell
über Wellenausstritte, ausgeführt in der
Schleppversuchsstation des Norddeutschen
Lloyd an Modellen des Doppelschrauben-
Schnelldampfers „Kaiser Wilhelm der Große“.
Von Johann Schütte.

Vergleichsmessungen der Schiffsschwingungen
auf den Kreuzern „Hansa“ und „Vineta“ der
deutschen Marine. Von G. Berling.

Neuere Forschungen über Schiffswiderstand und
Schiffsbetrieb. Von R. Haak.

1903.

Einfluß der Schlingerkiele auf den Widerstand und
die Rollbewegung der Schiffe in ruhigem
Wasser. Von Joh. Schütte.

Der Einfluß der Stegdicke auf die Tragfähigkeit
eines E-Balkens. Von K. G. Meldahl.

Effektive Maschinenleistung und effektives Dreh-
moment und deren experimentelle Bestimmung.
Von H. Föttinger.

1904.

Hydrodynamische Experimentaluntersuchungen.
Von F. Ahlborn.

Materialspannungen in ausgeschnittenen und ver-
doppelten Platten. Von K. G. Mehdahl.

1905.

Die Widerstanderscheinungen an schiffsförmigen
Modellen. Von Fr. Ahlborn.

Die Wirkung der Schiffsschraube auf das Wasser.
Von Fr. Ahlborn.

1906.

Die neuere Entwicklung der Mechanik und ihre
Bedeutung für den Schiffbau. Von H. Lorenz.

Versuche mit Schiffsschrauben und deren prak-
tische Ergebnisse. Von Rudolf Wagner.

Theorie und Berechnung der Schiffspropeller. Von
H. Lorenz.

Messung der Meereswellen und ihre Bedeutung
für den Schiffbau. Von Walter Laas.

1907.

Ueber Schleppversuche mit Kanalkahnmodellen
in unbegrenztem Wasser und in drei verschiede-
nen Kanalprofilen, ausgeführt in der Uebigauer
Versuchsanstalt. Von H. Engels und Fr. Ge-
bers.

1908.

Eine neue Modellschleppmethode. Von H. Wellen-
kamp.

Beitrag zur Entwicklung der Wirkungsweise der
Schiffsschrauben. Von O. Flamm.

Weitere Schleppversuche mit Kahnmodellen in
Kanalprofilen, ausgeführt in der Uebigauer Ver-
suchsanstalt. Von H. Engels und Fr. Gebers.

1909.

Der Schiffskreisel. Von Otto Schlick.

Die Widerstandsvorgänge im Wasser an Platten
und Schiffskörpern. Die Entstehung der Wellen.
Von Fr. Ahlborn.

1910.

Ueber Rudermomentmessungen und Drehkreis-
bestimmungen von Schiffen. Von Tjard Schwarz.

Neue Propellerversuche. Von Fr. Gebers.

Beiträge zur Theorie der Schiffsschraube. Von
A. Pröll.

1911.

Neuartige Schlingertanks zur Abdämpfung von
Schiffsrollbewegungen und ihre erfolgreiche
Anwendung in der Praxis. Von H. Frahm.

Die Entwicklung einer neuen Schleppdampferart
für Schiffahrtskanäle durch Modellversuche in
der Königlichen Versuchsanstalt für Wasserbau
und Schiffbau. Von F. Gebers.

1912.

Praktische Ergebnisse mit Gegenpropellern. Von
R. Wagner.

Unsere gegenwärtige Kenntnis der Vibrations-
erscheinungen bei Dampfschiffen. Von O.
Schlick.

Wege und Ziele des wissenschaftlichen Studiums auf schiffbautechnischen Gebieten in Deutschland. Von O. Flamm.

1913.

Das Problem des Oberflächenwiderstandes beliebiger Flüssigkeiten. Von L. Gümbel.

Materialspannungen in den Längsverbänden stählerner Frachtdampfer. Von O. Lienau.

Die Unsinkbarkeit moderner Seeschiffe. Von O. Flamm.

IV. Uebersicht über die Forschungs-Arbeiten

Auf welche Gebiete sich die folgende Uebersicht beschränken muß, ist in Abschnitt I schon erwähnt. Sie muß sich auch damit begnügen, durch Hervorhebung der Hauptpunkte ein Bild der Fragen zu geben, um die es sich handelt, ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit machen zu können.

a) Schiffswiderstand und verwandte Gebiete

Alle Forderungen über Widerstand sind erwachsen aus dem Wunsche nach einer möglichst genauen Bestimmung des Fahrtwiderstandes eines Schiffes, vor allem nach einer möglichst genauen vorherigen Bestimmung des Widerstandes, den ein zu entwerfendes Schiff erfahren wird. Dieser Wunsch ist naturgemäß sehr groß geworden, sobald an die Stelle der Fortbewegung durch Segel die Fortbewegung durch eine Maschinenanlage trat, da deren Größe von vornherein nach der Geschwindigkeit bemessen werden mußte, die das Schiff erreichen sollte. Gegen eine wissenschaftliche Durchdringung erwies sich aber dieses Gebiet recht spröde und für den praktischen Gebrauch traten daher zunächst eine ganze Reihe von Formeln auf, die in empirischer Weise den Widerstand der Schiffe auf die Hauptabmessungen bezogen, unter der stillschweigenden Voraussetzung nicht allzu großer Abweichungen der Schiffstypen voneinander. Meistens waren diese Formeln mit der Benutzung von Konstanten verbunden, die aus Probefahrtsresultaten gewonnen wurden, und oft bezogen sie alle Wirkungsgrade der Treibmittel und der Maschinenanlage mit ein, indem sie einfach die indizierten Pferdestärken in eine Beziehung zu den Hauptdimensionen des Schiffes brachten.

Der praktische Wert dieser Formeln ist teilweise groß gewesen. Sie haben beim allmählichen Fortschreiten von einem Schiffstyp zu einem andern, der ihm ähnlich war, gute Dienste geleistet und werden noch heute in solchen Fällen und zu überschläglichen Arbeiten mit Vorteil benutzt. Ein wirksamer Fortschritt war aber nur dadurch zu erzielen, daß man der Natur des Wasserwiderstandes methodisch nachging und festzustellen versuchte, in welcher Art sich das Wasser den in ihm bewegten Körpern widersetzt. Diese

methodische Forschung, obgleich schon in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts begonnen, bildet den Hauptinhalt der heutigen Forscher-tätigkeit auf schiffbaulichem Gebiet und wird ihm noch lange Jahre bilden, denn alle in Betracht kommenden Vorgänge haben sich als sehr verwickelt und schwierig in der Behandlung ergeben. Es wird noch lange Zeit vergehen, ehe das Gebiet der Hydrodynamik als endgültig durchforscht und festgelegt angesehen werden kann. Momentan handelt es sich nur um das Zusammentragen von Bausteinen zu einer späterer Zeit vorbehaltenen endgültigen Zusammenfassung. Von diesem Gesichtspunkte aus ist die folgende Uebersicht über die angestellten Forschungen zu betrachten. Die einzelnen Forscherarbeiten dieses Gebiets erstrecken sich auf den Einfluß der verschiedenen Gestaltung der Schiffsform, der Veränderung der Dimensionen und der Anhängsel am Schiffskörper, verschiedener Wassertiefe und Wasserbreite, sowie endlich, aber nicht zum geringsten Teil, auf die Art, in der das hauptsächlichste Triebmittel, die Schraube wirkt und wie diese Wirkung zu beeinflussen ist. Forschungen darüber sind bei der Ungeklärtheit aller Vorgänge nur im geringen Umfange mit reiner Theorie möglich, im allgemeinen bildet der Versuch die Grundlage und kann hierbei doppelter Art sein, entweder mehr direkt, Messung des Widerstandes verschiedener gearteter Körper unter gleichen Versuchsbedingungen oder gleicher Körper bei verschiedenen Versuchsbedingungen, oder mehr indirekt, indem man versucht, über die Gründe des Widerstandes Einzelergebnisse zu gewinnen, also indem man Strömungserscheinungen, Wellenbildung, Wirbelbildung, Reibungsverhältnisse zu ergründen sucht. In anderer Beziehung tritt ebenfalls eine Zweiteilung der Versuche ein, sie können an wirklichen Schiffen oder an Modellen vorgenommen werden.

Die ersten in Betracht kommenden Versuche dieser Art, die Grundlagen aller weiteren, sind die Untersuchungen und Schlußfolgerungen des Engländers Froude, die dieser in den sechziger und siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ausführte. Allerdings waren ihnen schon im 18. Jahrhundert eine Reihe von Versuchen namentlich in Frankreich vorangegangen, die aber zu einem weiteren systematischen Ausbau nicht geführt haben. Froude erkannte die Zusammensetzung des Wasserwiderstandes aus mehreren Teilen, dem Reibungswiderstand, Wellen- und Wirbelwiderstand und schuf die Grundlage für die methodische Weiterarbeit durch die Klärung der Gesetze des Reibungswiderstandes und durch die Feststellung, daß die Ermittlung des wellen- und wirbelbildenden Widerstandes nicht an den Objekten selbst zu erfolgen braucht, sondern an Modellen vorgenommen werden kann, indem das mechanische Anhängungsgesetz von Newton es gestattet, die Beziehungen zwischen Größe und Geschwindigkeit von Modellen und Schiffen festzulegen, so daß eine Uebertragung der Resultate ermöglicht wird. Diese letztere Feststellung machte er durch Ver-

gleich der an einem Schiff gemachten Schleppversuche mit Schleppversuchen im Bassin; damit war zunächst die Wichtigkeit der Modellschleppstationen klargestellt, die nunmehr in allen Schiffbau treibenden Ländern begründet wurden und auf die unten noch näher eingegangen werden wird.

An dem weiteren Ausbau der Erkenntnisse auf dieser Grundlage sind neben englischen, holländischen und amerikanischen Forschern vor allem auch deutsche in hervorragender Weise beteiligt. Zunächst sei kurz geschildert, wie die allgemeine Kenntnis der Natur des Wasserwiderstandes durch deutsche Arbeit erweitert wurde.

Der Hamburger Professor Ahlborn hat Jahre hindurch mit außerordentlichem Geschick sich bemüht, den Verlauf der Wasserströmungen an Hindernissen im Strom durch eingestreute Fremdkörper (Bärlappsamen und Sägespäne) sichtbar zu machen und hat seine Methode zu hoher Vollkommenheit entwickelt. Die photographischen Aufnahmen der Stromlinien, der Wirbelbildung, der Trennungsschichten an den Oberflächen der Körper, haben außerordentlich aufklärend gewirkt.

Der Schiffbau-Ingenieur Gebers hat in der Schleppanstalt Uebigau eine Reihe systematischer Untersuchungen ähnlicher Art ausgeführt, ebenfalls durch photographische Aufnahmen festgelegt und neue Aufschlüsse über den Zusammenhang zwischen Formwiderstand und Reibungswiderstand gewonnen; es kann durch diese Versuche als festgestellt angesehen werden, daß die Froudeschen Anschauungen in manchen Punkten der Korrektur bedürfen, aber noch immer die beste Grundlage für die praktische Weiterarbeit bilden. Neben diesen allgemeinen Untersuchungen liegen von Gebers zusammen mit Engels noch eine Reihe speziellerer Forschungen über die Größe des Koeffizienten vor, der in praktische Widerstandsformeln eingesetzt werden muß und der systematisch für quadratische und rechteckige Platten sowie Prismen verschiedener Gestalt in untergetauchtem und teilweise ausgetauchtem Zustand ermittelt wurde.

Auch einige theoretische Arbeiten sind zu erwähnen. Eine mathematische Behandlung des gesamten Widerstandsproblems von Professor Lorenz, in der er u. a. den Arbeitsaufwand aus Strömungsenergie und Reibungsverlust berechnet, die Art der Abtrennung des wirbelbildenden Widerstandes vom Reibungswiderstand kritisiert und die Potenz der Geschwindigkeit untersucht, der der Wasserwiderstand entspricht. Dann eine umfassende Arbeit des Professor Gümbel „Das Problem des Oberflächenwiderstandes“, in der er auf Grund eines eingehenden Studiums aller vorliegenden Versuche die Natur des Oberflächenwiderstandes darlegt, die vorliegenden Resultate in dimensionsloser Darstellung miteinander vergleicht und darauf hinweist, daß das Studium der Hydrodynamik und Aerodynamik in weitgehendem Maße miteinander verbunden werden kann. Außerdem hat

vor dem IX. Internationalen Schiffahrtskongreß Geheimrat Flamm eine Uebersicht über das Gebiet gegeben.

Von spezielleren Problemen neben der allgemeinen Charakterisierung des Wasserwiderstandes ist zunächst das des Widerstandes in begrenztem Wasser hervorzuheben, daß sowohl für die Kanalschiffahrt wie für alle Fahrten auf kleinen Wassertiefen eine Rolle spielt. Der Einfluß der begrenzenden Umfassungen geht viel weiter, als man früher angenommen, es gilt heute als feststehend, daß bei mathematischer Ähnlichkeit des Wasserquerschnittes und Schiffsquerschnittes erst bei dem mehr als 100fachen des Schiffsquerschnittes das Wasser als unbegrenzt angesehen werden kann. An dem Studium des Problems sind wieder Lorenz und Gebers mit Versuchen in der Uebigauer Schleppanstalt beteiligt, die den Einfluß des Kanalquerschnittes und die günstigste Form von Kanalschiffen erforschen sollten. Es ergaben sich dabei Aufschlüsse über die günstigste Bugform bei Kanalschiffen, über die beste Art der Anordnung der Schrauben und des Ruders, um den Angriff der Kanalsole möglichst gering zu gestalten und über die günstigste Art des Kanalprofils, als die sich eine muldenförmige Gestalt erwies.

Außerdem hat in der Uebigauer Schleppanstalt Engels über diese Fragen Vergleiche mit französischen Versuchen angestellt. In der Bremerhavener Anstalt hat der Schiffbau-Ingenieur, jetzige Professor Schütte Versuche über den Einfluß der Wassertiefe vorgenommen, deren Ergebnis sich mit dem der unten näher erwähnten von Paulus deckt.

Neben diesen Modellversuchen stehen auf demselben Gebiet einige wertvolle Arbeiten über Versuche mit Schiffen. Der Geh. Baurat Haak unternahm 1898 im Dortmund-Ems-Kanal bei Lingen, in einer Kommission mit dem Schiffbau-Ingenieur Meyer-Papenburg und dem Baurat Thiele, Versuche an Schleppschiffen, um die günstigste Schiffsgeschwindigkeit und den günstigsten Tiefgang der Schiffe und Kähne zu ermitteln. Weit über diesen praktischen Zweck hinaus wurden dabei wertvolle Aufschlüsse über die Art der Bug- und Heckwellen, über die Senkung des Wasserspiegels und die rückläufige Strömung an den Seiten des Schiffes gewonnen.

Eine methodische Untersuchung des Einflusses der Wassertiefe in einem Fahrwasser, das in der Breite als unbegrenzt angesehen werden konnte, nahm der Marine-Baumeister Paulus mit einem Torpedoboot an der Meile bei Neukrug vor, indem er Fahrten mit verschiedenen Geschwindigkeiten auf Wassertiefen zwischen 60 und 7 m ausführen ließ. Es wurde dabei die interessante Tatsache ausführlich untersucht — die auch durch die oben genannten Schütteschen Versuche bestätigt ist —, daß der Widerstand des Schiffes nicht im geraden Verhältnis mit abnehmender Wassertiefe zunimmt, sondern daß er bei ganz flachem Wasser unter Umständen kleiner ist als auf mittleren Tiefen und

nicht größer als bei unbegrenzter Tiefe; die Erklärung dafür wurde in der Eigentümlichkeit der Wellenbildung gefunden, indem die Länge der das Schiff begleitenden Wellen von der Wassertiefe und der Schiffsgeschwindigkeit abhängig ist und der Widerstand dann am größten wird, wenn die Welle gleich der Schiffslänge ist.

Ueber den Widerstand von Schlingerkielen und von Wellenhosen hat Schütte in der Schleppversuchsanstalt zu Bremerhaven Untersuchungen angestellt. Namentlich die Feststellung, daß die Umkleidung der aus dem Schiff austretenden Wellen mit Hosen, die alle praktischen Vorteile für sich hat, auch einen geringeren Widerstand erzeugt als die Lagerung in Böcken, ist von hohem Wert für die Technik des Schiffbaues geworden.

Ueber die Lage des Druckmittelpunktes bei schräg zur Bewegungsrichtung durch das Wasser geführten Platten haben Gebers und Dr. Mathias in der Uebigauer Schleppanstalt Versuche vorgenommen, auch sind hierüber Arbeiten des Dr.-Ing. Scholz hervorzuheben.

Ein großes Gebiet neben der Feststellung des Widerstandes an sich bilden die Schiffsschrauben, deren Wirkung, so vollkommen sie auch praktisch ausgenutzt wird und so hoch auch die Konstruktion guter Schrauben steht, heute noch ein großes Arbeitsfeld bietet. In der Sichtbarmachung der Strömung durch die Schrauben hindurch, hat wieder Professor Ahlborn wertvolle Beiträge geliefert, indem er in ähnlicher Art wie bei der Feststellung des Strömungsverlaufes um Schiffe und Körper herum das Wasser, das im Versuchstank durch Schrauben läuft, mit Fremdkörpern dem Auge und der photographischen Platte erkenntlich machte. Noch weiter führten die Aufnahmen des Geheimrats Flamm, der in ausgezeichneter Weise den gesamten Bewegungsvorgang in der Schraube stereoskopisch und kinematographisch photographierte und mit diesen Aufnahmen eine genaue Erforschung des Gesamtvorganges ermöglichte. Dabei wurde vor allem die wichtige Feststellung gemacht, daß für die Wirkung der Schraube die Saugseite die wichtigere ist, entgegen früher bestehenden Anschauungen. Auch Versuche von Dr.-Ing. Kempf dienten der Kenntlichmachung des Strömungsverlaufes. Auf dessen genauer Kenntnis baut die Sonderkonstruktion des Gegenpropellers auf, die besonders von Dr. Wagner und Bauer entwickelt ist.

Eingehende zahlenmäßige Feststellungen des Verhältnisses von Schub, Umdrehungszahl, Drehmoment und Fahrgeschwindigkeit bei verschiedenen Schraubenformen sind vor allem von Gebers, daneben auch von Dr. Wagner und Flamm vorgenommen; an Arbeiten der theoretischen Auswertung sind die von Sellentin, Lorenz und Dr.-Ing. Pröll hervorzuheben.

b) Bewegungserscheinungen des Schiffes

Neben der reinen Fortbewegung in gerader Richtung steht die sonstige Bewegung des Schiffes

im Wasser, die in das Gebiet der Hydrodynamik nur im weiteren Sinne fällt, die Erscheinungen des Stampfens und Schlingerns und der Steuerwirkung. Für die erstgenannten Erscheinungen bildet die Kenntnis der Bewegungsgesetze der Meeresoberfläche, der Meereswellen die notwendige Voraussetzung. Auch diese Kenntnis ist heutzutage noch längst nicht als abgeschlossen zu betrachten, die einfachsten Tatsachen über Periode, Geschwindigkeiten, Länge und Höhe der Wellen sind heute noch in ziemlich unvollkommenem Maße bekannt. Erklärt wird dies durch die außerordentlichen Schwierigkeiten der Beobachtung von dem schwankenden Standpunkt des Fahrzeuges aus, bei der die suggestive Verschätzung eine große Rolle spielen kann. Einen wesentlichen Fortschritt bedeuten daher stereoskopische Photographien der Wellenbewegung, die neben der Ermittlung der obengenannten Elemente eine vollkommene Darstellung der Gestalt der einzelnen Wellen ermöglichen. Solche Forschungen sind in kleinem Maßstabe von der Marine, in großem Maßstabe von dem Professor Laas auf einer Reise mit dem Fünfmast-Vollschiff „Preußen“ ausgeführt, wobei Aufnahmen von Wellengebieten bis zu 6 m Wellenhöhe gemacht sind.

Die Natur der durch die Wellen in der Längsachse des Schiffes hervorgerufenen Stampf- und Tauchschwingungen ist außer durch eine Reihe englischer Untersuchungen besonders von Dr.-Ing. Horn genau festgestellt, der vor allem klargelegt hat, welchen Einfluß diese Schwingungen auf die Beanspruchung der Längsverbände der Schiffe haben.

Bei den Untersuchungen über das Schlingern handelt es sich um die genaue Ergründung der Abhängigkeit der Schlingerbewegung von dem Impuls, den die Meereswellen dazu erteilen und um die methodische Entwicklung von Abhilfsmitteln gegen zu starkes Schlingern. Der Direktor Frahm hat die Erkenntnis, daß große Schlingerbewegungen eine Resonanz der Eigenschwingungen des Schiffes mit dem Impuls der Wellen voraussetzen, dahin erweitert, daß diese Erscheinung der Resonanz ein Mittel bildet, um ein starkes Schlingern zu dämpfen; er hat Schlingertanks entwickelt, bei denen durch die Art und Formgebung der Kanäle eine kleine Wassermenge im Schiff gezwungen wird, in solcher Bewegung gegen die Schlingerperiode des Schiffes zu arbeiten, daß die dadurch erzeugten Schwingungsimpulse größere Schwingungen des Schiffes nicht aufkommen lassen. Vorschläge ähnlicher Art wurden schon in früheren Jahren in England gemacht, aber nichts kann die Verschiedenheit des empirischen und des wissenschaftlichen Arbeitens besser kennzeichnen, als der Unterschied der Frahmschen Arbeiten gegen die früheren. Einem früher versuchten einfachen Laufenlassen des Wassers steht in der Frahmschen Konstruktion eine wissenschaftlich durchgebildete Zwangsführung gegenüber, die darum auch zu praktischer Verwendung geführt hat, während die

früheren englischen Versuche bald wieder aufgegeben wurden.

Eine andere Art der Verhinderung zu großer Schlingerwinkel ist von dem Schiffbau-Ingenieur Otto Schlick entwickelt, der dafür die Wirkung des Kreisels ausnutzt. Bei entsprechender Anwendung der komplizierten Kreiselgesetze läßt sich auf diese Art nicht nur eine Verlängerung der Schlingerperiode, sondern eine fast völlige Bremsung, wenigstens in kleineren Verhältnissen, erzielen.

Bei der Behandlung der Steuerwirkung des Schiffes hat man sich lange Zeit hindurch mit der allgemeinen Feststellung der Bahn des Schiffes begnügt, die das Auge des Beobachters sieht und mit der Annahme eines Ruderdruckes nach Versuchen an einfachen Platten, die in Formeln von Rankine, Weisbach und Joëssel ihren Ausdruck fanden. Die Untersuchungen des Marine-Bau-meisters Prätorius an Rudermaschinen machten zuerst darauf aufmerksam, daß durch die eigentümlichen Bewegungsvorgänge des Schiffes, wenn das Ruder gestützt wird, erheblich höhere Ruderdrücke auftreten können, die in einer sehr hohen Inanspruchnahme der Maschine zutage traten. Diese Verhältnisse wurden durch die Marine systematisch erforscht, auf der Grundlage von Apparaten und Methoden, die der Oberbaurat Wellenkamp konstruierte und die später von dem Geheimen Marine-Baurat Schwarz unter Assistenz der Diplom-Ingenieure Scholz und Schöneich weiter entwickelt wurden. Durch diese Versuche sind grundlegende Aufschlüsse sowohl über die Größe des Ruderdruckes wie über die Art der Bewegung des Schiffes gewonnen, die diesem durch verschiedene Art des Ruderlegens in verschiedenen Bewegungsstadien erteilt wird.

c) Festigkeitsfragen

Die Festigkeitsfragen, die im Schiffbau besonders, abweichend von den übrigen Gebieten der Technik auftreten, betreffen teilweise den Schiffskörper als Ganzes, teilweise die einzelnen Elemente, aus denen er zusammengesetzt ist.

In erster Hinsicht ist es vor allen Dingen die Frage der Schwingungen, der Vibrationen. Diese haben in den ersten Zeiten, als man ihre Natur noch weniger genau kannte als heute, oft eine gefährliche Rolle gespielt und das Schicksal ganzer Schiffstypen hat daran gehangen, ob es gelingen würde, der auftretenden Vibrationen genügend Herr zu werden.

Hier die erste Grundlage gebracht zu haben, ist das Verdienst des Schiffbau-Ingenieurs Otto Schlick; er stellte zum Studium der Vibrationen den noch heute zu ihrer Feststellung dienenden Pallographen her und unterwarf die zunächst als Hauptursache erscheinenden Massenbeschleunigungen in der Maschine einer eingehenden Untersuchung auf dem Dampfer „Kronprinz Wilhelm“. Er stellte fest, daß ein Schiff im allgemeinen

schwingt, wie ein elastischer Stab, also in Knotenpunkten, und daß daher die Schwingungserscheinungen ein hohes Maß dann annehmen, wenn die Eigenschwingungszahl des Schiffes mit den Umdrehungszahlen der Maschinen ganz oder annähernd zusammenfällt. Steht die Maschine im Knotenpunkt, so verschwindet die Wirkung der Beschleunigungskräfte der freien Massen, dagegen wird die Wirkung der Kippmomente ein Maximum. Schlick führte als Mittel zur Abhilfe den von ihm eingehend durchkonstruierten Massenausgleich der Maschine ein. Weitere eingehende Untersuchungen des Marine-Baurats Berling, der Versuche an den Kreuzern „Hansa“ und „Vineta“ vornahm und auch von Schlick selbst, stellten dann klar, daß die Massenkräfte der Maschine nicht die einzigen Ursachen der Vibrationen sind. Daneben haben die Verschiedenheit der Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschine und die daraus sich ergebende Verschiedenheit des Propellerschubes sowie Unregelmäßigkeiten in der Ausführung der Propeller einen wesentlichen Anteil, und es handelt sich nicht nur um senkrechte und wagerechte Schwingungen, sondern auch um Torsionsschwingungen. An Beiträgen zu diesen Untersuchungen sind noch weiter die Arbeiten von Frahm, Föllinger und Dr. Bauer über Schwingungserscheinungen in den Wellen zu erwähnen, außerdem die theoretische Darlegung aller in Betracht kommenden Verhältnisse in einer zusammenhängenden Arbeit des Professors Gümbel.

Die sonstigen Fragen der Längsfestigkeit des Schiffes sind hauptsächlich in anderen Ländern entwickelt, dagegen sind über die Einzelfragen gerade in Deutschland eine Reihe wertvoller Forschungen vorgenommen. Es handelt sich hier nicht wie bei der Hydrodynamik um ein einheitliches Gebiet, sondern um die Klärung einer ganzen Reihe nebeneinander stehender schiffbaulicher Spezialfragen im Rahmen der allgemeinen Festigkeits- und Elastizitätslehre.

Von den einzelnen Elementen, aus denen das Schiff zusammengesetzt ist, kommt vor allem die ebene Platte in Betracht. Kein anderes Gebiet hat es in dem Maße wie der Schiffbau mit ebenen, Wasserdruck beanspruchten Platten zu tun und kein anderes Gebiet braucht in diesem Maße die ebene Platte als Steg eines Gurtungsträgers; es ist daher auch zu verstehen, daß die übliche Mechanik auf diesen beiden Gebieten dem Schiffbauer nicht genügen kann und er zu eigenen Versuchen gezwungen wurde. Solche Versuche sind in Deutschland hauptsächlich vom Reichsmarineamt angestellt worden und in den Arbeiten des Marine-Baumeisters Pietzker veröffentlicht, die außerdem noch eine Reihe theoretischer Untersuchungen, vor allem über die Beanspruchung des gedockten Schiffes enthalten. Namentlich auf dem zweiten der genannten Gebiete, dem der Platten als Steg, wobei sie auf Wellenbildung beansprucht werden, können diese Untersuchungen aber nur als ein Anfang bezeichnet werden, der hoffentlich zu

weiterem Ausbau an möglichst vielen Stellen führen wird.

Ueber die Beanspruchung von Schottversteifungen haben die Marine auf der Kaiserlichen Werft in Wilhelmshaven und der Germanische Lloyd durch den Ingenieur Buchsbaum Versuche vornehmen lassen, beide Behörden haben auch eingehende Versuche über die Nietung im Schiffskörper angestellt. Daneben sind noch Versuche von Meldahl über Schottversteifungen und über Ausschnitte in Platten zu erwähnen. Von theoretischen Arbeiten sind die von Sellentiu über Schottfestigkeit und die von Stieghorst, von letzterem namentlich die über Schubbeanspruchungen und über die erwähnten Fragen der Wellenbildung zu nennen. Im übrigen kann die große Anzahl von Forschungen über einzelne Punkte nicht erschöpfend aufgezählt werden, zumal sie teilweise Elemente nicht rein schiffbaulicher Art betreffen; es bleiben aber noch eine ganze Reihe spezieller Fragen der Festigkeit des Schiffskörpers dringend der Klärung durch Versuche bedürftig.

V. Laboratorien

Der vorhergehende Abschnitt hat gezeigt, wie sehr die Forschung der Versuche und Experimente bedarf. Wohl ist es gelegentlich möglich, daß ein einzelner Forscher hervorragende Resultate auch ohne eigene Versuche erzielt, stets bauen diese aber auf den Ergebnissen vorhergegangener Versuche anderer auf, eine Forscherfähigkeit in der Technik ohne Versuche ist undenkbar. Die Resultate sind daher sehr davon abhängig, daß Laboratorien in genügender Anzahl zur Verfügung stehen.

Solche Laboratorien sind nun gelegentlich von einzelnen Forschern teils aus eigenen Mitteln, teils mit Zuwendungen aus öffentlichen Mitteln, gelegentlich auch für bestimmte einzelne Zwecke von Behörden, Fabriken und Werften eingerichtet worden. Es sind da vor allem zu erwähnen das kleine Versuchsbassin des Geheimrats Flamm, der Tank, in dem der Professor Ahlborn seine Versuche unternahm, der Ringtank, in dem Dr. Wagner Schrauben untersuchte; ferner haben für Festigkeitsversuche einige Ingenieure sich kleine Laboratorien eingerichtet (soweit primitive Versuchseinrichtungen diesen Namen verdienen) und die Marine hat auf ihren Werften Versuche vornehmen lassen und das Materialprüfungsamt dafür benutzt. Alle solche einzelnen Unternehmungen sind aber natürlich mit dem Fehler behaftet, daß die Mittel stets beschränkt sind, daß eine ständige Benutzung meist ausgeschlossen ist, und daß die Resultate für den Einzelfall möglichst schnell erzielt werden sollen. Daher ist gerade das erstrebenswerte Ziel der Forscherfähigkeit langes methodisches Arbeiten an einer Frage, ohne Rücksicht auf schnelles Erzielen eines Abschlusses, systematisches Durchforschen der auftretenden Erscheinungen in dieser Art Laboratorien ungeheuer erschwert. Es ist wirklich durchführbar nur in Anstalten, die

eigens für Forschungszwecke erbaut, mit genügenden Mitteln ausgestattet und mit geeigneten Leitern besetzt, ständig dem Forschungszweck dienen.

Solche Laboratorien sind auf dem heutigen Gebiete des Schiffbaues leider auch jetzt noch recht spärlich. Vor allem ist mit Bedauern zu konstatieren, daß die Schiffbau-Abteilungen der Hochschulen in dieser Beziehung schlechter gestellt sind als andere Zweige der technischen Wissenschaft.

Für Festigkeitsversuche fehlen die Laboratorien überhaupt, nur für Zwecke der Erforschung des Wasserwiderstandes sind einige Laboratorien in den Schleppanstalten vorhanden.

Bei der Uebersicht über die Forschungsarbeiten ist schon gelegentlich erwähnt, daß eine ganze Reihe von Kenntnissen über den Widerstand den Ergebnissen der Schleppanstalten zu verdanken sind, und daß dort vielfach methodische Versuchsreihen vorgenommen wurden. Neben diesen direkten Forscherresultaten liegt aber auch ein großer wissenschaftlich erziehender Wert der Schleppanstalten bei allen ihren Arbeiten vor, auch bei denen, die nicht direkt dem Forschungszweck gewidmet sind, sondern der Erledigung bestimmter praktischer Aufträge dienen; die Art der Arbeit, auch bei Erledigung solcher praktischer Arbeiten, ist die wissenschaftlich methodisch forschende, und als solche erzieht sie alle, die als Mitarbeiter oder Auftraggeber mit ihr in Beziehung kommen, zu den richtigen Anschauungen über die Probleme, denen ihre Versuche dienen. Es muß dies besonders hervorgehoben werden, um zu betonen, daß solche Anstalten stets wissenschaftlichen Forscherwert haben, denn die geringe Anzahl der vorhandenen Schleppanstalten und das naturgemäß vorhandene Uebergewicht der praktischen Bedürfnisse hat es mit sich gebracht, daß ein großer Teil der Arbeiten zunächst der Erledigung von Aufträgen dient.

In dieser Beziehung haben sie einen ungemein großen praktischen Wert; es gibt wohl heute kein wertvolles größeres Schiff mehr, dessen Linien nicht durch Modellschleppversuche ermittelt oder geprüft sind.

Die Schleppanstalten sind überall entstanden nach dem Vorbild der bei der Betrachtung der Forschungsergebnisse schon erwähnten ersten Schleppanstalt von Froude in England, und zwar in allen Ländern, die den Schiffbau in größerem Umfang betreiben. Es bestehen jetzt solche Anstalten in Dumbarton am Clyde, in Teddington, in Haslar bei Portsmouth, in Spezia, Paris, Petersburg, Washington, Ithaka, in Japan und in Deutschland an vier Stellen: in Uebigau, Bremerhaven, Berlin im Tiergarten und Marienfelde bei Berlin. Einige andere Institute sind außerdem im Entstehen oder in der Vorbereitung.

Der Hauptbestandteil aller Anstalten ist eine große überdachte Wasserrinne zur Vornahme der

Versuche. In dieser Rinne werden die zu untersuchenden Gegenstände, meistens Schiffsmodelle, daneben Schraubenmodelle oder besonders zu untersuchende Körper, wie Platten und sonstige mathematische Formen, durch das Wasser mit einer gewissen Geschwindigkeit gezogen und es werden dann automatisch die dabei zu messenden Versuchselemente registriert; in erster Linie der Widerstand des geschleppten Gegenstandes in der Fahrtrichtung und die zu diesem gehörigen Fahrgeschwindigkeiten, dann unter Umständen der entstehende Auftrieb, bei Schrauben Drehmoment, Tourenzahl und Schub, bei plattenförmigen Körpern eventuell die Lage des Druckmittelpunktes und ähnliches. Die Uebertragung der gefundenen Resultate aus dem Maßstab des Modelles auf größere Maßstäbe und für allgemeine Gesetze ist kompliziert, und es kann im einzelnen nicht näher darauf eingegangen werden, sondern es sei bloß erwähnt, was schon bei Besprechungen der Forschungen berührt wurde, daß der Widerstand eines bewegten Körpers in seinen verschiedenen Teilen (Formwiderstand und Reibungswiderstand) verschiedenen Gesetzen folgt und daß daher zur Verallgemeinerung der Resultate eine Trennung in diese verschiedenen Teile versucht werden muß. Einen weiteren wesentlichen Bestandteil der Anstalten bilden die Vorrichtungen zum Herstellen der Modelle, auf die große Sorgfalt verwendet werden muß, da bei dem naturgemäß kleinen Modell-Maßstab kleine Abweichungen schon große Fehler nach sich ziehen können, und die Apparate zum Prüfen der Modelle. Die notwendigen Werkstätten und Bureaus vervollständigen die Anstalt.

Einer näheren Betrachtung seien nun die vorhin aufgeführten vier deutschen Anstalten unterzogen.

Die drei erstgenannten Institute — Uebigau, Bremerhaven, Berlin (im Tiergarten) — schließen sich der ersten Froudeschen Anlage nicht nur in der Art der Auswertung der Ergebnisse und Erforschung, sondern auch in ihrem Ausbau an. Quer über der Versuchsrinne läuft auf Schienen, die auf den Rändern der Rinne liegen, ein Wagen, an dem das zu untersuchende Modell befestigt ist. Dieses Modell wird also mit der Wagengeschwindigkeit bewegt, die durch die Umdrehungen der Räder aufgezeichnet wird. Auf dem Wagen befinden sich dann die Meßapparate, von denen als Hauptteil ein Dynamometer hervorzuheben ist, das den Widerstand mißt und naturgemäß in vielen Umgestaltungen eine ganze Reihe von Variationen zuläßt, besonders auch den Ausbau zu einem verwickelten Schrauben-Dynamometer.

Schleppanstalt in Uebigau

Die erste Anlage in Uebigau wurde durch die Elb-Schiffahrts-Gesellschafts-Kette im Jahre 1892 geschaffen, nachdem die Idee dazu schon einige Jahre früher gefaßt, aber immer nicht verwirklicht worden war. Die Anlage war relativ einfach, der

Wagen wurde durch Menschenkraft bewegt, eine Fortbewegung, die, so merkwürdig sie berührt, doch zu befriedigenden Resultaten geführt hat und einem Wagen mit elektrischem Antrieb, der für kurze Zeit benutzt wurde, zweifellos überlegen gewesen sein soll. Die Spurweite des Wagens betrug nur 0,57 m und die Schienen für den Wagen waren auf Säulen in das Bassin gestellt, das oben 8, unten 5 m breit, 63 m lang und 1,38 m tief war. Die Einrichtung mit Apparaten war der ganzen Anlage entsprechend ebenfalls ziemlich primitiv, hat aber doch zu einer ganzen Reihe von Versuchen im Interesse der Binnenschifffahrt, vor allem Versuchen mit Schleppzügen und Versuchen über den Einfluß des Kanalprofils ausgereicht.

Im Jahre 1903 wurde dann nach mehrfachen vergeblichen Verhandlungen mit dem preußischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten und dem Reichsmarineamt, mit der sächsischen Regierung ein Abkommen geschlossen, wonach eine wesentliche Erweiterung der Anstalt durch staatliche Beihilfe ermöglicht wurde, wofür die Anstalt der technischen Hochschule Dresden und der sächsischen

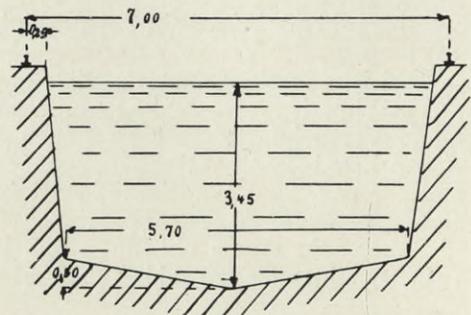


Abb. 3

Wasserbauverwaltung für ihre Zwecke mit zur Verfügung gestellt wurde. Später ist die Anstalt in den Besitz der Dresdener Maschinen-Fabrik und Schiffswerft Uebigau A.-G. übergegangen, die Beziehungen zum sächsischen Staat bestehen noch heute fort.

Das Institut hat nach dem Umbau unter seinem ersten Leiter, der einige Jahre dort tätig war, Dr.-Ing. Gebers, eine Reihe wertvoller wissenschaftlicher Resultate geliefert, über die oben schon berichtet ist, außerdem viele Widerstandsmessungen auf Bestellung vorgenommen; neben ausländischen Bestellungen ist auch für deutsche Werften, den Vulkan sowie Blohm & Voß geschleppt worden. Daneben sind Eichungen verschiedener Instrumente vorgenommen sowie gelegentlich die Hubkraft von Aeroplanmodellen durch einen besonderen Hubmesser erprobt.

Die Anlage der Anstalt rührt in ihrem baulichen Teile von Geheimrat Engels, in ihrem maschinellen Teil von Dr. Gebers her. Das aus Beton hergestellte Bassin ist 88 m lang, 6,5 m breit und 3,6 m tief mit einem kleinen Vorbecken, in dem die Apparate eingestellt werden. Einen Quer-

schnitt des Beckens zeigt Abb. 3. Der Wasserspiegel liegt über dem Boden der Anstalt, was für die Beobachtung angenehm ist, das Wasser wird durch Pumpen hinaufgeschafft. Etwa auf halber Länge besitzt das Becken an der Seite Glasfenster und einen Gang unter dem Boden hindurch, der ebenfalls Glasfenster nach oben hin enthält, so daß jede Art der Beobachtung und photographischer Aufnahme im Wasser ermöglicht ist.

Die Kürze der verfügbaren Wasserstrecke bedingt eine kurze Anfahr- und Bremsstrecke und damit eine sehr leichte Konstruktion des Versuchswagens. Er kann mit jeder Geschwindigkeit zwi-

Ausschläge auch bei den größten Belastungen beschränkt werden, ohne daß dadurch die Genauigkeit der Aufzeichnung gefährdet werden darf. Das Dynamometer besteht aus einem gleicharmigen aufrechten Hebel, an dessen unterem Ende das Modell zieht. Das obere Ende ist durch Anschläge, die als Kontakte ausgebildet sind, in seinem Ausschlag auf Bruchteile eines Millimeters beschränkt. Der größte Teil des Widerstandes wird dadurch aufgenommen, daß sich das Oberende des aufrechten Hebels dicht über den Kontakten gegen einen Wagebalken legt, der als Gegenkraft ein Gewicht trägt, das stets kleiner als der zu erwartende Widerstand bemessen wird, aber nur einen nicht allzu großen Rest übrig läßt. Diesen Rest nimmt eine Feder auf, die ebenfalls am oberen Ende des aufrechten Hebels eingreift und deren Spannung vermittle einer Schraube durch einen Elektromotor hervorgerufen wird, den die oben erwähnten Kontakte steuern.

Bei dem Schraubendynamometer erfolgt die Messung des Schubs ähnlich dem eben dargestellten Prinzip, die Feststellung des Drehmomentes durch die Messung der Verdrehung von Spiralfedern, die Messung der Tourenzahlen und der Geschwindigkeit in der üblichen Weise. Den Antrieb der Schrauben besorgt ein Elektromotor. Auf die Einzelheiten kann im übrigen hier nicht eingegangen werden, hervorgehoben sei nur noch, daß der Apparat eine sehr weitgehende Verstellung der Schrauben in der Längs- und Querrichtung gestattet.

Der Trimm-Meßapparat besteht aus einer senkrechten, am Schleppbügel des Modells befindlichen Stange, die oben durch einen Lenker geführt und deren Lageveränderung aufgezeichnet wird. Von den sonstigen Apparaten der Anstalt seien noch eine Schrauben-Aufmeßvorrichtung und ein Wellen-Meßapparat erwähnt, bei dem Glasschwimmer ihre Bewegung in senkrechter Richtung auf eine Trommel übertragen.

Die Modelle werden in Uebigau aus Holz hergestellt, abweichend von dem Gebrauch der übrigen Schleppanstalten, die meistens Paraffin verwenden. Man verspricht sich in Uebigau davon eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Verziehen; die Modelle werden in der üblichen Weise aus einzelnen Platten, die in den Formen der Wasserlinien geschnitten sind, hergestellt. Die Oberfläche wird sehr sorgfältig mit Firnis, mehrfachem Farbenanstrich und dazwischen liegendem

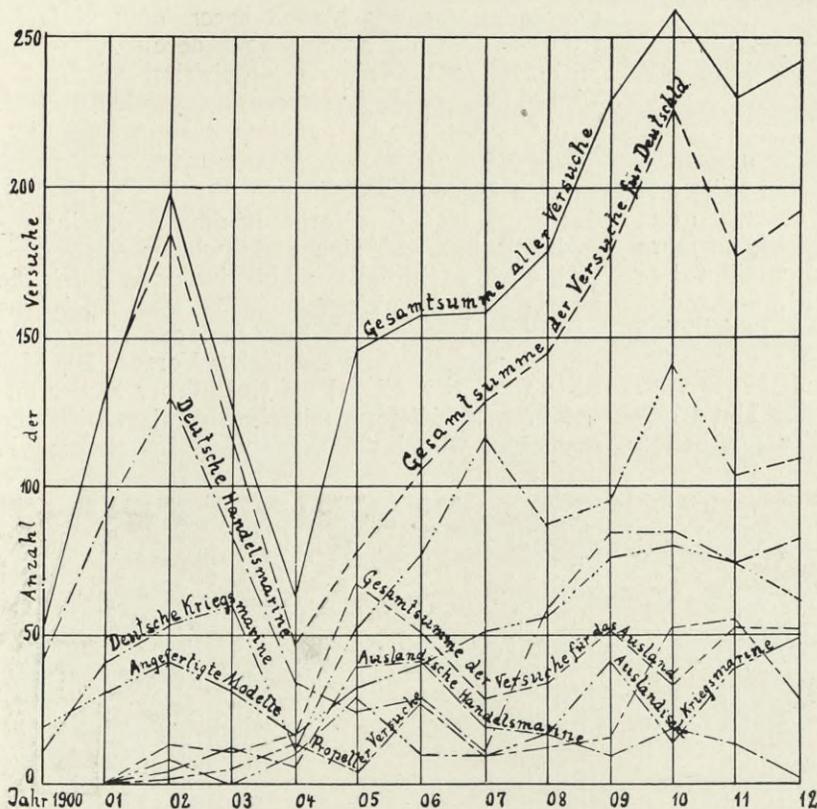


Abb. 4

schen 5 cm und 5 m in der Sekunde laufen und braucht bei der größten Geschwindigkeit nur eine Anfahrstrecke von 30, eine Bremsstrecke von 7 m, so daß von der nutzbaren Länge die mit dem Vorbau 95 m beträgt, etwa 60 m als Meßstrecke verfügbar bleiben.

Auf dem Wagen befindet sich das Modelldynamometer, ein Schraubendynamometer, die Trimm-Meßapparate und ein Apparat zur Bestimmung von Druckmittelpunkten. Bei der Konstruktion des Modelldynamometers ist von dem Gedanken ausgegangen, daß es wegen der Propellermessungen wünschenswert ist, daß weder das Schiffsmodell noch die Schraubenmodelle sich während der Fahrt in ihrer Lage zum Wagen verschieben können; zu diesem Zwecke müssen größere Hebelübersetzungen vermieden und die

Abschleifen behandelt, da ihre geringe Wasserbeständigkeit den Hauptnachteil der Holzmodelle bildet, abgesehen von ihrem hohen Preis.

Schleppanstalt in Bremerhaven

Die Anstalt in Bremerhaven gehört dem Norddeutschen Lloyd, der die Wichtigkeit guter Schiffs-

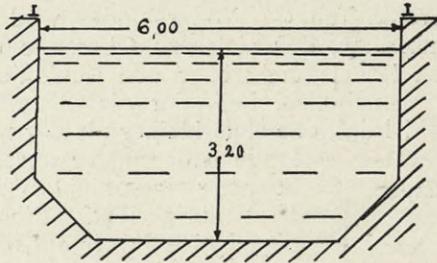


Abb. 5

formen für seine Schnelldampfer erkannt hatte und nach einigen Schleppversuchen in Spezia, die den hohen Wert solcher Versuche bewiesen, im Jahre 1899 die Errichtung einer eigenen Station beschloß. Sie war im Februar 1900 fertig und wurde am 13. März in Gegenwart des Kaisers feierlich eröffnet.

Die Anstalt hat seitdem in ununterbrochenem Betrieb teils dem eigenen Bedarf des Lloyd gedient, teils auch für andere Besteller gearbeitet, unter denen in erster Linie die deutsche Marine zu nennen ist, die neben ihrer eigenen Anstalt stets auch noch andere hat in Anspruch nehmen müssen. Auch für Auftraggeber aus der deutschen Handelsmarine, für ausländische Handels- und Kriegsmarinen ist in der Station gearbeitet worden. Ein Bild über die Beschäftigung der Anstalt gibt das Diagramm der Abb. 4, aus dem die außerordentlich große Zahl der ausgeführten Versuche hervorgeht. Darunter waren auch Versuche von erheblichem wissenschaftlichem Wert, wie bei der Besprechung der Forschungsergebnisse schon erwähnt.

Leiter war bis zum 30. April 1904 der Schiffbau-Ingenieur Schütte, von da an der Schiffbau-Ingenieur Bruckhoff. Dem Leiter steht ein Schiffbau-Ingenieur als ständiger Vertreter, außerdem eine Anzahl Techniker und Arbeiter zur Verfügung.

Das Bassin ist 164 m lang, 6 m breit und 3,7 m tief. Es ist nicht aus Beton, wie sonst üblich, son-

dern aus Holzpfählen erbaut, wobei naturgemäß für eine besonders starke Bauart gesorgt werden mußte, da die Schienen des Wagens auf den Seitenwänden der Rinne ruhen. Am Vorderende des Bassins befindet sich ein Vorbecken zum Einstellen der Modelle. Den Querschnitt zeigt Abb. 5, eine Uebersicht über das Bassin mit dem Wagen Abb. 6.

Der Versuchswagen kann mit Geschwindigkeiten von 0,45 bis 4,75 m in der Sekunde bewegt werden. Er trägt das Modell-Dynamometer, Schrauben-Dynamometer und die sonstigen Apparate. Das Modell-Dynamometer besteht aus einer Feder, an der das Modell durch eine einfache Hebelübertragung angreift und deren Ausschlag in 10 facher Vergrößerung registriert wird. Sie wird in kurzen Abständen durch Gewichte geeicht. Von den sonstigen Apparaten sei ein Schlinger-Meßapparat erwähnt.

Die Modelle werden aus Paraffin hergestellt, das gegen Holz den Vorteil leichter Bearbeitbarkeit hat und sich stets wieder verwenden läßt, auch nachträgliche Abänderungen durch die Möglichkeit des Wegschneidens und Angießens gestattet. Daneben sind die geringen Kosten der Paraffinmodelle ein wesentlicher Vorzug. Die Modelle werden zunächst als Hohlkörper in der ungefähren Schiffsform mit einer gewissen Zugabe gegossen, wobei die Form nach Spanllehren in

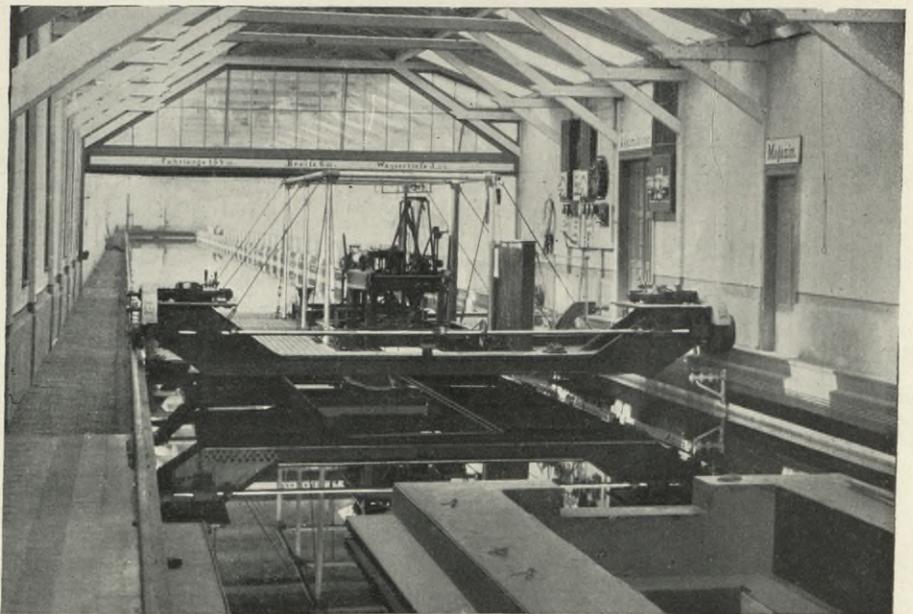


Abb. 6

Modellierton eingeformt wird. In dieses Modell werden dann die genau der richtigen Form entsprechenden Wasserlinien eingefräst mit Hilfe einer Modellschneidemaschine, bei der der rotierende Fräser durch eine Storchschnabel-Übertragung genau so bewegt wird wie die Führung am anderen Ende durch die Hand des Bedienenden

entlang den Wasserlinien der Zeichnung erfolgt. Dabei ist, um eine überflüssige Länge der Modellzeichnungen zu vermeiden, eine Verkürzung des Längenmaßstabes ermöglicht, so daß Länge und Breite auf der Zeichnung in verzerrem Maßstab erscheinen, die Fräser aber doch den wirklichen Verhältnissen entsprechend geführt werden. Nach den so eingefrästen Wasserlinien, die dem Modell ein treppenförmig abgestuftes Aussehen geben, wird es mit dem Hebel weggearbeitet und dann glatt geschliffen.

Ein Bild des Modells des Lloyd dampfers „Kaiser Wilhelm der Große“ zeigt Abb. 7, das Bild eines Schleppversuchs mit hinten nachgeführten Schrauben Abb. 8.

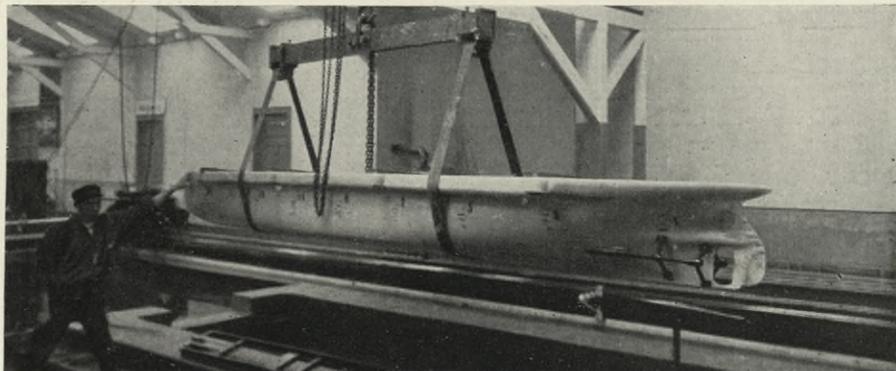


Abb. 7

Schleppanstalt in Berlin (Tiergarten)

Die „Königliche Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau“ in Berlin verdankt ihr Entstehen dem Wunsche der Preußischen Verwaltung, im Zusammenhang mit der Technischen Hochschule in Charlottenburg, über eine Anstalt zu technischen Versuchszwecken zu verfügen und dem Wunsche der Marine, ein eigenes Schleppbassin zur Ermittlung des Schiffswiderstandes zu haben, unabhängig vom Ausland und von den privaten Anstalten in Deutschland. Mit der Uebri-

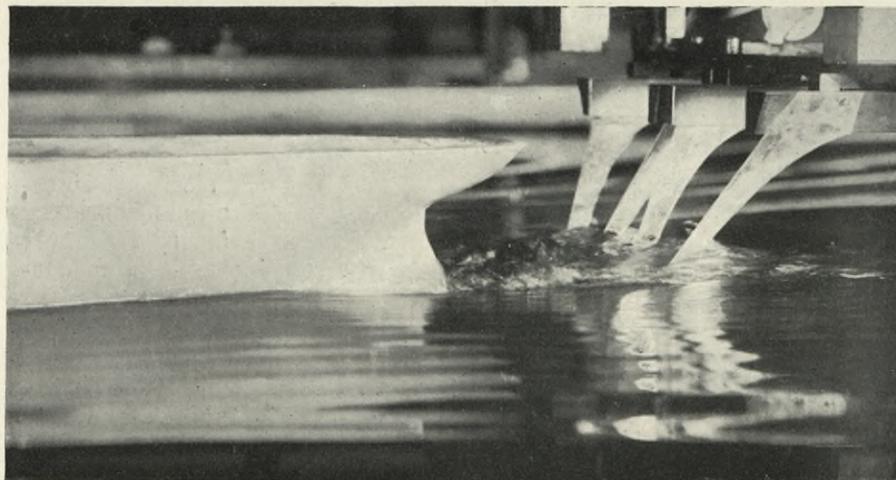


Abb. 8

gauer Anstalt waren vorher längere Verhandlungen geführt, um diese nach einem Umbau der damals noch unvollkommenen Einrichtung in den Dienst der Marine zu stellen, die aber zu keinem Ergebnis führten. Die Marine übernahm ein Viertel der Bau- und Betriebskosten, wofür ihr die Anstalt ein Vierteljahr zur Verfügung stehen sollte. Die

Anlage war von vornherein, wie der Name sagt, nicht nur für die Bedürfnisse des Schiffbaues bestimmt, sondern sollte auch für wasserbauliche Versuche der Preußischen Bauverwaltung und der Unterrichtsverwaltung dienen. Es wurde daher sowohl Vorsorge getroffen, daß in dem für schiff-

bauliche Versuche bestimmten Bassin — der großen Rinne — auch gelegentlich wasserbauliche Versuche vorgenommen werden könnten, als auch ein besonderer Teil der Anstalt — die kleine Rinne — für diese Zwecke eingerichtet.

Die Anstalt wurde in den Jahren 1901-1903 auf der Schleuseninsel des Landwehr-Kanals im Tiergarten nach Entwürfen des Baurates Lierau und des Wasserbau-Inspektors Schumann, die maschinelle Ausstattung der Schiffbau-Abteilung nach Angaben des Marine-Baumeisters Dix erbaut. Der gesamte Kostenaufwand betrug 382 000 M. Im Jahre 1910 wurden die große Rinne und ihre Apparate einem länger dauernden Umbau unterzogen, auf den unten noch näher zurückgekommen werden wird. Leiter der Anstalt ist ein Beamter des Wasserbau-fachs der Preußischen Verwaltung, und zwar war es bis zum Jahre 1906 der Regierungs- und Baurat Eger, bis zum Jahre 1909 der Regierungs- und Baurat Thiele, und von da an ist es der Regierungs- und Baurat Krey. Leiter der Schiffbau-

Abteilung war bis zum April 1910 der Marine-Baumeister, spätere Baurat Dix, von April 1910-1912 der Dr.-Ing. Gebers und von da an der Dipl.-Ing. Schaffran. Daß die Schiffbau-Abteilung als Leiter nicht wieder einen Marine-Baubeamten erhielt, erklärt sich daraus, daß im Jahre 1910 sich die Marine die eigene Anstalt in Marienfelde erbaute.

Bis dahin hatte die Schiffbau-Abteilung ihre Haupttätigkeit für die Marine entfaltet, die ursprünglich vorgesehene Zeit von 3 Monaten im Jahr wurde stets weit überschritten. Die Anstalt ist dadurch zur Grundlage für die gesamte Formenausbildung der neueren Schiffe unserer Marine geworden, es sind sämtliche Entwürfe im Modell in

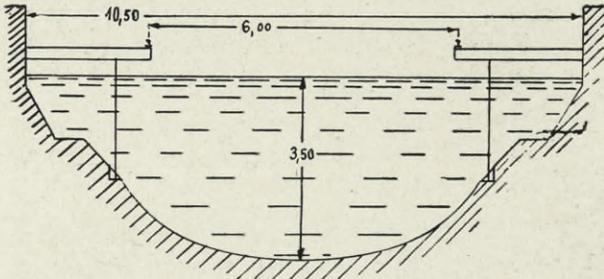


Abb. 9

ihr geschleppt worden, und zwar die Linienschiffe von der „Deutschland“-Klasse, die großen Kreuzer von der „Scharnhorst“-Klasse, die kleinen von der „Königsberg“-Klasse an, außerdem noch eine Reihe von Torpedobooten, Unterseebooten und Spezialschiffen. Für die Entwürfe der letzten Jahre ist die Marienfelder Anstalt an die Stelle der Berliner getreten.

Außer den Marineaufträgen sind hauptsächlich Handelsschiffe im Auftrage großer Schiffswerften, daneben noch Pionier-Pontons und Kanal-Kähne im Modell geschleppt. Die Inanspruchnahme durch diese laufenden Arbeiten war so stark, das zu methodischen Untersuchungen wenig Zeit übrig blieb und sie nur in kleinem Umfange vorgenommen werden konnten. An dieser

Situation hat sich auch durch den Bau einer eigenen Anstalt seitens der Marine nicht viel geändert. Es wird zurzeit auch in der Tiergarten-Anstalt noch viel für das Reichs-Marine-Amt gearbeitet, und außerdem ist sie mit Aufträgen von Privatwerften des In- und Auslandes so reichlich versehen, daß für einige Zeit hinaus nur an die Erledigung dieser Aufträge gedacht werden kann. Erfreulicherweise schließen diese Aufträge zum Teil auch methodische Unter-

suchungen wie beispielsweise die von Propellern in sich. Wie groß die Beschäftigung ist, läßt die Angabe erkennen, daß im letzten Jahre 110 Versuche mit etwa 50 Modellen gemacht worden sind, größtenteils Versuche an Schiffmodellen mit Schrauben oder an Schrauben allein. Als ein interessantes Ergebnis sei besonders hervorgehoben, daß sich bei Versuchen mit Modellen für Luftschrauben im Wasser – allerdings im Standver-

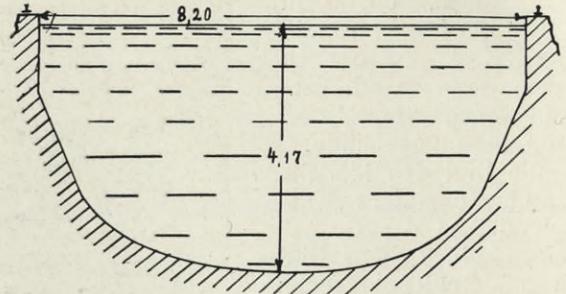


Abb. 10

such – eine völlige Übereinstimmung mit dem Ergebnis der Versuche an der Luftschraube selber ergeben hat, wieder ein Beweis für die Richtigkeit des schon bei Besprechung Gumbelscher Arbeiten erwähnten Umstandes, daß die Gesetze der

Dynamik theoretisch gleichmäßig für Luft und Wasser gelten müssen und wahrscheinlich auch praktisch bis zu einem hohen Grade gelten.

Etwa 14 Tage im Jahr steht die Anstalt der Abteilung für Schiffbau an der technischen Hochschule Charlottenburg für Lehr- und Übungszwecke zur Verfügung.

Auf die Tätigkeit der Wasserbauabteilung soll hier nicht weiter eingegangen werden,

ebensowenig wie auf ihre besonderen Einrichtungen. Es sei nur im allgemeinen erwähnt, daß über Flußregulierungen, Uferbefestigungen und Kanalbauten wertvolle Aufschlüsse erzielt sind.

Die große Rinne, aus Beton hergestellt, hat an ihrem Anfang einige nebeneinander liegende Gruben zum Auswiegen und Austrimmen der Modelle. Der anschließende lange Teil ist 150 m lang und gestattet eine Fahrt des Modellwagens von



Abb. 11

142 m; bei einer Anlaufstrecke von etwa 40 m, die im ungünstigsten Falle bei der größten erreichbaren Geschwindigkeit von 7 m pro Sekunde gebraucht wird, bleibt eine Meßstrecke von 75 m, ein Auslauf von 25 m übrig. Der ursprüngliche Querschnitt der Rinne hatte eine Wasserbreite von 10,5 und eine Tiefe von 3,5 m, die Form im einzelnen ist aus Abb. 9 ersichtlich. Die große

Wasserspiegelbreite war an sich ein Vorteil, hatte aber die Unbequemlichkeit zur Folge, daß der Wagen, wenn er nicht allzu schwer werden sollte, nicht die ganze Breite überbrücken konnte, und es daher nicht möglich war, die Geleise für den Wagen auf die Ränder des Bassins zu legen.

Es wurde daher eine Reihe von Säulen im Abstand von 2 m auf beiden Seiten eingebaut und auf diese das Geleise ver-

war und die ausgeführte Lösung war sicherlich die beste aller damals in Betracht kommenden.

Bei dem Umbau im Jahre 1910 ist diese Ein-

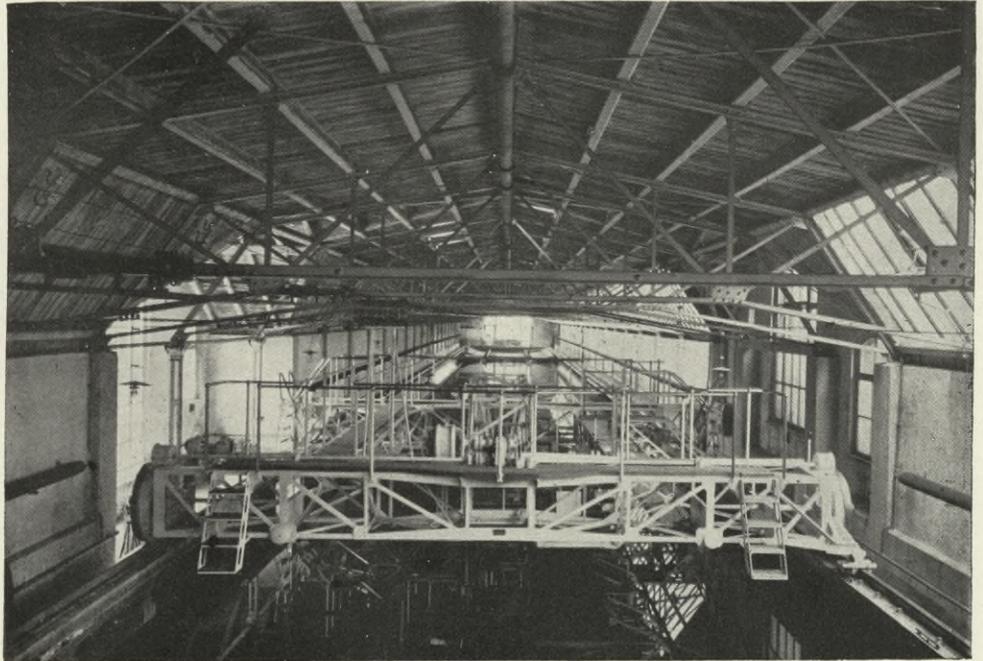


Abb. 12

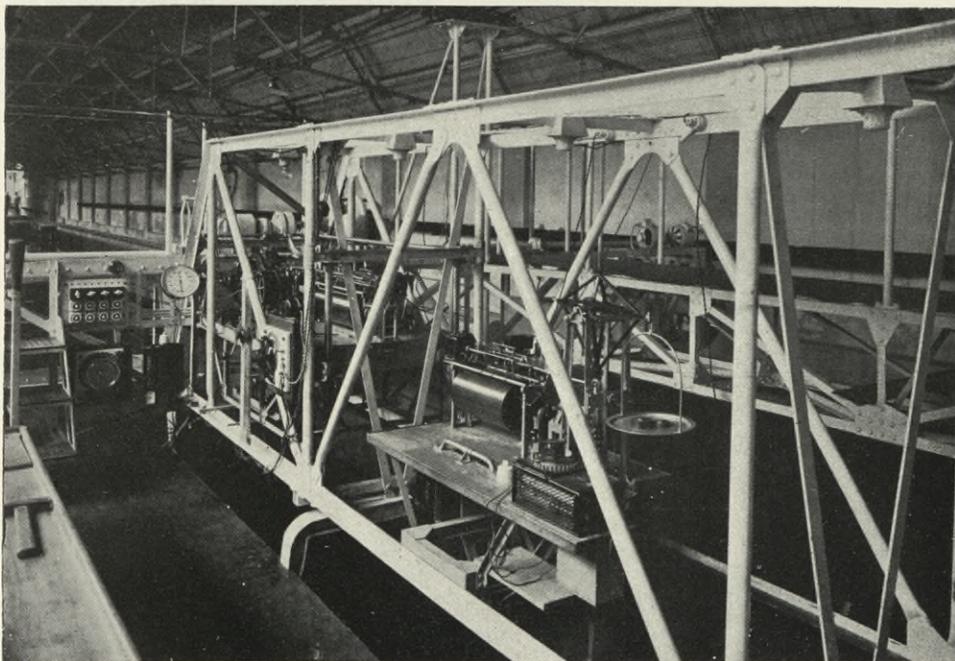


Abb. 13

legt. Besondere Vorversuche in Bremerhaven hatten ergeben, daß ein wesentlicher Einfluß dieser Säulen auf das Meßergebnis nicht zu befürchten

richtung beseitigt worden, um jede Möglichkeit der Beeinflussung der Wasserbewegung auszu-

schließen und um Schwankungen des Wagens zu verhindern. Es wurde die Mitte gewählt zwischen der großen Wasserspiegelbreite auf den Außenrändern und der kleinen zwischen den Stützen; die Seitenwände wurden in der in Abb. 10 dargestellten Weise in die Höhe gezogen, wodurch eine Wasserbreite von 8,2 m entstand, und nun auf der Kante die Schienen verlegt. Gleichzeitig wurde der Wasserspiegel gehoben und eine Wassertiefe von 4,2 m eingeführt. Ein Bild der Rinne nach dem Umbau zeigt Abb. 11, eine Gesamtansicht mit dem

Wagen Abb. 12. Etwa in der Mitte der Länge ist ein Teil der Wand durch eine 2 m lange Glasscheibe ersetzt, die eine seitliche Beobachtung

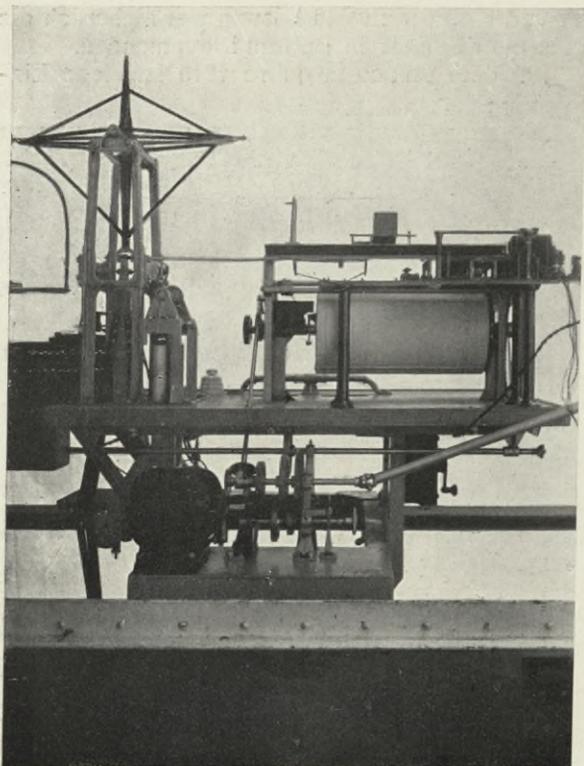


Abb. 14

des Modelles und der Wellenbildung sowie photographische Aufnahmen gestattet.

Der Wagen ist nach dem Umbau neu angefertigt, bei seiner vergrößerten Breite war große Leichtigkeit der Ausführung naturgemäß eine Hauptbedingung. Auf dem Wagen befinden sich Modell-Dynamometer, Schrauben-Dynamometer und Trimm-Meßapparate, deren Ausführung in ihrer neuen Konstruktion den Apparaten der Uebigauer Anstalt ähnelt und auf deren Beschreibung im Detail daher hier verzichtet werden kann. Abb. 13 zeigt den Wagen mit den Instrumenten, Abb. 14 das Modell-Dynamometer im einzelnen. Mit dem Schrauben-Dynamometer können bis 4 Schrauben hinter einem Schiffs-Modell geschleppt und gemessen werden. Ebenso ist es möglich, an Unterseebootsmodellen Versuche mit nachgeführten Propellern

auszuführen. Erwähnenswert sind Apparate, um bei Unterseebootsmodellen besonders die Richtung und Größe der beim Schiffe wirksam werdenden senkrechten Kräfte festzustellen, eine Vorrichtung für Schlingerversuche und die Einrichtung zum Photographieren der Wellen und der Modelle in dem erwähnten Glasfenster der Rinne.

Die Modelle werden aus Paraffin hergestellt, und zwar ist dies für Modelle bis zu 7 m Länge und 400 kg Paraffingewicht möglich. Im übrigen ähnelt die Herstellung der Modelle derjenigen der Schleppanstalt in Bremerhaven. Ein Bild eines eben dem Guß entnommenen Modelles zeigt Abb. 15, ein Bild der Modellfräsmaschine Abb. 16. Eine Maschine nach dem umgekehrten Prinzip als die letztgenannte, die Modellaufmeßvorrichtung, gestattet im Verein mit einer eisernen Richtplatte die genaue Prüfung und Aufzeichnung fertiger Modelle. Die Propellermodelle werden aus einer leicht schmelzbaren Masse gegossen und dann mit Hilfe einer Propellerfräsmaschine fertig bearbeitet, die nach demselben Prinzip wie die Modellfräsmaschine das genaue Herstellen der Form nach der Zeichnung gestattet und in Abb. 17 dargestellt ist.

Schleppanstalt in Marienfelde bei Berlin

Die Anstalt ist nur für den Betrieb der Marine bestimmt und untersteht dem Reichs-Marine-Amt, speziell der Schiffbau-Abteilung. Leiter ist ein Dezernent dieser Abteilung, zurzeit der Marinebaumeister Schlichting. Der Bau wurde nötig, weil die Marine mit der Benutzung der andern Schleppanstalten, die ihr zur Verfügung standen oder Aufträge von ihr übernehmen dem Bedürfnis nicht mehr

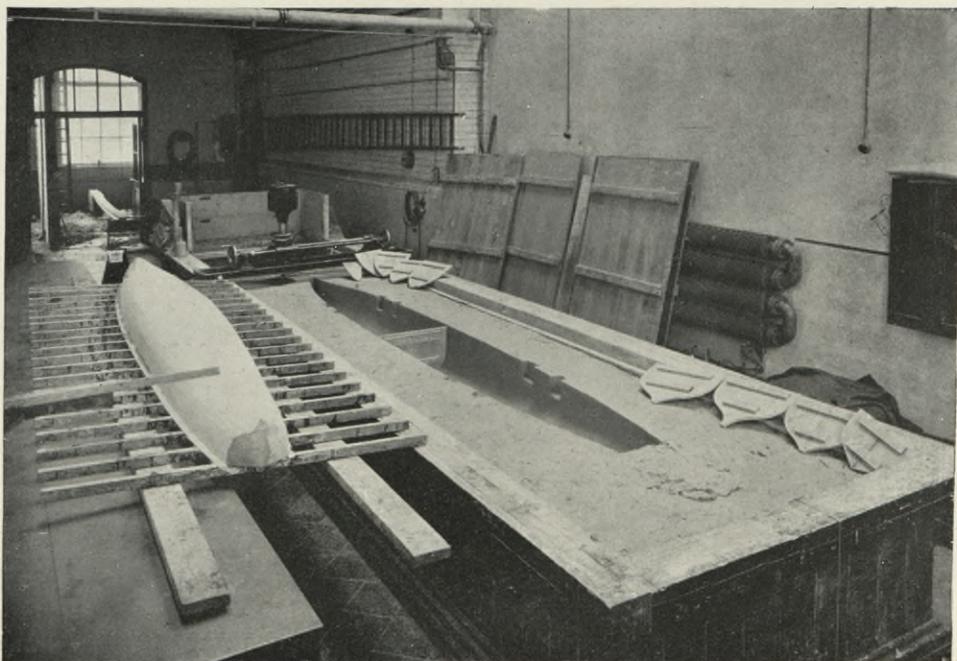


Abb. 15

folgen konnte; es stellte sich bei der enormen Entwicklung der Marine, den großen Sprüngen in der Wasserverdrängung und in der Geschwindigkeit als notwendig heraus, ein eigenes Institut zu besitzen. Dieses wurde im Jahre 1908 begonnen, im September 1909 in Betrieb genommen.

Das Prinzip des Schleppens weicht hier von dem der geschilderten Anstalten und aller früheren ab. Es ist entwickelt von dem verstorbenen Marine-Oberbaurat Wellenkamp, dem das Verdienst gebührt, die Idee in eine ausführbare Form gebracht zu haben, während der Gedanke selbst in früheren Jahren schon gelegentlich an anderer Stelle aufgetaucht ist, besonders auch von Froude schon vorübergehend gehegt und flüchtig erprobt wurde.

Eine Schwäche der gewöhnlichen Froudeschen Methode liegt ja zweifellos darin, daß nicht nur das Modell allein bewegt wird, sondern daß dieses mit einem Wagen verbunden ist; unvermeidbar ist es daher, daß Unregelmäßigkeiten in der Geschwindigkeit, Vibrationen und sonstige Einflüsse, die bei ihm auftreten, für das Modell eine Störung des dynamischen Gleichgewichtszustands herbeiführen, so daß ein völlig gleichmäßiger Widerstand des Modells nur schwer erzielt werden kann. Dazu kommt als weiterer Nachteil der Wagenkonstruktion, daß er möglichst schmal bleiben muß und somit zu einer relativ schmalen Versuchsrinne führt. Diese bedingt einen kleinen Modellmaßstab, wenn man nicht aus der Zone unbegrenzten Wassers in die des begrenzten hineingeraten will, wo der Einfluß der Kanalseiten sich schon geltend macht.

Wellenkamp hat vorgeschlagen, diese Schwierigkeiten dadurch zu überwinden, daß man das Modell freischwimmend ohne Wagen, an einem sehr dünnen Klaviersaitendraht von einem Zuggewicht durch das Wasser ziehen läßt, nachdem man durch ein anderes, größeres Vorlaufgewicht

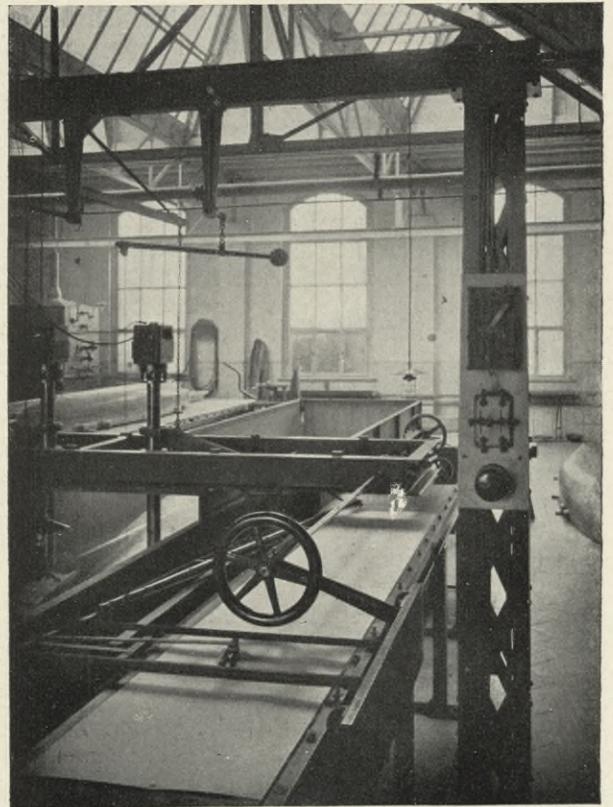


Abb. 16

ihm vorher die gewünschte Geschwindigkeit erteilt hat; der dünne Draht mit dem Zuggewicht läuft über eine Trommel in einen Brunnen, auf der Trommel wird die Zeit durch eine automatisch registrierende Vorrichtung aufgeschrieben und damit die dem Gewicht entsprechende Geschwindigkeit des Modelles verzeichnet.

Bei dem störungsfreien Lauf des Modells kann

man sich im Gegensatz zu der bisherigen Schleppmethode mit einer sehr kurzen Meßstrecke begnügen, da die Geschwindigkeit, wenn sie einmal dem Zuggewicht entspricht, ganz gleichmäßig ohne jeden Nebeneinfluß beibehalten wird. Allerdings ist dabei Voraussetzung, daß die Genauigkeit der Apparate dafür ausreicht, was aber bei dieser Methode relativ leicht zu erreichen und von Wellen-

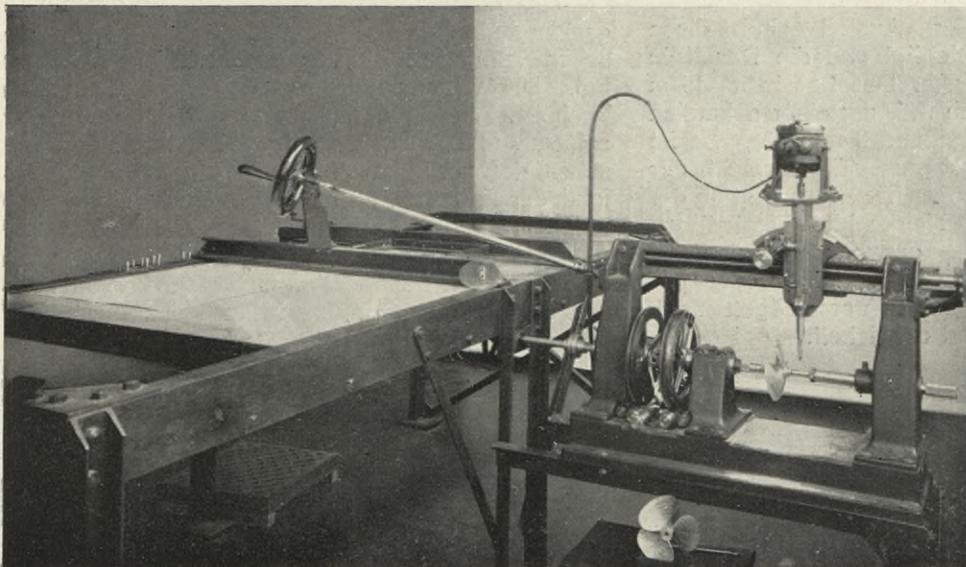


Abb. 17

kamp in hervorragender Weise gelöst ist. Es ergibt sich damit als Hauptvorteil eine Ersparnis an Meßlänge, die Ersparnis an Anstallslänge und also eine wesentliche Herabsetzung der Anlagekosten zur Folge hat. Den zweiten wesentlichen Vorteil bildet der Wegfall einer Beschränkung in der Breite.

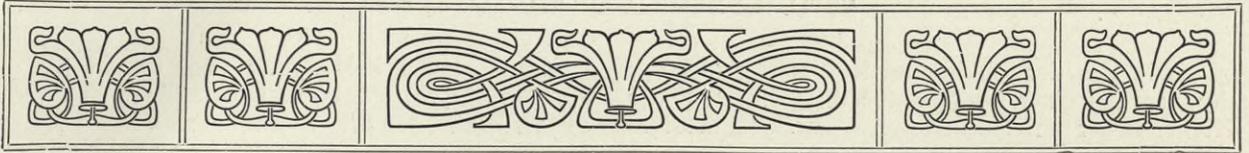
Andererseits ist von verschiedenen Seiten geltend gemacht, daß die Kürze der Meßstrecke nicht nur die Stärke, sondern auch die Schwäche der Methode bedeute. Die Kürze sei nicht nur möglich, sondern auch nötig, da es ausgeschlossen sei, daß Modelle sich auch an dem dünnsten Draht über eine große Strecke schleppen lassen; der Durchhang, Schwingungen und andere Störungen würden bald das Ergebnis empfindlich beeinträchtigen, wenn nicht den Versuch unmöglich machen. Immerhin ist aber eine genügende Länge ausführbar, wie die Praxis gezeigt hat, und es ist nur nötig, daß man vermeidet, den Modellmaßstab allzugroß und demgemäß die relative Länge der Laufstrecke zu gering zu gestalten. Durch eine zu große Kürze der Laufstrecke würde allerdings die Gefahr nahegerückt, daß die Wasserbewegung, die das Modell verursacht und die von der Geschwindigkeit des Modells abhängig ist, noch nicht in den Zustand vollkommener Gleichmäßigkeit gekommen ist; diese Wasserbewegung, mit anderen Worten die Wellen, ist aber eine der Hauptursachen des Widerstandes, und ehe sie nicht aus dem Zustand der Beschleunigung in den gleichmäßiger Geschwindigkeit übergegangen ist, ist eine Gleichmäßigkeit des Widerstandes ausgeschlossen. Auch sonst besitzt die Methode noch den Nachteil, daß das Modell während der Fahrt nicht für Messungen aller Art in der bequemen Weise zugänglich ist, wie von dem Froudeschen Wagen aus, und daß Modelle, die aus irgendeinem Grunde zu Kursabweichungen neigen oder keinen eigenen Auftrieb und keine eigene Stabilität besitzen, nur mit Schwierigkeiten geschleppt werden können.

In der Mariendorfer Anstalt sind diese Schwierigkeiten berücksichtigt und die Resultate befriedigen in hohem Maße. Das Bassin ist 45 m lang, 15 m breit und 5 m tief, mit einer schmalen Vorrinne von 11 m Länge und 3 m Tiefe. Es ist also der Vorteil einer großen Breite erreicht, der in Verbindung mit der großen Tiefe den Einfluß der Kanalwände auch bei größeren Modellmaßstäben verschwinden läßt. Die ganze Apparatur ist in den Jahren der bisherigen Tätigkeit gegenüber den ersten Wellenkampfschen Vorschlägen noch wesentlich ausgebaut und entwickelt.

Aerodynamische Versuchsanstalten

Die Darstellung der Laboratorien würde nicht vollständig sein, wenn nicht auch ein kurzer Blick auf die Versuchsanstalten geworfen würde, die der Erforschung der Luft dienen. Es ist bei der Darstellung der Forschungsergebnisse schon berührt, daß die Gesetze der Dynamik in weitgehendstem Maße für beide Flüssigkeiten gelten, und es ist daher mit Bestimmtheit zu erwarten, daß die Beziehungen, die zwischen den beiden Gebieten bestehen, auf die Dauer immer reger werden und die Anregungen beiderseits sich stärker bemerkbar machen werden als bisher. Dann werden auch die Laboratorien der Aerodynamik nicht ohne Einfluß auf das Studium der Hydrodynamik bleiben. Die Hydrodynamik hat dabei den Vorzug einer langen Entwicklung, die Aerodynamik den Vorzug, daß ihre Versuchseinrichtungen sich oftmals viel leichter, mit viel geringeren Mitteln herstellen lassen, und daneben noch den Vorzug des großen aktuellen Interesses, mit Hilfe dessen leicht große Mittel für sie flüssig gemacht werden können. Aus der großen Zahl der aerodynamischen Laboratorien sei vor allem das Göttinger des Professors Prandtl genannt, in dem ein geschlossener Luftstrom durch einen Ventilator im Ringkanal herumgeblasen wird, während die Modelle in Ruhe sind, daneben noch eine Schleppanstalt auf der Kaiserlichen Werft Kiel, in der nach der Methode Wellenkamp gearbeitet wird. Neben diesen bestehen noch manche andere, besonders kleinere Laboratorien, einige sind in der Entwicklung, und vor allem werden in den einzelnen Fabriken vielfach Versuche umfassender Art, auch an den Objekten selbst angestellt; zu einer vollständigen Erwähnung aller dieser Arbeitsstellen ist hier nicht der Ort, es sind hier zwei herausgegriffen, die in schiffbaulicher Weise arbeiten und in denen die Art des Luftwiderstandes systematisch erforscht werden kann.

Der kurze Ueberblick hat gezeigt, einen wie großen Anteil an der Tätigkeit des heutigen deutschen Schiffbaues die wissenschaftliche Forschung hat. Der wissenschaftliche Geist des deutschen Technikers hat dem Schiffbau mit in erster Linie zu seinem Aufschwung verholfen. Es ist nur zu wünschen, daß noch in viel höherem Maße, als es bis jetzt der Fall war, Laboratorien eingerichtet werden, in denen allein die Forschung auf der vorhandenen Höhe gehalten und auch auf den bisher noch stiefmütterlich behandelten Gebieten, vor allem in den Festigkeitsfragen, zu voller Höhe ausgebaut werden kann.



Elektrotechnik an Bord

Vom Direktor Krell und Dr.-Ing. A. Stauch

Die Entwicklung der Elektrotechnik in ihrer Anwendung an Bord im verflochtenen Vierteljahrhundert ist insofern von ganz besonderem Interesse, als sie mit dem Aufschwung der Elektrotechnik überhaupt zusammenfällt.

Hatte man schon sehr früh erkannt, daß die Außenbordbeleuchtung durch Scheinwerfer in wirksamer Weise nur mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens, als der intensivsten irdischen Lichtquelle, die wir kennen, erzielt werden kann, so wurden auch alle weiteren Erfindungen auf elektrotechnischem Gebiete stets sofort auf ihre Anwendbarkeit für Bordzwecke geprüft und meist mit durchschlagendem Erfolg angewendet. So stellt z. B. die Erfindung der elektrischen Glühlampe einen Fortschritt dar, der den Bedürfnissen an Bord in geradezu idealer Weise entgegenkommt.

Man erinnere sich an die alten, in ihrer cardanischen Aufhängung pendelnden, Hitze und Geruch verbreitenden Petroleumlampen mit ihrer Einzelbedienung und vergleiche damit die von der Lage ihrer Anbringung vollkommen unabhängige, weder Geruch noch wesentliche Wärme erzeugende, bequem in Gruppen oder einzeln aus- und einschaltbare Glühlampe, die keinerlei Bedienung bedarf, so begreift man den Siegeszug, den die elektrische Glühlampe an Bord unserer Schiffe bis herauf zu den modernsten Riesen-dampfern mit über 14 000 Lampen gehalten hat.

Man kann die Einführung und Entwicklung der Elektrizität an Bord der Schiffe nicht behandeln, ohne der ausschlaggebenden Rolle zu gedenken, die dabei die Scheinwerfer spielten; ausschlaggebend insofern, als lange Zeit hindurch der Energiebedarf der Scheinwerfer, wenigstens auf Kriegsschiffen, bei weitem überwiegend war und daher maßgebend für die Verhältnisse der elektrischen Bordstationen. Im Ausland existierten bereits seit dem Jahre 1873 die vorzüglichen Scheinwerfer der Pariser Leuchtfeuerfirma Sautter, Lemonier & Co. mit dem sphärisch geschliffenen Glasspiegel des Genieobersten Mangin und beherrschten den Weltmarkt. Da wurden in der

zweiten Hälfte der 80er Jahre durch den Weckruf des aufblühenden deutschen Schiffbaues auch auf dem Gebiet der Elektrotechnik die Geister in den Dienst der neuen Aufgabe gestellt. Und so gelang es im Jahre 1886 Siegmund Schuckert und Pro-

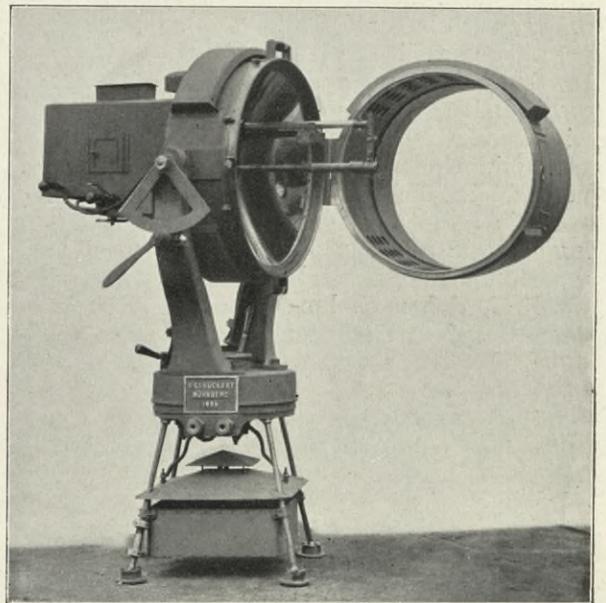


Abb. 1. Scheinwerfer geliefert im Jahre 1886 für S. M. S. „Greif“

fessor Munker in Nürnberg, Männern von typisch deutscher Ausdauer und Gründlichkeit, den ersten Glasparabolspiegel für Scheinwerfer herzustellen. Damit hatte der deutsche Schiffbau den theoretisch und praktisch besten Reflektor für Scheinwerfer erhalten. Es gibt eben für die Aufgabe, möglichst viele Strahlen einer gegebenen Lichtquelle auf einen entfernten Gegenstand zu vereinigen, kein besseres optisches Mittel, als den Parabolspiegel. Einen der ersten Scheinwerfer mit Schuckert'schem Glasparabolspiegel stellt die Abbildung 1 dar.

Wie aus der Abbildung zu ersehen, ist der Apparat mit einer Bogenlampe ausgerüstet, deren Kohlen in der horizontalen Achse des Scheinwerferspiegels liegen. Auch hier haben sich die deutschen Konstrukteure sofort von dem französischen Vorbild freigemacht, indem sie an Stelle der von Sautter Lemonier verwendeten Schräglampe gleich auf die Horizontallampe übergingen. Der französische Mangin-Spiegel konnte nämlich zunächst nur mit verhältnismäßig großen Brennweiten, die etwa seinem Durchmesser gleichkamen, hergestellt werden, wollte man nicht die Annäherung des sphärischen Schließes an den idealen Parabolspiegel allzu sehr gefährden. Bei diesem Verhältnis von Durchmesser und Brennweite wären aber bei Verwendung der Horizontallampe die wirksamsten Lichtstrahlen vom Spiegel überhaupt nicht ausgenutzt worden, wie aus der Abb. 2 b entnommen werden kann. Der ursprüngliche Mangin-Spiegel war also, wie aus Abb. 2 a zu ersehen, auf die Schräglampe angewiesen, wegen ihrer für große Brennweiten günstigere Lichtausstrahlung. Der Parabolspiegel bot dagegen die Möglichkeit, geringere Brennweiten gleich $\frac{1}{2}$ seines Durchmessers oder noch geringer anzuwenden und gestattete somit eine befriedigende Ausnutzung der Lichtemissionskurve der Horizontallampe, was den Vorteil eines großen beleuchteten Feldes im Gefolge hatte.

Wie recht die Konstrukteure der Horizontallampe, die als eine spezifisch deutsche Lösung angesprochen werden kann, hatten, beweist der Umstand, daß nach langem Kampf und langem

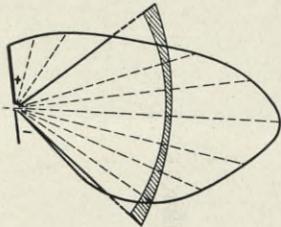


Abb. 2a.

Ausnutzung der Lichtausstrahlung einer Schräglampe durch einen alten Mangin-Spiegel

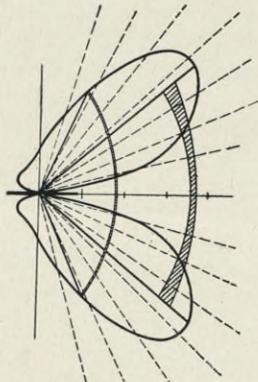


Abb. 2b.

Ausnutzung der Lichtausstrahlung einer Horizontallampe durch einen alten Mangin-Spiegel und durch einen Parabolspiegel

Sträuben, alle Scheinwerfer-Konstrukteure der Welt zur Horizontallampe übergegangen sind, sobald sie gelernt hatten, Mangin-Spiegel mit geringen Brennweiten oder Parabolspiegel herzustellen.

Von der Erfindung des Glasparabolspiegels in Deutschland im Jahre 1886 ab wurde nun die

ganze deutsche Kriegsflotte mit diesen für die Abwehr der Torpedoboote so wichtigen Apparaten ausgerüstet. Die praktische obere Grenze für die Lichtquelle war mit 150–180 Amp. bald erreicht, so daß der Konstrukteur den gesteigerten Ansprüchen an die Scheinwerfer nur durch die Wahl größerer Spiegeldurchmesser gerecht werden konnte. Und so sehen wir die Durchmesser von ursprünglich 45 und 60 cm, bei größeren Schiffen

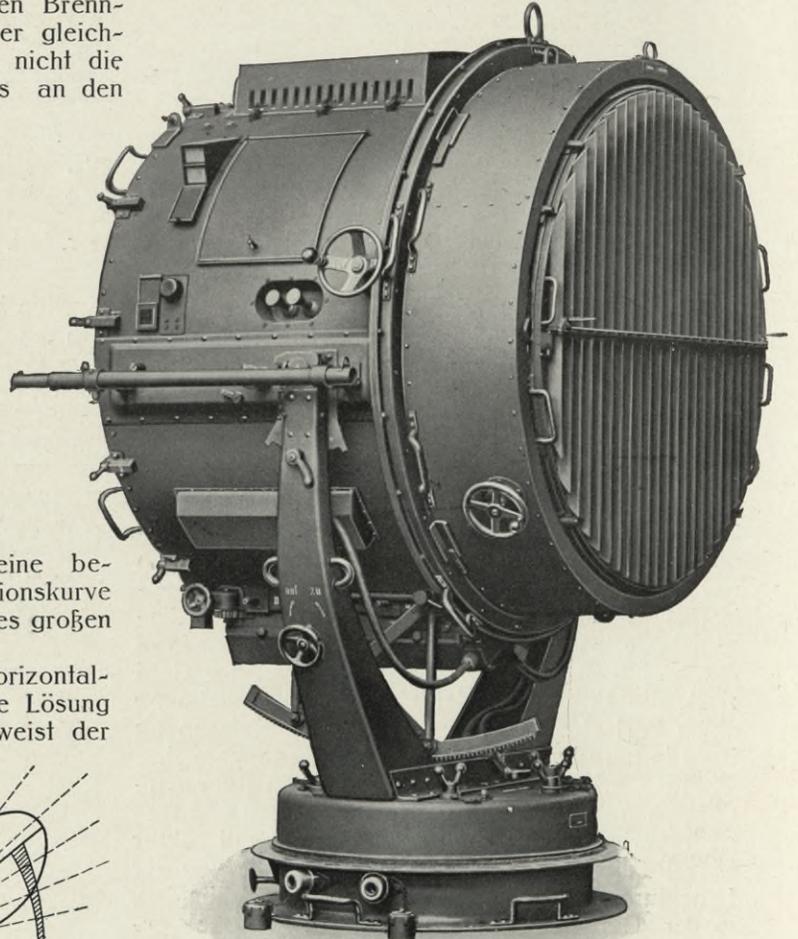


Abb. 3. 110 cm-Marinescheinwerfer der Siemens-Schuckertwerke

von 90 auf 110 cm, ja 150 cm und für Küstenverteidigung sogar auf 200 cm wachsen.

Bis 110 cm Spiegeldurchmesser können die Apparate zur Not zerlegbar gemacht werden, um während des Tagesgefechtes unter Panzerschutz verstaubt zu werden (Abb. 3). Die Marine der Vereinigten Staaten von Nordamerika verzichtet auf diesen Vorteil zugunsten einer größeren Leuchtwirkung und rüstet ihre großen Schiffe mit 150-cm-Glas-Parabolspiegeln aus, die von den Siemens-Schuckertwerken geliefert werden.

Das Bestreben, die Leuchtwirkung der Scheinwerfer zu erhöhen, ohne ihre Handlichkeit und Verstaubarkeit zu gefährden, hat zur Verwendung von Doppelscheinwerfern (Zwillingscheinwerfern)

geführt. Dabei ist zu bedenken, daß die Ueber-einanderlagerung der beiden Strahlen niemals so geschehen kann, daß sich die Maximalintensitäten der beiden beleuchteten Felder decken, weshalb

Dieser für die Entwicklung des Marine-Scheinwerfers hochbedeutsamen Konstruktion an dieser Stelle einige Worte zu widmen, ist um so mehr am Platze, als ihr Schöpfer, dessen Name überhaupt



Abb. 4. S. S. W.-Scheinwerfer in Tätigkeit. Deutsche Flotte im Kieler Hafen

die kombinierte Wirkung nicht gleich der doppelten Wirkung des Einzelscheinwerfers gesetzt werden kann. So kommt es, daß man bereits mit einem 90-cm-Scheinwerfer die Wirkung eines Zwillingsscheinwerfers mit 60-cm-Spiegeln wesentlich übertrifft.

In welchem Umfang die Scheinwerfer in der Kriegsmarine Verwendung finden, davon gibt die Abb. 4, Scheinwerferspiel der deutschen Kriegsflotte in Kiel, ein anschauliches Zeugnis.

Gleich bei den ersten praktischen Versuchen mit den Schuckertschen Scheinwerfern in der deutschen Marine, bei denen ihre Wirksamkeit Torpedoboote gegenüber festgestellt werden sollte, wurde den Konstrukteuren eine neue Aufgabe gestellt in dem Wunsche, den Scheinwerferstrahl beim Aufsuchen der Torpedoboote möglichst kräftig und konzentriert zur Verfügung zu haben, während bei Annäherung der Boote eine Ausbreitung des Lichtes über einen größeren Bereich bei gleichzeitiger Verringerung der Leuchtkraft als zweckmäßig bezeichnet wurde.

Diese Aufgabe löste der bei den Versuchen seitens der Firma Schuckert beteiligte Ingenieur und spätere Direktor der Siemens-Schuckertwerke F. Nerz in geradezu genialer Weise durch die Erfindung des sogenannten Doppelstreuers.

mit der Entwicklung der Scheinwerfer untrennbar verbunden und weit über Deutschlands Grenzen geachtet ist, am 1. April d. J. durch den Tod aus seiner auf allen von ihm bearbeiteten Gebieten segensreichen Tätigkeit gerissen wurde.

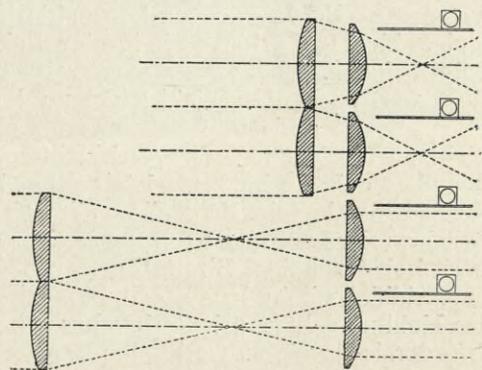


Abb. 5. Strahlengang durch den Doppelstreuer

Der Nerzsche Doppelstreuer besteht aus zwei hintereinander in dem Scheinwerferstrahl angeordneten Systemen plankonvexer Zylinderlinsen, die einander genähert und voneinander entfernt werden können.

Die Abb. 5 zeigt einen horizontalen Schnitt durch diese beiden Linsensysteme und den Gang

der vom Scheinwerferspiegel kommenden fast parallelen Strahlen. Durch die Linsen des ersten Systems werden diese Strahlen so gebrochen, daß Lichtkeile entstehen, deren Kanten als Brennlinien in gleichem Abstand vor den einzelnen Linsen erscheinen. Bringt man ein zweites Linsensystem mit etwas geringerer Brennweite so vor das erste, daß die Brennlinien des zweiten mit den Brennlinien des ersten zusammenfallen, so werden die vom ersten System konvergent gebrochenen Lichtstrahlen durch das zweite System wieder parallel

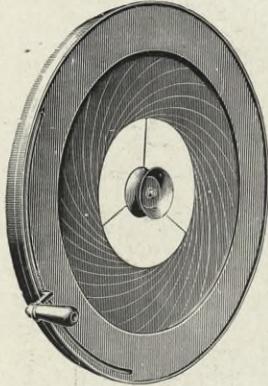


Abb. 6. Irisblende

gerichtet und verlassen dieses in Lichtbändern, die infolge der geringeren Brennweite des zweiten Systems schmale dunkle Räume zwischen sich lassen, in denen der für die Marine so wichtige Signalisierapparat angebracht werden kann, ohne, daß dadurch ein Lichtverlust entsteht, denn das gesamte auf jede erste Linse fallende Lichtquantum wird, abgesehen von den Absorptions- und Brechungsverlusten im Glas, von der zweiten Linse wieder abgegeben und auf ein etwas schmaleres Band zusammengedrängt.

Man hat somit den Scheinwerferstrahl konzentriert, als ob er direkt vom Spiegel käme.

Nähert man die beiden Linsensysteme einander allmählich, so wirkt das zweite System so, daß es die vom ersten konvergent kommenden Lichtstrahlen noch mehr konvergent macht, und man bekommt vom konzentrierten Licht ausgehend kontinuierlich alle Streuungen des Strahles bis zu etwa 45 Grad.

Ohne Wechsel der Gläser gestattet also diese Einrichtung den Uebergang von konzentriertem zu gestreutem Licht und erfüllt so in idealer Weise die gestellte Aufgabe.

Eine weitere ebenfalls nicht leicht zu lösende Aufgabe bestand darin, die Scheinwerfer absolut lichtdicht zu machen und die Austrittsöffnung so abzublenden, daß sie im Bedarfsfall schnell freigegeben werden konnte. Es genügte nämlich nicht, die Scheinwerfer im Bedarfsfall rasch einzuschalten, weil bei den hohen Stromstärken die Kohlen immer verhältnismäßig lange Zeit brauchten, um ruhiges Licht zu geben. Dieses ist aber unbedingtes Erfordernis für eine zuverlässige Beobachtung. Es blieb also nur übrig, die Scheinwerfer brennend zum Leuchten bereit zu halten und so abzublenden, daß keinerlei verräterische Strahlen nach außen dringen konnten.

Nach langen vergeblichen Versuchen, bei denen sich die im Ausland gebräuchlichen Einrichtungen als ganz unbrauchbar erwiesen, gelang es der Firma Schuckert, in der von photographischen Apparaten her bekannten Irisblende eine auch in den größten Abmessungen ausführbare Lösung zu

finden, die den Anforderungen an schnelle Bedienbarkeit, absolute Lichtdichtheit und Widerstandsfähigkeit gegen die hohen Temperaturen voll entsprach. Auch diese Einrichtung (Abb. 6) ist von allen späteren Konstrukteuren ohne weiteres übernommen worden.

Aber nicht nur die Leuchtwirkung und der hierfür besonders in Frage kommende Spiegel wurden im Laufe der Jahre vervollkommen, sondern auch die für die Bedienung und den zu erreichenden Zweck fast ebenso wichtigen Einrichtungen zum Bewegen und Einstellen des Strahles auf das Objekt.

Hatte man sich früher darauf beschränkt, durch Anbringung von Elektromotoren für die Horizontal- und Vertikalbewegung des Scheinwerfers dem möglichst entfernt von diesem aufgestellten Beobachter die Möglichkeit zu geben, mittels eines Regulierapparates den Scheinwerferstrahl auf das Objekt zu richten, so gehen neuerdings die Bestrebungen dahin, den Strahl zwangsläufig und selbsttätig dem Fernrohr des Beobachters nachzudrehen, so daß der mit dem Fernrohr gefundene Gegner durch Oeffnen der Verdunkelungseinrichtungen am Scheinwerfer plötzlich beleuchtet werden kann. Dieses Suchen des Feindes mit ab-

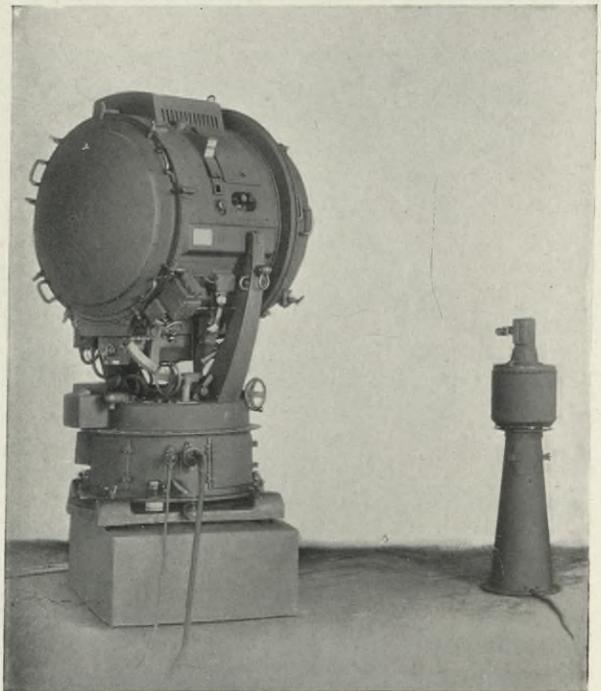


Abb. 7. 90 cm-Marinescheinwerfer der Siemens-Schuckertwerke mit Teleskop-Fernsteuerung

geblendetem Scheinwerferstrahl hat den großen Vorteil, daß man die eigene Anwesenheit nicht früher verrät, als unbedingt notwendig ist, und daß dem plötzlich beleuchteten Gegner die Feststellung der Entfernung und der Lage des beleuchtenden Schiffes erschwert wird.

Eine solche Einrichtung ist in Abb. 7 dargestellt, und zwar für einen Scheinwerfer mit 90-cm-Glasparabolspiegel.

Auch auf Handelsschiffen findet der elektrische Scheinwerfer vielfach Verwendung, so vor allen Dingen bei der Passage durch den Suez-Kanal. Diese Scheinwerfer werden mit einer besonderen Einrichtung versehen, durch die der Strahl in zwei Teile geteilt wird, so daß rechts und links von einem dunklen Felde von 5 Grad je ein Lichtstrahl, ebenfalls von 5 Grad Ausbreitung, verwendet wird.

Diese Lichtstrahlen sollen die Beleuchtung der Ufer ermöglichen, ohne daß die entgegenkommenden Schiffe, die sich in dem dunklen Mittelfeld befinden, vom Scheinwerfer geblendet werden.

Die mächtigsten Apparate, mit denen größere Schiffe auf 6 bis 8 Kilometer gesichtet werden können, sind für die Küstenverteidigung erforderlich. Es werden dazu die großen Scheinwerfer der Siemens-Schuckertwerke von 2 m Spiegeldurchmesser verwendet, die mit elektrischen Bogenlampen von 180 bis 200 Ampere ausgerüstet eine Intensität des Strahles von etwa 440 Millionen Kerzenstärken ergeben.

Wir bringen in Abb. 8 diesen Scheinwerfer, weil er einen gewissen Abschluß der Technik auf diesem Gebiet darstellt. Es ist nämlich vorläufig nicht gelungen, eine für die Verwendung in Scheinwerfern brauchbare Lichtquelle zu schaffen, die über die Wirkung einer 200-Ampere-Bogenlampe hinausgeht, weil mit der Steigerung der Stromstärke die Unruhe des Lichts zunimmt, ohne daß eine wesentliche Erhöhung der Beleuchtungsintensität erreicht werden kann.

Auch die Konstruktion automatischer Bogenlampen für so hohe Stromstärken bietet bedeutende Schwierigkeiten insofern, als die beträchtlichen Gewichte der sehr starken Kohlen in Einklang gebracht werden müssen mit einer sehr empfindlichen Regulierung. Auch hier stellt die neueste Motorbogenlampe, die in Abb. 9 dargestellt ist, eine den gegenwärtigen Anforderungen voll entsprechende Konstruktion dar. Wegen der großen auszuübenden Kräfte wurde zur Bewegung der Kohlenhalter ein Motor verwendet, während

für geringere Stromstärken die Bewegung der Kohlen und die Regulierung durch einfache Bogenbilder- und Nachschubmagnete erfolgen konnte.

Auf der Abbildung ist auch an der negativen dünnen Kohle zu ersehen, daß diese mit einem Kupferüberzug versehen ist. Diese sogenannten Ka-Kohlen ermöglichten es, die Lichtausbeute

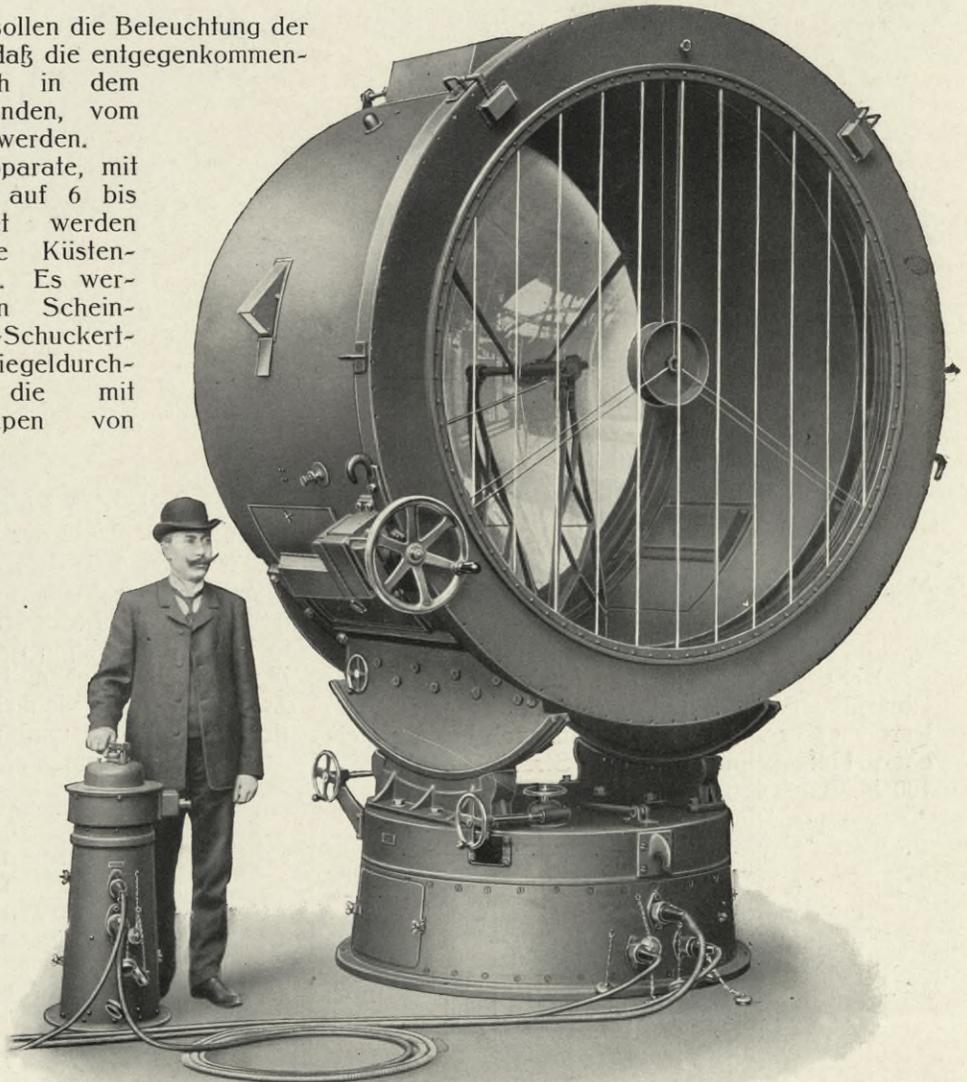


Abb. 8. Küsten-Scheinwerfer mit 2 m Glasparabolspiegel der Siemens-Schuckertwerke

gegenüber den früher verwendeten Kohlen noch um etwa 30 % zu steigern, indem die sehr dünnen, verkupferten Kohlen einen geringeren Schatten auf den Spiegel werfen, und indem gleichzeitig eine Lichtbogenspannung von 76 Volt gegen früher von 62 Volt Verwendung findet.

Vorläufig ist man also mit 200 Ampere an einer durch die Kohlentechnik gegebenen Grenze für die Lichtquelle angelangt.

Man ist daher immer noch darauf angewiesen, die Fernwirkung der Scheinwerfer durch die Wahl

Interessen einer wirtschaftlichen Herstellung in Einklang zu bringen.

Da es nicht möglich ist, in dem hier zur Verfügung stehenden Rahmen die Entwicklung der einzelnen elektrischen Bordkonstruktionen im vollen Umfange zu besprechen, so mag es angezeigt sein, als typisches Beispiel der Entwicklung einer Bordkonstruktion die einzelnen Stufen im Werdegang der Kohlenwinde an einigen Abbildungen zu erläutern und sich bei den übrigen Konstruktionen auf die Anfangs- und Endlösungen oder nur auf die letzteren zu beschränken.

Es ist ein normaler, gekapselter Elektromotor verwendet, der unter Zwischenschaltung einer Flanschkupplung mit einem getrennt hergestellten Schneckenvorgelege verbunden ist, das die beiden Spillköpfe trägt. Diese Anordnung erfüllt alle Bedingungen für Bordkonstruktionen mit Ausnahme der Berücksichtigung geringen Gewichtes und geringen Raumbedarfes. Bei der Aufstellung der Kohlenwinden auf Oberdeck ist aber gerade die letztere Bedingung ausschlaggebend geworden. Man begnügte sich nicht, durch Zusammenziehen des Vorgeleges mit Kupplung und Elektromotor in

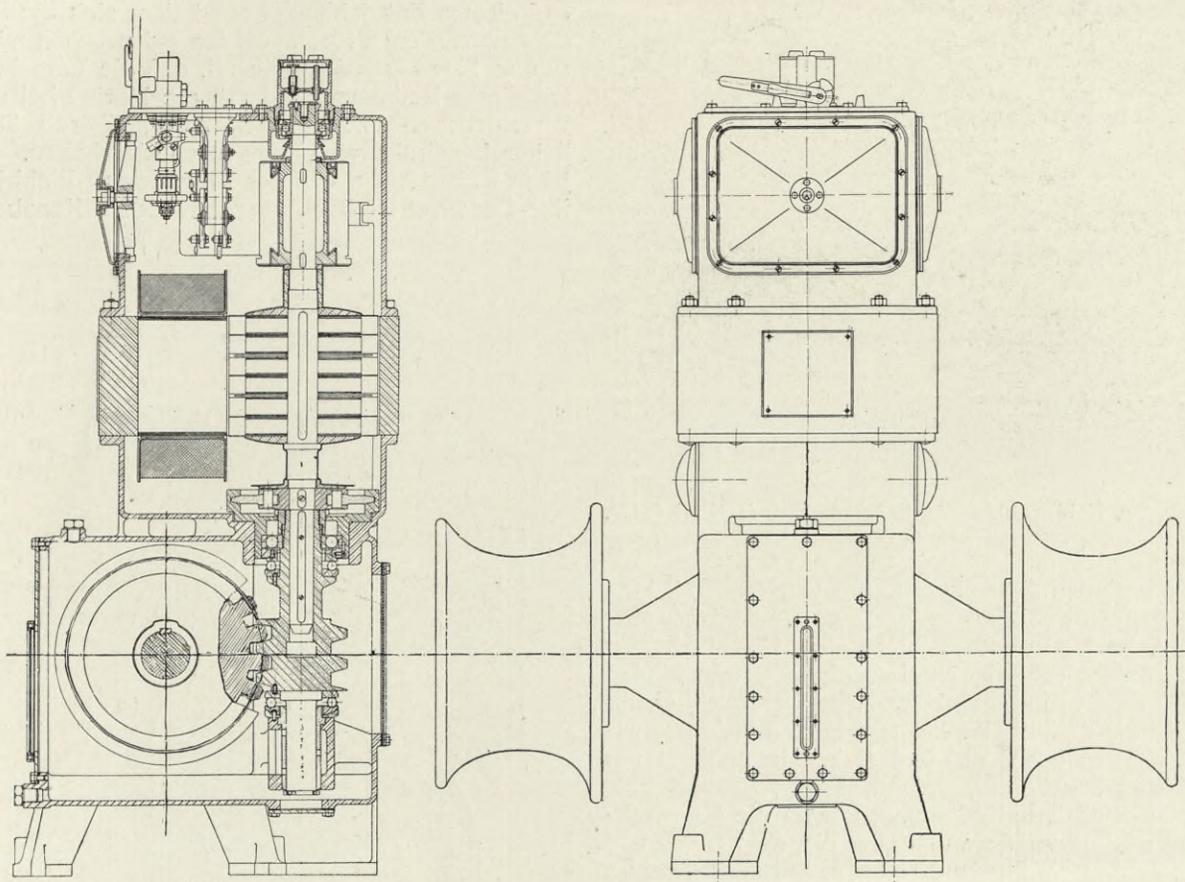


Abb. 12. Kohlenwinde der Fried. Krupp A.-G. Essen mit senkrechter Welle für S. M. S. „Prinz Heinrich“ 1901

Die Bedingungen, die von brauchbaren Bordkonstruktionen erfüllt werden müssen, sind geringes Gewicht, geringer Raumbedarf, Unempfindlichkeit gegen derbe Behandlung und gegen die Witterungseinflüsse, hohe Betriebssicherheit und einfache Bedienung und Konstruktion.

Wie bei allen technischen Konstruktionen, so ist es auch hier nicht möglich, alle diese sich zum Teil widersprechenden Forderungen miteinander zu vereinigen, und man hat sich, wie stets, mit einem Kompromiß zu begnügen.

Eine der ersten Kohlenwinden an Bord wurde von der Union-Elektrizitätsgesellschaft Ende der 90er Jahre aufgestellt. Ihre Konstruktion ist aus Abb. 10 zu ersehen.

ein gemeinsames Gehäuse (Abb. 11) Gewicht und Raumbedarf zu verringern, sondern ging gleich noch einen Schritt weiter und suchte mit möglichst geringer Bodenfläche auszukommen, indem man Motor und Vorgelege übereinander setzte. So entstand 1901 die von Fried. Krupp, Essen, für den großen Kreuzer „Prinz Heinrich“ gebaute Kohlenwinde (Abb. 12). Wenn diese Winde auch wegen der elektrotechnischen Schwierigkeiten der Konstruktion nicht in größerem Umfang Anwendung gefunden hat, so gab sie doch die Anregung zu der in Abb. 13a dargestellten Lösung der Aufgabe für die E. A. vormals Schuckert & Co. Die Schrägstellung der Achse gestattete die Verwendung eines symmetrisch gebauten Elektromotors, wo-

durch man den Schwierigkeiten des „Prinz-Heinrich“-Modells aus dem Wege ging, ohne daß die Konstruktion mehr Bodenfläche beansprucht hätte. Die Aufstellung dieses Windenmodells auf Oberdeck ist aus Abb. 14 ersichtlich. Trotz der über-

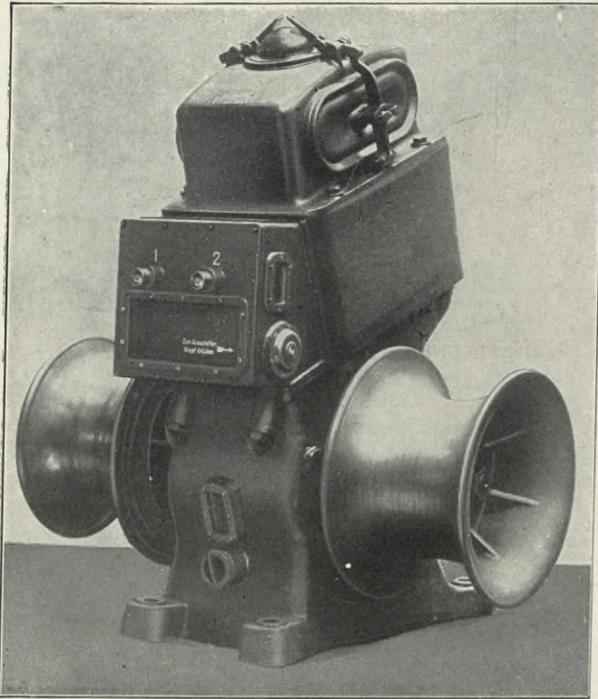


Abb. 13a. Kohlenwinde der E. A. vorm. Schuckert & Co. mit schräger Welle

aus geringen Grundfläche, die von dieser Winde beansprucht wurde, empfand man sie doch als störend, weil man am liebsten das Oberdeck von allen nicht unbedingt notwendigen Gegenständen freihalten will. Die Kohlenwinden werden aber nur während des verhältnismäßig kurzen Bekohlungs-geschäftes gebraucht und stehen im übrigen nur im Wege.

Die nächste Bedingung, die an die Konstruktion gestellt wurde, war daher die, sie zerleg- und verstaubar zu machen. Nun mußte noch leichter konstruiert werden. Dazu gab es zunächst ein Mittel, den Motor leichter zu machen, indem man ihn mit möglichst vielen Polen ausrüstete, und so entstand der in Abb. 15 dargestellte zehnpolige Motor, der bei einer Leistung von etwa 5 PS. nur 104 kg wog, so daß er, ohne weiter zerlegt zu werden, von zwei Mann getragen werden konnte. An dem Motor selbst wurden beiderseitig Spillköpfe direkt an die Lagerschilder angebaut, und dieser dann auf einen Fundamentkasten gesetzt, der in seinem Innern den Anlasser aufnahm; die Gesamtanordnung wog nur 200 kg, weil überall, wo es einigermaßen zugänglich erschien, Aluminiumguß Verwendung gefunden hat. Die Einzelteile, in die diese sogenannte transportable Kohlenwinde zerlegt werden konnte, sind aus Abb. 16 zu ersehen.

Ein Vorkommnis, das mit einer anderen Windenkonstruktion passierte, führte zu der For-

derung, daß die Kohlenwinden in allen Teilen so stark konstruiert werden sollten, daß eher beim Festhaken des Seiles dieses letztere reißt, als daß irgendwelche Teile der Kohlenwinde brechen dürfen. Dieses führte zur stufenweisen Verstärkung der einzelnen Teile und somit zur Beseitigung des Aluminiumgusses, wodurch sich die in Abb. 17 und 18 dargestellte Konstruktion ergab. Sie ist zwar auch noch leicht zerlegbar eingerichtet, durch ihr Gesamtgewicht von 510 kg aber ist sie wieder zu einer stationären Konstruktion geworden, und der Wunsch, die Winden unter Deck zu verstauen, ist wieder in den Hintergrund getreten. Auf diesem Entwicklungswege haben sich die Bedingungen, denen Kohlenwinden entsprechen müssen, so klar herauskristallisiert, daß die Vorschriften dieser Bedingungen durch die Marine bei den verschiedenen Firmen auch zu annähernd ähnlichen konstruktiven Lösungen geführt haben. So ist in Abb. 19, die von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin durchgebildete Konstruk-

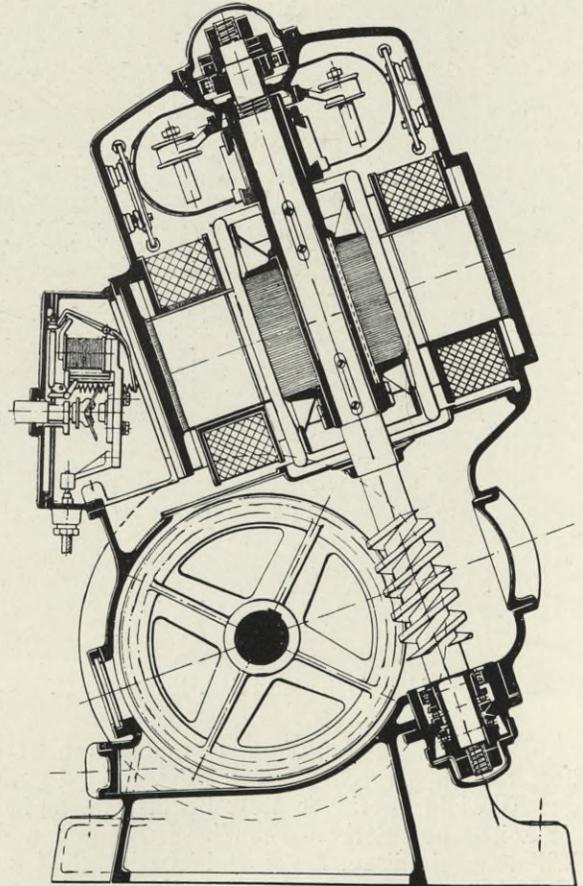


Abb. 13b. Kohlenwinde der E. A. vorm. Schuckert & Co. mit schräger Welle

tion in Ansicht dargestellt, der man das Zugeständnis einer in sich abgeschlossenen, den Eindruck höchster Zweckmäßigkeit darbietenden Konstruktion nicht versagen wird. Sie ist für eine Leistung von 260 kg an jedem Spillkopf bei 1 m Umfangsgeschwindigkeit konstruiert und mit einem

6,5 PS. Compoundmotor versehen. Der Anlasser besteht in einer Schaltwalze mit Maximal- und Minimal-Ausschaltung. Der Antrieb der Spillköpfe erfolgt durch Schneckengetriebe. Beim Versagen des Stromes wird die Rückdrehung der Spillköpfe durch Sperrklinken, die oben auf der Schneckenwelle angeordnet sind, verhindert.

Eine durch Originalität sich auszeichnende Konstruktion wurde von der Elektrizitäts-Gesellschaft für Kriegs- und Handelsmarine (System Eßberger) geschaffen.

Auf der Abbildung 20 fällt zunächst der außergewöhnlich schmale Bau der Winde auf. Wie die



Abb. 14. Aufstellung der Kohlenwinde mit schräger Welle an Bord S. M. S. „Braunschweig“

Schnittzeichnung (Abbildung 21) erkennen läßt, ist dieser schmale Bau dadurch erreicht, daß die Spillköpfe direkt mit einer

Kegelradverzahnung versehen sind, in die ein kleines auf der vertikalen Motorwelle sitzendes Kegelrad eingreift. Der Motor selbst dient dem Spillkopfgehäuse als Fundament. Durch diese Anordnung wird den beiden Spillköpfen eine entgegengesetzte Drehrichtung gegeben, was von dem Konstrukteur als besonderer Vorteil bezeichnet wird. In dem sich von selbst ergebenden Raum zwischen den beiden Spillköpfen ist der Anlasser eingebaut, der von außen durch ein Stirnrad betätigt werden kann.

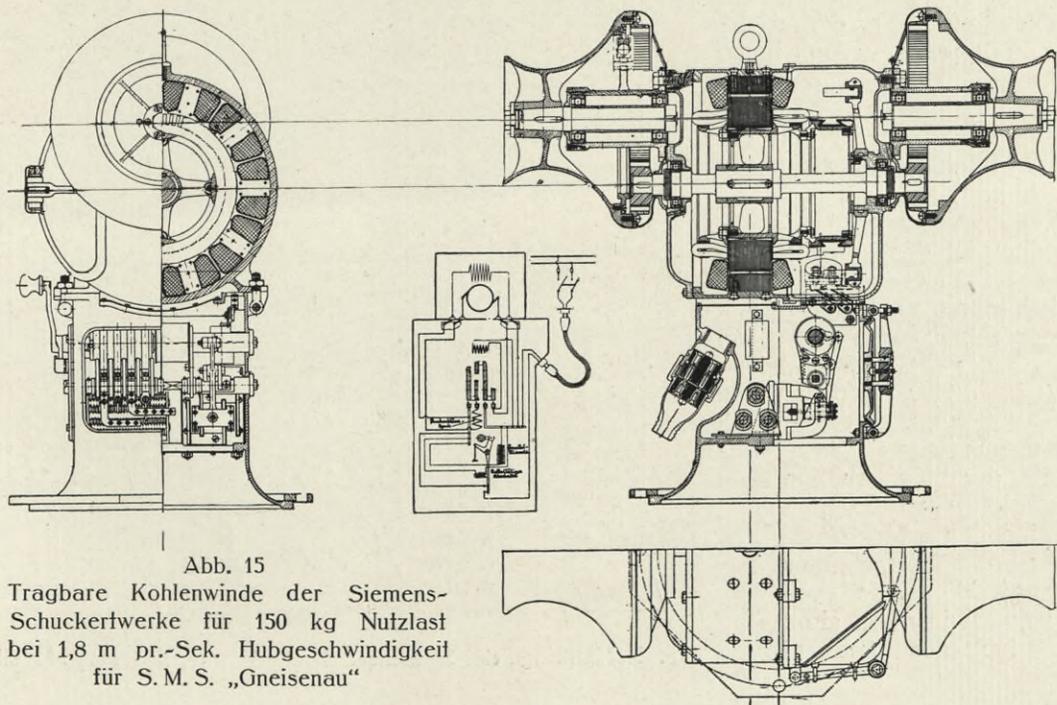


Abb. 15

Tragbare Kohlenwinde der Siemens-Schuckertwerke für 150 kg Nutzlast bei 1,8 m pr.-Sek. Hubgeschwindigkeit für S. M. S. „Gneisenau“

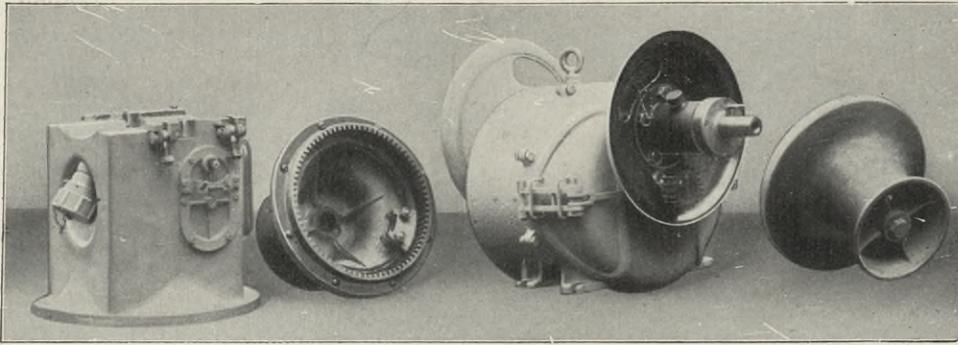


Abb. 16. Tragbare Kohlenwinde der Siemens-Schuckertwerke (zerlegt)

einer idealen Sonderkonstruktion für Bordzwecke dar. Die Idee zu dieser Konstruktion stammt vom Marine-Oberbaurat Berling. Auch insofern ist diese Ausführung typisch, als es nur durch die Verwendung hochwertiger Konstruktionsmaterialien gelungen ist, die außerordentlich hohen Anforderungen,

Eine allgemein an die Kohlenwinden gestellte Bedingung besteht darin, daß die Kupplung zwischen Motor und Spillkopf nicht starr sein, sondern durch eine Zentrifugal-Kupplung gebildet werden soll, die bei übermäßigem Anwachsen des Seilzuges zu schleifen beginnt. Ein anschauliches Bild der Konstruktion und der Zerlegbarkeit der Winde in die einzelnen Teile gibt die Abb. 22. Trotz dieser an sich vollkommen den Bordbedingungen entsprechenden Konstruktion sämtlicher deutschen, für die Marinelieferungen in Betracht kommenden Firmen, wollte der Wunsch nach der Freihaltung des Oberdecks nicht verstummen, ja es ging das Bestreben sogar so weit, das Oberdeck während des Bekohlungsgeschäftes selbst von den Kohlenwinden freizuhalten.

die durch Abnutzung und Materialbelastungen gestellt wurden, zu befriedigen.

Diesem Bestreben verdankt die sogenannte **Kraffrolle** ihre Entstehung. Diese besteht in einem Spillkopf, der um den Antriebs-Elektromotor herumgebaut ist, und der durch federnde Reibklötze, die durch den Seilzug selbst betätigt werden, mit dem rotierenden Gehäuse des Motors während der Hubperiode gekuppelt werden kann, so daß durch Anziehen des ablaufenden Trumms der Spillkopf in Rotation versetzt wird und die Hubarbeit leistet; diese Kraffrolle wiegt 190 kg bei einer Leistung von 120 kg und 2 m Umfangsgeschwindigkeit des Spillkopfes. Sie wird an Spieren aufgehängt (Abb. 23), so daß tatsächlich das Oberdeck vollkommen frei ist. Aus der Schnittzeichnung (Abb. 24) dieser Kohlenwinde ist zu ersehen, daß wirklich die Raumausnutzung und Gedrängtheit der Konstruktion soweit getrieben wurde, daß beinahe jedes Quadratcentimeter des Querschnittes durch Konstruktionsteile ausgenutzt ist, und insofern stellt sie ein typisches Beispiel

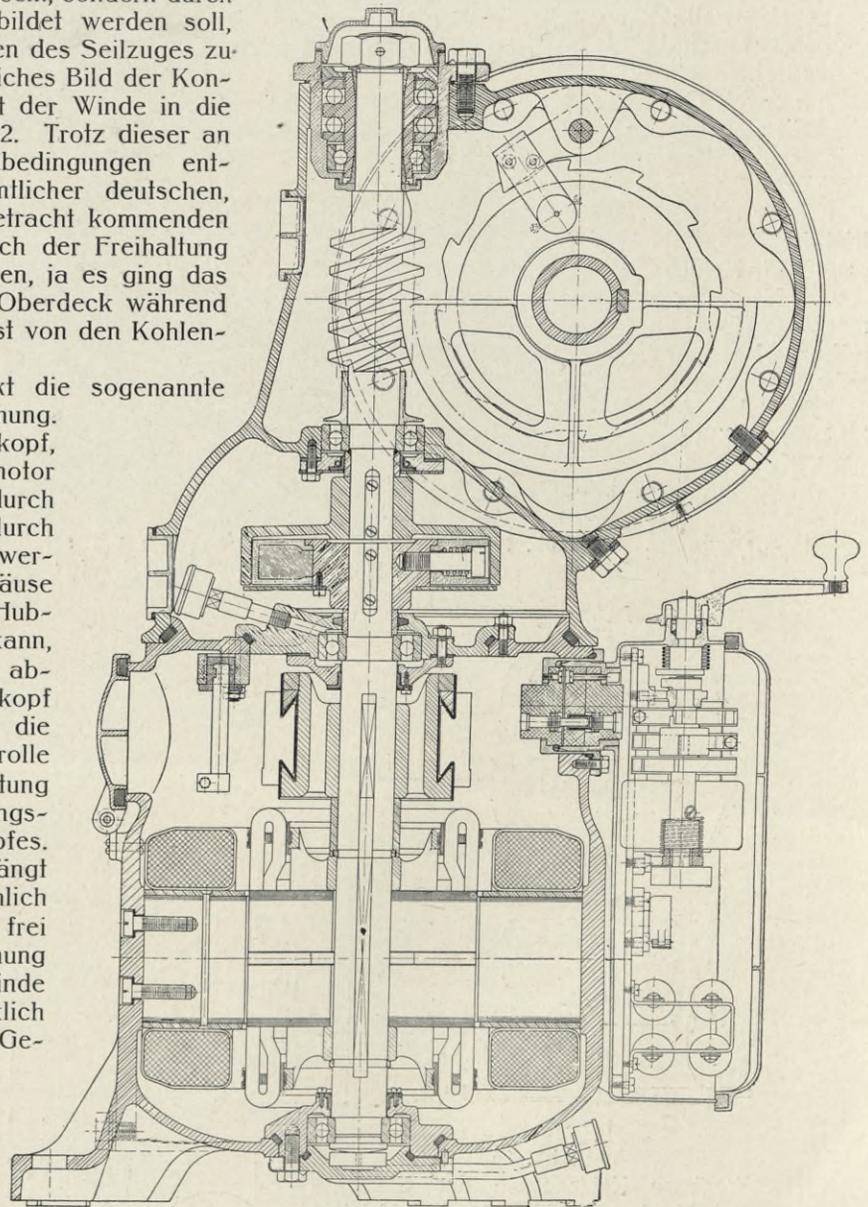


Abb. 17a. Kohlenwinde der Siemens-Schuckertwerke, neuestes Modell (Aufriß)

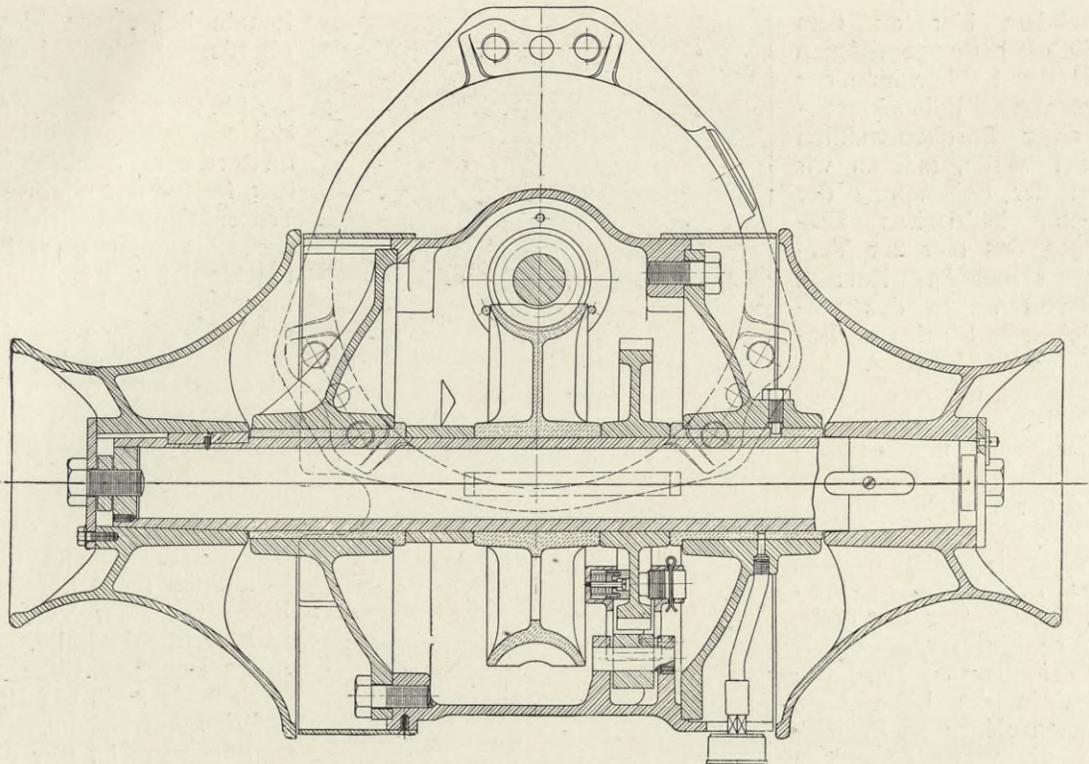


Abb. 17b. Kohlenwinde der Siemens-Schuckertwerke, neuestes Modell (Grundriß)

Wenn man die vorstehende Entwicklung der Kohlenwinde betrachtet, die für einen doch eigentlich nebensächlichen Zweck im Schiffsbetriebe

ausgebaut wurde, so kann man sich eine Vorstellung machen, welcher Aufwand an Konstrukteur-tätigkeit erforderlich war, um die vielen anderen

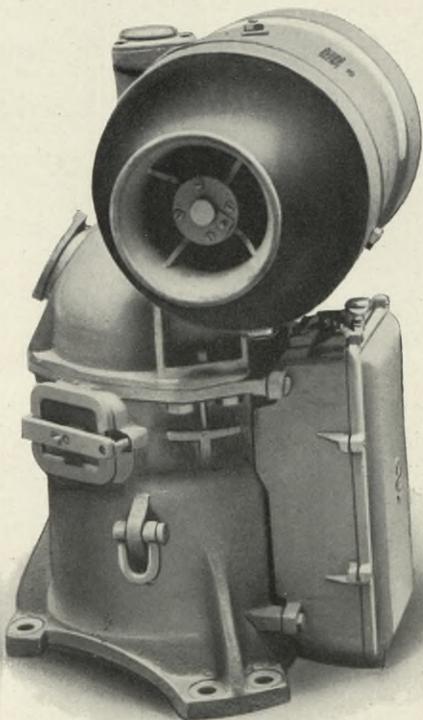


Abb. 18. Kohlenwinde der Siemens-Schuckertwerke (Ansicht)

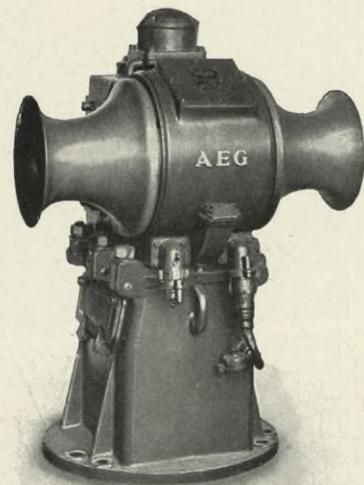


Abb 19. Kohlenwinde der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft zerlegbar, für eine Leistung von 260 kg Last an jedem Spillkopf und 1 m pro Sekunde Hub-geschwindigkeit mit 6,5 PS. Compoundmotor

wichtigeren Sonderkonstruktionen für Kriegs- und Handelsmarine bis zu der Höhe zu entwickeln, auf der sie heute im deutschen Schiffbau stehen.

Nachdem hier an dem willkürlich herausgegriffenen Beispiel der Kohlenwinde der wechselvolle Bordkonstruktion dargelegt wurde, müssen wir uns bei der Behandlung der sonstigen elektrischen Einrichtungen des hier zur Verfügung stehenden Raumes wegen und wegen des umfangreichen Stoffes Beschränkung auferlegen. Mit dem Wachsen der Anwendung der elektrischen Energie an Bord der Schiffe mußte naturgemäß die größte Wichtigkeit dauernd der Vervollkommnung der elektrischen Primärstationen an Bord beigelegt werden.

Der Erfinder der Glühlampe, Edison, war der erste, der zur Einführung dieser seiner Erfindung an Bord von Schiffen in die Lage kam, Dynamomaschinen im Schiffsbetrieb zu verwenden. Von einer Anpassung an die besonderen Verhältnisse an Bord

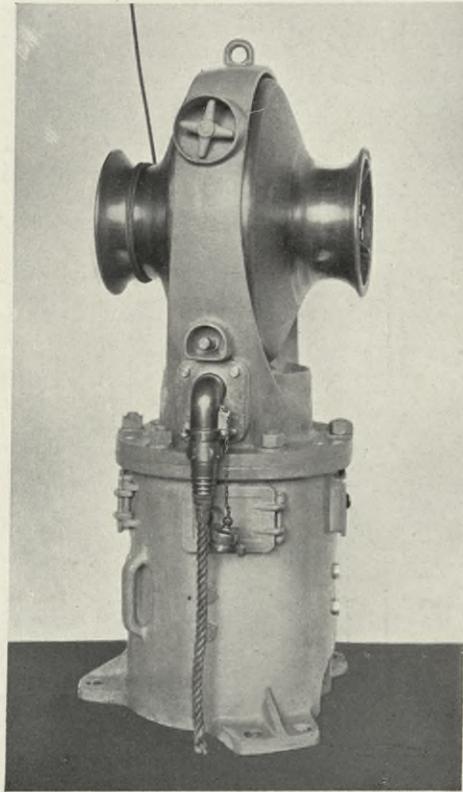


Abb. 20.

Kohlenwinde der Schiffsunion (Ansicht)

konnte bei diesen Maschinen allerdings noch nicht die Rede sein.

Abb. 25 zeigt eine der ersten Edison-Dynamomaschinen, die an Bord eines Schiffes Aufstellung fanden und noch von einer Transmission angetrieben wurden. Als man gelernt hatte, raschlaufende Kolbendampfmaschinen zu bauen, lag die direkte Kupplung mit der Dynamomaschine nahe, weil ja diese durch ihr Wesen auf eine möglichst hohe Tourenzahl angewiesen ist. Gerade im Schiffbau fand die Dynamomaschine die schnelllaufende Dampfmaschine schon vor, weil diese für andere Zwecke (Schraubenantrieb usw.) bereits einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht hatte. Diese Kolbenmaschinensätze finden auch heute noch auf Handelsschiffen Anwendung.

Besonders ist hier die Maschinenbaugesellschaft von C. Deavel in Kiel zu nennen, die

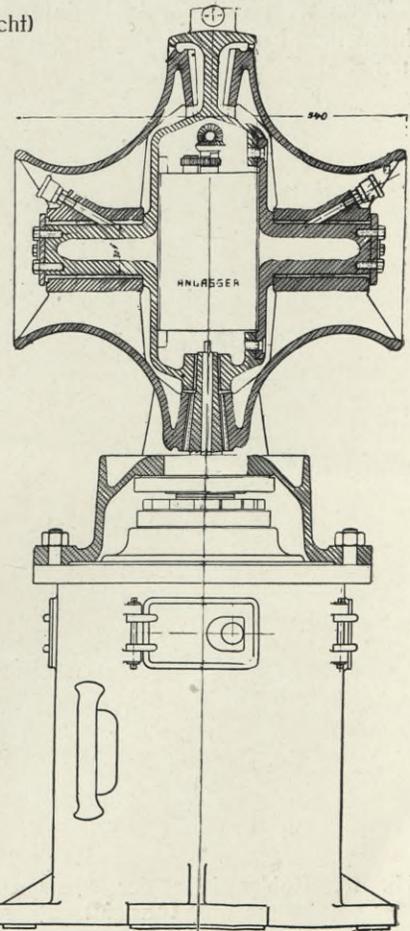
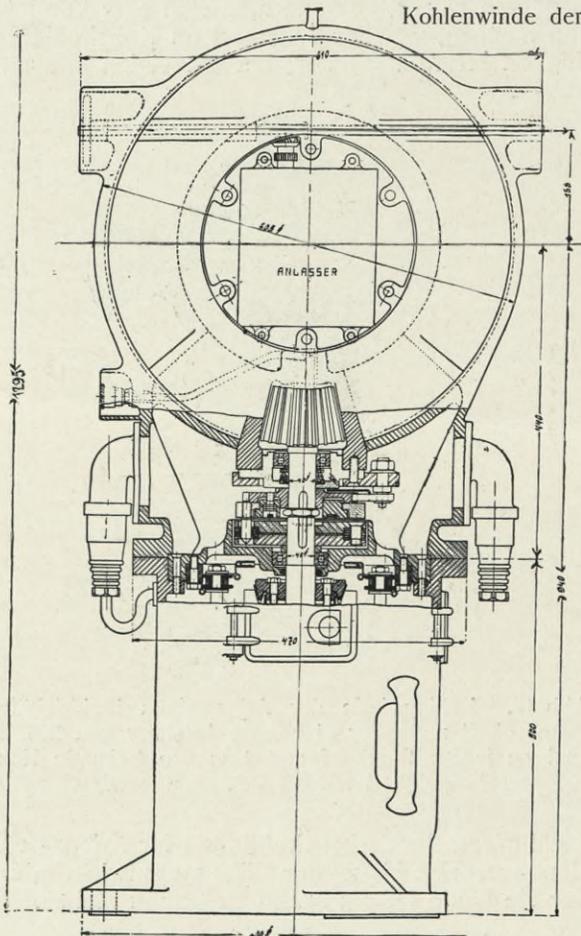


Abb. 21.
Kohlenwinde
der Schiffsunion
(Schnitt)

- GUSSEISEN
- ▨ STAHLGUSSE
- ▩ SCHMIEDEEISEN, EISEN
- ▧ MESSING, BRONZE
- ISOLATIONSMATERIAL
- DICHTUNGSUMMIG

schon frühzeitig mustergültige Schnellläufer der elektrotechnischen Industrie zur Kupplung mit Borddynamomaschinen zur Verfügung stellen konnte.

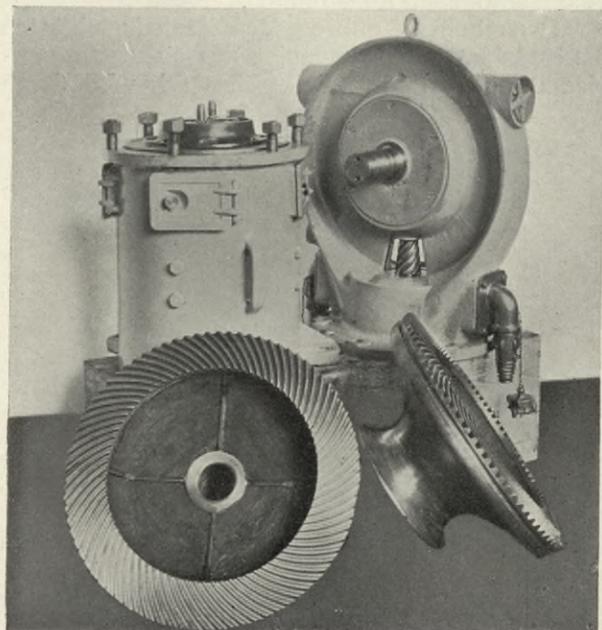


Abb. 22. Kohlenwinde der Schiffsunion (zerlegt)

Abb. 26 zeigt eine kleine Kolbendampfdynamo der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft für Torpedoboote mit einer Leistung von 75 Amp. und 110 Volt bei 500 Touren pro Minute.

Die dabei verwendete Verbund-Dampfmaschine ist von den Atlaswerken in Bremen gebaut.

Einen außerordentlichen Umschwung hat für diese Zwecke die Einführung der Dampfturbine gebracht, indem hier der Dampfmaschinenkonstrukteur den Wunsch des Elektrotechnikers nach hohen Tourenzahlen in überreicher Weise erfüllte. Es gelang dem Elektrotechniker daher auch erst nach ziemlichen Anstrengungen, bei dem ihm zur Verfügung stehenden Konstruktionsmaterial, für das der Maschinenbauer nicht ganz mit Unrecht den Ausdruck „Buchbinderarbeit“ erfunden hat, Ausführungen zu schaffen, die den bei hohen Tourenzahlen auftretenden beträchtlichen Kräften auf die Dauer gewachsen waren.

Um ein Beispiel für die zu überwindenden Konstruktionschwierigkeiten herauszugreifen, mag auf die Konstruktion des in Abb. 28 dargestellten Ankers einer Turbodynamomaschine hingewiesen werden. Auf den ersten Blick fällt auf, daß der Stromabnehmer fast ebenso viel Raum einnimmt, wie der Anker selbst. Die hohe Umfangsgeschwindigkeit des Kollektors bis zu 50 m/Sek. bedingt

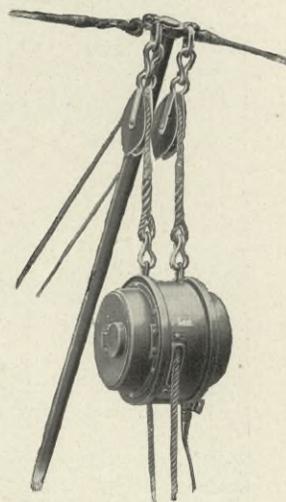


Abb. 23. Kraftrolle an Spieren aufgehängt

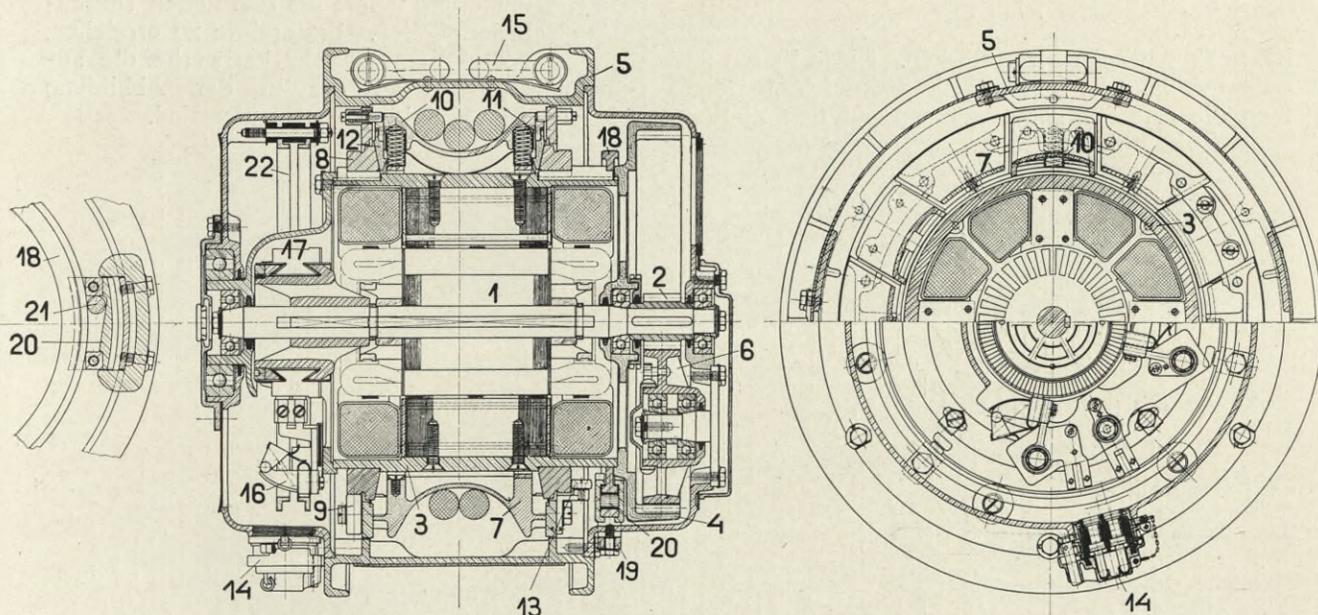


Abb. 24. Kraftrolle (Schnitt)

Einen größeren Maschinensatz für die Erzeugung elektrischer Energie an Bord stellt das in Abbildung 27 dargestellte Aggregat dar, das von den Siemens-Schuckertwerken geliefert wurde.

eine sehr hohe Wärmeenergie durch die Bürstenreibung. Man ist also gezwungen, den Stromabnehmer entweder von außen oder durch Lüftungskanäle in seinem Innern zu kühlen.

Die großen Leistungen, die ein Turboanker in-
folge der hohen Tourenzahl abzugeben imstande

der Polzahl, der an Bord zulässigen Höchstspan-
nung und der Umfangsgeschwindigkeit nimmt. Der
im Bild sichtbare lange Kollektor ist typisch für
eine Turboanker-Konstruktion.

Den hohen auftretenden Zentrifugalkräften
am Kollektor, der bekanntlich aus einzelnen, von-
einander isolierten Lamellen besteht, wird durch

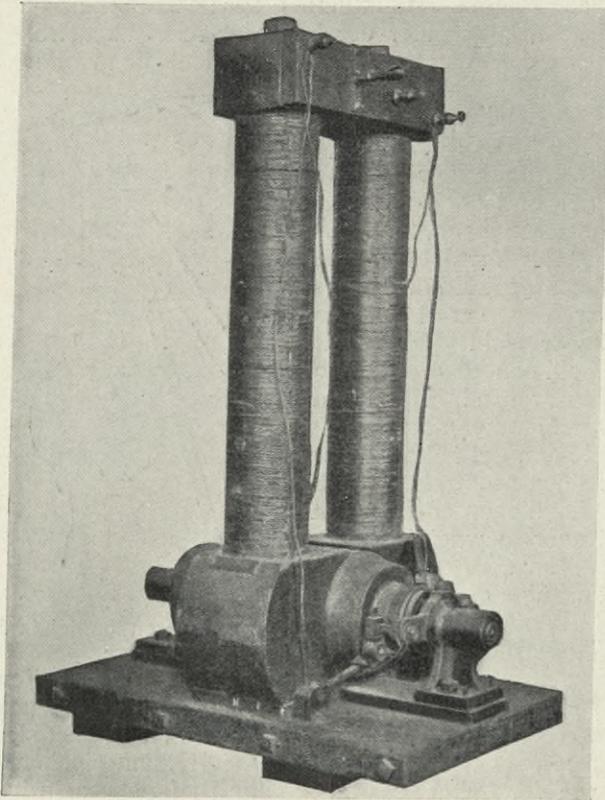


Abb. 25. Erste Borddynamo; installiert von Edison im
Jahre 1880

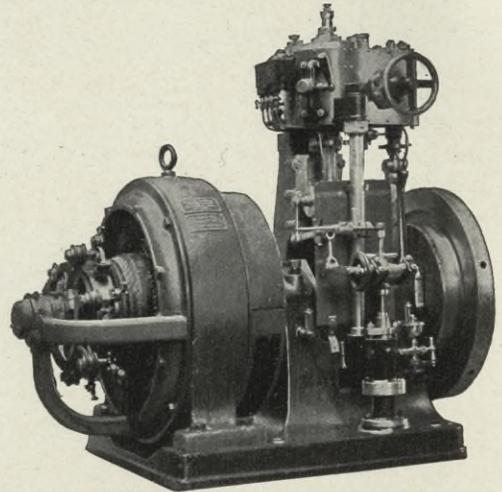


Abb. 26. Kolbendampfdynamo der Allgemeinen
Elektrizitäts-Gesellschaft für Torpedoboote

Aufziehen von Schrupfringen begegnet; bei dem
abgebildeten Anker sind deren drei vorhanden.

Daß aber nicht nur an den rotierenden Teilen
Schwierigkeiten zu überwinden waren, zeigt die
Abb. 29, die ein Turbogenerator-Gehäuse der
Siemens-Schuckertwerke darstellt. Die funken-
freie Kommutierung macht bei den hohen Touren-
zahlen Schwierigkeiten. Um erstere zu erreichen,
verwenden die Siemens-Schuckertwerke die so-
genannten Wendepole, die in der Abbildung
zwischen den Hauptpolen zu sehen sind.

ist, bedingen hohe Stromstärken. Diese führen zu
außergewöhnlich langen Stromabgebern, wenn
man die erforderliche Rücksicht auf den Einfluß

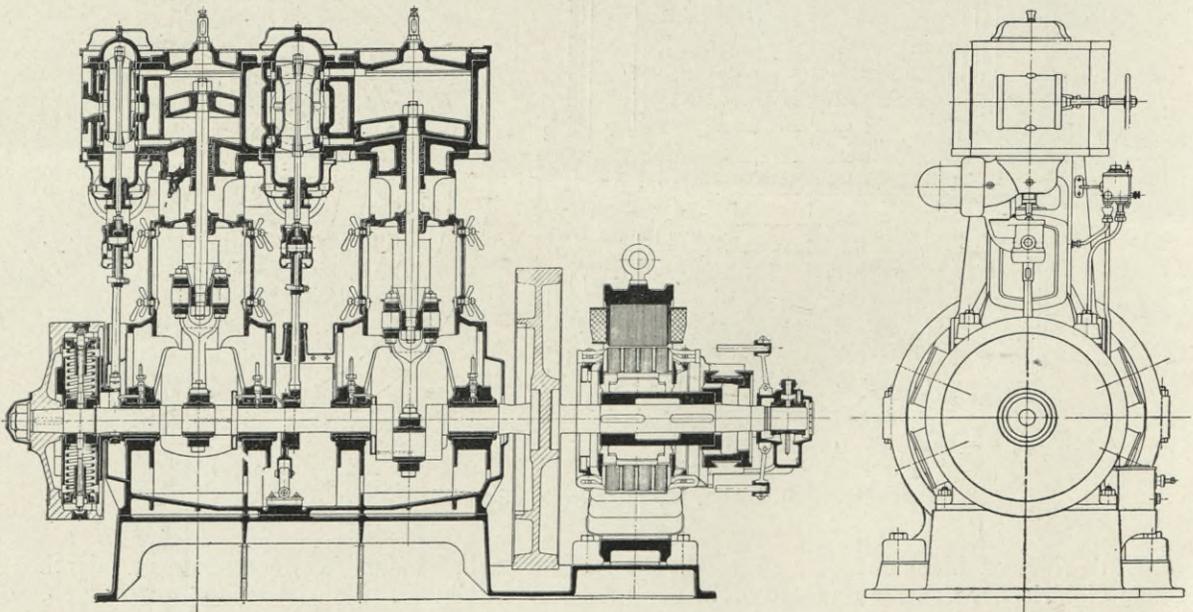


Abb. 27. Verbunddampfmaschinensatz der Atlaswerke Bremen und der Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H.,
Berlin

Ferner tritt auch deutlich die Kompensationswicklung hervor, welche die Blechpakete der Hauptpole als stabförmige Leitungen durchsetzt. Außerdem ist auch noch die bei der Dynamo zur Verwendung gelangte Compound-Wicklung auf dem Bilde deutlich erkennbar. Eine derartige Turbodynamo mit allen den vorstehend erwähnten

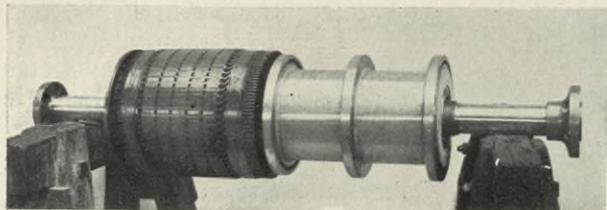


Abb. 28. Turborotor der Siemens-Schuckertwerke

Verbesserungen stellt das Vollkommenste dar, was nach dem gegenwärtigen Stand der Technik zur Anwendung kommen kann.

Fig. 30 zeigt eine 8,5 K.-W. Turbodynamo der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft mit 5000 Touren pro Minute. Trotz der anfänglich großen konstruktiven Schwierigkeiten ist die Dampfturbine die gegebene Bordmaschine, da sie infolge ihrer

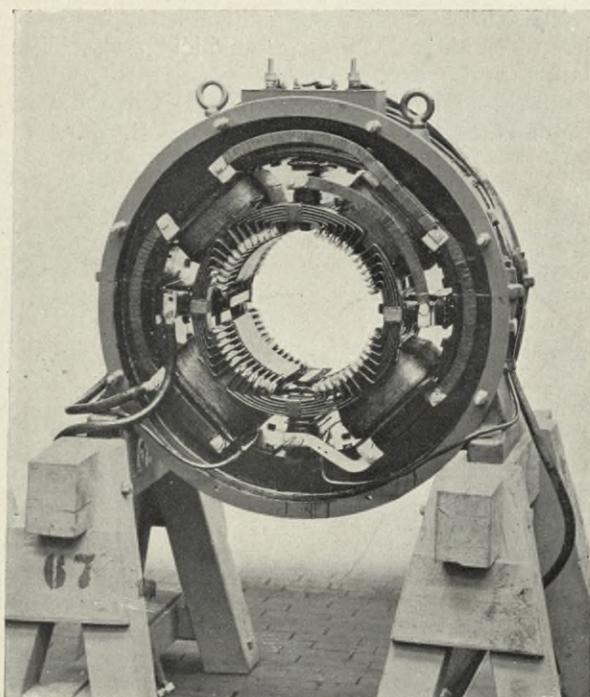


Abb. 29. Turbostator der Siemens-Schuckertwerke

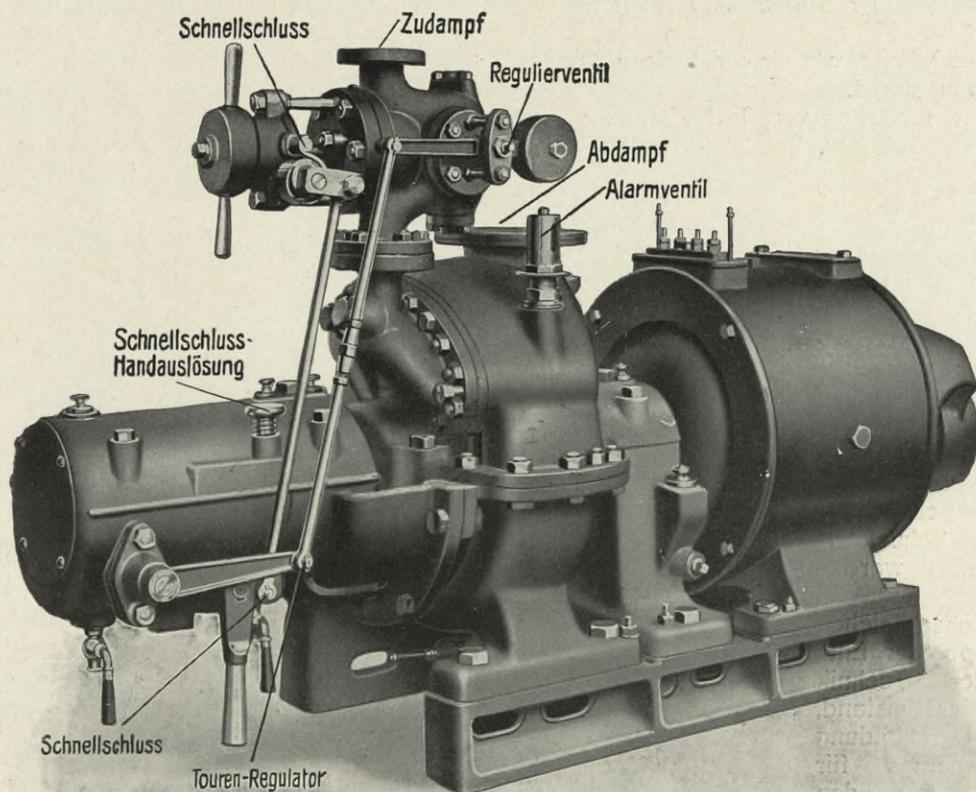


Abb. 30. Torpedoboots-Turbodynamo der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

hohen Tourenzahl ein viel geringeres Gewicht der Sätze ergibt, als die Kolbenmaschine. Auch der Raumbedarf ist geringer, besonders aber die Bau-

höhe, was mit Rücksicht auf die etwaige Demontage in den niedrigen Schiffsräumen sehr wesentlich ist. Außerdem ist der Abdampf ölfrei und der

Betrieb der Dampfturbine nicht mit den bei oszillierenden Maschinen unvermeidlichen Erschütterungen verbunden.

Abb. 31 stellt eine 45-KW.-Turbodynamo der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft dar, mit

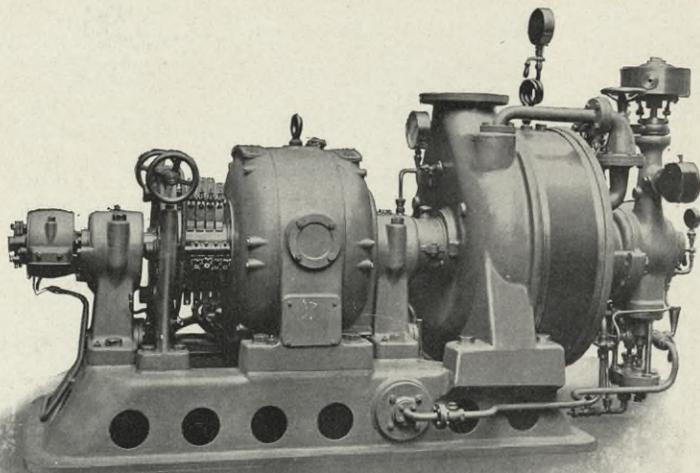


Abb. 31. 45 KW Turbodynomo der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

3600 Touren pro Minute, wie sie auf kleinen Kreuzern Verwendung findet.

Die größten Einheiten von Turbodynamos an Bord erzeugen 300 KW. bei 2000 Touren pro Minute.

Solche Einheiten werden gegenwärtig sogar schon für Handelsschiffe verwendet. Der jetzt in Dienst gestellte Hapag-Schnelldampfer „Imperator“ besitzt 5 Turbosätze à 225 Kilowatt und das Schwesterschiff „Vaterland“ sogar 5 Stück à 280 Kilowatt, Maschinen, die für beide Schiffe von den Siemens-Schuckertwerken geliefert worden sind.

Ein deutliches Zeichen für das Tempo der Entwicklung der Technik an Bord ist der Umstand, daß die Durchbildung der Turbodynamos für Schiffsbetrieb mit den hohen Tourenzahlen kaum vollendet war, als der nunmehr auf der Bildfläche

erscheinende Oelmotor dem Elektrotechniker wieder Schwierigkeiten wegen seiner geringen Umdrehungszahlen bereitete. Bei Oelmotorschiffen liegt es nahe, den Oelmotor für den Antrieb von Dynamomaschinen zu bevorzugen. Auch

auf modernen Handelsdampfern sehen wir den Oelmotor in der sogenannten Notstation angewendet, was einmal die langen Dampfrohrleitungen bis zu der auf einem der oberen Decks befindlichen Maschine vermeidet, und dann die Möglichkeit gewährt, beim Versagen der Kesselanlage, sei es infolge einer Havarie, oder sei es im Hafen, die wichtigsten Stromverbraucher, speziell die Signallaternen, die funken-telegraphischen Einrichtungen und die sogenannte Notbeleuchtung im Betrieb zu halten.

Aber auch sonst werden schon Oelmotorsätze aufgestellt.

Abb. 32 zeigt einen 300 KW.-Oelmotorsatz. Der Dieselmotor ist ein Erzeugnis der Kruppschen Germania-Werft in Kiel, die Dynamo ist erbaut von den Siemens-Schuckertwerken. Der sechs-zylindrige Motor läuft mit 400 Touren.

Während die mit Kolbendampfmaschinen direkt gekuppelten Dynamos aus dem zusammenstimmenden Größenverhältnis des Antriebsmotors und der Dynamomaschine

erkennen lassen, daß die Konstruktion beider Teile auf dem gleichen Niveau der Entwicklung steht, ist aus der Abbildung des sechs-zylindrigen Dieselmotors mit der Dynamomaschine leicht zu erkennen, daß die Entwicklung

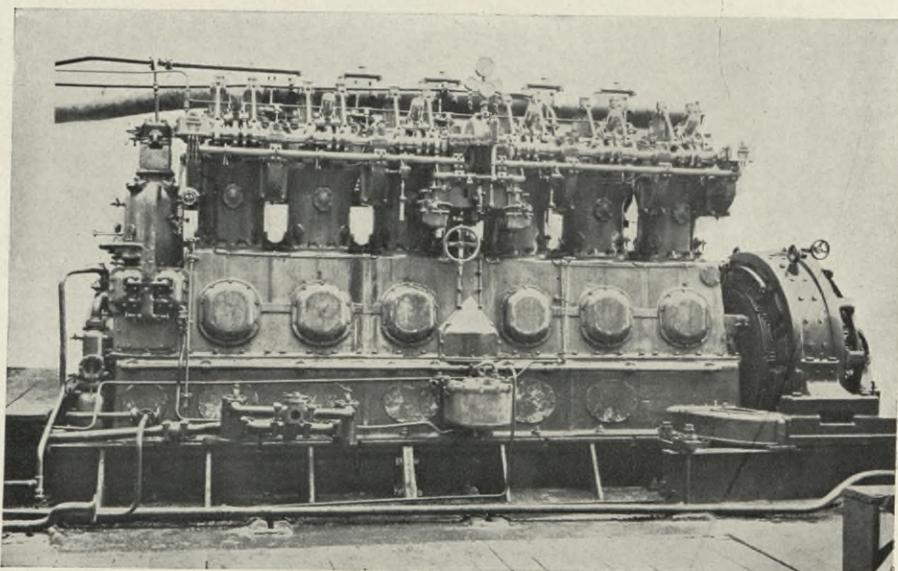


Abb. 32. 300 KW Dieselmotorsatz der Fried. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel, und der Siemens-Schuckertwerke, G. m. b. H., Berlin

des Oelmotors auf eine viel kürzere Spanne Zeit zurückblickt als die der Dynamomaschine. Der Eindruck, daß der Oelmotor unverhältnismäßig viel Raum und Gewicht gegenüber der Dynamomaschine in Anspruch nimmt, kann nicht über-

sehen werden. Zunächst sind es aber noch ganz andere Schwierigkeiten, mit denen die Entwicklung dieses Motors zu kämpfen hat, bis man dazu übergehen kann, den für Bordverhältnisse unerläßlichen Forderungen an geringen Raumbedarf und geringes Gewicht ebenso gerecht zu werden, wie es die Dampfmaschinen am Ende ihrer Entwicklung getan haben.

Von nicht geringerer Bedeutung als die Primärstationen ist die Schaltanlage im Maschinenraum. Bei der Unterfeilung größerer Stationen in einzelne Maschinensätze war die Frage zu entscheiden, ob diese Maschinensätze den Energiebedarf des Schiffes in Parallelschaltung oder in Einzelschaltung decken sollen. Da die Sicherheit der Energieübertragung die erste Rolle auf den Schiffen spielt, so kam man sehr bald dazu, auf die Parallelschaltung, da im Falle eines Kurzschlusses an einer Maschine die sämtlichen anderen Maschinensätze in Mitleidenschaft gezogen werden, zu verzichten und die einzelnen, voneinander getrennten Stromkreise auf jeden Maschinensatz zu schalten.

Man benutzt neuerdings zu dieser Schaltweise das sowohl auf Kriegs- als auf Handelsschiffen eingeführte System der Linienwähler, von dem in Abb. 33 ein Beispiel einer Schalttafel auf einem

Handelsschiff gegeben ist. Hierbei ist zu erwähnen, daß auch heute noch die größten Handelsschiff-Installationen einpolig ausgeführt werden, d. h. daß als Rückleitung der eiserne Schiffskörper benutzt wird.

Die im Bild dargestellte Anlage ist zum Beispiel für drei Maschinensätze gebaut. Diesen Maschinensätzen entsprechen die drei Federkontakte, die unter jedem Hebel angebracht sind. Jeder Hebel ist mit einem der Schiffsstromkreise verbunden, wodurch es ermöglicht wird, daß jeder dieser Stromkreise auf jede der drei Maschinen geschaltet werden kann.

Die abgebildete Einrichtung zeigt eine bereits vollentwickelte Schaltanlage, und es sei hier nur darauf hingewiesen, daß sie das Ergebnis einer langen Entwicklungsreihe ist. Die Anlage ist, wie ersichtlich, für 24 Stromkreise angeordnet. Es ist ohne weiteres einleuchtend, daß bei Vermehrung der Stromkreise auf den neuen Riesenschiffen, wie „Imperator“, wobei 80 Stromkreise und 5 Maschinen in Frage kommen, die Dimensionen der Schalt-

tafeln so wachsen würden, daß auch bei den großen Raumverhältnissen eine Unterbringung an Bord unmöglich erscheint. Die 80 Stromkreise würden bei der bisherigen Art der Verteilung mit Maschinen-Hebelschaltern eine Schaltanlage von 18 m Länge bedingen. Die Konstrukteure waren daher gezwungen, eine neue Anordnung der Linienwähler ausfindig zu machen, wodurch an Raum gespart werden konnte. In Abbildung 34 ist ein Teil der Hauptschaltanlage des Hapagdampfers „Imperator“ dargestellt, und zwar ermöglicht diese Anlage das Schalten von 64 Stromkreisen. Die übrigen 16 Stromkreise sind auf der Abbildung nicht vorhanden, weil sie erst durch Erweiterung der Leitungsanlage später hinzuge-

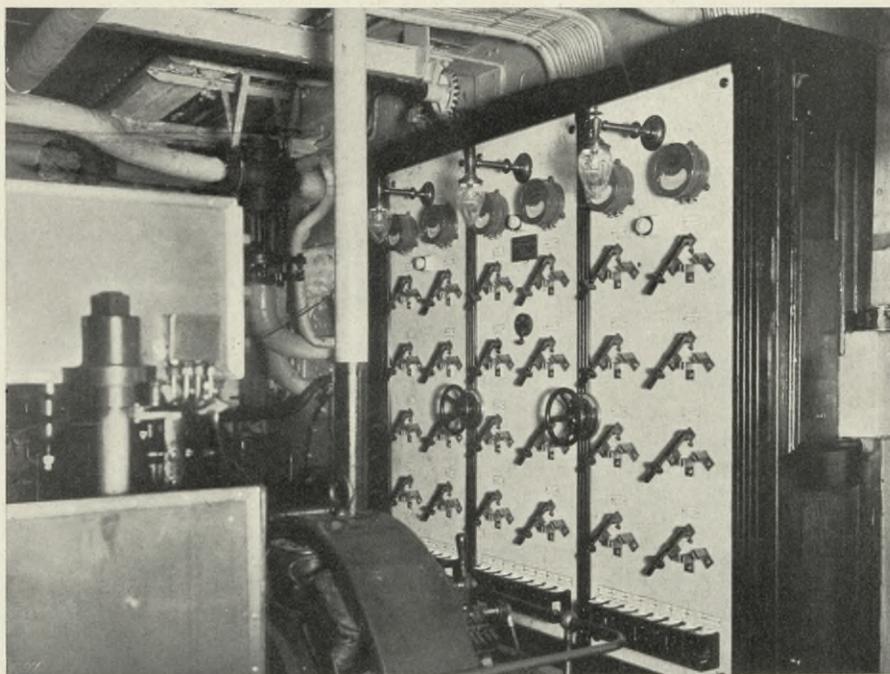


Abb. 33. Schalttafel mit Linienwählern des Doppelschraubenpostdampfers „König Wilhelm II.“

kommen sind. Man hat sich also, um einen vollständigen Begriff der gesamten Schaltanlage zu erhalten, die dargestellte Fläche noch um ein Abteil verlängert zu denken. Die Abb. 35 stellt die Schaltanlage von rückwärts dar.

Es dürfte interessant genug sein, die Konstruktionseinzelheiten hier kurz zu streifen, durch die es möglich wurde, die Schaltanlage räumlich so zusammenzudrängen. In Abb. 36 ist die zeichnerische Darstellung der Schaltanlage gegeben. Man sieht auf dem Querschnitt vor allem die Schaltbahnen für die 5 Maschinen, deren Ebene im Gegensatz zu der bisherigen in Abb. 33 dargestellten Weise senkrecht zur Schalttafelenebene angeordnet ist, wodurch schon wesentlich an Platz gespart wird. Außerdem sieht man auf Schnitt a, b, c, d, e und f, daß zwei solcher Kontaktbahnen, Rücken an Rücken, aneinander gelegt sind und beiderseitig von den Kontaktbürsten der Strom-

kreise bestrichen werden. Hierdurch wurde eine weitere Ersparnis an Konstruktionslänge erzielt.

Der Schaltvorgang selbst wird für jeden Stromkreis durch 2 Schalter bewirkt, einen oberliegenden Energieschalter und einen Maschinen-

einer Spannung von 110 Volt zur Ausführung gelangt ist.

Außer den direkt an die Maschine angeschlossenen Stromkreisen müssen noch verschiedene Verbraucher mit Energie versehen werden, die eine Umformung des Stromes verlangen, z. B. die Einrichtung für die Befehlsübermittlung, die Fernsprechbatterie, Funkentelegraphie, Kreiselkompass, Scheinwerfer und die Verbraucher, deren Regulierung in Leonardschaltung erfolgt. Für die Befehlsübermittlung ist ein Umformer erforderlich, der den Gleichstrom der Zentrale in Wechselstrom von 50 Perioden umformt. Für die

Fernsprechbatterie ist ein Gleichstrom-Gleichstromumformer notwendig, weil die Zellenzahl so gering ist, daß bei direkter Ladung der Batterie aus dem Netz zu große Energieverluste auftreten

würden. Für die Einrichtungen für Funkentelegraphie muß durch Umformung hochfrequenten Wechselstrom zur Verfügung gestellt werden. Ein ähnlicher Umformer, der hochfrequenten Dreh-

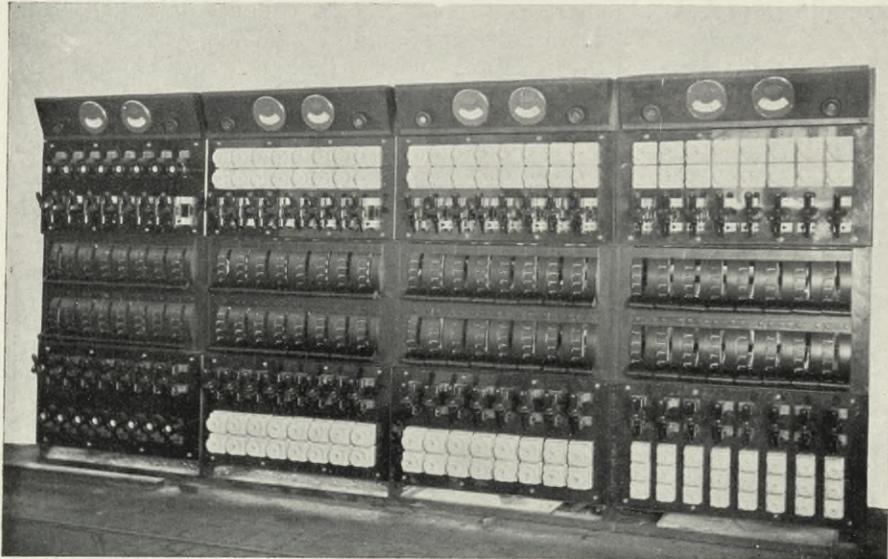


Abb. 34. Schalttafel des Hapag-Dampfers „Imperator“ (von vorn gesehen)

wähler, dessen Bedienungsgriff unter dem des Energieschalters liegt. Durch eine hier nicht näher zu erörternde Verblockung wird erreicht, daß der Hebel für den Maschinenwähler nicht geschaltet werden kann, ohne daß der Energieschalter geöffnet ist, so daß die stromlose Schaltung für den Maschinenwähler garantiert bleibt. Letzteres ist sehr einfach dadurch zu bewerkstelligen, daß für jede Maschine die Lage des Schalthebels durch einen Vorsteckstift fixiert wird, der zuerst vorgeschoben wird, worauf der Hebel bis zu diesem Anschlag bewegt werden kann, wobei er dann sofort die richtige Lage einnimmt. Außerdem ist aus der bildlichen Darstellung zu entnehmen, daß man sich die in der Zeichnung dargestellte Einheit paarweise übereinander angeordnet zu denken hat. Ueber bzw. unter jeder Schaltanlage sind ebenso viele Sicherungen angebracht, als Stromkreiszweige von jedem Schalter abzweigen. Es mag noch erwähnt sein, daß die Anlage auf dem „Imperator“ einpolig und mit

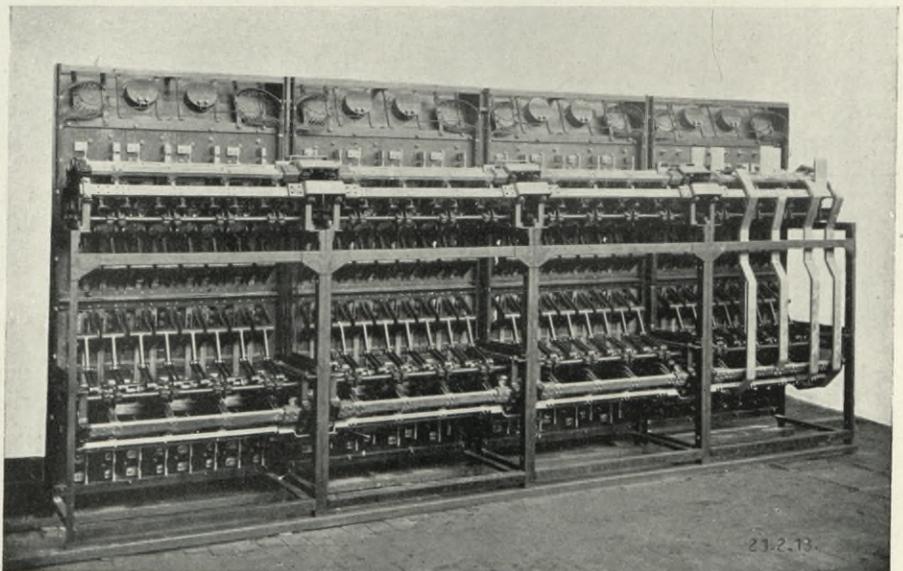


Abb. 35. Schalttafel des Hapag-Dampfers „Imperator“ (von hinten gesehen)

strom liefert, wird notwendig zum Antrieb der Motoren der Kreiselkompass, um die benötigten außerordentlich hohen Tourenzahlen erreichen und einen Kurzschlußanker für die Motoren benutzen zu können.

Endlich werden neuerdings die Scheinwerfer nicht mehr direkt an das Schiffsnetz angeschlossen, sondern erhalten ihren Strom durch Vermittlung von Spezialumformern. Da es für den Antriebsmotor dieser Umformer ganz gleichgültig

Anwachsen des Stromes ein starkes Abfallen der Spannung und umgekehrt zeigt. Eine solche Charakteristik läßt sich entweder durch Vergrößerung der Ankerrückwirkung mittels ausgiebiger Bürstenverschiebung oder durch eine das Haupt-

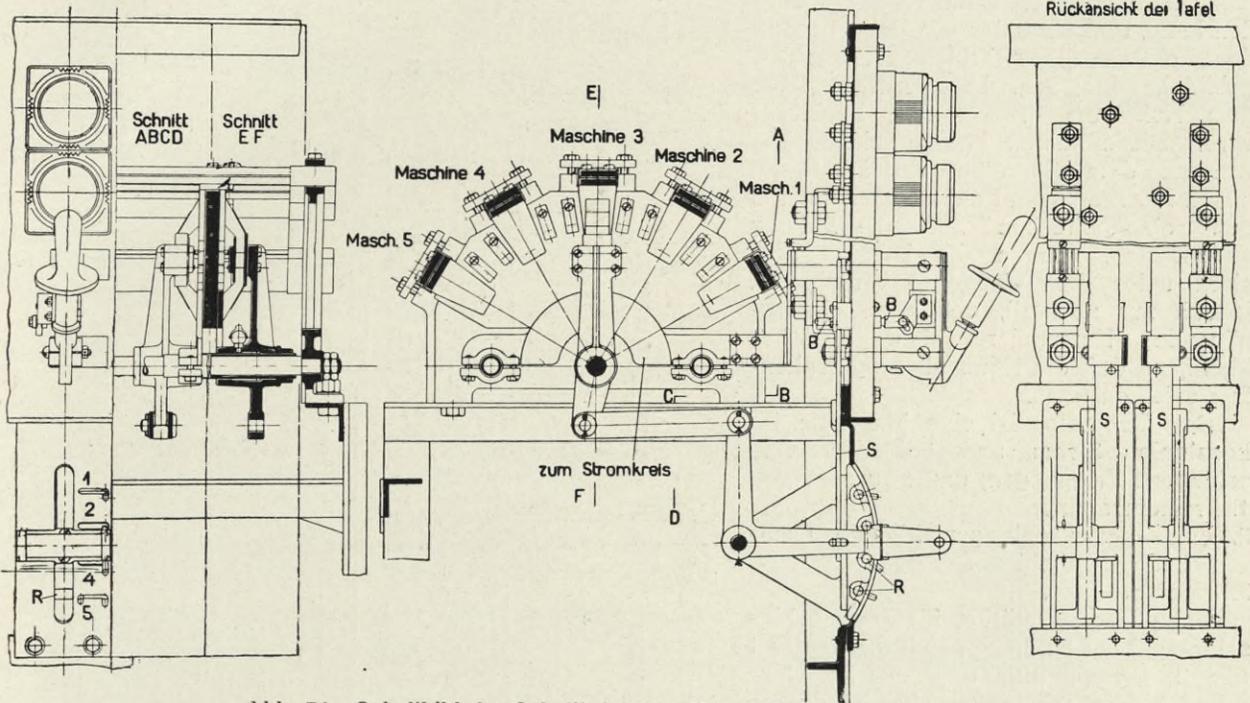


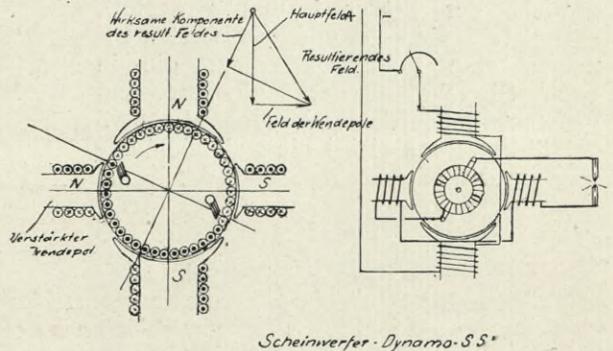
Abb. 36. Schaltbild der Schalttafel des Hapag-Dampfers „Imperator“

ist, mit welcher Stromart dieser gespeist wird, so fällt durch die Verwendung dieser Umformer der Einfluß der Scheinwerfer auf die Wahl der Stromart in Zukunft weg.

Zur Entstehungsgeschichte der Scheinwerferumformer wäre kurz zu erwähnen, daß mit dem Wachsen der elektrischen Anlagen an Bord der Anteil der Scheinwerfer als Energieverbraucher im Verhältnis zur Gesamtenergie immer geringer wurde. Dadurch übten auch die besonderen Ansprüche der Scheinwerfer an Spannung und Stromart keinen ausschlaggebenden Einfluß mehr aus, und man wählte die Spannung ohne Rücksicht auf die Scheinwerfer. Hierdurch ergab sich die Notwendigkeit, Umformer anzuwenden. Diese Gelegenheit konnte gleichzeitig dazu benutzt werden, die Generatoren der Umformer elektrisch so auszubilden, daß sie den Strom in einer Qualität liefern, die eine unmittelbare Verwendung in der Scheinwerferbogenlampe gestattet. Die Eigenart des elektrischen Lichtbogens hat die Verwendung von Vorschaltwiderständen, sogenannten Beruhigungswiderständen, gefordert. Ein solcher Widerstand wirkt in der Weise, daß er beim Sinken der Stromstärke infolge Erhöhung des Widerstandes im Lichtbogen dem Lichtbogen und der Reguliereinrichtung der Lampe eine höhere Spannung zuführt und umgekehrt. Es handelt sich also darum, einen Stromerzeuger zu liefern, der eine möglichst abfallende Charakteristik, d. h. bei

feld direkt beeinflussende Gegencompoundwicklung erzielen.

Die Konstrukteure des Siemens-Schuckertumformers haben den ersten Weg beschritten, während diejenigen der „Schiffsunion“ bzw. der „Bergmann Elektrizitäts-Werke“ sich für die



Scheinwerfer-Dynamo-SS*

Abb. 37. Schaltbild des Scheinwerfermotorgenerators der Siemens-Schuckertwerke

zweite Lösung entschieden haben. Ob man den einen oder anderen Weg wählt, man stößt bezüglich der vollständigen Beseitigung des Bürstenfeuers auf Schwierigkeiten, deshalb mußten bei allen Systemen besondere Einrichtungen vorgesehen werden, um diesem Nachteil aus dem Weg zu gehen.

Die Schaltung des Siemens-Schuckert-Umformers ist in Abb. 37 dargestellt. Man sieht daraus, daß zwei Magnetfelder zusammenwirken: ein Hauptfeld, dessen Erregung an dem Schiffnetz liegt und von Hand reguliert werden kann, und ein unter 90° dazu liegendes Feld, von verstärkten Wendepolen gebildet, das vom Lampenstrom bzw. dem Nutzstrom erzeugt und beeinflusst wird. Diese beiden Felder setzen sich, wie aus dem Diagramm ersichtlich, zu einem resultierenden Feld zusammen. Um nun eine kräftige Ankerrückwirkung zu erzielen, werden die Bürsten sehr stark unter dem Wendepol verschoben, jedoch nur so weit, daß noch ein genügendes Kommutierungsfeld bestehen bleibt, so daß die Kommutierung funkenfrei erfolgen kann.

Der Generator ist eine Maschine für konstanten Strom und hat drei verschiedene Erregungen, und zwar:

1. Fremderregung,
2. eine dieser entgegenwirkende Compoundierung und
3. Eigenerröpfung.

Bei der Stromstärke, für die die Maschine gebaut ist, heben sich die Felder 1 und 2 gerade auf, und die Maschine arbeitet dann mit dem Felde 3, dessen Vektor im übrigen senkrecht zu den Vektoren der Felder 1 und 2 steht. In diesem Falle haben die Bürsten *b b* offenbar gleiches Potential, und die Bürsten *a a* liefern die im Stromkreise zur Aufrechterhaltung des konstanten Stromes erforderliche Potentialdifferenz. Sinkt jetzt z. B. der Strom, so wird das Gleichgewicht der Felder 1 und 2 gestört, es entsteht ein Feld und die Bürsten *b b* zeigen eine Potentialdifferenz, die in den Stromkreis der Eigenerröpfung eingeschaltet ist und das Feld 3 verstärkt. Dann steigt die Potentialdifferenz an den Bürsten *a a*, und damit die

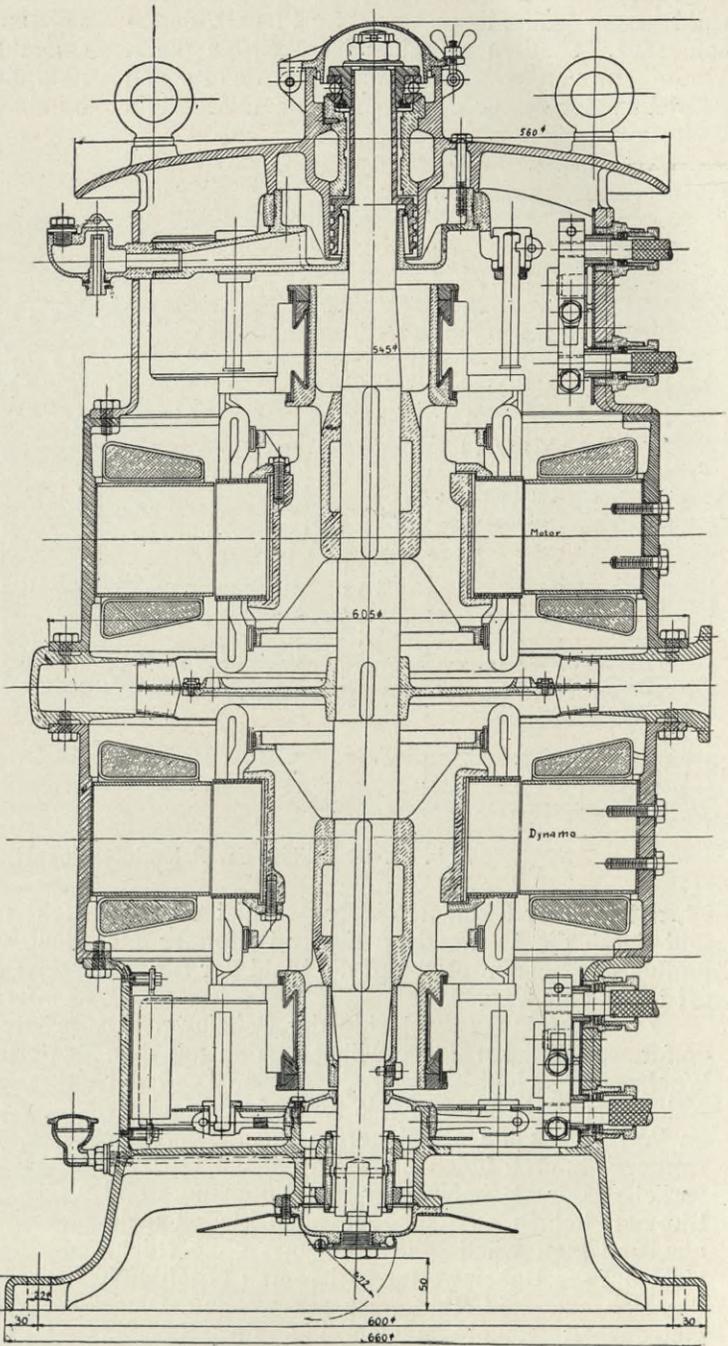


Abb. 39. Scheinwerfermotorgenerator der Siemens-Schuckertwerke (Schnitt)

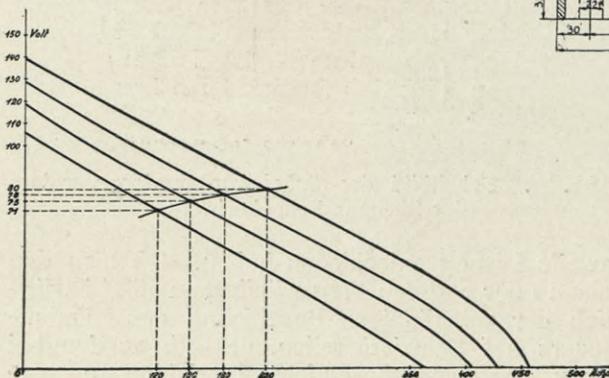


Abb. 38. Charakteristik des Scheinwerfermotorgenerators der Siemens-Schuckertwerke

Stromstärke im äußeren Stromkreis, bis der konstant für haltende Betrag wieder erreicht ist.

Durch die Wahl der vorstehend beschriebenen elektrischen Verhältnisse wird die in Abb. 38 dargestellte Abhängigkeit von Stromstärke und Spannung für den Siemens-Schuckert-Scheinwerfer-Umformer erzielt, und zwar die verschiedenen Kurven durch verschiedene Erregung des Hauptfeldes der Dynamo. Die konstruktive Durchbildung des Siemens-Schuckert-Umformers ist aus der in Abbildung 39 dargestellten Schnitt-

zeichnung zu entnehmen. Die Bergmann Elektrizitäts-Werke lösen die Aufgabe in sehr einfacher Weise, indem sie das vom Schiffsnetz konstant

verwendet. Von der Anwendung von Notbatterien auf größeren Schiffen, die beim Versagen der mechanischen Elektrizitätsquellen ein-

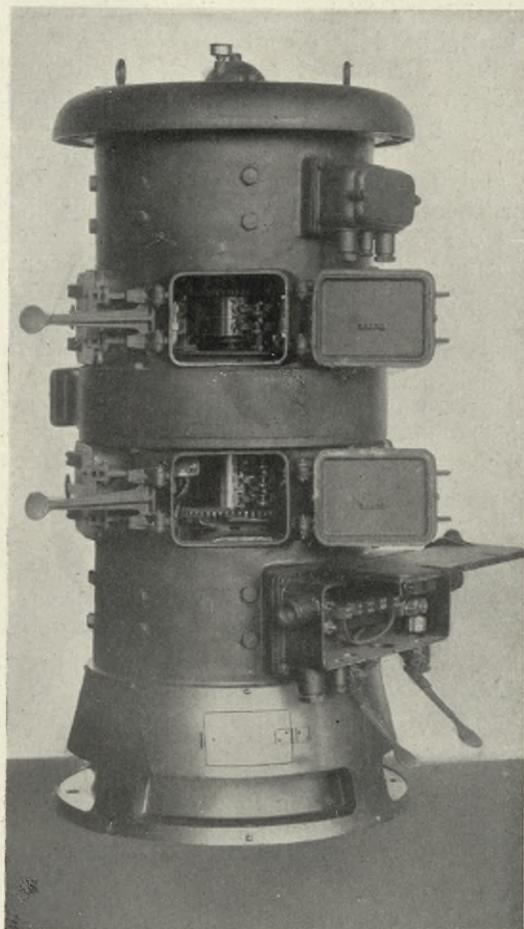


Abb. 40. Scheinwerfermotorgenerator der Bergmann-Elektrizitäts-Werke

erregte Feld der Dynamo durch den Lampenstrom gegencompoundieren, so daß die Spannung sinkt, wenn der Strom in den Gegenwindungen steigt. Es ergibt sich daraus eine ganz ähnliche Charakteristik, wie bei dem Siemens-Schuckertumformer (Abb. 38). Auch die konstruktive Durchbildung des Bergmann-Umformers und der Schiffsunion ist ähnlich derjenigen des Siemens-Schuckert-Umformers, wie dies aus der Abb. 40 zu ersehen ist.

Die A. E. G. hat zunächst die Aufgabe des Scheinwerfer-Spezialumformers unter Benutzung der Rosenberg-Maschine zu lösen versucht. Diese sonst für Zugsbeleuchtung in Anwendung befindliche Konstruktion ergibt konstante Stromstärken. Später übernahm sie die Lösung der Felten-Guillaume-Lahmeyerwerke, deren Schaltungsweise in Abb. 41 dargestellt ist.

Die konstruktive Durchbildung des A. E. G.-Umformers ist aus Abb. 42 zu ersehen.

Außer den mechanischen Erzeugern elektrischer Energie werden an Bord der Schiffe auch Akkumulatoren als Elektrizitätsquellen

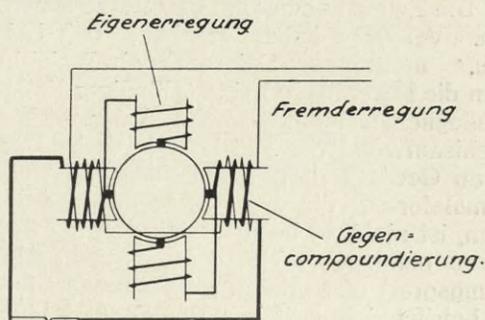


Abb. 41. Schaltbild des Scheinwerfermotorgenerators der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

springen sollten, ist man wegen der Unbequemlichkeit in der Bedienung und Instandhaltung wieder

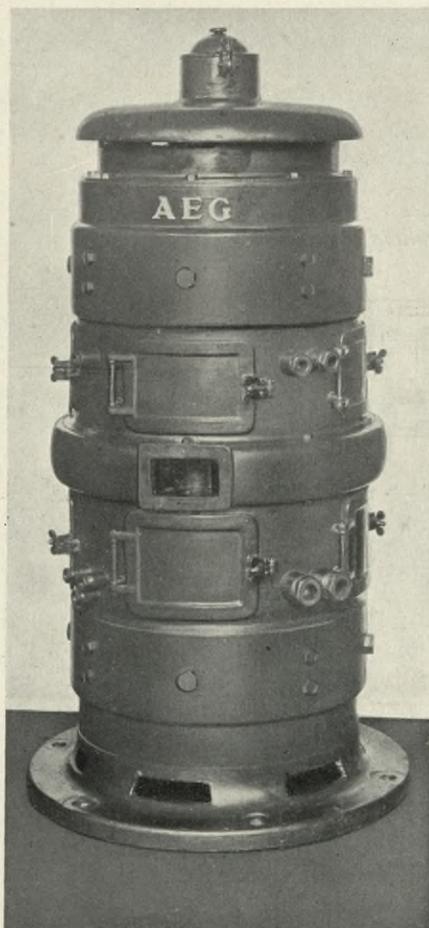


Abb. 42. Scheinwerfermotorgenerator der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

abgekommen und verwendet nur noch für die Fernsprecheinrichtungen diese Art der Stromquelle.

Eine besondere Bedeutung im Schiffsbetrieb haben die Akkumulatoren durch die Ausbil-

derung der Unterseebootswaffe erhalten. Hier finden wir Batterien mit einer Kapazität von 5000 Amp.-Stunden und mit einem Gewicht von 100 tons. Die Zellen haben eine besondere Bauart erhalten. Versuche haben ergeben, daß bei den besten, modernen Unterseeboots-Bleiakkumulatoren die PS.-Stunde bei 3½stündiger Entladung einschließlich Installationsmaterial nur noch einen Gewichtsaufwand von 35,5 kg erfordert. Der Gewinn an Gewicht bei den Edison-Eisen-Nickel-Akkumulatoren, die pro PS.-Stunde nur 32,5 kg wiegen, ist nicht so beträchtlich, daß die dafür in Kauf zu nehmenden Nachteile, wie geringerer Wirkungsgrad und größerer Spannungsabfall, sowie beträchtlich größerer Raumbedarf und sehr viel höherer Preis, durch diesen Vorteil aufgehoben würden. (Siehe Jahrbuch der Schiffbau-technischen Gesellschaft 1913, S. 127.)

suche hierüber stehen den Verfassern jedoch nicht zur Verfügung.

Der in der Zentrale erzeugte bzw. vorhandene Strom muß nun auf den Schiffen in möglichst betriebssicherer Weise verteilt werden. Wenn man bedenkt, daß die ersten Leitungsnetze an Bord von Schiffen für Glühlampenbeleuchtung von Edison unter Verwendung von Kupferdrähten, die mit paraffinierter Baumwolle umwickelt waren, angelegt worden sind und bei der damaligen geringen Spannung vollständig ihrem Zweck entsprochen haben, so sieht man auch auf diesem Gebiet die enorme Entwicklung, die die Leitungstechnik zu verzeichnen hat. Das Anwachsen der Leitungsnetze bis zu einer Gesamtlänge von 70 km und mehr und einem Gesamtgewicht von zirka 100 Tons auf einem Schiff machte es erforderlich, die Isolationsfestigkeit der Kabel außerordentlich zu steigern. Es werden jetzt auf Kriegsschiffen fast ausschließlich eisendrahtbeklöppelte Gummibleikabel verwendet. Auf Handelsschiffen werden in Räumen, in denen das Leitungsnetz Beschädigungen ausgesetzt ist, eisenbandarmierte Kabel verwendet, während in den Wohnräumen und weniger gefährdeten Räumen gewöhnliche Gummiaderleitungen, meistens in Holzleisten verlegt, zur Anwendung kommen.

Die Installationsmethode mit Bergmann-Rohr wurde auf deutschen Kriegsschiffen nach einem einmaligen Versuch nicht weiter verfolgt, während sie in Italien lange Zeit hindurch mit Erfolg benutzt wurde, auch hier ist man jedoch seit einigen Jahren zur Kabelinstallation übergegangen.

Die Verlegung der Leitungsnetze macht naturgemäß die Durchführung der Kabel durch wasserdichte Schotten notwendig. Hierzu werden sogenannte Schottstopfbuchsen verwendet, deren Konstruktion aus Abb. 43 hervorgeht. Die Abzweigungen zu den einzelnen Stromverbrauchsstellen erfolgen stets unter Zwischenschaltung von Sicherungen überall da, wo eine Querschnittsänderung der Leitung eintritt. Diese Abzweigstellen werden in wasserdichte Kästen eingeschlossen, in die die Kabel mittels Einführungsstutzen, die ähnlich den Schottstopfbuchsen ausgebildet sind, eingeführt werden. Eine solche Einführung ist in Abb. 43 dargestellt.

Die Sicherung der Leitungen gegen Ueberstrom geschah früher mittels Lamellensicherungen, die auch jetzt noch für Bordanlagen bis zu 110 Volt Spannung beibehalten worden sind. Die durch den Umfang der Anlagen auf großen Schiffen erforderlich gewordene Spannungserhöhung auf 220 Volt hat gezeigt, daß die Lamellensicherungen dieser Spannung nicht mehr genügen, weshalb man zu den Patronen-Schmelzsicherungen übergegangen ist. Diese haben den Vorteil vollständiger Explosionssicherheit, wiegen allerdings etwas mehr und kosten auch mehr.

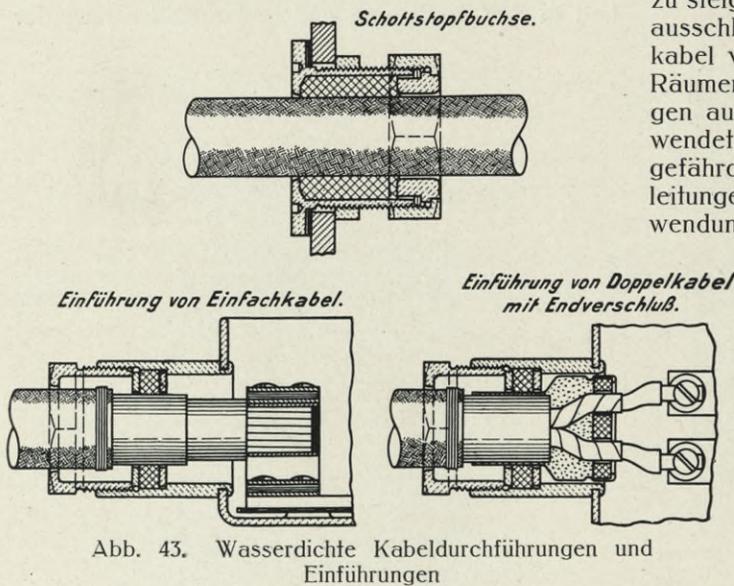


Abb. 43. Wasserdichte Kabeldurchführungen und Einführungen

Die Gesichtspunkte, die bei der Konstruktion der Unterseeboots-Akkumulatoren berücksichtigt werden müssen, sind die schwer zugängliche Unterbringung im Boden des Bootes, wodurch die Wartung und Beobachtung auf Schwierigkeiten stößt, ferner die Erschütterungen, denen die Zellen beim Schiffsbetrieb ausgesetzt werden und endlich die Isolationsschwierigkeiten infolge der feuchten und säurehaltigen Luft des Aufstellungsraumes, und der Umstand, daß bei der bedeutenden Schräglage der Unterseeboote beim Tauchen und Auftauchen die Zellen vollkommen dicht halten müssen. Dabei entsteht für den Konstrukteur noch die weitere Schwierigkeit, daß trotz der zuverlässigen Abdichtung gegen Ausfließen von Säure ein Entweichen der bei der Ladung sich entwickelnden Gase ermöglicht werden muß. Die besten, untersuchten Bleiakkumulatoren, die den Werkstätten der Akkumulatoren-Fabrik A.-G. Hagen in Westfalen entstammen, haben 400 Entladungen ausgehalten. Für die Edison-Akkumulatoren werden 800 Entladungen garantiert. Ver-

Um das mitzuführende Gewicht für die als Edisonstöpsel ausgebildete Patronensicherung möglichst zu verringern, hat man die eigentliche Patrone getrennt von dem Schraubkopf ausgeführt, so daß nur die erstere als Ersatzmaterial

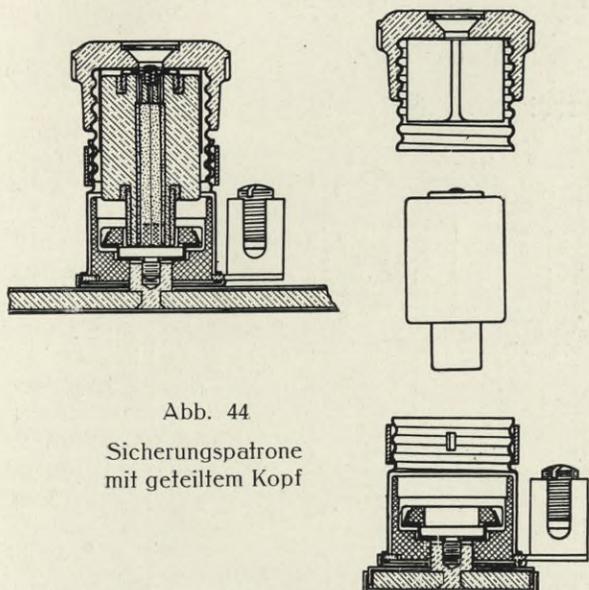


Abb. 44

Sicherungspatrone mit geteiltem Kopf

mitzuführen ist. Eine solche gefeilte Patronensicherung zeigt die Abb. 44. Dieses Sicherungssystem wird bis zu Stromstärken von 1200 Amp. Betriebsstrom angewendet. Die Abb. 45 zeigt einen Sicherungskasten mit eingebauten Patronensicherungen. Für hohe Stromstärken und für Leitungen, bei denen starke Überlastungen häufig vorkommen, bevorzugt man an Stelle der Siche-



Abb. 45. Sicherungskasten

rungen Maximalautomaten, die jedoch den Nachteil haben, sehr viel Raum zu beanspruchen.

Die Beleuchtungskörper, die für Bordzwecke Verwendung finden, sind mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse aus nicht rostendem Material, wasserdicht und gegen mechanische Verletzung besser geschützt, als Beleuchtungskörper für Landanlagen hergestellt. So z. B. besteht der Schutzkorb für Kohlenbunkerlampen aus einem ganz massiven Gitterwerk, das dem Anprall größerer Kohlenstücke Widerstand leistet.

Die Schalter, die an Bord Verwendung finden, müssen wasserdicht abgeschlossen und für Kriegsschiffe auch, wenn möglich, explosionsicher sein. Außerdem wird für letztere Anlage auch vielfach verlangt, daß aus der Stellung des Schaltgriffes entnommen werden kann, ob der Schalter ein- oder ausgeschaltet ist. Endlich kann auch die Bedingung gestellt werden, daß der Schalter bei Rechts- und Linksdrehung schaltet.

Diese sämtlichen Anforderungen erfüllt das in Abb. 46 dargestellte System „Engel“, das auf Kiegsschiffen bis zu Stromstärken von 1000 Amp. durchgebildet ist.

Als Stromverbraucher kommen zunächst die Beleuchtungseinrichtungen in Frage, die auf Handelsschiffen und besonders bei den großen modernen Schnell dampfern einen erheblichen Anteil des Energieverbrauches ausmachen, während bei Kriegsschiffen die Beleuchtung ganz in den Hintergrund tritt. Auf Handelsschiffen werden mit Vorteil neuerdings nur noch Metallfadenlampen verwendet, wodurch eine große Ersparnis an Strom erreicht wird. Für Kriegsschiffe sind zunächst noch die Kohlefadenlampen beibehalten worden, da die Metallfadenlampen den Erschütterungen, besonders beim Schießen, weniger Widerstand leisten können.

Einen sehr wesentlichen Bestandteil der Kraftübertragung bildet der Betrieb der artilleristischen Einrichtungen großer Kriegsschiffe. Gleichzeitig waren hier Bedingungen zu erfüllen, denen der Elektrotechniker erst nach vielem Studium gerecht werden konnte, während die hydraulischen Einrichtungen bereits Anfang der 90er Jahre auf einem Stande der Entwicklung angelangt waren, daß sie den artilleristischen Anforderungen voll entsprachen. Es ist daher nicht zu verwundern, daß nicht alle Kriegsflotten den

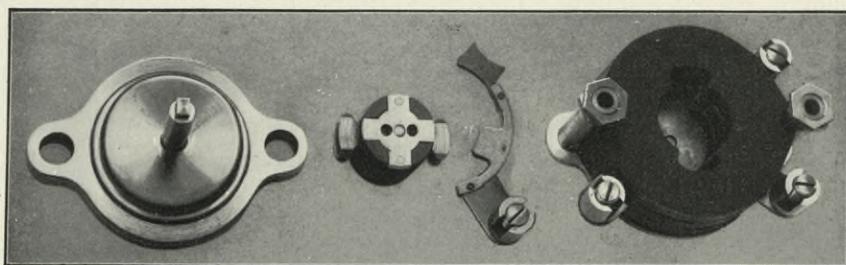


Abb. 46. Einzelteile des Engelschalters

Antrieb der schweren Geschützfüße elektrisch einrichten. Vorläufig geschieht dies nur in der deutschen, österreichischen und russischen Marine. In Frankreich und den Vereinigten Staaten von Nordamerika wird der elektrisch-hydraulische Antrieb bevorzugt, bei dem eine elektrisch angetriebene rotierende Pumpe mit veränderlichem Hub angewendet ist. Die englische Marine ist nach fehlgeschlagenen Versuchen mit elektrischen Schwenkeinrichtungen beim hydraulischen Antrieb verblieben.

Nachdem es gelungen ist, rein elektrische Antriebe zu schaffen, bei denen mit Hilfe der bekannten Leonardschaltung ein Regulierbereich von 1:600 erreicht worden ist, muß die elektrische Kraftübertragung für diesen Zweck als vollkommen ebenbürtig dem besten hydraulischen Antrieb betrachtet werden. Dieser hohe Regulierbereich, der in einzelnen Fällen sogar auf 1:1000 getrieben werden konnte, war nur zu erzielen durch Unterdrückung der Remanenzspannung des Leonardgenerators, indem es gelungen ist, diese Spannung kleiner als 1 % der Maximalspannung zu machen. Diese geringe Remanenzspannung wurde erzielt durch Verwendung von Eisensorten mit sehr geringer Remanenz, was dazu führte, die Magnetgestelle aus Transformatorblechen zusammenzusetzen. Außerdem verwendet man verhältnis-

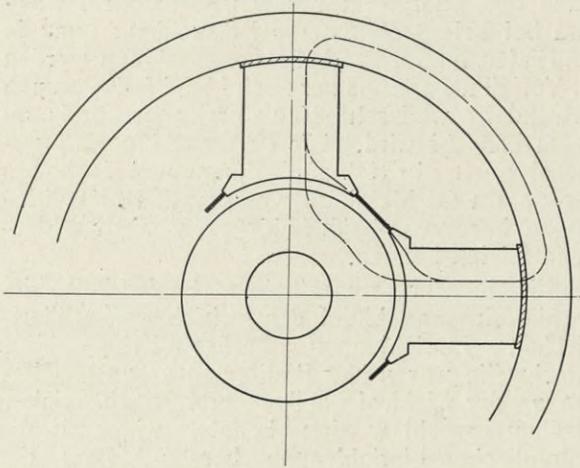


Abb. 47. Remanenzbügel der Siemens-Schuckertwerke

mäßig geringe Sättigungen, große Lufträume und magnetische Brücken (Abbildung 47, Remanenzbügel).

Auf diese Weise ist es gelungen, 80 PS.-Motoren mit einer geringsten Tourenzahl von 4 pro Minute laufen zu lassen.

Je größer die Kaliber wurden, desto mehr machte sich das Bedürfnis fühlbar, alle Bewegungen, die zum Laden und Richten des Geschützes notwendig sind, auf mechanische Weise auszuführen. Je nach der Vorliebe, die in dem einen oder anderen Lande für elektrische Einrichtungen besteht, wurde in dieser Weise elektrisch angetrieben: der Munitionstransport vom Stapel bis zu den Aufzügen, die Aufzugseinrichtungen selbst, das Einbringen der Munition in das Rohr, das Öffnen und Schließen des Verschlusses, die Höhenrichtung des Rohres, sowie die Abfeuerung selbst. Ja, man ist sogar an manchen Stellen soweit gegangen, daß man alle diese einzelnen Vorgänge zwangsläufig elektrisch aneinanderreichte und selbsttätig zur Ausführung bringen ließ.

Alle diese Einrichtungen sind nicht von so großem, allgemeinem Interesse, daß die Besprechung ihrer Einzelheiten hier am Platze wäre.

Für die Kasematengeschütze hat sich für die Munitionsförderung im Laufe der Jahre eine große Anzahl von Konstruktionen ergeben. Man unterscheidet:

1. Seilaufzüge mit Förderkorb,
2. Seilaufzüge ohne Förderkorb,
3. Becherwerke,
4. Klinkenaufzüge.

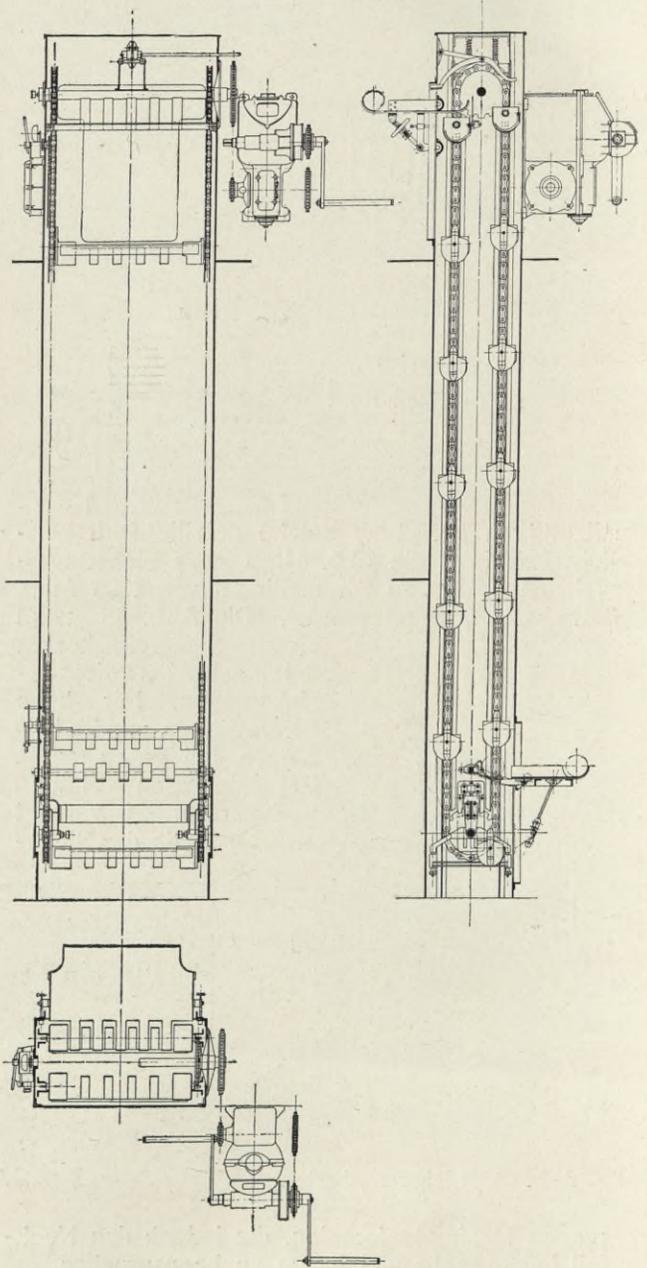


Abb. 48. Becherwerk für Munitionsförderung der Firma Bergmann & Westphal, Berlin

Ein Beispiel eines solchen Aufzuges und zwar eines Becherwerkes ist in Abb. 48 dargestellt. Die Konstruktion dieses Becherwerkes ist von Bergmann & Westphal, Berlin, entworfen. Die Abb. 49 zeigt die Konstruktion der elektrischen Winde im Schnitt. Die Becherwerksaufzüge

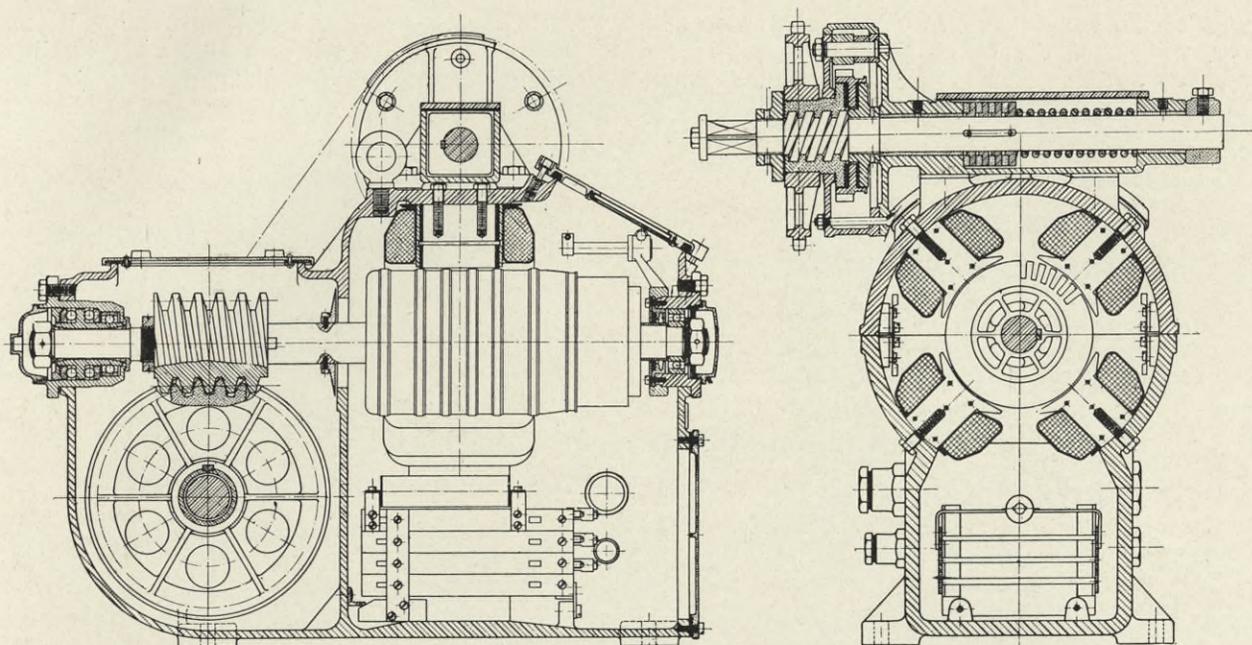


Abb. 49. Elektrische Aufzugswinde für den Antrieb von Becherwerken, konstruiert von den Siemens-Schuckertwerken

haben für den Elektrotechniker den Vorteil, daß der Elektromotor nur zu Anfang des Betriebes angelassen zu werden braucht, um dann während der ganzen Dauer der Munitionsförderung mit derselben Drehzahl weiterzulau-
fen. Er wird nur abgestoppt, wenn die Munitionsförderung eingestellt werden soll, oder wenn durch eine Störung im Abnehmen der Munition die Förderung automatisch eingestellt wird.

Als Energieverbraucher sind an Bord

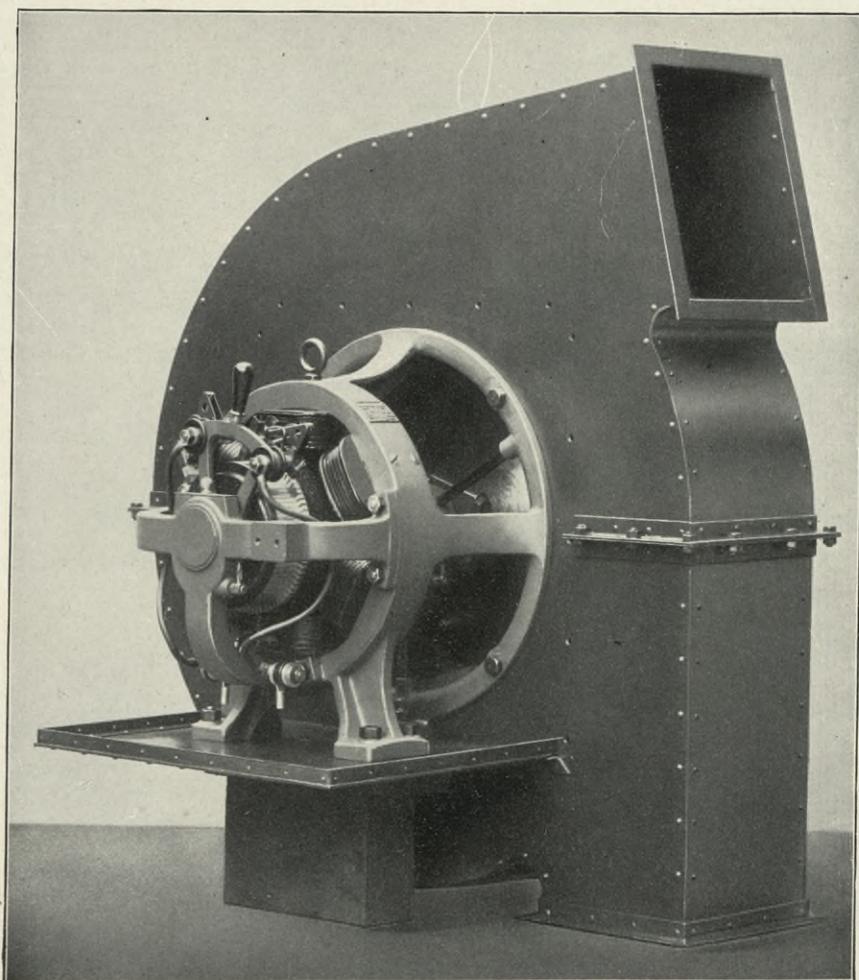


Abb. 50. Fliehkraft-Lüfter mit Elektromotor für 150 cbm Luft pro Minute und 1200 mm Raddurchmesser

von Schiffen auch die Lüfter von Wichtigkeit.

Nächst den Scheinwerfern waren die Lüfter diejenigen Energieverbraucher, die zunächst in Anwendung gekommen sind. Die leichte Unterteilbarkeit der elektrischen Energie kam in der Anwendung vieler einzelner Lüfter vorteilhaft zum Ausdruck. Auf großen Schiffen finden wir 40-70 einzelne Fliehkraftlüfter aufgestellt, ganz abgesehen von den vielen elektrisch angetriebenen Fächern, die

speziell auf Luxusdampfern eingebaut werden und nur, wie schon der Name besagt, eine Fächerwirkung ausüben sollen. Die Abb. 50 stellt einen für Bordzwecke bestimmten großen Fliehkraft-

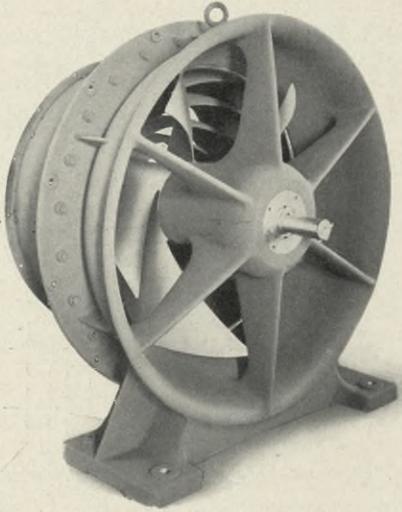


Abb. 51. Schlotter-Propeller von der Laufradseite aus gesehen

lüfter nebst Spezial-Elektromotor dar. Typisch an dem Aggregat ist der Elektromotor, der zur Raumersparnis in achsialer Richtung direkt mit der einen Gehäusewand des Fliehkraftlüfters zusammengebaut ist. Das in das Schleuderrad hineinragende Ende der Motorachse ist in einem Kugellager gelagert, das mit dem Flanschring des Motors durch Spannstäbe verbunden ist. (Ab-

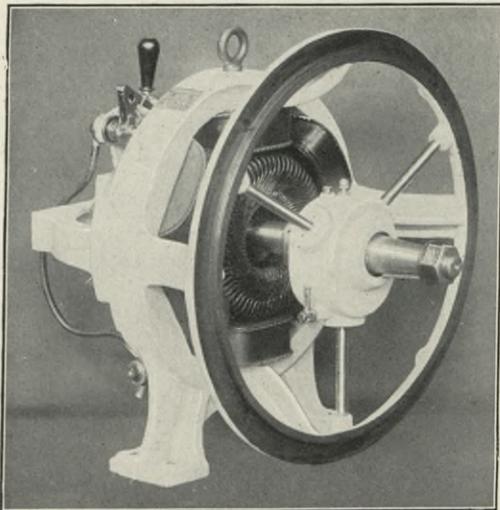


Abb. 53. Elektromotor mit Spannlager

bildung 53.) Das Magnetgestell des Motors kann dabei sehr nahe an die Saugöffnung des Lüfters gebracht werden, weil die Luft an den Saugöffnungen hauptsächlich von der Seite her zufließt, so daß durch den vorgebauten Motor keine störende Wirkung auf den Luftstrom ausgeübt

werden kann. Aus der Motorkonstruktion ist zu ersehen, daß es sich bei dem Lüfter um verhältnismäßig geringe Tourenzahl und geringe Leistungen handelt. Mit dem Uebergang zu höherer

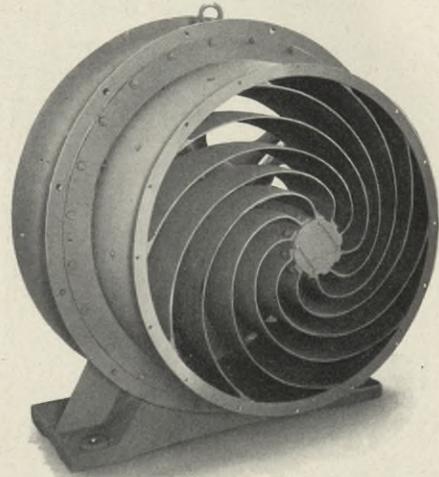


Abb. 52. Schlotter-Propeller, vom Leitapparat aus gesehen

Tourenzahl, die mit Rücksicht auf gedrungene Bauart des Lüfters gewählt werden mußte, ver-

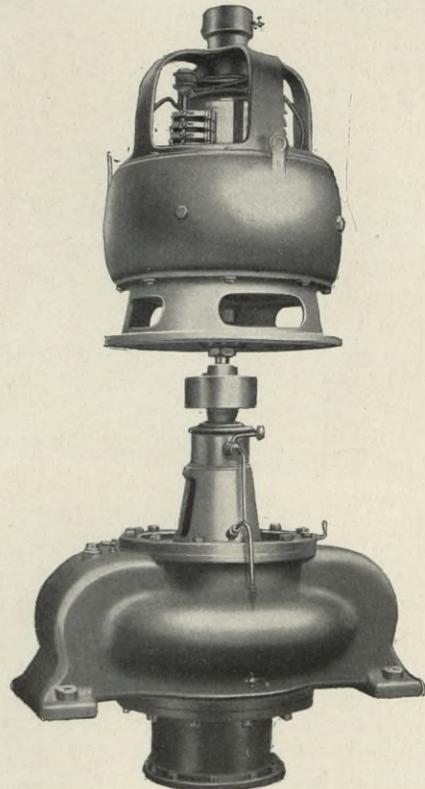


Abb. 54. Zentrifugalpumpe mit 35 PS.-Motor der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

schwand dieser mehrpolige Spezialmotor und machte dem raschlaufenden, gekapselten Elektromotor Platz.

Es muß an dieser Stelle auf einen neuen Schraubenlüfter hingewiesen werden, obwohl noch kein einziges Stück an Bord eines Schiffes zur Aufstellung gelangt ist. Die Eigentümlichkeiten dieses Schraubenlüfters, der nach seinem Erfinder „Schlotterpropeller“ genannt wird, sind aber so vielversprechend, daß die besonderen Eigenschaften hier kurz erwähnt sein mögen:

Der Schraubenlüfter wird mit einem Leitapparat zur Ausführung gebracht. Die eigentümliche Form der Schraubenflügel und des Leitapparates ist aus den Abb. 51 und 52 zu ersehen. Der Lüfter eignet sich zur unmittelbaren Kuppelung mit Elektromotoren deshalb vorzüglich, weil ihm eine verhältnismäßig hohe Tourenzahl eigen ist. Kleinere Lüfter werden mit Drehzahlen bis zu 4- oder 5000 Min. gebaut, während die Drehzahlen größerer Lüfter zwischen 1000 und 2000 Min. liegen. Bedenkt man, daß die besten bisher bekannten Schraubenlüfter Wirkungsgrade zwischen 30 und 40% aufweisen, so wird man dem Schlotterpropeller eine Bedeutung nicht absprechen wollen, wenn es als einwandfrei festgestellt gelten kann, daß die Wirkungsgrade dieses Lüfters zwischen 75 und 80% liegen. Auch die Fähigkeit, Drucke bis zu 300 mm W.S. leicht zu erzeugen, wird dem Lüfter bei seiner Anwendung für Bordzwecke die Wege ebnen.

Zur Erzeugung hochgespannter Luft für Torpedozwecke werden auch neuerdings die Torpedoluftpumpen elektrisch angetrieben. Diese Pumpen sind dreistufige Kolbenkompressoren mit einem Enddruck von 200 Atm. und einem Kraftbedarf von 100 PS. Auf großen Kriegsschiffen werden mehrere Sätze solcher Pumpen aufgestellt.

Außerdem werden auch noch die anderen an Bord befindlichen Pumpen elektrisch angetrieben, z. B. die Kompressoren für Kühlanlagen, die Solepumpen, Hilfskondensationspumpen, Trink-

Waschwasser- und Spülpumpen. Die Lenzpumpen werden gewöhnlich mit senkrechter Welle ausgeführt. Ein anschauliches Beispiel zeigt die in Abb. 54 dargestellte Lenzpumpe von 35 PS. und 600 Umdrehungen/Min. mit einem Motor von der A. E. G.

Durch die Verwendung des Oelmotors zum Antrieb der Schiffsschrauben hat sich der Einführung der Elektrotechnik an Bord dieser Schiffe

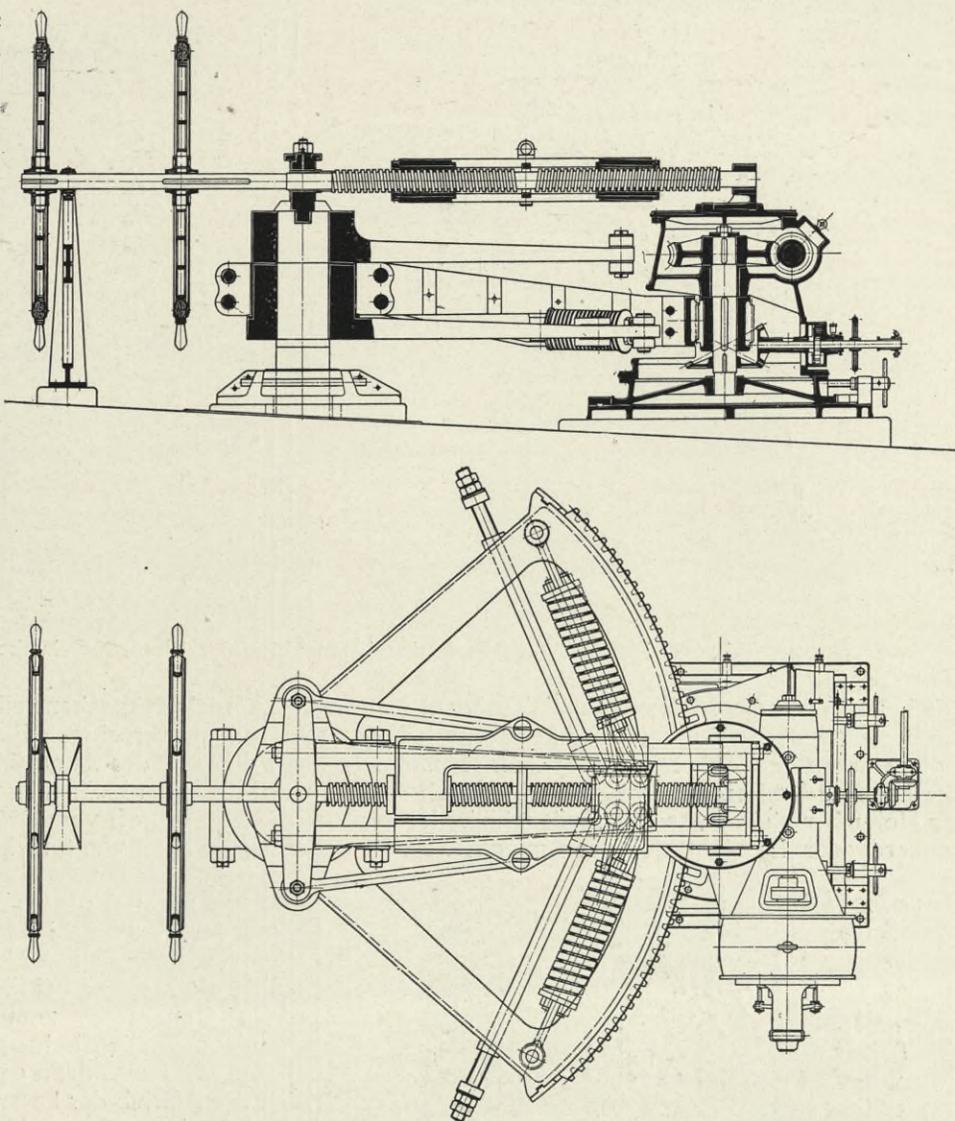


Abb. 55. Rudermaschine der Atlas-Werke A.-G., Bremen

ein großes Gebiet erschlossen, weil der Einbau einer Hilfsdampfanlage mit beträchtlichen Nachteilen verbunden ist, die umgangen werden können, wenn man für die Hilfsmaschinen elektrischen Antrieb wählt. Dieser wird zweckmäßig angewendet für Rudermaschinen, Ankerspills und Ladewinden. Eine elektrisch angetriebene Rudermaschine zeigt die Abb. 55. Der mechanische Teil ist von den Atlaswerken, Bremen, der elektrische von den Siemens-Schuckertwerken Berlin ausgeführt.

Sofern man die einfache Leonardschaltung für den Betrieb des Ruders wählt, ist die Anordnung denkbar einfach und betriebssicher. Allerdings benötigt man hierzu eine besondere elektrische Anlaßmaschine. Es ergibt sich dabei ganz von selbst die Möglichkeit der bequemen Fernsteuerung nach einem Ruderzeiger, weil es ja nur notwendig ist, den geringen Erregerstrom der Leonarddynamo zu regulieren. Dem starkwechselnden Drehmoment,

schleunigungsarbeit des Motorankers Rücksicht zu nehmen. Abb. 56 zeigt einen Spezialrudermotor, wie er auf Unterseebooten zur Bewegung der Vertikal- und Horizontal-Ruder Verwendung findet.

Auch für den elektrischen Antrieb von Ankerspills hat sich bereits eine typische Anordnung herausgebildet insofern, als es üblich geworden ist,

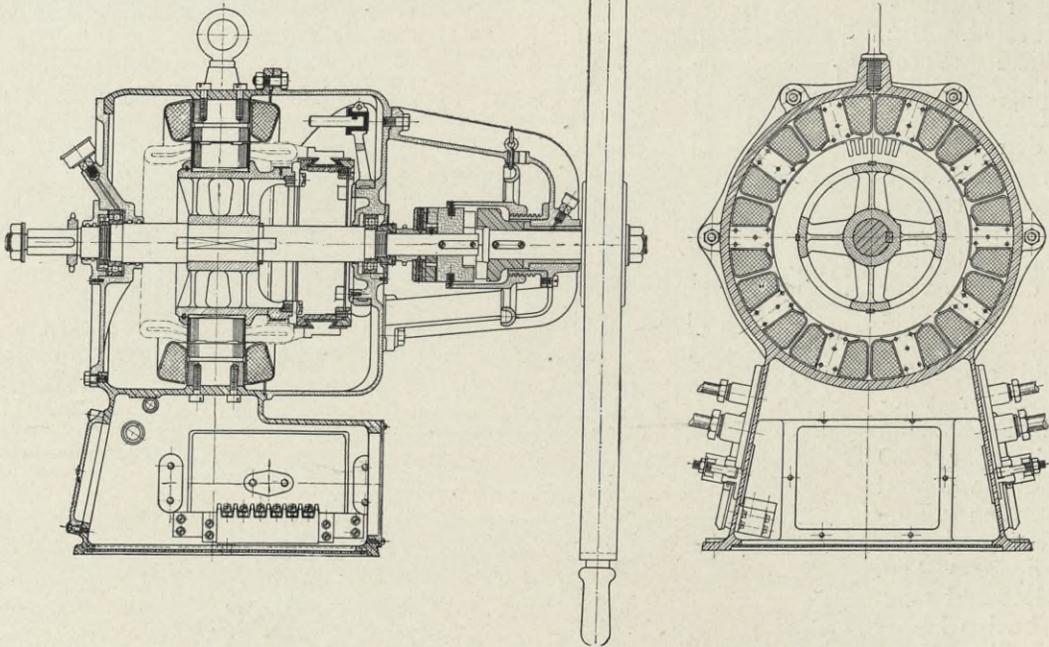


Abb. 56. Unterseeboots-Rudermaschinenantrieb der Siemens-Schuckertwerke

das beim Legen des Ruders auftritt, begegnet man am besten dadurch, daß man das Feld des Rudermotors durch den Ankerstrom des Antriebsmotors des Leonard-Transformers erregen läßt, so daß dieser Motor Hauptstromcharakteristik erhält. Ist der Leonardgenerator nicht elektrisch angetrieben, so

die Antriebsschneckenwelle mit zwei Elektromotoren zu versehen. Eine solche Konstruktion zeigt das von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft für einen kleinen Kreuzer gebaute Heckspill mit einer Zugkraft von 6000 Kilo bei einer Ketten geschwindigkeit von 8 m/Min. (Abb. 57). Die Motoren haben zusammen etwa 18 PS. und können in Serie und parallel geschaltet werden. Eine Regulierung der Tourenzahl ist von 520 bis 2600 Umdrehungen möglich. Ein Maximalzeitauslöser schaltet die Motoren bei längerer Ueberlastung ab.

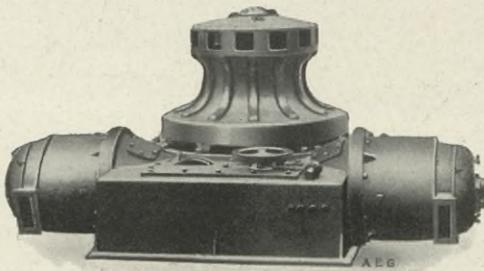


Abb. 57. Heckspill für 6000 kg Zugkraft und 8 m pro Minute Hubgeschwindigkeit der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

Da Oelmotoren zum Antrieb von Schiffsschrauben zunächst hauptsächlich auf Frachtschiffen zur Anwendung gekommen sind, spielt auf ihnen der Antrieb der Ladewinden eine bedeutende Rolle. Es kommen gewöhnlich 12 bis 15 solcher Winden auf einem Schiff in Betracht. Die Bedingungen, die hier an den elektrischen Antrieb gestellt werden, sind die denkbar schwierigsten. Zunächst müssen die elektrischen Einrichtungen, soweit sie nicht unter Deck gebracht werden können, mit den Winden zusammen auf dem wenig geschützten Oberdeck Aufstellung finden. Welchen Beanspruchungen diese Winden hierbei ausgesetzt sind, zeigen die Abb. 58 und 59. Auf der ersten Abbildung sieht man eine überkommene See und die vorläufig unberührt stehende Winde. Auf der zweiten Abbildung ist die ganze Winde vollständig

empfiehlt es sich, außer dem normalen Regler für die Anlaßmaschine noch einen von der Stellung der Ruderpinne abhängigen zweiten Regler zur Beeinflussung des Motors- oder des Leonard-Generatorfeldes zu benutzen.

Der häufige Wechsel bei dem Rudermotor zwischen Ruhe und Betrieb zwingt dazu, auf die Be-



Abb. 58. Ladewinde auf dem Oelmotorschiff „Christian X.“ vor der Ueberflutung

überflutet und muß in dem langsam abfließenden Seewasser oft tagelang aushalten. Die Aufnahmen sind auf dem Schiff „Christian X.“ gemacht, und zwar auf einer Fahrt von New York nach Rio de Janeiro, bei einer Windstärke von nur 3 bis 4. Es ist nicht verwunderlich, daß bei einer Fahrt von Hamburg nach Boston und einer durchschnittlichen Windstärke 12 die Winden oft tagelang vollständig überflutet waren.

Um diesen außergewöhnlichen Beanspruchungen zu begegnen, haben die Siemens-Schuckertwerke eine Konstruktion geschaffen, bei der die Widerstände und die Starkstrom-Schaltelemente nicht bei der Winde, sondern in einem gut geschützten Schiffsraum untergebracht wurden. An der Winde selbst bleibt nur ein kleiner, leicht abzu-

dichtender Schaltapparat, die Meisterwalze für die Schützen. Letztere sind für sämtliche Ladewinden des Schiffes oder eine größere Gruppe derselben auf einer Schalttafel übersichtlich zusammengestellt.

Es ist selbstverständlich, daß der Elektrotechniker sich auch gelegentlich die Frage gestellt hat, inwieweit der elektrische Antrieb der Schiffsschrauben selbst zweckmäßig ist. Insbesondere ist diese Frage aufgetaucht, als man Dampfturbinen zum Antrieb von Schiffsschrauben verwenden sollte, deren hohe Tourenzahl sich schwer vereinigen ließ mit der verhältnismäßig niedrigen Tourenzahl der Schiffsschrauben, wenn man nämlich sowohl für Turbinen, als auch für Schiffsschrauben mit einem erträglichen Wirkungsgrade rechnen wollte. Alle Bemühungen, dem elektrischen Antrieb von Schiffsschrauben eine größere Verbreitung zu verschaffen, sind bisher gescheitert, da die Nachteile durch die Energieumsetzung meistens weit größer sind, als die Vorteile, die dadurch erzielt werden. Gegenwärtig werden noch Vergleichsversuche im großen Maßstab in den Vereinigten Staaten von Nordamerika angestellt, indem drei ganz gleiche Frachtdampfer mit verschiedenen angetriebenen Schiffsschrauben in Betrieb genommen worden sind, und zwar der eine mit Kolbendampfmaschine, der zweite mit Dampfturbine und mechanischer Uebersetzung auf die Schiffsschraube, und der dritte mit Dampfturbine und elektrischer Uebersetzung auf die Schiffsschraube. Der Betrieb ist noch nicht lange genug durchgeführt, als daß jetzt schon Vergleichsresultate vorliegen würden. Zweckmäßig ist der elektrische Antrieb von Schiffsschrauben auf allen den Fahrzeugen, auf denen eine große elektrische Kraftstation für Sonderzwecke an und für sich vorhanden ist, so z. B. auf Unterseeboots-Begleitschiffen, die eine elektrische Anlage zum Aufladen der Unterseebootsbatterien an Bord haben. Eine der-

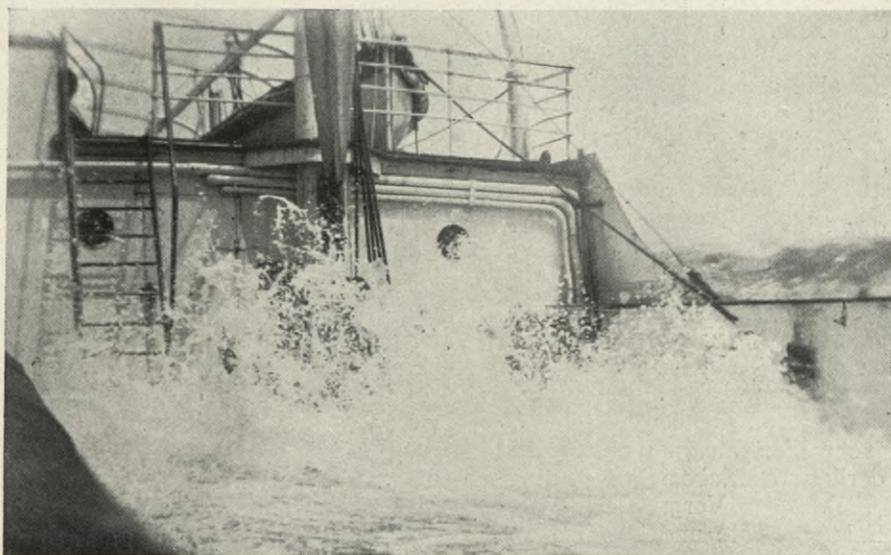


Abb. 59. Ladewinde auf dem Oelmotorschiff „Christian X.“ während der Ueberflutung

artige Anlage ist auf dem Unterseeboots-Hebeschiff „Vulkan“ von den Siemens-Schuckertwerken im Jahre 1907 zur Ausführung gebracht.

Unvermeidlich ist der elektrische Antrieb vorläufig noch auf den Unterseebooten für die untergetauchte Fahrt, nachdem bis jetzt alle Versuche, sich von den elektrischen Akkumulatorenbatterien für diese Zwecke frei zu machen, noch zu keinem

greifbaren Ergebnis geführt haben.

Für Unterwasserfahrt sind zwischen den Verbrennungsmotoren der Unterseeboote und den Antriebs-

schrauben die Elektro-

motoren, die ihren Strom von den Akkumulatorenbatterien erhalten, eingebaut. Eine solche An-

ordnung, wie sie auf dem norwegischen Unterseeboot

„Kobben“, das von der Firma Fried. Krupp Germania-

werft in Kiel gebaut ist, ausgeführt

wurde, ist aus der Abb. 60 zu ersehen.

Es sind zwei Wellen angeordnet, auf denen je ein

Elektromotor der Siemens-Schuckert-

werke sitzt. Da es erforderlich ist, eine ziemlich weitgehende Tourenregulierung für die Antriebschrauben vorzusehen, so ist die Durchbildung der Schaltanlage eine für den Elektrotechniker schwierige Aufgabe, besonders, wenn der Grundsatz in die Tat umgesetzt werden soll, daß nur ganz einfache Einrichtungen die für Unterseeboote erforderliche Betriebssicherheit gewährleisten.

Mit der Vergrößerung der Verdrängung der Unterseeboote und den immer mehr gesteigerten Anforderungen an Geschwindigkeit unter Wasser müssen die Elektromotoren zum Antrieb der Schiffsschrauben beträchtliche Leistungen ab-

geben. Diese Bedingung und die Forderung des Schiffbauers, die schlanke Form am Heck des Bootes zu behalten, führen den Elektrotechniker besonders bei der Anordnung von zwei Schraubenwellen zu der für ihn sehr unangenehmen Beschränkung des äußeren Durchmessers der Elektromotoren. Man ist dann gezwungen, den Motor jeder Schraubenwelle zu unterteilen. Die

Abb. 61 eines Whitehead-Unterwasserbootes zeigt eine solche Unterteilung in zwei

getrennte Motoren auf jeder Welle. Für die Schaltung und Regulierung der

Tourenzahl ergibt diese Unterteilung

allerdings einen Vorteil,

indem die Serien-Par-

allelschaltung zur Anwendung kommen

kann.

Auf diesem Gebiet hat der Elektrotech-

niker voraussichtlich noch viele Aufgaben

zu lösen. Es sei hier nur erwähnt, daß

die Motoren Wärmequellen darstellen, die

die Luft in den Untersee-

booten heizen. Zur Rückkühlung dieser

Luft müssen

besondere Ventilationseinrichtungen, die Raum

wegnehmen, geschaffen werden. Es liegt daher

der Gedanke nahe, die Wärme gleich bei ihrer

Entstehung in den Motoren durch das in unmittel-

barster Nähe zur Verfügung stehende Meerwasser zu beseitigen und wassergekühlte Motoren zu

bauen.

Das Tempo der Entwicklung der elektrischen

Unterseebootskonstruktionen hat aber vorläufig noch nicht gestattet, solche Versuche an Bord aus-

zuführen. Daß auch alle Hilfsmaschinen an Bord der Unterseeboote, wie Lenzpumpen, Spills, Ruder-

antriebe, Luftkompressoren usw. elektrisch an-

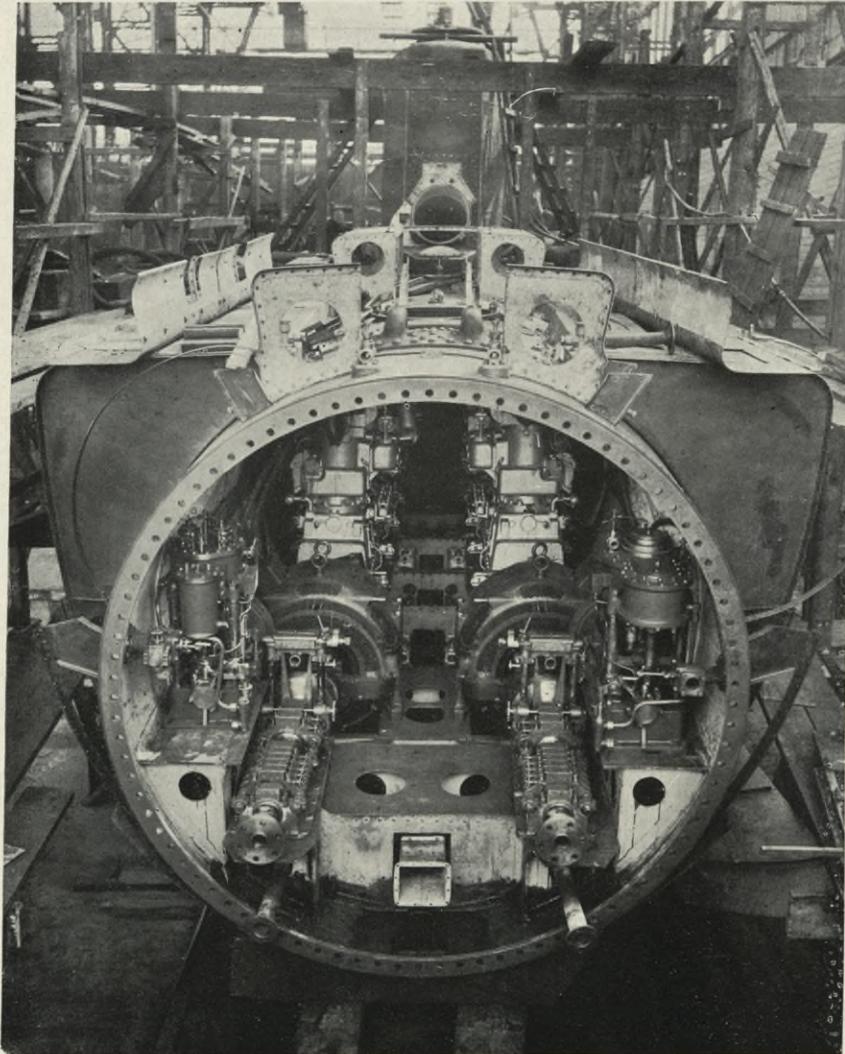


Abb. 60. Blick in den Maschinenraum des von der Germania-
werft in Kiel erbauten Unterseebootes „Kobben“ der norwegischen Marine

besondere Ventilationseinrichtungen, die Raum wegnehmen, geschaffen werden. Es liegt daher der Gedanke nahe, die Wärme gleich bei ihrer Entstehung in den Motoren durch das in unmittelbarster Nähe zur Verfügung stehende Meerwasser zu beseitigen und wassergekühlte Motoren zu bauen.

Das Tempo der Entwicklung der elektrischen Unterseebootskonstruktionen hat aber vorläufig noch nicht gestattet, solche Versuche an Bord auszuführen. Daß auch alle Hilfsmaschinen an Bord der Unterseeboote, wie Lenzpumpen, Spills, Ruderantriebe, Luftkompressoren usw. elektrisch an-

getrieben werden, ist bei dem Vorhandensein der großen elektrischen Energiequelle selbstverständlich.

Die besonderen Verhältnisse an Bord haben auch dazu geführt, die elektrische Energie zu Heiz- und Kochzwecken in größerem Umfang anzuwenden. Während an Land diese Verwendungsart bis jetzt noch in den meisten Fällen an den allzu hohen Stromkosten scheitert, trifft dieser Gesichtspunkt bei Bordanlagen gegenüber den großen Vorzügen des elektrischen Heizens und Kochens mehr in den Hintergrund.

Beim elektrischen Heizen kommen vor allen Dingen die Reinlichkeit, Bequemlichkeit und Geräuschlosigkeit als Vorzüge gegenüber den anderen Heizarten in Frage. Die Außenbordkabinen auf den modernen Luxusdampfern, wie „Imperator“, „Vaterland“, „Columbus“, werden z. B.

Licht oder mechanischer Arbeit, dient die Elektrizität an Bord von Schiffen auch dem außerordentlich wichtigen Zweck der Verständigung und der Befehlsübermittlung. Der Führer eines Schiffes muß die Möglichkeit besitzen, die einzelnen seemännischen und artilleristischen Einrichtungen des Fahrzeuges rasch seinem Willen dienstbar zu machen. Am vollkommensten würde es sein, wenn die Schiffsleitung alle notwendigen Operationen unmittelbar einleiten könnte, denn an den Zwischenstellen können Fehler und Mißverständnisse vorkommen, die verhängnisvoll werden können. Eine derartige unmittelbar wirkende Einrichtung hat sich für die Rudermaschine ausgebildet. Die mechanische Anlaßleitung bewegt den Wechselschieber der Dampf- oder Rudermaschine. Diese dreht das Steuerruder und schließt den Wechselschieber selbsttätig bei Erreichung des auf der

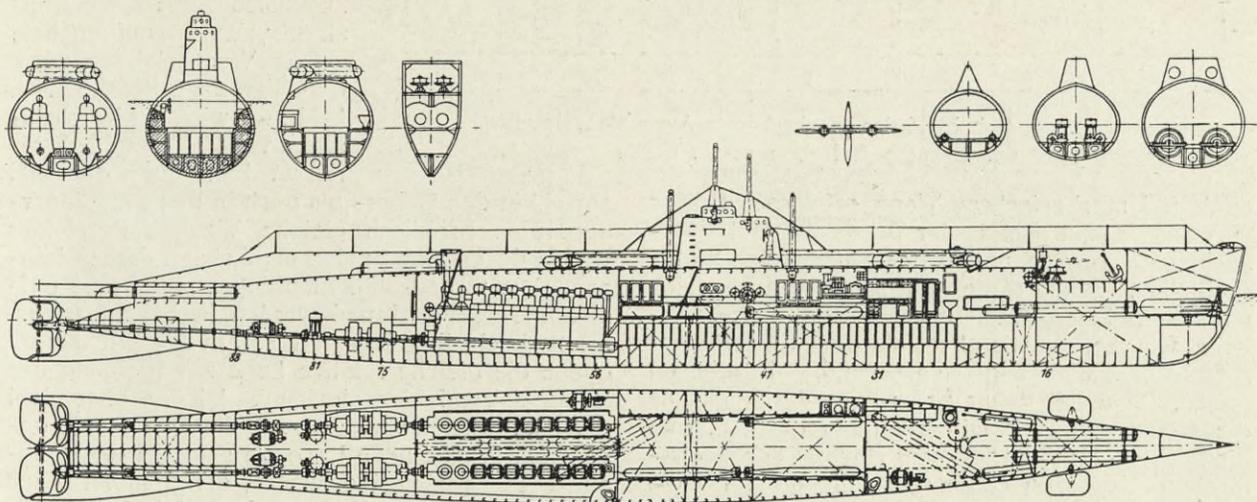


Abb. 61. Zweischrauben-Unterseeboot von Whitehead, Fiume

durch die Siemens-Schuckertwerke mit elektrischen Heizanlagen versehen. Die Heizkörper sind so eingerichtet, daß durch einen Temperaturautomaten die Temperatur im Raum auf einer bestimmten Höhe gehalten wird.

Beim elektrischen Kochen, Braten und Backen liegt der Hauptvorteil dieser Methode darin, daß die Wärmeentwicklung sehr viel besser lokalisiert werden kann als bei anderen Kocheinrichtungen. Infolgedessen wird keine strahlende Wärme, die auf das Personal schädlich wirkt, in den Raum abgegeben, in dem gekocht wird. Die Lüftung eines solchen Raumes macht nicht die geringste Schwierigkeit, da man beim Absaugen der Dünste und Gerüche keine Rücksicht auf eine Feuerungsanlage zu nehmen braucht, deren Zugwirkung durch Absaugen beeinträchtigt werden könnte. Auf Kriegsschiffen wird schon seit geraumer Zeit das Brot in elektrischen Backöfen gebacken. Auf den modernen Schnelldampfern wird die Elektrizität in der Küche schon in ausgedehntem Maße zum Kochen, Braten und Backen verwendet.

Außer den Einrichtungen, bei denen die elektrische Energie direkt verwendet wird in Form von

Kommandobrücke eingestellten Ruderwinkels. Bei Kriegsschiffen muß die Anlaßleitung ihrer Wichtigkeit entsprechend unter Panzerdeck verlegt werden, wobei Richtungsänderungen und Durchführungen durch wasserdichte Abteilungen dieser langen Welle unvermeidlich sind. Man erhält komplizierende und unsichere Elemente, wie Kegelräder, Kreuzgelenke, Stopfbüchsen als unerwünschte Beigabe.

Dieses Beispiel zeigt, welche Schwierigkeiten der mechanischen Lösung des oben angedeuteten Wunsches einer unmittelbaren Handhabung durch die Schiffsleitung entgegenstehen.

Diese Schwierigkeiten sind bei den übrigen seemännischen und insbesondere bei den artilleristischen Einrichtungen noch größer, weshalb hier gar nicht der Versuch gemacht wurde, mechanische Lösungen zu finden. Dagegen dachte man schon daran, das Problem mittels elektrischer Kraftübertragung und Fernsteuerung zu lösen, und in neuester Zeit sind beachtenswerte Erfolge erzielt worden, soweit es sich um die Fernlenkung der Scheinwerfer und der Dampf- oder Rudermaschinen handelt. Indessen sind die elektrischen Einrich-

tungen leider auch noch nicht einfach genug, um als endgültige Lösung des mehrerwähnten Problems bezeichnet werden zu können.

Aus diesen Gründen hat man als das kleinere Übel die Befehlsübermittlung an Zwischenstellen gewählt. Natürlich kann diese Befehlsübermittlung

punkte bis auf die Zwangsläufigkeit. Beim Wiedereinschalten des Stromes müssen Geber und Empfänger erst durch Legen des Handgriffes in die Harlagen in Trift gebracht werden. Trotzdem hat diese Einrichtung eine außerordentlich große Verbreitung gefunden wegen der sonstigen Zuverlässigkeit der Ausführung.

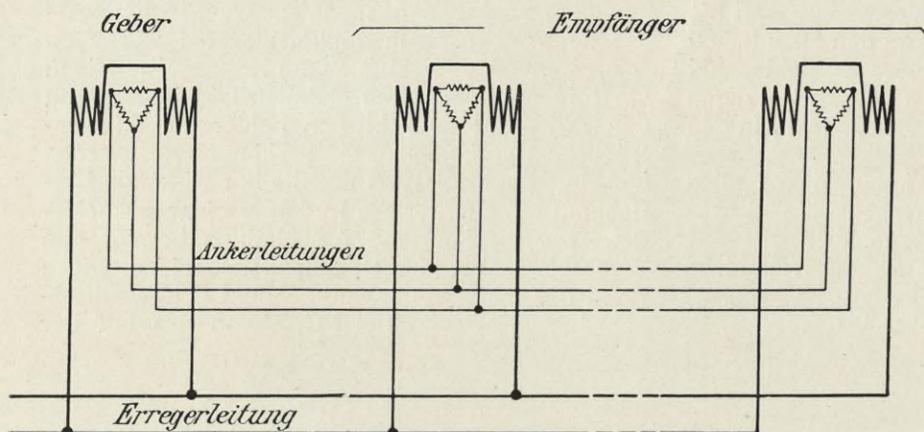


Abb. 62. Schaltbild des Wechselstrom-Apparatesystems der Siemens & Halske A.-G., Berlin

Neuerdings ist das System überholt worden von dem Wechselstromsystem derselben Firma. Es scheint überhaupt, daß der Wechselstrom für diesen besonderen Zweck die gegebene Stromart ist. Denn auch alle anderen Firmen, die Kommandoapparate bauen, haben ihr früheres Gleichstromsystem zugunsten des Wechselstromsystems aufgegeben.

Das Wechselstromsystem der Siemens & Halske A.-G. (Abb. 62) wird mit Wechselstrom von 50 Volt und 50 Perioden betrieben; es sieht

auch auf mechanischem Wege erfolgen. Früher verwendete man auch in der Tat mechanische Maschinentelegraphen, und zwar hauptsächlich Stahldrahtzüge. Allein diese Einrichtungen haben sich nicht überall bewährt. Die Gründe dafür sind ähnliche, wie die, die wir oben, als gegen die Rudermaschinenanlaßleitung sprechend, bezeichnet haben. Man hat daher neuerdings durchgehend die elektrische Befehlsübermittlung gewählt, und diese sogar für den Fall einer Havarie der mechanischen Rudermaschinenanlaßleitung für die Steuereinrichtung des Schiffes vorgesehen.

sowohl in den Geber- als auch in den Empfängerapparaten praktisch gleiche Wechselstromfelder vor, in denen sich Spulen um Achsen drehen können. Die Geber- und Empfängerspulen sind aufeinandergeschaltet und werden in beiden Apparaten gleichmäßig induziert, sofern ihre Wicklungsebene die gleiche relative Lage zur Richtung des Wechselstromfeldes einnimmt. Ist das aber nicht der Fall, bringen wir also z. B. die Geberspule gewaltsam in eine neue Lage, so sind die gegeneinandergeschalteten, induzierten, elektromotorischen Kräfte ungleich, und es ergeben sich Ausgleich-

Viele Systeme elektrischer Befehlsübermittlung sind im Laufe der Jahre erdacht worden, nur wenige aber haben Eingang in den praktischen Schiffsbetrieb gefunden. Unempfindlichkeit gegen mechanische und elektrische Störungen, insbesondere gegen Isolationsfehler, einfacher Aufbau ohne komplizierte Kontaktanordnung und Uhrwerke und endlich Zwangsläufigkeit zwischen Geber und Empfänger, d. h. die selbsttätige, richtige Einstellung aller Apparate beim Einschalten des elektrischen Stromes, wenn dieser längere Zeit unterbrochen war, sind die Hauptgesichtspunkte, nach denen ein solches System in bezug auf seine praktische Brauchbarkeit beurteilt werden muß. Das bekannte und auf einer großen Anzahl von Kriegs- und Handelsschiffen zur Ausführung gebrachte, sogenannte Sechssystem der Siemens & Halske A.-G. erfüllt die vorstehenden Gesichtspunkte

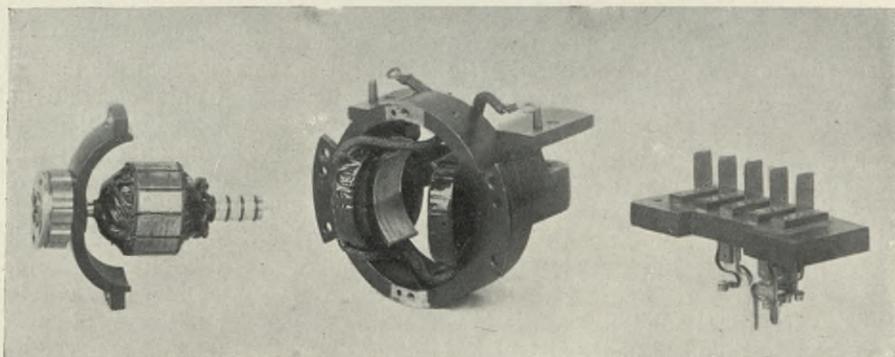


Abb. 63. System-Element der Siemens & Halske A.-G., Berlin

ströme, die die Spulen der Empfängersysteme so lange drehen, bis dort die induzierte elektromotorische Kraft derjenigen im Gebersystem gleich geworden ist, also kein Ausgleichstrom mehr fließt, d. h. bis die Empfängerspule die gleiche relative Lage zum Wechselstromfeld eingenommen hat, wie die Spule des Gebersystems. Mit der Empfängerspule ist ein Zeiger verbunden, der sich vor einer Skala bewegt. Mit dem Geberanker bzw. dessen Antriebseinrichtung wird meist noch eine Kontakt-

ströme, die die Spulen der Empfängersysteme so lange drehen, bis dort die induzierte elektromotorische Kraft derjenigen im Gebersystem gleich geworden ist, also kein Ausgleichstrom mehr fließt, d. h. bis die Empfängerspule die gleiche relative Lage zum Wechselstromfeld eingenommen hat, wie die Spule des Gebersystems. Mit der Empfängerspule ist ein Zeiger verbunden, der sich vor einer Skala bewegt. Mit dem Geberanker bzw. dessen Antriebseinrichtung wird meist noch eine Kontakt-

vorrichtung gekuppelt, welche bei jeder Bewegung des Ankers einen Weckerstromkreis einschaltet, so daß bei der Kommandogabe jedesmal ein akustisches Achtungssignal ertönt.

Die Anker sind, um ein möglichst gleichförmiges Drehmoment zu erzielen, mit einer dreifachen Wicklung versehen. Mit einem Gebersystem können beliebig viele Empfängersysteme verbunden werden, wobei immer nur fünf Leitungen, und zwar zwei für die Felderregung und drei für die Anker-Verbindung erforderlich sind. Für das akustische Ankündigungssignal tritt noch eine sechste Leitung hinzu. Apparate, bei denen Rückantwort (Quittung) gefordert wird, erhalten zwei Systeme, ein Geber- und ein Empfängersystem, welche gemeinsame Erregerleitung besitzen, so daß für die Verbindung zweier solcher Apparate mit akustischem Signal neun Leitungen gebraucht werden. Geber und Empfänger besitzen prinzipiell ganz gleiche Bauart. Sie unterscheiden sich nur durch die Größe, die beim Gebersystem von der Anzahl der mit ihm verbundenen Empfängersystem abhängt.

Abb. 63 zeigt die drei Hauptbestandteile eines Apparates, in die er jederzeit in der einfachsten Weise zerlegt werden kann: in der Mitte das Magnet-Gehäuse mit zwei Spulen, links der gewickelte Anker mit seinen drei Schleifringen und der Kontaktscheibe für das akustische Signal, sowie der eine Lagerbügel, rechts das Klemmbrett. Die Abbildung zeigt deutlich die Einfachheit des Systems. Ueber den Umfang, in welchem derartige Einrichtungen an Bord benötigt werden, muß die Tatsache ein Bild geben, daß in der verhältnismäßig kurzen Zeit des Bestehens dieses Systems bereits über 10 000 Systemelemente zum Einbau von Schiffen gelangt sind.

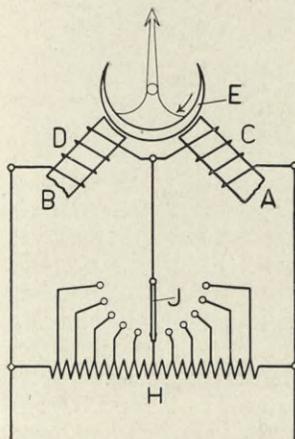


Abb. 64. Schaltbild des Kommando-Apparatesystems der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

Besonders bemerkenswert ist, daß auf den eben fertiggestellten argentinischen Linienschiffen „Moreno“ und „Rivadavia“, sowie auf dem japanischen Kreuzer „Kongo“ die Befehlsübermittlungsanlagen nach diesem System geliefert worden sind, woraus entnommen werden kann, daß das Ausland, das keine Rücksicht auf eine heimische elektrische Industrie zu nehmen hat, die Ueberlegenheit der deutschen Schiffselektrotechnik damit anerkennt.

Das Wechselstrom-Fernzeigersystem der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft beruht auf der Differentialwirkung zweier magnetischer Felder auf einen beweglichen, die Anzeigevorrichtung tragenden Metallkörper. Den Wicklungen, welche die beiden Magnetfelder erzeugen, werden Wechselspannungen von beliebigem, gegenseitigem Ver-

hältnis zugeführt. Abb. 64 stellt das Wesen der Fernübertragung schematisch dar. A und B sind die beiden Magnete, C der bewegliche Metallkörper, welcher den Zeiger trägt, und H ist ein Spannungsteiler, durch welchen die Gesamtspannung auf die beiden Magnetwicklungen beliebig verteilt wird.

Die Wirkungsweise ist nun folgende: Durch den Wechselstrom in der Wicklung C wird der

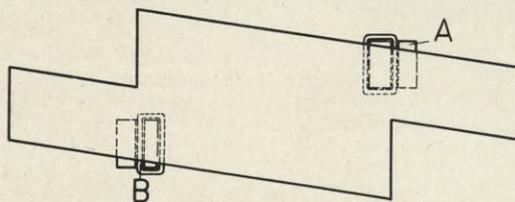


Abb. 65. Trommelabwicklung des A. E. G.-Apparates

Magnet A erregt, dessen Kraftlinien in der Scheibe C Wirbelströme erzeugen, welche das Bestreben haben, auf ein Minimum zu kommen. Dies kann nur geschehen durch Drehung des Körpers E in der Pfeilrichtung, weil dabei der Querschnitt dieses Körpers immer geringer, sein elektrischer Widerstand also größer, und infolgedessen die Wirbelströme kleiner werden würden.

Jeder der Magnete hat aber das Bestreben, den Körper E so weit wie möglich aus seinem Wirkungsbereiche hinauszutreiben. Stillstand erfolgt, sobald sich die beiden Drehmomente das Gleichgewicht halten. Das von jedem der Magnete ausgeübte Drehmoment ist proportional dem Produkt aus Amperewindungszahl und Intensität der Wirbelströme. Letztere aber wächst mit der Leitfähigkeit, also dem Querschnitt oder der Masse des beeinflussten Teiles des Körpers E.

Damit die Drehmomente von A und B gleich werden, muß sich also der Körper E stets so einstellen, daß dem stärker erregten Magneten die geringere Masse und umgekehrt gegenübersteht. Jeder Stellung des Kontaktarmes I entspricht also eine eindeutig bestimmte Stellung des Zeigers.

In der praktischen Ausführung wird der bewegliche Metallkörper als Trommel ausgebildet, deren Abwicklung Abb. 65 zeigt, in der A und B die beiden Magnete darstellen. Durch diese Form der Trommel ist jedem Magneten der volle Kreisbogen als Bestreichungswinkel geboten. Aus der Abb. 65 ist im übrigen noch zu ersehen, daß an den Endflächen der Magnete A und B je eine Kurzschlußwicklung eingelassen ist, die den halben Eisenquerschnitt umfaßt und die oben erläuterte Wirkung verstärkt.

Die intensive Wirbelstrombildung in der Trommel bewirkt eine vorzügliche Dämpfung des Systems, begünstigt durch das sehr geringe Gewicht der bewegten Teile, welches auch dazu beiträgt, den Apparat gegen Stöße recht unempfindlich zu machen.

Auch die Firma Neufeldt & Kuhnke, Kiel, hat ein Befehlsübermittlungssystem entwickelt. Der Empfänger besteht aus einem feststehenden Eisen-

körper mit zwei Spulen und aus einem drehbaren Rahmen (Abb. 66).

Der Eisenkörper zerfällt in einen Innenring I, einen Außenring A, sowie einen diese beiden ver-

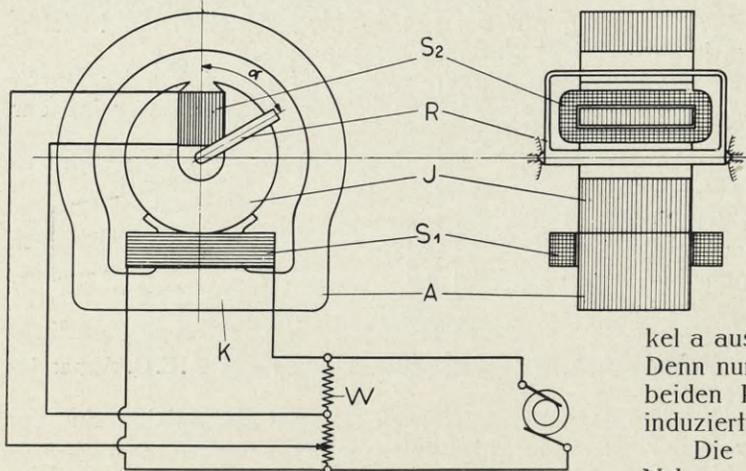


Abb. 66. Schaltbild des Wechselstrom-Kommandoapparatesystems der Firma Neufeld & Kuhnke, Kiel

bindenden Kern K. Auf letzteren ist eine Spule S 1, im folgenden „Hauptspule“ genannt, aufgeschoben. Der Innenring trägt ebenfalls eine Wicklung S 2, in folgendem „Nebenspule“ genannt. Konzentrisch zum Innenring dreht sich der Kupferrahmen R so, daß seine eine Längsseite mit der zentralen Achse zusammenfällt, während die andere sich in dem schmalen, zwischen Innen- und Außenring liegen-

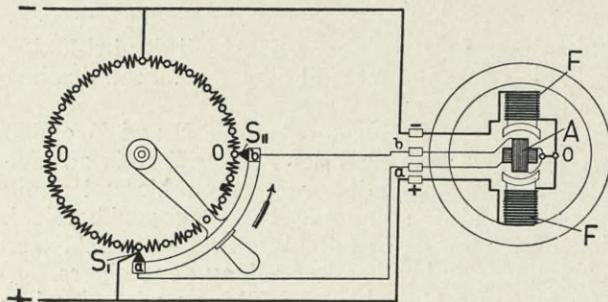


Abb. 67. Schaltbild des Gleichstrom-Kommandoapparatesystems der Firma Neufeld & Kuhnke, Kiel

den Luftschlitz bewegt, und zwar um einen Winkel von insgesamt etwa 270 Grad.

Beschickt man die Hauptspule mit Wechselstrom, so treten die Kraftlinien aus dem Kern K in den Innenring, durchsetzen den Luftschlitz in praktisch gleichmäßiger Dichte und schließen sich durch den Außenring symmetrisch zurück. In der gezeichneten Stellung wird nun in dem Rahmen ein Strom induziert, welcher denselben in die Mittelstellung dreht, für welche der Winkel α Null wird. Der Strom in der in der Zeichnung dargestellten Stellung wird induziert durch diejenigen Kraftlinien, welche innerhalb des Winkelbogens α durch den Luftschlitz durchtreten, da offenbar dies diejenigen Kraftlinien sind, welche allein die Windungsfläche des Rahmens durchsetzen.

Man kann nun, indem man der Spule S 2 ebenfalls Wechselstrom zuführt, von solcher Phase wie derjenige in der Hauptspule, ein zweites Kraftliniensystem erzeugen, welches kreisförmig und konzentrisch zur Achse in dem Innenring verläuft und sich dem Kraftliniensystem der Hauptspule überlagert. Wählt man die Stromstärke in der Nebenspule so, daß die erzeugten Kraftlinien gleich und entgegengesetzt gerichtet, zu den im Winkelbogen α den Luftschlitz durchsetzenden Kraftlinien des ersten Systems sind, so muß offenbar der Rahmen die in der Abbildung dargestellte Stellung einnehmen, bei welcher er um den Winkel α aus der Symmetriestellung herausgedreht ist. Denn nur in dieser Lage ist dadurch, daß sich die beiden Kraftliniensysteme gerade aufheben, der induzierte Strom Null.

Die Aufgabe des Gebers besteht darin, der Nebenspule Strom zuzuführen, welcher sich zwischen einem negativen und einem positiven Maxi-

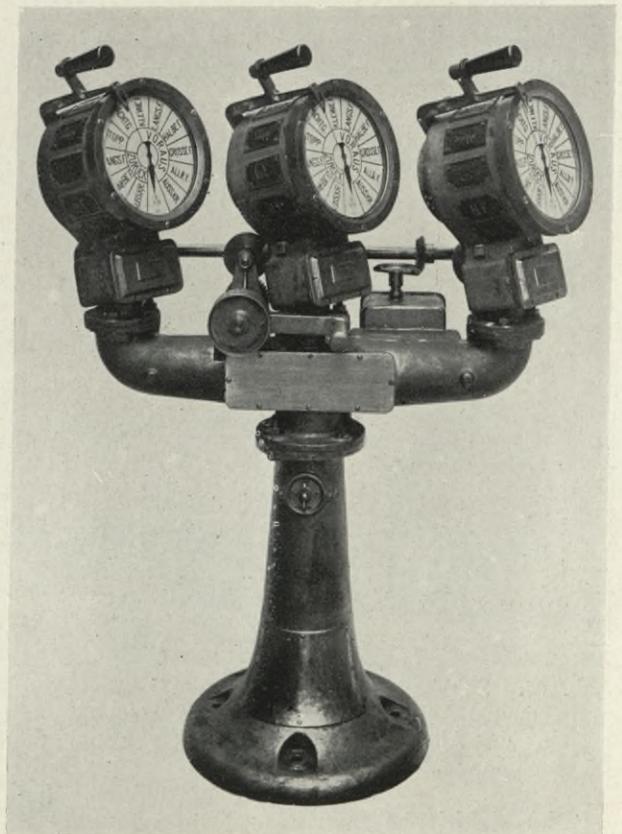


Abb. 68. Maschinentelegraphengeber der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

malwert variieren läßt, zum Zweck, dem die Anzeigevorrichtung tragenden Empfängerrahmen innerhalb seines Drehungsbereiches von 270 Grad jede gewünschte Stellung geben zu können. Es läßt sich dies auf verschiedene Weise erreichen;

z. B. kann man an dieselbe Wechselstromquelle, an welcher auch Hauptspule, Wecker und Apparatsbeleuchtung liegen, einen Widerstand legen. Auf diesem gleitet ein Kontakt, von welchem aus eine Fernleitung nach der Nebenspule führt. Das andere Ende der Nebenspule liegt entweder, wie in der Zeichnung dargestellt, durch eine zweite Fernleitung an dem Mittelpunkt des Widerstandes W oder aber, was praktischer ist, sie wird an den Mittelpunkt der Hauptspule gelegt. In diesem Falle würde also für die Uebertragung von Befehlen außer den 2 Speiseleitungen und der Weckerleitung für jedes Empfänger-system nur eine Uebertragsader erforderlich sein.



Abb. 69. Maschinentelegraphenempfänger der Siemens & Halske A.-G.

Die Firma Neufeldt & Kuhnke hat auch ein mit Gleichstrom arbeitendes System ausgebildet, dessen Prinzip aus Abb. 67 zu ersehen ist. Links ist der Geber, rechts der Empfänger schematisch dargestellt. In letzterem befindet sich ein drehbarer Anker A mit zwei rechtwinklig zueinander liegenden Spulen in einem starken, magnetischen Feld zwischen den Polen FF.

Im Geber ist ein vom Strom umflossener Widerstandskreis mit soviel Kontakten, als man Stellungen am Empfänger hervorzurufen wünscht. Die Uebertragung erfolgt in der Weise, daß leitende Verbindungen (a u. b) von beiden Ankerspulen des Empfängers dauernd

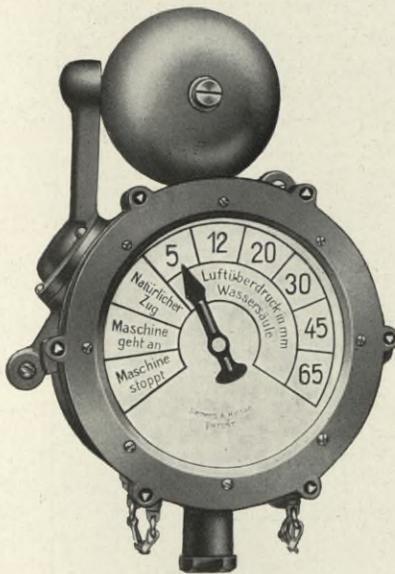


Abb. 70. Kesseltelegraphengeber der Siemens & Halske A.-G.

mittels eines Bürstenpaares (S1 und S2) mit zwei unter 90° stehenden Kontakten des Widerstandskreises im Geber verbunden werden. Beide Spulen im Empfänger sind mit einem Punkt der Leitung verbunden (0), der auf Spannungsmitte liegt. Sobald Geber und Empfänger an eine Spannung ange-

schlossen werden, erzeugen beide Spulen des Empfängerankers Magnetfelder, welche je nach Stromrichtung und -Stärke den Anker in eine bestimmte Richtung zum festen Magnetfeld stellen. Wie leicht einzusehen ist, folgt ein auf dem Empfängeranker angebrachter Zeiger stets der Richtung des mit dem Bürstenpaar verbundenen Geberhebels.

Die vorstehend beschriebenen Systeme können zu den verschiedensten Zwecken verwendet werden. Es ändern sich dabei nur die Anzahl und die Art der zu übermittelnden Befehle. Meist haben wir eine feststehende Skala und einen beweglichen Zeiger, manchmal wird auch die Skala als Scheibe oder Trommel ausgeführt. Zur Befehls-gabe dient entweder ein knieförmiger Handgriff, ein Handrad oder eine Kurbel. Das System wird umgeben von einem dichten Gehäuse, das weder Feuchtigkeit noch Kohlenstaub an die stromführenden Teile gelangen läßt.

Nach dem Verwendungszweck können vier folgende Gruppen von Befehlsübermittlungsapparaten unterscheiden:

1. Der Maschinentelegraph.

Er übermittelt die zur Ausführung der verschiedenen Maschinenmanöver nötigen Befehle von der Kommandostelle nach den Maschinenleitständen (Abb. 68.)

Die in Betracht kommenden Befehle sind aus der den Empfängerapparat darstellenden Abb. 69 deutlich zu ersehen.

2. Der Kesseltelegraph.

Er verbindet den Maschinenraum mit den Heizräumen, damit dort Orientierung über die benötigte Dampfmenge vorhanden ist.

Abb. 70 zeigt die Ausführung des Gebers und die in Betracht kommenden Befehle.

3. Rudertelegraph und Ruderanzeiger.

Der erstere soll bei Havarie der mechanischen Anlageneitung der Dampfdruckmaschine die Befehle zur Rudereinstellung nach dem Rudermaschinenraum übermitteln, der letztere soll die jeweilige Stellung des Ruders bei den interessierten Stellen anzeigen.



Abb. 71. Rudertelegraphengeber der Siemens & Halske A.-G.

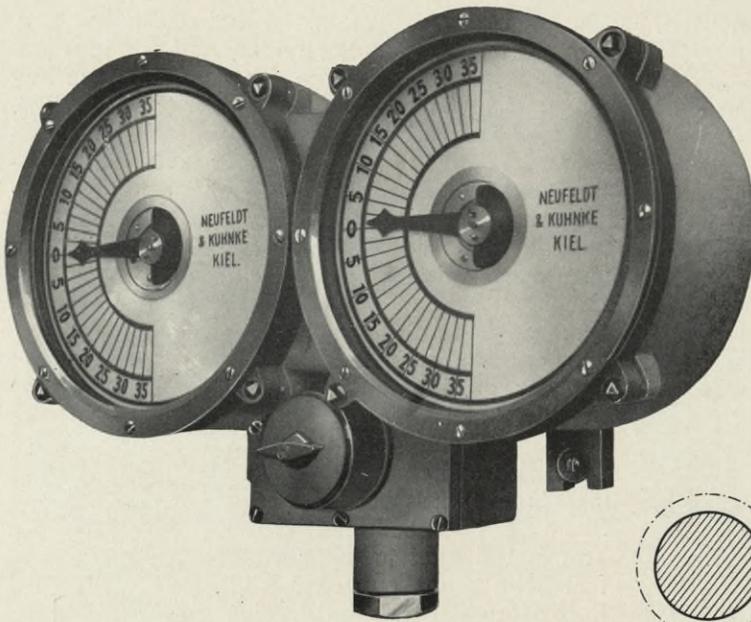


Abb. 72. Doppelruderlagezeiger für Unterseeboote der Firma Neufeld & Kuhnke, Kiel

Abb. 71 stellt den Geberapparat eines Ruder-telegraphen, Abb. 72 einen Doppel-Ruderzeiger dar, welcher die Stellung der Horizontalrudder von Unterseebooten anzeigt.

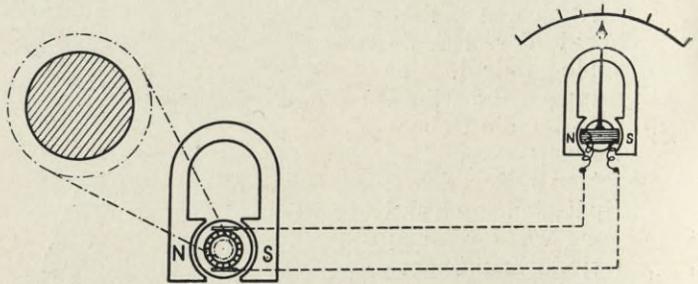


Abb. 74. Schaltbild des Umdrehungsfernzeigers der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

Die Siemens & Halske A.-G. hat ein ähnliches System entwickelt, das mit zweiphasigem Wechselstrom arbeitet und daneben ein zweites System (Frahm) ausgebildet, das auf dem Resonanzprinzip

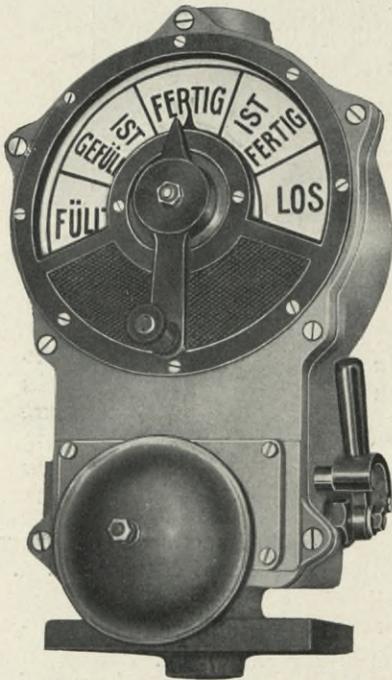


Abb. 73. Torpedosignalgeber der Firma Neufeld & Kuhnke, Kiel

Die Abb. 73 zeigt einen Geberapparat mit Abfeuerhebel, womit der Torpedo von oben aus abgeschossen werden kann.

Die elektrischen Umdrehungsfernzeiger sollen die minutliche Umdrehungszahl und die Drehrichtung der einzelnen Schraubwellen an den verschiedenen Kommandostellen

4. Der Artillerie-telegraph

Er dient dazu, von der Kommandostelle aus Befehle nach den Geschützfüren und Kasematten zu geben. Da hier eine große Anzahl von Kommandos (meistens Zahlen) gegeben werden muß, so werden Apparate mit drehbaren Trommeln oder Scheiben verwendet.

5. Der Torpedosignalgeber

Er dient zur Uebermittlung von Befehlen von der Torpedostelle nach den Torpedolancieräumen,

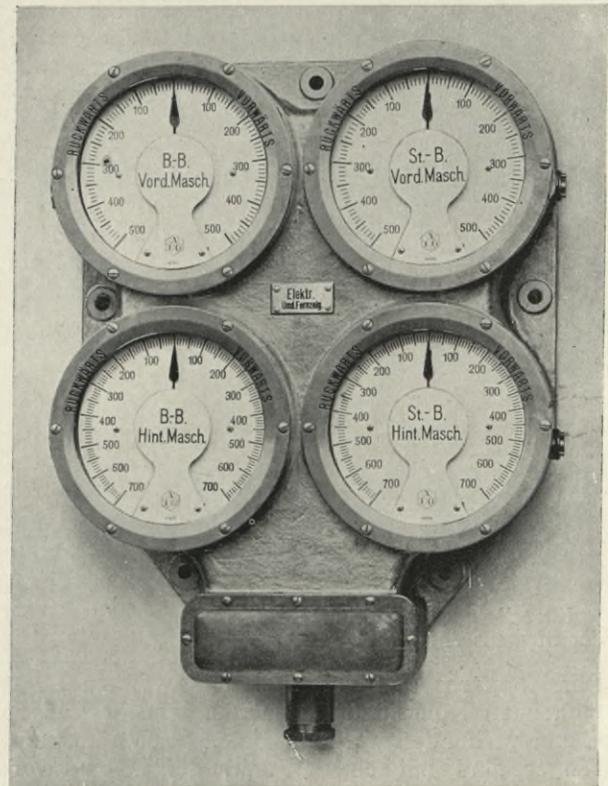


Abb. 75. Umdrehungsfernzeiger der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

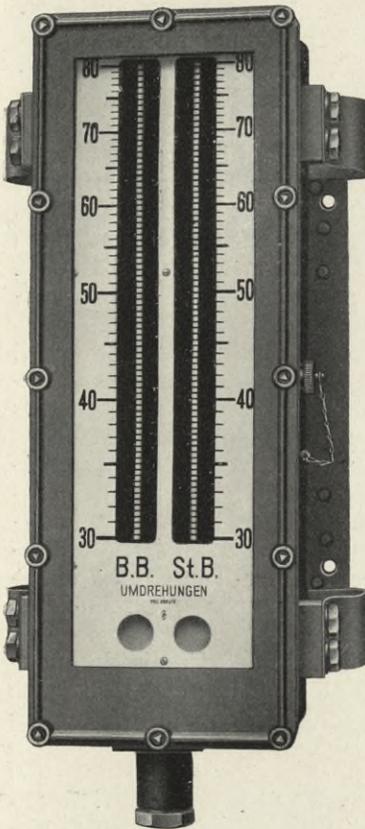


Abb. 76
Umdrehungsfernzeigerempfänger
der Siemens & Halske A.-G.

des Empfängers (Abb. 76) bildet ein Zungenkamm, bestehend aus einer Anzahl abgestimmter Federn, welche auf einem gemeinsamen Steg nebeneinander festgeschraubt und am Kopf rechtwinklig umgebogen sind. Die so gebildeten Fähnchen sind, um sie gut erkennbar zu machen, weiß emailliert. Der gemeinsame Steg wird durch einen Elektromagneten, der durch den im Geber erzeugten Wechselstrom erregt wird, in Schwingungen versetzt. Sämtliche Zungen empfangen auf diese Weise rhythmische Impulse, die sie zum Ausschlagen anregen, es gerät jedoch nur diejenige Zunge in eine deutlich wahrnehmbare Vibration, deren Eigenschwingungszahl mit der Anzahl der magnetischen Impulse annähernd übereinstimmt. Das Ausschlagen ist daran erkennbar, daß der Federkopf in die Breite gezogen erscheint. Parallel zum Zungenkamm ist die Teilung angeordnet.

Eine wichtige Ergänzung finden die Kommandoapparate in den lautsprechenden Telefonen, die in vielen Fällen die Sprachrohrverbindungen ersetzen. Abgesehen von der wesentlich einfacheren Montage haben die Laut-

beruht. Auch bei diesem ist der Geber eine mit der zu messenden Welle gekuppelte magnetische Maschine, die einphasigen Wechselstrom mit einer von der Tourenzahl abhängigen Frequenz erzeugt, der durch 2 Leitungen dem Empfänger übermittelt wird. Den wesentlichen Bestandteil

sprecher vor Sprechrohren den großen Vorzug, daß ihre Lautstärke von der Entfernung der Sprechstellen unabhängig ist. Ferner ermöglichen sie es, gleichzeitig nach mehreren Stellen Befehle zu übermitteln, was bei Sprachrohranlagen so gut wie ausgeschlossen, oder doch nur unter starker Beeinträchtigung der Lautstärke möglich ist. Dies ist namentlich für Artillerieanlagen von großer Wichtigkeit, bei denen diese Apparate in umfangreichem Maße Verwendung finden. Lautsprecher vermitteln ferner den Verkehr zwischen den einzelnen Kommandostellen, zwischen Kommandantenkajüte und Karienhause, Ingenieur- und Maschinenräumen, Maschinen- und Kesselräumen, Schiffsleitung-Funksprachraum usw.

Abb. 77 zeigt einen wasserdichten Apparat mit seitlichen abklappbaren Hörern und Anrufglocke. Die Lautwirkung dieser Apparate ist eine so kräftige, daß die übermittelte Sprache in einer Entfernung von mehreren Metern gut verstanden wird. Einrichtung und Wirkungsweise dieser Apparate sind im Prinzip dieselben wie bei den gewöhnlichen Fernsprechern.

Außer den lautsprechenden Telefonen haben auch gewöhnliche Fernsprecher an Bord Eingang gefunden, namentlich auf den großen Passagierdampfern. Hier werden die Kabinen der Passa-

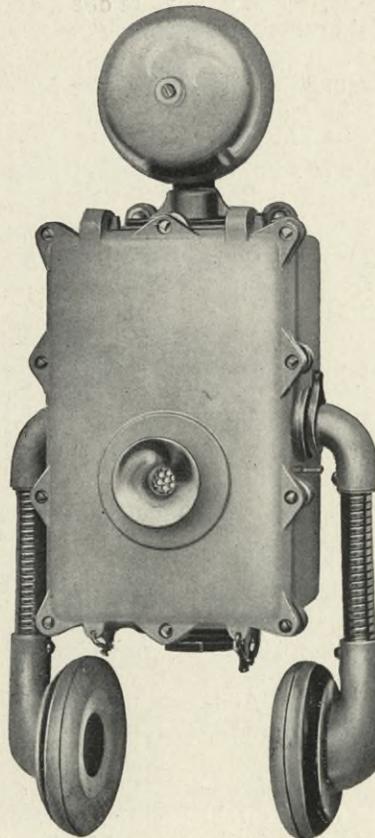


Abb. 77
Wasserdichter Lauf fernsprecher
der Siemens & Halske A.-G.

giere und auch die für den Bordbetrieb wichtigen Dienststellen mit Fernsprechapparaten ausgerüstet. Es wird dann eine kleine Vermittlungsstelle vorgesehen, so daß die Herstellung der Verbindungen wie am Land erfolgen kann. Es werden auch Einrichtungen getroffen, die an den Liegestellen des

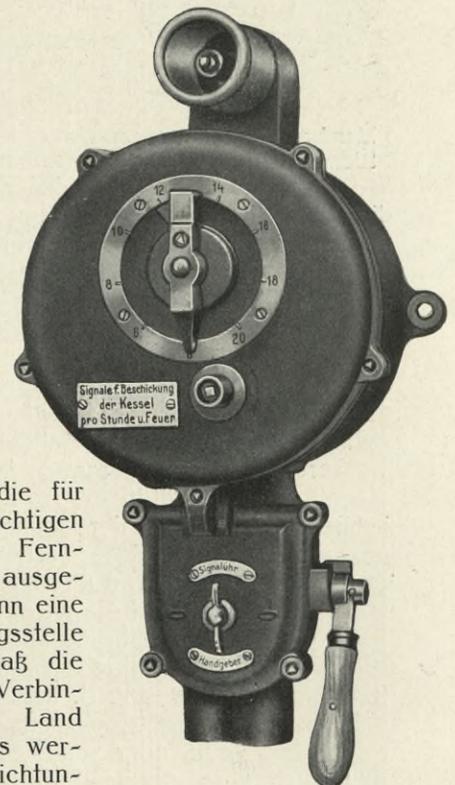


Abb. 78. Heizklingel der Siemens & Halske A.-G.

Schiffes einen Fernsprechverkehr mit dem Ortsnetz der betreffenden Hafenstadt und über diese hinaus auch mit den Netzen anderer Städte ermöglicht.

Hier mögen auch die zur selbsttätigen Abgabe periodischer Glocken- oder ähnlicher Signale viel benutzten automatischen Kontaktgeber (Abb. 78) kurz erwähnt werden. Solche Apparate werden z. B. auf großen Schiffen zur Befähigung der in den Kesselräumen verteilten Heizklingeln benutzt, durch welche die Beschickung der Kesselfeuer geregelt wird. Je nach Einstellung des vorn am Gehäusedeckel befindlichen, drehbaren Handgriffes werden die Heizklingeln stündlich, 6, 8, 10, 12, 16, 18 oder 20 mal in Tätigkeit gesetzt. Oben am Gehäuse ist eine Kontrolllampe angeordnet, die bei jeder Signal-



Abb. 79.
Membranwecker der
Siemens & Halske A.-G.

gabe aufleuchtet, unten ist ein Handkontakt angebaut, der die Möglichkeit gibt, die Wecker auch unabhängig von der Kontaktur zu betätigen. Ähnliche Einrichtungen finden zur Abgabe von Nebesignalen mittels elektrischer Sirenen oder auf elektrischem Wege ausgelöster Dampfsirenen oder Dampfpeifen Verwendung. Von sonstigen durch den elektrischen Strom betätigten Signaleinrichtungen seien noch die verschiedenen Alarm- und Klingelanlagen, wie Schottendichtanlage, Feuerklingelanlage, Klingelanlage für die Rettungsbojen, Kompaßklingelanlagen, Feuermelder usw., ferner die zahlreichen Messe- und Kammerklingelanlagen erwähnt. Letztere entsprechen in Anlage und Ausführung den an Land in Hotels usw. üblichen Anordnungen. Für die übrigen Klingelanlagen gelangen große, wasserdichte Glocken, sogenannte Membranwecker (Abb. 79) zur Verwendung, die meist direkt an die Lichtleitung angeschlossen werden. Bei diesen Weckern werden die Bewegungen des Magnetankers eines in einem Metallgehäuse vollkommen wasserdicht eingeschlossenen Werkes durch eine einen Ausschnitt in der Gehäusewand abschließende Metall- oder Gummimembran auf den außerhalb des Gehäuses schwingenden Klöppel übertragen. Es sind so alle Durchbrechungen der Gehäusewand bis auf die durch Stopfbuchsen abgedichtete Kabeleinführung vermieden.

In Fällen, wo infolge andauernder, starker Betriebsgeräusche, wie z. B. namentlich in den Maschinenräumen, ein Glockensignal leicht unbeachtet bleiben kann, oder wenn es sich darum handelt, Verwechselungen mit anderen, ähnlichen Signalen sicher zu vermeiden, werden an Stelle der Membranwecker elektrische Hupen vorgesehen, die, ebenso wie die Wecker, sowohl in Verbindung

mit den Kommandoapparaten als auch als selbständige Signalgeber Verwendung finden.

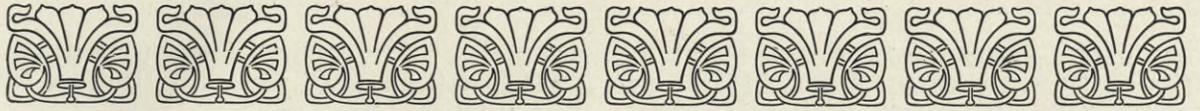
Schließlich mögen noch die Motorsirenen erwähnt sein, mit denen man an Stelle der Druckluft- oder Dampfpeifen kurze, rasch aufeinander folgende weithin bis auf 1000 m hörbare akustische Signale geben kann. Damit der Ton nach erfolgter Ausschaltung des Motors infolge des Auslaufs des Motors, nicht in heulender Weise nach und nach abnimmt, haben die Bergmann-Elektrizitäts-A.-G. den vertikalen Motoranker mit Ventilatorrad vertikal verschiebbar angeordnet.

Bei Stromunterbrechung fällt der Anker soweit nach unten, daß das Ventilatorrad aus dem Bereich der Ausströmöffnungen des Gehäuses kommt. Schließt man den Motorstromkreis, so zieht das Motorfeld Anker und Ventilatorrad selbsttätig soweit nach oben, bis das Rad vor den Gehäuseschlitzen rotiert. Bei mehreren kurz nacheinander folgenden Signalen braucht also der Motor gar nicht merkbar in der Tourenzahl abzunehmen, der Ton wird vielmehr gewissermaßen mechanisch abgeschnitten.

Es ist selbstverständlich, daß man in der elektrischen Energie eine Lichtquelle besitzt, die sich vorzüglich den Anforderungen anpaßt, wie sie für Positionslichter, Signallaternen, Nachtsignal-Apparate und dergleichen Verständigungsmittel für die Nacht gestellt werden, und daß infolgedessen alle diese Apparate, deren eingehende Besprechung hier zu weit führen würde, elektrisch betätigt werden. In das Gebiet der Telephonie fällt das in neuerer Zeit ebenfalls gut durchgebildete Verfahren, durch Unterwasser-Schallsignale Verständigungen herbeizuführen. Die im Wasser durch starke Glocken erzeugten und fortgeleiteten Schallwellen werden durch telephonartige Empfängeranrichtungen aufgenommen.

Durch diese Anordnungen wird es den Schiffen ermöglicht, die Richtung, aus der die Schallwellen kommen, d. h. also, die Richtung, in der das Feuerschiff oder der Leuchtturm oder überhaupt die Geberstation liegt, genau zu bestimmen und danach den Kurs einzurichten.

Eines der allerwichtigsten Verständigungsmittel für Schiffe untereinander und von Bord an Land bietet die drahtlose oder Funkentelegraphie. Die Behandlung dieser Einrichtungen würde aber allein schon einen umfangreichen Aufsatz bedingen, und so sei hier nur auf die enorme Entwicklung, die diese Verständigungsart in der allerjüngsten Zeit genommen hat, hingewiesen, die daraus hervorgeht, daß es möglich war, während des Balkankrieges von der in der Nordsee liegenden Hochseeflotte aus mit dem vor Konstantinopel liegenden großen Kreuzer „Goeben“, also nur mit Hilfe von zwei Bordstationen jede Nacht eine drahtlose Verbindung herzustellen. Dieser erfreulichen Leistung mit Schiffsstationen steht eine ebenso bedeutende zwischen zwei Landstationen gegenüber, indem es gelungen ist, Telegramme, die in Nauen gegeben wurden, in Sayville bei New York, also in einer Entfernung von 6600 km, einwandfrei aufzunehmen.



Die Konservierung der Schiffe

Vom Marine-Oberbaurat Schirmer, Wilhelmshaven

Selbst aus bestem Stahl erbaute Schiffe verfallen der Auflösung, wenn sie nicht dauernd konserviert werden. Die Einwirkungen der Luft und des Wassers auf die im Schiffbau verwendeten Materialien bringen eine chemische Veränderung der Oberfläche hervor, so daß die Festigkeit des Materials leidet und sogar ganz vernichtet werden kann.

Ferner setzen sich die im Wasser und besonders im Seewasser vorhandenen Pflanzen und animalischen Stoffe an die im Wasser befindlichen Teile des Schiffskörpers und überziehen denselben allmählich mit einer immer dicker werdenden Schicht von Schlamm, Algen, Muscheln, so daß eine derartig rauhe Oberfläche entsteht, daß das Schiff wesentlich an seiner Geschwindigkeit einbüßt. Der Verlust beträgt 2 bis 4 Seemeilen pro Stunde. Das hier beigefügte Bild veranschaulicht den bewachsenen Boden eines Schiffes, das etwa drei Jahre nicht gedockt und still im Hafen gelegen hat. Ein solcher Anwuchs läßt sich natürlich im Dock entfernen, doch ist eine Dockgelegenheit namentlich im Auslande nicht immer vorhanden. Man hat daher auf Mittel gesonnen, um den Anwuchs zu verhindern.

Die früheren Holzschiffe wurden kupferfest gebaut, d. h. die Außenhautplanken wurden mit den Spanten durch kupferne Bolzen verbunden und außen mit dünnen Kupferplatten benagelt. Das sich an der Oberfläche bildende Kupferoxyd verhinderte infolge seiner Löslichkeit und Giftigkeit das Anwachsen von Pflanzen und Muscheln und bewirkte so dauernd einen fast reinen Schiffsboden. Als man zum Eisenschiffbau übergang,

übernahm man in der Kriegsmarine dieses bewährte Mittel namentlich für Tropenschiffe, indem man den Schiffsboden mit Holz beplankte und mit einer Kupferhaut bis etwa 1 m über der Wasserlinie versah. Ein solches mit Holzhaut versehene Schiff war auch das erste Schiff, das nach dem Regierungsantritt S. M. Kaiser Wilhelms II. für die deutsche Marine vom Stapel lief. Es ist dies das Kanonenboot „Sperber“, das auf der Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven am 23. August 1888 seinem Element übergeben wurde.

S. M. S. „Sperber“ ist komposit gebaut, d. h. es hat keine vollständige stählerne Außenhaut, sondern es sind nur der Kielgang, der Kimmgang und der Farbgang aus 8 bis 12 mm dicken Stahlplatten hergestellt. Die eigentliche Außenhaut besteht aus einer doppelten Holzbeplankung bis etwa 800 mm über Wasser und darüber aus einer einfachen Holzhaut.

Die innere Holzlage ist aus Teak, die äußere aus Zypressen. Die Holzlagen laufen längsschiffs und überdecken sich in den Nähten, um eine möglichst gute Wasserdichtigkeit zu erreichen.

Die innere Holzlage ist durch eiserne Schraubbolzen befestigt, die durch in die Spanten und Platten geschnittene Gewinde durchgeschraubt sind und innen auf Unterlegscheiben noch eine Mutter haben. Die versenkten Bolzenköpfe sind mit in Bleiweiß getauchte Holzpfropfen gut verschlossen.

Die äußere Plankenlage ist auf der inneren Lage durch metallene Holzschrauben befestigt, die Schraubenköpfe sind ebenfalls versenkt und mit Holzpfropfen verschlossen.

Vor dem Anbringen der Holzhaut sind die äußeren Flächen der Stahlspanten und Platten sowie die Flächen der Holzplanken mit Marineleim gestrichen. Die Nähte beider Plankenlagen sind mit großer Sorgfalt abgedichtet, wobei aber die Befestigungsschrauben nicht unnötig angestrengt werden dürfen. Die Fläche der äußeren Holzhaut ist glatt gehobelt, dann geleert und mit einer Lage geleerten Filzes belegt. Alsdann wurde die Kupferhaut aufgenagelt. Die größte Sorgfalt mußte

peller sind solche Undichtigkeiten unvermeidlich. Da Reparaturen einer doppelten Holzhaut sehr kostspielig und zeitraubend sind, ging man bei späteren Schiffen zu einer einfachen Holzhaut über. So erhielt z. B. das durch die Beschießung der Takuforts berühmt gewordene Kanonenboot „Illis“ (Stapellauf 4. August 1898) sowie auch der Panzerkreuzer „Fürst Bismarck“ (Stapellauf 25. September 1897) nur eine einfache Holzhaut aus Teak von etwa 100 bis 150 mm Dicke. Die Befesti-

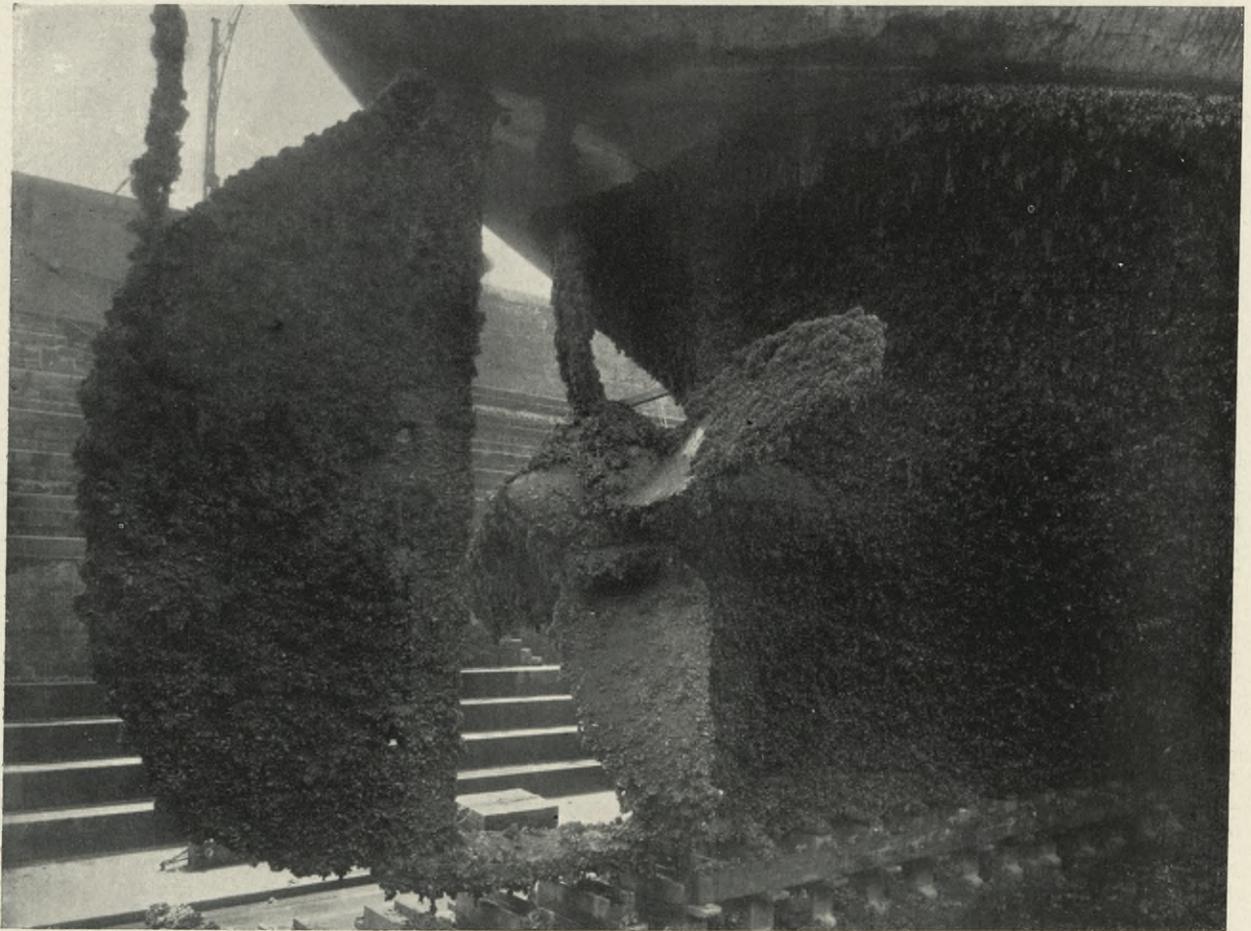


Abb. 1

auf die Dichtung der Beplankung gelegt werden, weil bei Undichtigkeiten ein galvanischer Strom zwischen Kupferhaut und den eisernen Befestigungsbolzen und dem stählernen Schiffskörper entsteht, der ein Verrosten des Eisens hervorruft. Ist erst eine solche galvanische Aktion eingeleitet, so schreitet die Zerstörung des Eisens schnell fort, so daß die eisernen Bolzen sogar ganz abgefressen werden. Namentlich traten die galvanischen Anfrassungen der Bolzen in der Gegend der Innenfläche der inneren Holzhaut auf, wodurch Leckagen im Schiff entstanden. Infolge der Bewegungen des Schiffes im Seegang sowie infolge der Erschütterungen durch die Maschinen und Pro-

gung der Planken auf der stählernen Außenhaut erfolgte durch gepreßte bronzene Schraubenbolzen (Naval brass 62 Kupfer, 37 Zink, 1 Zinn von etwa 35 kg/qmm Festigkeit).

Die Löcher für die Bolzen hatten nur solchen Durchmesser, daß die Bolzen mit Kraft eingeschlagen werden mußten, damit eine möglichst vollkommene Dichtung erreicht wurde. Die Bolzenköpfe sind rund und haben eine Vertiefung zum Aufstecken des Schlüssels. Die Köpfe liegen etwa 20 mm unter der Plankenoberfläche. Die Vertiefung wurde mit einer Mischung aus Zement und Marineleim ausgefüllt. Innen erhielten die Bolzen bronzene Muttern mit stählerner Unterlegscheibe.

Unter letztere und unter die Bolzenköpfe im Holz wurden kleine in Bleiweiß gelauchte Hanfzöpfe zur besseren Abdichtung gelegt. Das Teakholz muß trocken und frei von Splint, Aesten, Wurmlöchern

Kaisers auch im Auslande deutsche Schwimmdocks in Daressalaam (1900) und in Tsingtau (1905) geschaffen wurden, welche ein Docken unserer Schiffe ermöglichen. Von der Holzbeplankung

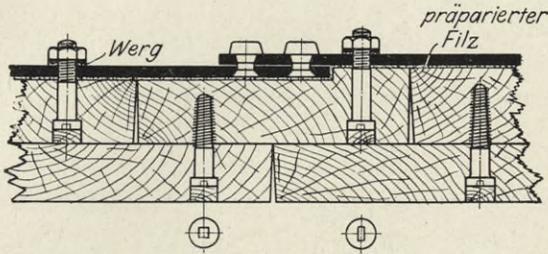


Abb. 2
Befestigung der doppelten Holzhaut

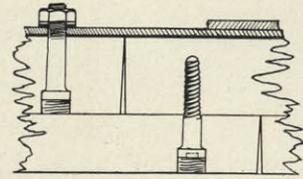
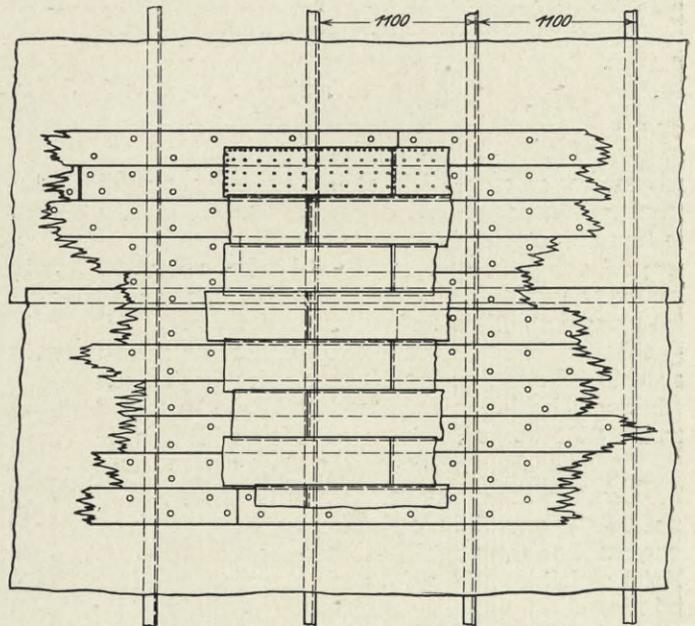


Abb. 2a

und sonstigen Fehlern sein. Vor dem Anbringen der Planken wird die Außenhaut mit Marineleim gestrichen und darauf eine Isolierschicht aus 2 mm dickem Filz gelegt, der mit flüssigem Kolophonium durchtränkt ist. Die Planken werden an der Auflagefläche gleichfalls mit Marineleim gestrichen. Die Nähte und Stöße werden auf das Sorgfältigste abgedichtet, um der Entstehung einer galvanischen Aktion vorzubeugen. Die Außenseite der Planken wird vor dem Anbringen der Metallhaut sauber glatt gehobelt und, soweit sie von der letzteren bedeckt wird, geleert. Darauf wird eine Lage von mit Holzteer getränktem Filz gelegt. Der Boden des Schiffes erhält einen Muntzmetallbeschlag, der aus zwei Drittel Kupfer und einem Drittel Zink besteht. Diese Kupferlegierung muß sehr sorgfältig homogen hergestellt sein und darf keine Stellen aus reinem Zink haben, da Kupfer und Zink ein galvanisches Element im Wasser bilden, wodurch das Zink vernichtet wird. Solche Haut aus Muntzmetall erhält dann kleine Löcher, die Muscheln usw. ansetzen.

mit Metallhaut konnte daher abgesehen werden, wodurch ganz beträchtliche Gewichte und Kosten gespart werden.



Die Steven, Ruder und Wellenböcke werden ebenfalls aus einer seewasserbeständigen Bronze hergestellt, und zwar von solcher Zusammensetzung, daß die Bildung von galvanischen Strömen zwischen Bronze und Metallhaut möglichst vermieden wird.

Aus diesen mit der größten Sorgfalt auszuführenden Arbeiten ersieht man, wie schwierig es ist, dem Schiffe einen sachgemäßen Bodenbeschlag zu geben, damit vor allem Undichtigkeiten der Planken unter der Metallhaut vermieden werden, wodurch zwischen der stählernen Außenhaut und dem Muntzmetall galvanische Aktionen eintreten, die ein Anfressen der Stahlplatten und Leckagen verursachen. Mit Freuden war es daher zu begrüßen, daß unter der Regierung unseres

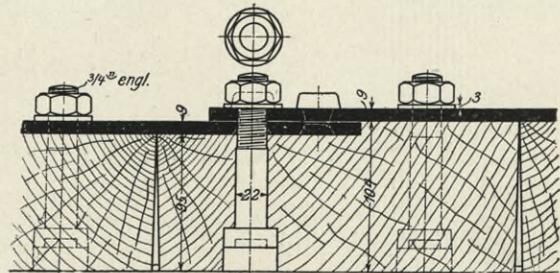


Abb. 3

Schutz des Schiffsbodens durch Anstrich

Mit Einführung des Eisens für die Außenhaut der Schiffe bedurfte man eines schützenden An-

striches, um das Verrosten der Eisenplatten zu verhindern und den Boden im Seewasser frei von Anwuchs zu halten. Alle Versuche, eine Anstrichmasse herzustellen, welche beide Aufgaben erfüllte, sind bisher fehlgeschlagen. Nach jahrelangen Versuchen gelang es zuerst der Firma Joh. Rathjen in Bremerhaven, eine brauchbare Schiffsbodenfarbe herzustellen, die nacheinander aufgetragen den Schiffsboden etwa 1 Jahr vollkommen schützen. Andere Firmen, wie Farbenfabrik

mennige wird mit Firnis und etwas Sikkativ angerührt. Nach etwa 2 bis 4 Wochen, je nach der Witterung, war die Bleimennige so hart geworden, daß das Schiff nach dem Ablauf lange Zeit im Wasser liegen konnte, ohne zu verrosten. Erst vor der Indienststellung wurden die eigentlichen Schiffsbodenfarben aufgetragen. Wenn auch die Schiffsbodenfarben bei jedem Docken erneuert werden mußten, war der Schiffsboden an den Stellen, wo die Bleimennige nicht durch mechanische

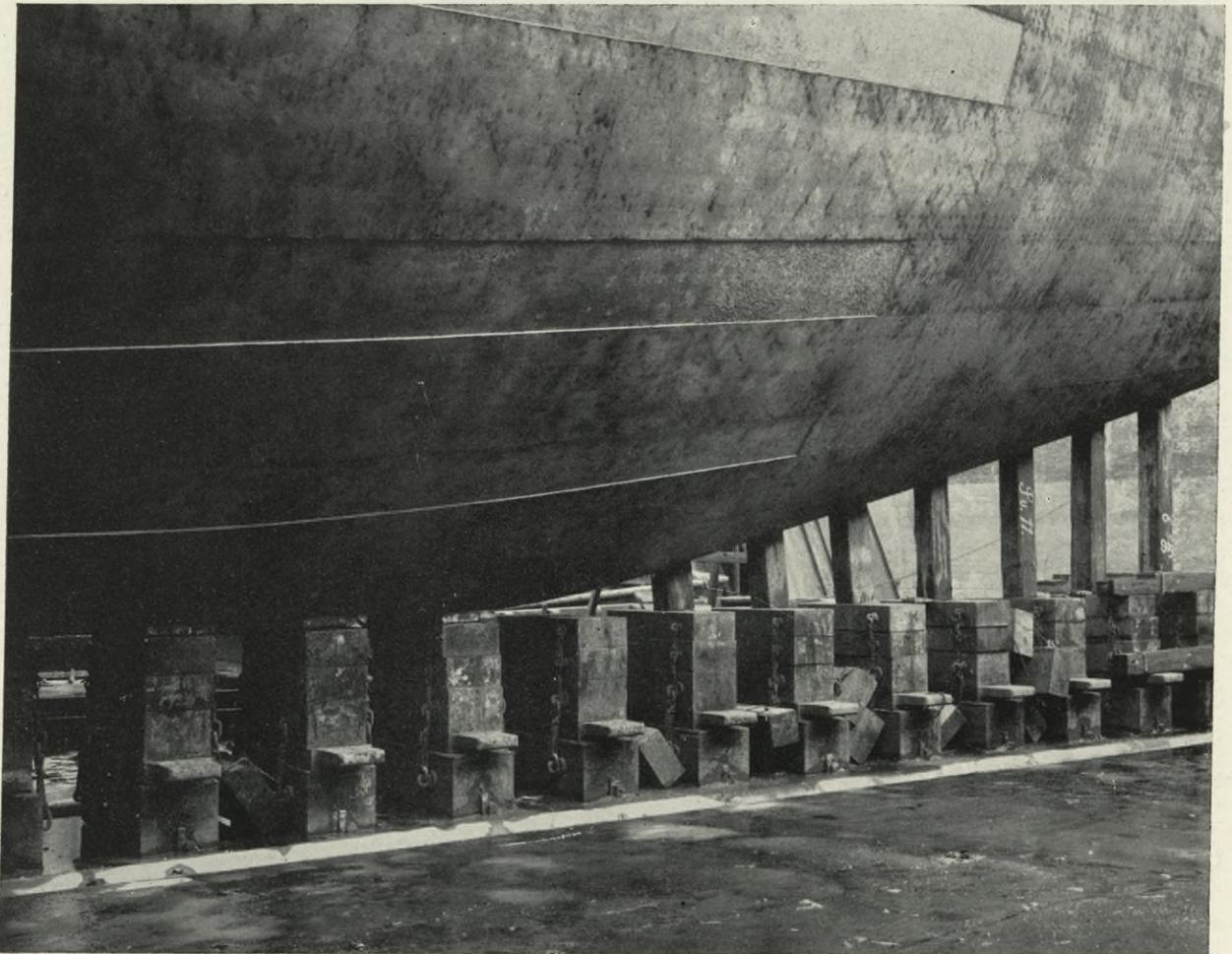


Abb. 4

Hansa, G. m. b. H., Kiel, von Höveling, Hamburg, Nordd. Farbenfabrik „Holzapfel“ G. m. b. H., Hamburg, haben diese Anstriche ebenfalls aufgenommen und so gut entwickelt, daß ein großer Unterschied zwischen den Schiffsbodenfarben der einzelnen Fabriken kaum mehr vorhanden ist.

Zur Zeit des Regierungsantritts Seiner Majestät Kaiser Wilhelms II. war es üblich, den Schiffen auf der Helling zunächst einen dicken Bleimennigeanstrich als Rostschutz zu geben, da gewöhnlich Zeit vorhanden war, daß die Bleimennige gut trocknen konnte. Die trockene Blei-

Mittel, Stöße usw. entfernt war, vollkommen gegen Rost geschützt. Da beim Entfernen der etwa lose gewordenen Schiffsbodenfarbe auch Bleimennige abgekratzt wurde, und weil der Staub der Bleifarben als gesundheitsschädlich erkannt wurde, so wurde etwa 1906 der bewährte Bleimennigeanstrich als erster Rostschutzanstrich bei Schiffen aufgegeben. An seine Stelle sind andere Rostschutzfarben getreten, die von vielen Firmen in nicht ruhender Konkurrenz entwickelt und verbessert werden.

Die Neubauten werden zurzeit vor dem Stapelauf zweimal mit Rostschutzfarbe und vor der In-

dienststellung zweimal mit Schiffsbodenfarbe Nr. I und einmal mit Schiffsbodenfarbe Nr. III gestrichen.

Die Zusammensetzung der Schiffsbodenfarben ist ein sorgfältig gehütetes Geheimnis der betreffenden Fabrik. Wahrscheinlich sind sie Spiritus-Lackfarben, welche vor den Oelfarben den Vorzug haben, in kurzer Zeit zu trocknen, so daß ein Schiff in 24 Stunden zwei oder drei Anstriche im Dock erhalten kann. Dieses schnelle Trocknen ist ein wesentliches Bedürfnis namentlich bei Handelsschiffen, da das Standgeld im Dock sehr hoch ist und dem Schiffe zwischen zwei Reisen meist wenig Zeit zur Verfügung steht. Es ist üblich, die Schiffsbodenfarbe, welche den Rostschutz übernimmt, mit Nr. I und die Anwuchs verhindernden Schiffsbodenfarben mit Nr. II und III zu bezeichnen. Nr. II ist weniger wirksam als Nr. III, daher wird letztere meistens allein angewendet. Das hier beigefügte Bild (Abb. 4) zeigt den Boden eines Schiffes, das nach etwa einem Jahre wieder gedockt wurde. Die Außenhaut ist fast glatt; zeigt aber überall gleichmäßig verteilte Roststellen. Der Anstrich muß daher erneuert werden.

Die Rostschutzfarben, welche den Grundanstrich aller Eisenteile bilden, sollen, wie ihr Name sagt, das Eisen vor dem Rosten schützen. Die Ansichten über die Entstehung des Rostes haben in neuerer Zeit eine Umwandlung erfahren. Früher führte man das Rosten allein auf chemische Einwirkungen zurück, indem der Sauerstoff der Luft das Eisen zuerst oxydierte und dann die hinzutretende Feuchtigkeit zur Bildung von $\text{Fe}(\text{OH})_2$ führte. Neuerdings hat man durch Versuche festgestellt, daß Lokalströme die schnellere Auflösung von Metallen hervorrufen, wenn diese Verunreinigungen enthalten. Zwischen dem eigentlichen Metall und der verunreinigenden Substanz bilden sich elektrolytische Prozesse, die dabei die anodische Grundsubstanz in Lösung gehen lassen. Diese Lokalelemente entstehen durch die Spannungsdifferenz zwischen Eisen und mit Farbe fest behaftetem Eisen. Sie sind in Verbindung mit Feuchtigkeit das Maßgebende für die Einleitung des Rostprozesses, der beschleunigt wird, wenn die angrenzende Schicht edler als das Eisen ist, und umgekehrt verlangsamt wird, wenn das Eisen edler ist.

So ist das Vorhandensein solcher Lokalelemente der Grund, weshalb man eiserne Bleche nicht verkupfert, sondern verzinkt. Das Zink ist nämlich unedler als das Eisen und bildet somit, wenn die Verzinkung verletzt wird, in dem elektrolytischen Prozeß (Eisen, Feuchtigkeit, Zink) die Lösungselektrode. Bei Farbanstrichen ist das ähnlich, indem angestrichenes gegen anstrichfreies Eisen mitunter beträchtliche Potentialdifferenzen zum Nachteil des Eisens zeigt.

Die Ansicht, daß Rosten unter dem Farbanstrich verhindert wird, ist falsch, denn unter der Farbe gibt es kleine Hohlräume, die sich mit Feuchtigkeit anfüllen, die von der Farbhaut auf-

gesaugt wird. Auch das trocknende Leinöl der Farbe sondert Wasser ab, das die Hohlräume füllt. Die Möglichkeit des Vorhandenseins eines Elektrolyten ist also gegeben. Außerdem bestehen Potentialdifferenzen zwischen Eisen und dem in das Leinöl eingebetteten Farbkörper, wie Erik Liebreich nachgewiesen hat. Die eingebetteten Farbkörper spielen eine wesentliche Rolle.

Mit Rücksicht auf die malertechnische Eigenschaften wie Weichheit, Deckvermögen und Haltbarkeit wird man kaum von Zinkoxyd usw. abgehen können. Man wird aber den Farbkörpern Zusätze geben können, die das Potential des Eisens günstig beeinflussen.

Besonders zeigen sich diejenigen Alkaliverbindungen hierfür geeignet, welche bei Zutritt von Wasser direkt Laugen (NaOH oder KOH) abspalten.

Solche Farben werden z. B. von Liebreich in den Rostschutz-Farbwerken in Reinickendorf bei Berlin hergestellt. Diese Farben zeigen allerdings den Uebelstand, daß sie sich verseifen. Sie werden daher mit einer Deckfarbe überzogen, welche keine verseifbaren Stoffe enthält. Andere Fabriken wie die Firma Ruth Wandsbeck setzen chemisch gefällten kohlen-sauren Baryt der Farbe hinzu.

Fast jede Farbenfabrik hat ihre eigene Rostschutzfarbe, welche sie für die beste erklärt. Nur durch gleichmäßig angestellte, langjährige Versuche kann der Wert der Farbe festgestellt werden.

Nach Dr. Kröhnke, Berlin, kann man die Rostschutzfarben in drei Gruppen einteilen:

I. Anstriche, deren Erhärtung durch Verflüchtigung gewisser Bestandteile oder des Lösungsmittels stattfindet.

II. Anstriche, deren Erhärtung infolge chemischer Vorgänge (Oxydation) erfolgt.

III. Anstriche, deren Erhärtung nicht allein durch Verflüchtigung gewisser Bestandteile, sondern auch durch Oxydation erfolgt.

Zu I gehören Anstriche aus Teer und seinen Destillaten, aus Asphalt gudrunösen Stoffen unter Zusatz von geeigneten Lösungsmitteln (Benzol).

Zu II gehören Leinölfirnis mit Zinkweiß, Eisenglimmer, Graphit, Kopalharz usw.

Zu III gehören oxydiertes Leinöl mit einem Lösungsmittel, Pflanzenfett in Steinkohlenöl und Eisenglimmer usw. als Füllstoff, Mischungen von Leinöl mit Benzol und Paraffinderivaten.

Sorgfältig von Dr. Kröhnke, Berlin, ausgeführte Versuche ergaben, daß ein brauchbarer Anstrich hinsichtlich schneller Erhärtung, der Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Einwirkungen sowie hinsichtlich des Farbaufwandes nur durch Kombination der verschiedenen Gruppen erreichbar ist.

Es ist daher nicht zu verwundern, daß fortwährend neue Farben angeboten werden, die für

gewisse Teile des Schiffskörpers unter oder über Wasser sowie innenbords verwendbar sind.

Die Erkenntnis, daß Anstriche leicht ein entstandenes Feuer weiter leiten können, führte zu der Forderung, daß die Farben auch möglichst wenig brennbar sein müssen. Diese Aufgaben haben z. B. die Glasuritwerke M. Winkelmann, Hamburg, in hervorragender Weise gelöst.

Wenn aber auch eine Farbe vorzügliche Eigenschaften besitzt, so ist der Erfolg in erster Linie abhängig von der sorgfälligen Ausführung des Anstriches.

Alle Eisenteile müssen vor dem Auftragen des ersten Anstriches durch Schrapen und Bürsten von Rost und Schmutz gründlich gereinigt werden. Auf die Witterung ist möglichst Rücksicht zu nehmen, da Feuchtigkeit in der Luft und Schwitzwasser auf dem kalten Eisen die Verbindung mit dem Eisen beeinträchtigt und, wie erwähnt, zu galvanischen Einwirkungen führen kann.

In wasserführenden Zellen wurden die Eisenwände früher und zum Teil auch jetzt noch durch Portlandzementanstrich gegen Rosten geschützt.

Beim Aufbringen des Zements müssen die Wandungen metallisch rein sein, weil sonst der Zement nicht auf dem Eisen haftet. Es ist deshalb Farbe, Schmutz und Rost durch Schrapen oder Waschen mit Sodalaugung sorgfällig zu entfernen.

Die Masse wird in kleinen Mengen von 5 bis 6 kg aus zwei Gewichtsteilen Zement und einem Gewichtsteil Wasser zu einem dünnflüssigen Brei gemischt und mit einem reinen Pinsel sofort nach dem Ansetzen verstrichen. Es ist ein dreimaliger Anstrich nötig, der eine 3 bis 4 mm dicke Zementschicht bildet. Ein Quadratmeter Zementanstrich wiegt etwa 6 kg. Es ist klar, daß ein solch schwerer Anstrich im Schiffbau sehr unerwünscht ist. Man suchte daher den Zement durch einen leichteren Anstrich zu ersetzen. In wasserführenden Zellen, wo die Flächen und daher die Gewichte des Zementanstriches sehr groß sind, hat man letzteren durch bituminöse Anstriche ersetzt, die z. B. von der Firma C. Fr. Duncker & Co., Hamburg, geliefert, unter dem Namen Tenax-Zement und Ferroid-Bitum-Zement in Verbindung mit Solution als Voranstrich vielfache Verwendung gefunden und sich dauernd gut bewährt haben. Wegen des Geruchs dieser Materialien hat man jedoch bei Trinkwasserzellen den Zementanstrich beibehalten. Die bituminösen Materialien werden in heißem flüssigem Zustande von geübten Arbeitern aufgetragen, nachdem das Eisen mit Solution vorgestrichen ist. Der Anstrich sieht glänzend schwarz aus, ist aber, weil er schnell erhärtet, nicht glatt, sondern unregelmäßig dick. Er haftet sehr fest auf dem Eisen und hält sich jahrelang. Dank seiner Elastizität bringen Temperaturschwankungen keine Risse

hervor, was bei Portlandzement unvermeidlich ist. Die Wasserzellen fast aller in Deutschland gebauten Schwimmdocks haben Ferroid-Bitum-Zementanstrich erhalten.

Je nach der Dicke des aufgetragenen Anstriches (7 bis 10 mm) wiegt 1 qm Ferroid-Zement etwa 1,5 bis 2,5 kg. Trotz des etwa zweimal höheren Preises ist Ferroid-Zement dem Portlandzement in jeder Beziehung überlegen.

In Seewasser führenden Rohrleitungen hat sich dagegen kein Anstrich längere Zeit gehalten. Durch das Strömen des Wassers wurden die früher

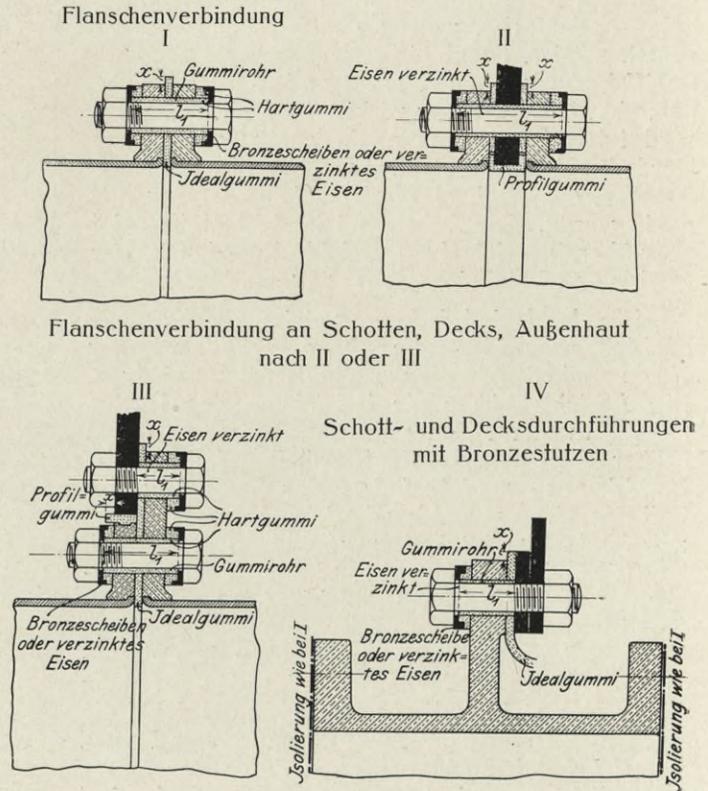


Abb. 5

gebräuchlichen Anstriche (Asphalt, Marineleim, Siderosthen) an gewissen Stellen (Krümmungen usw.) allmählich weggewaschen. Da die Rohrleitungen meist aus verschiedenen Metallen zusammengesetzt sind, z. B. aus Kupferrohren mit Bronze-Flanschen, die mit Eisenschotten verschraubt werden, so entstehen in Verbindung mit Seewasser galvanische Elemente, die durch die vagabondierenden elektrischen Ströme des Schiffskörpers verstärkt werden. Ferner enthält das Rohrmaterial meist verunreinigende Substanzen, Zink, Schlacke usw., die infolge der Zersetzung des Wassers durch den galvanischen Strom oxydiert und so zerstört werden, daß schließlich pockenartige Narben und Leckagen in der Leitung entstehen.

Die Erkenntnis der Ursachen dieser Anfressungen führte zu dem patentierten Schirmer-schen Verfahren (D. R. P. 182 013, s. Abb. 5), wo-

durch die verschiedenen Materialien in den Seewasser führenden Rohren voneinander und gegen den Schiffskörper isoliert werden, um die Bildung von galvanischen Elementen und ihre Verstärkung durch die vagabondierenden elektrischen Ströme aus dem Schiffskörper zu verhindern. Letztere Ströme sind durch die Steigerung der elektrischen Spannung von 65 auf 220 Volt immer stärker und gefährlicher für die wasserführenden Rohre geworden. Langjährige Versuche haben ergeben, daß die Anfressungen der Rohre wesentlich eingeschränkt werden, sobald die Isolation sachgemäß und sorgfältig ausgeführt ist.

Zwar können die in den Rohren selbst eingebetteten Verunreinigungen mit dem Rohrmaterial bei Anwesenheit von Seewasser kleine galvanische Elemente bilden, ja es ist nachgewiesen, daß sogar durch Bearbeitung der Kupfer- und Eisenrohre (Erwärmen, Biegen, Hämmern) das an sich homogene Material an den verschiedenen Stellen Potentialdifferenzen zeigt, aber diese schwachen Elemente können bei Isolation der Rohrleitungen von dem Schiffskörper nicht durch die vagabondierenden elektrischen Ströme verstärkt werden und daher nicht die schnelle Zerstörung des Materials hervorrufen, wie es beim Fehlen einer Isolation der Fall ist. Neuerdings hat die Continentale Kautschuk- und Guttapercha-Compagnie, Hannover, versucht, durch innere Auskleidung der Rohre mit Gummi auch die Wirkung dieser schwachen Elemente zu bekämpfen, aber es ist fraglich, ob diese Gummierung auf den Werften praktisch und sorgfältig ausführbar ist, da die Rohre erst nach dem Biegen und Anpassen gummiert werden können. Wenn sich dieses Verfahren wirklich als geeignet bewähren sollte, so würde diese Gummierung des Rohrrinnens in Verbindung mit der Isolation der Rohrflanschen usw. die vollkommenste Isolation darstellen.

Die vielfach angestellten Versuche, die Seewasser führenden Rohre durch innere Metallbezüge (Verbleien, Verzinnen, Verzinken) dauernd zu schützen, sind sämtlich fehlgeschlagen, ebenso wie das Einsetzen von Zinkplatten und Eisenspiralen versagt hat, welche die Anfressungen auf sich lenken und von dem Rohrmaterial abhalten sollten. So lange die Metallüberzüge in zusammenhängender Form vollkommen vorhanden sind, kann eine chemische Einwirkung auf das Rohrmaterial nicht stattfinden. Sobald aber eine geringe Verletzung der Oberfläche des Metallüberzuges eingetreten ist, was beim Transport, Einbau und im praktischen Betriebe unvermeidlich ist, entsteht in Verbindung mit Seewasser ein galvanisches Element, dessen Wirkung sich derart äußert, daß sich das in der Spannungsreihe höher stehende Metall für das andere aufopfert. Sobald also z. B. der Zinküberzug eines verzinkten Eisenrohres beschädigt ist, ist das Eisen dem Rosten mehr verfallen als ohne die Gegenwart eines solchen

Überzuges, weil das edlere Metall an den freiliegenden Stellen den Angriff auf das Eisen ständig befördert. Da man von außen nicht beobachten kann, ob der Schutzüberzug verletzt ist, so erfährt man dies erst durch die infolge der Anfressungen eintretenden Leckagen der Rohrleitung, also — zu spät. Dagegen hat sich die Verzinkung der Bleche und Winkel des Doppelbodens, der Kohlenbunker usw. in Verbindung mit einem Schutzanstrich als zweckmäßig erwiesen, weil diese Teile häufiger revidiert und ihr etwa verletzter Anstrich ausgebessert werden kann.

Die Verzinkung der Bleche und Profile allein ist nicht ausreichend. Das Material wird in ungelochtem Zustande verzinkt und zwar hat sich die Feuerverzinkung im heißen Bade wegen der festeren Verbindung des Zinks mit dem Eisen der elektrolytischen Verzinkung gegenüber als überlegen erwiesen.

Nach dem Verzinken wird das Material erst bearbeitet, d. h. gewalzt, auf Maß geschnitten und gelocht. Es ist daher unvermeidlich, daß bei dieser Bearbeitung Verletzungen der Zinkschicht entstehen, und daß die Kanten unverzinkt sind. Ferner können die Niete nicht verzinkt werden. Man hat neuerdings versucht, die Nietköpfe und Material-schnitte mit einem heiß aufzutragenden Zinküberzug (z. B. mit Epicassil) zu versehen, um die Oberfläche der Zinkschicht wieder vollkommen gleichmäßig und lückenlos herzustellen. Indessen muß dieses Verfahren sehr sorgfältig ausgeführt werden und ist daher bei den vielen Nietköpfen kostspielig. Ohne Rostschutzanstrich dürfen daher solche verzinkten Teile des Schiffskörpers, welche nicht ständiger Kontrolle zugänglich sind, nicht bleiben.

Bei den wichtigsten Teilen des Doppelbodens, der Längs- und Querschotte, ist es dringend erforderlich, daß eine häufige Revision dieser Verbandteile stattfindet, damit nicht unbemerkt Verrostungen und Zerstörungen des Materials eintreten, welche die Festigkeit und die Sicherheit des Schiffes in Frage stellen.

Was nützen die sorgfältigsten Berechnungen der Längsfestigkeit des Schiffes, wenn durch mangelhaften Schutz das Material verrottet und bei großen Beanspruchungen im Seegange Verbiegungen und Brüche entstehen? Was nützt die beste Schotteinteilung des Schiffskörpers, wenn durch Rosten Leckagen im Doppelboden und in den wasserdichten Schotten entstehen, wodurch bei Havarien wider Erwarten Ueberflutungen stattfinden, die womöglich den Untergang des Schiffes herbeiführen?

Ist es doch vorgekommen, daß der Doppelboden unter den Kesseln und die unteren Platten der wasserdicht sein sollenden Querschotte und Kohlenbunker vollkommen durchgerostet waren und nur noch als Bruchstücke entfernt werden konnten.

Auch unter dem Holzbelag der eisernen Decks und hinter den Wegerungen entstehen Verrostungen, die zu einer ersten Gefahr für das Schiff führen können. Es ist daher notwendig, solche Teile nach Aufnehmen der Planken und Entfernen

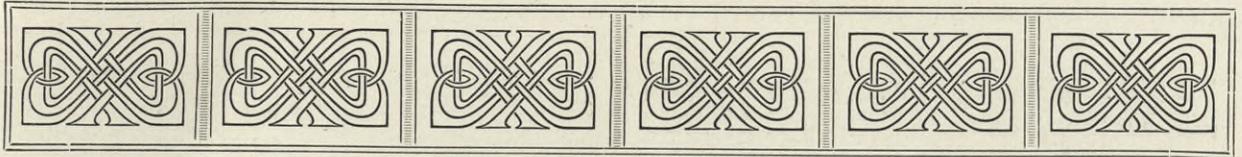
der Wegerung periodisch zu besichtigen und bei Feststellung von Verrostungen sorgfältig auszubessern.

Zum Belegen von Eisendecks hat sich Teakholz dank seinem Oelgehalte am besten bewährt, da es, abgesehen von seinen sonstigen guten Eigenschaften, das Eisen nicht angreift, was bei anderen Hölzern (namentlich bei Eiche) mehr oder minder eintritt. Da der Preis des ostindischen Teakholzes infolge der großen Nachfrage, auch für die Wagen der Eisenbahnen, sehr gestiegen ist, so hat man in neuester Zeit versucht, einen Ersatz desselben durch Hölzer aus unseren Kolonien (z. B. aus Neu-Guinea) zu schaffen, um gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit der Kolonie zu fördern, doch sind diese Versuche noch nicht abgeschlossen.

Die vorstehende Abhandlung zeigt, daß es bei der Konservierung der Schiffe in erster Linie dar-

auf ankommt, der Korrosion der Materialien vorzubeugen, indem durch zweckmäßige Mittel und sorgfältige Anwendung derselben die Bildung von galvanischen Elementen verhindert wird, da deren Wirkungen die Zerstörung der Schiffbaumaterialien durch Rosten, Oxydation, wesentlich beschleunigen können. Die Erkenntnis der Ursachen der Zerstörung hat die allmähliche Entwicklung geeigneter Schutzmittel zur Folge gehabt. Diese Entwicklung ist auch jetzt noch nicht zum Abschluß gekommen, sondern hat zu weiteren wissenschaftlichen Untersuchungen und praktischen Versuchen angeregt.

Es ist daher unverkennbar, daß in den fünf- undzwanzig Jahren der Regierung Seiner Majestät Kaiser Wilhelms II. ein gewaltiger Fortschritt auf dem Gebiete der Konservierung der Schiffe gemacht worden ist.



Hygiene und Bequemlichkeit an Bord der großen Passagierdampfer

Von Josef Melnik, Berlin.

In der Bauentwicklung der Ozeanschiffe des 19. Jahrhunderts haben die Anforderungen der Hygiene und Bequemlichkeit erst sehr spät Berücksichtigung gefunden. Die Seeschifffahrt diente in den ersten zwei Dritteln des vorigen Jahrhunderts fast ausschließlich dem Frachtverkehr, der Beruf eines Seefahrers galt besonders auf dem alten Kontinent als der abenteuerlichste, den man überhaupt ergreifen konnte. Die Personenschifffahrt beförderte fast nur Auswanderer, und das waren damals eine Menschenklasse von Entschlossenen, die ihr Leben für ihre neuen Ziele und Hoffnungen einzusetzen bereit waren. In See gehen hieß, sich dem Tode aussetzen, und es ist selbstverständlich, daß die junge Schiffbaukunst sich lediglich mit der Verminderung des vitalen Risikos, also nur mit elementaren technischen und konstruktiven Problemen beschäftigen konnte. Hinzu kam, daß der technische Typ des Segelschiffes fast schon vorbildliche Vollendung hinsichtlich Seefähigkeit und Schnelligkeit erreicht hatte (im amerikanischen Klipperschiff), als die Umwälzung der Verhältnisse durch die Dampfschifffahrt begann und die Lösung der schiffbautechnischen Probleme nahezu von vorn begonnen werden mußte. Diese Begrenztheit auf technische Probleme erklärt auch, daß man ziemlich bald einen technisch relativ vervollkommenen Typ des Ozeandampfers wie die „Great Eastern“ gebaut hatte, ohne hierbei hygienischen Problemen und Problemen des Komforts besonders näherzutreten. Man hatte von der Segelschifffahrt die Anschauung übernommen, daß das gesundheitswidrige Zusammengepferchtsein der Menschen im Schiffskörper, daß die krankheitserregende Nahrung von Salzfleisch und Hartbrot unvermeidliche Notwendigkeiten der Seefahrt darstellten. Erst als die Sicherheit des Schiffsbetriebes einen ziemlich hohen Grad erreicht hatte, erst als die angestrebte Erhöhung der Schnelligkeit eine wesentliche Vergrößerung der Schiffe herbeigeführt hatte, d. h. erst als die Seefahrt aus einem abenteuerlichen Unternehmen zu einer regulären Reisemöglichkeit geworden war, erst da fingen die Probleme der Hygiene und der Bequemlichkeit im

Schiffbau eine Rolle zu spielen an. Uebrigens ist die Hygiene auch im festländischen Leben ein noch junger Begriff und galt lange Zeit als der Luxus der Körperpflege. Vollends aber der Begriff der Bequemlichkeit ist dehnbarer als Gummi und man muß immer eingedenk sein, daß es die eigentliche Bestimmung alles „Komforts“ ist, durch verallgemeinerte Anwendung zu einer selbstverständlichen und alltäglichen Lebenswohlfahrt abgenutzt zu werden. Es ist auch unrichtig, das Luxusbedürfnis willkürlich begrenzen zu wollen und die letzten großartigen Resultate der Hygiene- und Komfortbestrebungen im modernen Schiffbau als einen schon überflüssigen, unökonomischen und nur durch Wettbewerb veranlaßten Luxus anzusehen, oder gar (wie auch dies schon von mancher „spartanischen“ Seite geschehen ist) die Einstellung weitergehender Bestrebungen zu fordern. Für die Reedereien gilt unveränderlich der Satz, daß wir nicht hygienisch und bequem genug reisen können, wenn auch ohne weiteres zu sagen ist, daß in diesen beiden Punkten die Seereise die Reise zu Land bereits übertrifft hat.

Eingedenk der Wandlungsfähigkeit der Begriffe Hygiene und Komfort kann man wohl sagen, daß von deren systematischer Berücksichtigung im modernen Schiffbau erst seit dem Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts gesprochen werden kann, d. h. erst als die Personenschifffahrt als ein selbständiger, vom Frachttransport unabhängiger Zweig der Seeschifffahrt aufgefaßt wurde. Alle Etappen in der Entwicklungsgeschichte der Hygiene und des Komforts an Bord der Seedampfer, die schließlich auch nur historisch interessieren würden, können hier unmöglich dargestellt werden. Von lebendigem Interesse für den Leser kann nur ihr Standard auf den heute noch im Verkehr befindlichen Schiffen sein, wobei sich mit dem verschiedenen Alter der einzelnen Schiffstypen noch Unterschiede genug ergeben. Zwischen den sanitären und Bequemlichkeitseinrichtungen auf Schiffen, die auf ausschließlichen Post- und Zweckreise-Routen laufen, und jenen auf Schiffen, die der luxuriösesten Seetouristik

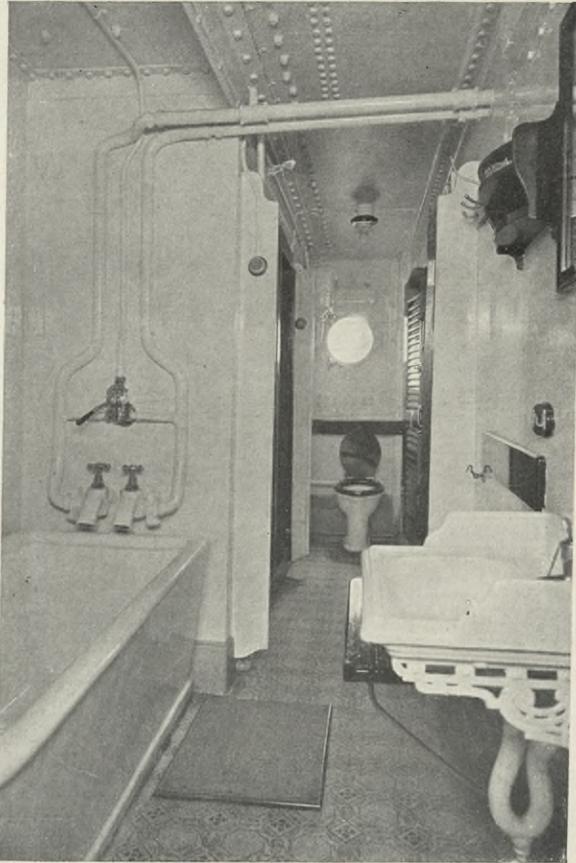


Abb. 1. Badezimmer an Bord eines Dampfers der Hamburg-Amerika Linie

dienen, ist ein weit größerer Abstand als zwischen den Einrichtungen eines Lokalwaldbähnchens und einem internationalen Luxusexpreßzug.

Das erste und wichtigste Problem der Seeschiffahrtshygiene ist das Problem der Luftzufuhr, der Lufterneuerung, und des dem einzelnen Passagier zukommenden Mindestlufttraumes. Daß die Natur dem Seefahrer die denkbar gesündeste und reinste Luft auf den Weg mitgab, auf diese verdienstlose Annehmlichkeit der Seereise hin hat man im Schiffbau lange genug gesündigt. Daß dem Menschen unter Deck nur ein Luftraum von 2 Kubikmetern zustand, war lange genug der normale Zustand. Und auch heute noch verfügt auf der großen Mehrzahl aller Seeschiffe (Kriegsschiffe inbegriffen) der Mensch unter Deck nur über einen Luftraum von 3 bis 8 Kubikmetern. Die

ungeheure Vergrößerung der Schiffe in den letzten 8 Jahren, die sprungweise auf 15 000, 18 000, 25 000, 35 000 und 50 000 Br.-Reg.-Tonnen hinaufschneifte, hat aber dem Menschen auch eine entsprechende Vergrößerung seines Unterdecklufttraumes gebracht, die heute als Höchstleistung bei den Schiffen der „Imperator“-Klasse fast 20 Kubikmeter (im Durchschnitt) erreicht. Damit sind aber Wohnverhältnisse im Schiffskörper geschaffen, die denjenigen der verschiedenen Gesellschaftsklassen auf dem festen Lande schon näher kommen. Daraus schon sieht man, daß es dem modernen Schiffbauer bei der Vergrößerung der Dampfer nicht mehr bloß auf technische und Schnelligkeitsaufgaben oder auf wirtschaftliche Rentabilitätskalküle ankam, sondern auf die bewußte Berücksichtigung hygienischer Prinzipien. Die Dimensionen der Schiffe wachen viel beträchtlicher als die Zahlen der auf ihnen beförderten Passagiere.

Die Beschaffenheit der Luft und die Lufterneuerung (Lüftung) ist wesentlich bedingt durch Konstruktion und Bauart der Schiffe. Bis fast zum Ende des vorigen Jahrhunderts waren die Ozeandampfer Glatdeckschiffe, und ihre Entlüftung konnte nur durch (meistens geschlossene) Fenster und mechanische Ventilationsapparate erfolgen. Eine einschneidende Aenderung brachte der Norddeutsche Lloyd mit den Schiffstypen der „Barbarossa“-Klasse, die durch ein zweistöckiges Deckhaus charakterisiert waren. Heute tragen die modernen Ozeanriesen alle mehrstöckige Deckhäuser, die eine Höherlegung aller Passagierräume ermöglichen und durch ihre Höhe über dem Seespiegel fast bei jedem Wetter eine beständige Entlüftung durch die Fenster, Korridore usw. zulassen. Auch haben diese Oberdeckbauten die Anlage von verzweigten Luftschächten und Luftkanalsystemen mit sich

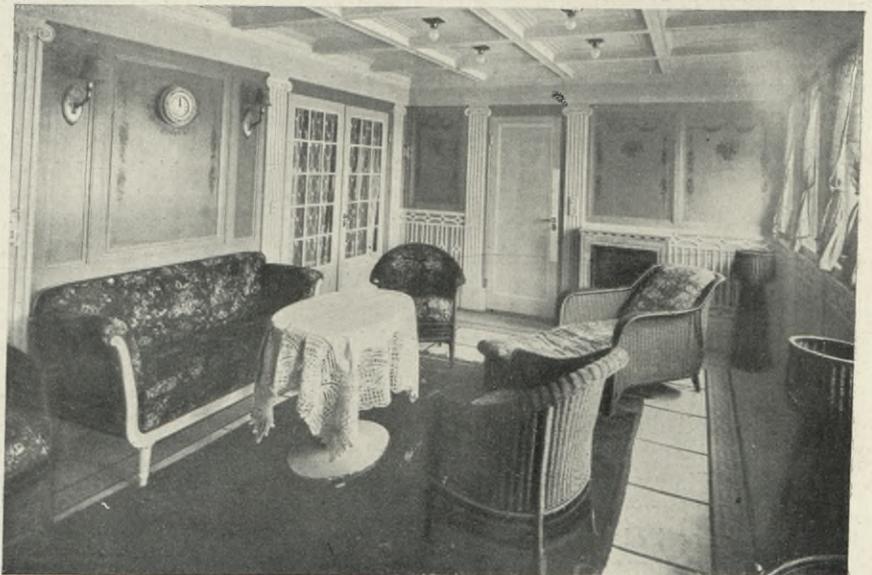


Abb. 2. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie Veranda der Kaiserzimmer, ausgeführt von Fittje & Michahelles, Hamburg

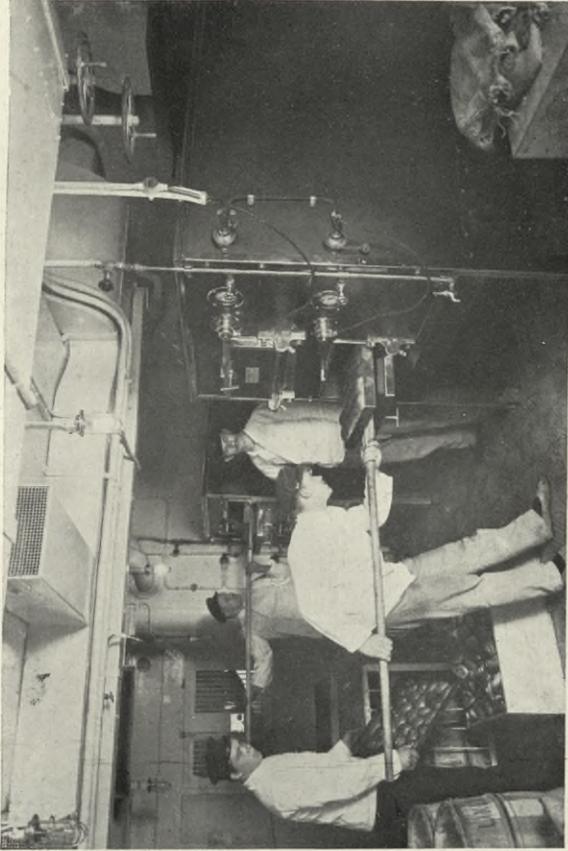


Abb. 4. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Bäckerei mit Backöfen der Firma W. A. F. Wieghorst & Sohn G. m. b. H., Hamburg

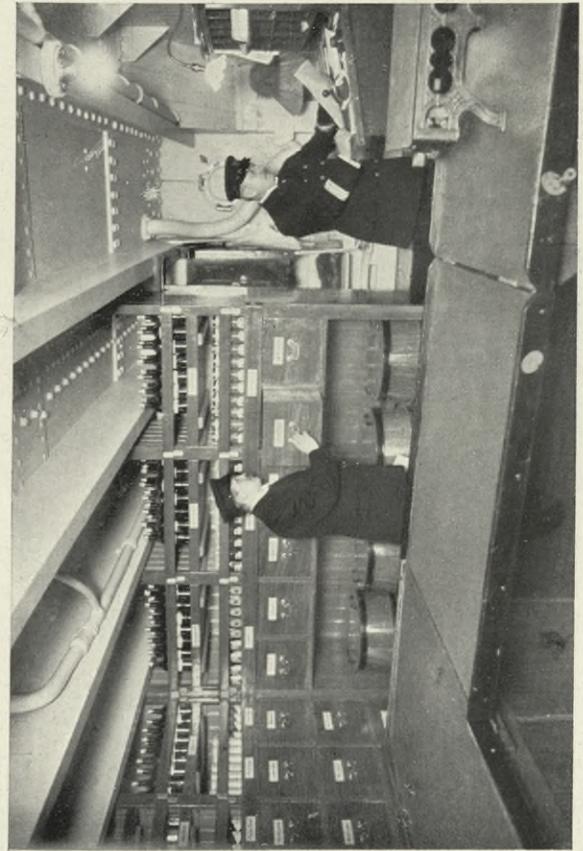


Abb. 6. Dampfer „Kaiserin Auguste Victoria“ der Hamburg-Amerika Linie
Vorratskammer für Früchte, Konserven usw.

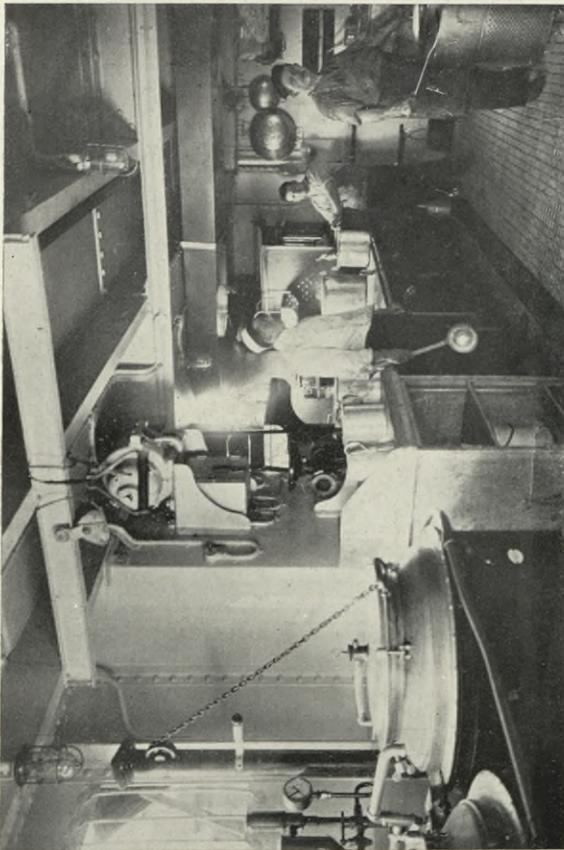


Abb. 3. Küche an Bord des Dampfers „Cincinnati“
der Hamburg-Amerika Linie

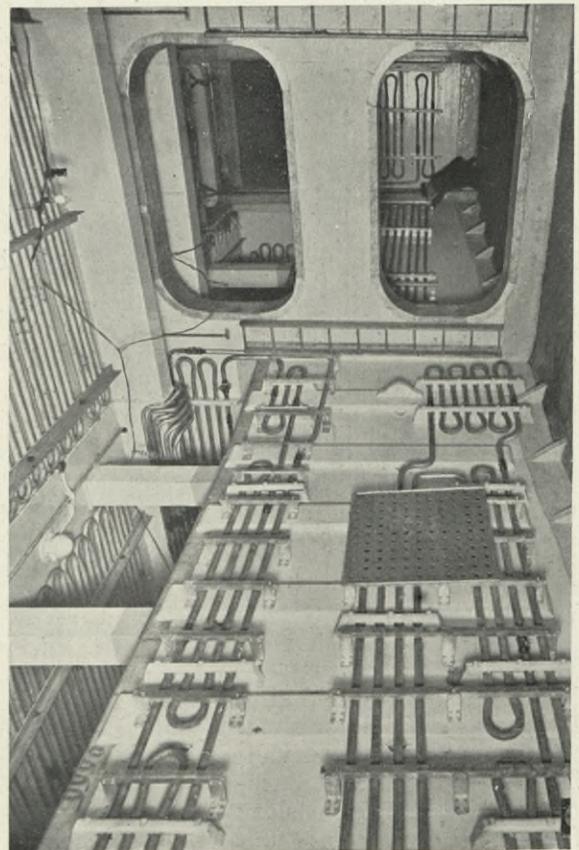


Abb. 5. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Blick in einen Kühlraum



Abb. 7. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Küche II. Klasse

Kohlenräume von den Passagierräumen hat auch diese Quelle der Luftverschlechterung verstopft, Küchen- und Toilettengerüche sind durch kräftige Wasserspülung mit sofortigem direkten Abfluß in das Meer sowie durch maschinelle Absaugung der schlechten Luft vernichtet worden. Der Staubentwicklung, die in Eisenschiffen ohnedies nicht mehr wesentlich ist, begegnet man durch leicht zu reinigende glattflächige Materialien (poliertes Holz, Glas, Ton, Fayence) der Inneneinrichtung und mit dem Vacuum-cleaner. Der schlimmste Feind der guten Luft im Schiffsinnern, der Mensch mit seiner Ausdünstung und Atmung, kann nur durch Lüftung und wieder Lüftung, durch pein-

gebrachte, die eine direkte Luftzufuhr fast zu allen Teilen des Schiffes ermöglichen. Der Luftwechsel wird noch gefördert durch die Anlagen für Absaugen der verbrauchten Luft (Aspirationsventilation, Exhaustoren) und für künstliche Luftzufuhr (Pulsionsventilation, Luftpreßpumpen und Windventilatoren). Die vollendetsten und modernsten Systeme der künstlichen Lüftung sind solche, die Aspiration und Pulsion durch eine kombinierte Anlage bewältigen und die heute auf den neuesten Passagierdampfern und auf den Dreadnoughts eingeführt sind. Das wasserdichte Utley-Ventilationsfenster endlich ermöglicht Fensterlüftung bei jedem Seegang.

lichste Sauberkeit und Gelegenheit zum Baden, Waschen und Wäschewechsels bekämpft werden, die denn auch bis hinab ins Zwischendeck und in das Mannschaftsbereich vorhanden sein müssen. Daß man auch künstliche Luftverbesserung durch Ozonierung und Bepflanzung (Wintergärten, Treibhäuser!) vornimmt, ist heute fast selbstverständlich.

Der nach der Luft wichtigste Faktor der Hygiene und Reinlichkeit ist das Wasser. Daß das Seewasser nur weniger verwendbar ist und daß deshalb alle Ozeandampfer ausreichende Mengen von Süßwasser zum Trinken, Kochen, Waschen und Baden mit sich führen, ist bekannt. Daß man

Die Sorge um gute Beschaffenheit der Schiffsluft hat auch zur direkten Bekämpfung der Luftverschlechterung im Schiffsinnern geführt. Quellen der Luftverschlechterung sind die Ladung, die Kohlen, die Staubentwicklung, die Gerüche der Farbanstriche, der Holzvermoderung, der Küchen, der Klosetts und Waschvorrichtungen, und des im Schiffsinnern faulenden Wassers (Bilgewasser). Die Konstruktion der modernsten Schiffe aus Stahl und Eisen hat die Gerüche der Vermoderung und der Terpeninfarben und auch das Zusammensickern von Ausschwitz- und Bilgewasser vollständig beseitigt. Die vollkommene, kommunikationslose Trennung der Ladungs- und

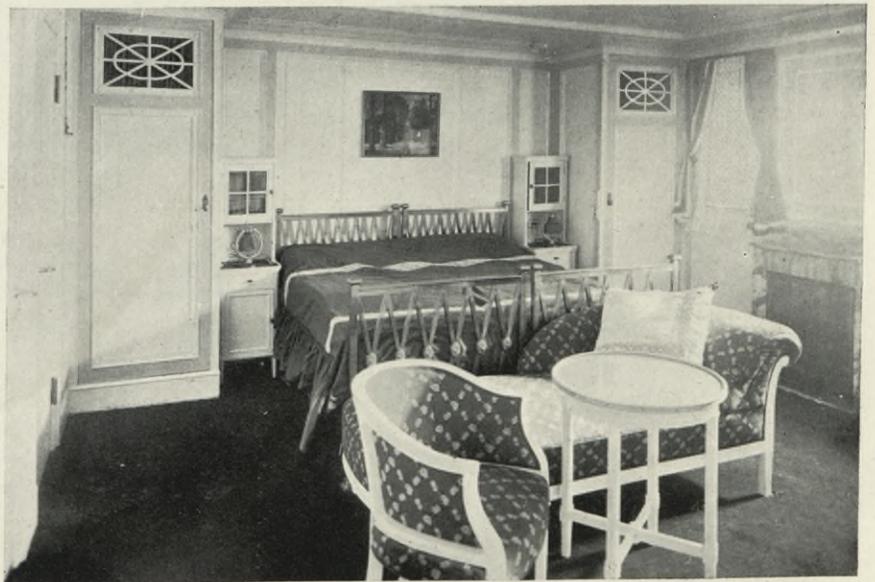


Abb. 8. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Schlafgemach der Kaiserräume

auch noch von den allerneuesten Goliaths mit ihren Riesentanks für Süßwasser die Mitnahme eines Destillierapparates verlangt (der bis 20 000 Liter täglich verwandeln kann), ist fast schon als zopfige Ueberflüssigkeit zu bezeichnen. Der Verbrauch von Wasser auf den allerneuesten Schiffen der Hamburg-Amerika Linie, des Norddeutschen Lloyd und anderer großer Gesellschaften, ist fast ebenso unbeschränkt wie auf dem Lande. Hier findet man Filtrierung und Kühlung des Trinkwassers, hier gibt es für jeden Passagier warmes und kaltes Wasch- und Badewasser. Die Wasch- und Badevorrichtungen sind vorbildlich und nirgends auf dem Lande besser zu finden. Glas-, Marmor- und Porzellanwaschtische mit fließendem Wasser und direktem Abfluß ins Meer (an Stelle der noch vor kurzem üblichen Zinkkübel, die nur einmal täglich entleert wurden) sind ebenso vorhanden wie Fayence- und Nickelbadewannen, alle Arten von temperierten Duschen und neuerdings

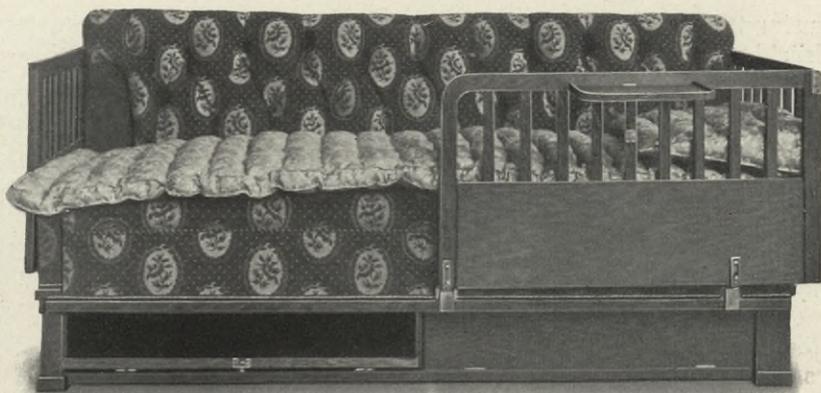


Abb. 9. Schlafsofa I. Klasse
geliefert von der Firma Friß Caspary, Berlin-Marienfelde

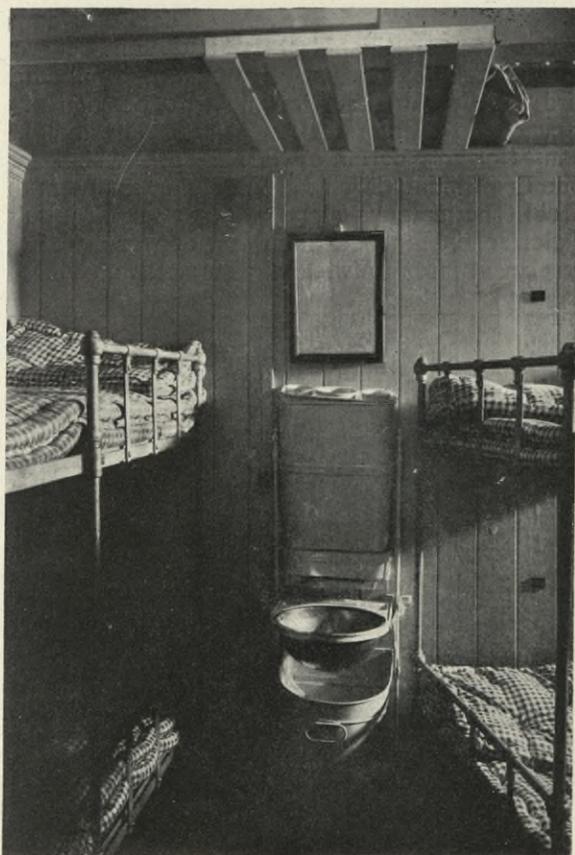


Abb. 10. Dampfer „President Lincoln“ der
Hamburg-Amerika Linie
Vierbettige Kabine III. Klasse (Auswandererraum)

Schwimmbassins von ganz beträchtlicher Größe und Tiefe mit kontinuierlichem Wasserwechsel. Erwähnenswert als letzte vollkommene Neuerung sind die Tritoninstallationen mit rückschlagfreien Hähnen — d. i. mit ganz geräuschlosem Zu- und Abfluß — und mit Sicherheits-Mischbatterien, die ein Verbrühen aus Unvorsichtigkeit unmöglich machen. Seewasserbäder, die man als vollwertige Solbäder ansprechen kann, sind natürlich auch vorhanden. Die Toiletten und Aborte sind auf diesen Imperatoren des Weltmeeres durchweg Wasserklosetts meistens mit selbsttätiger Zeit-spülung und direktem Abfluß. Selbst noch die Zwischendecks- und Mannschaftsklosetts sind Serienaborte mit Wasserspülung. Daß alle Küchen, die Bäckerei und die Wäschereien mit fließender Wasserleitung und Wasserspülung reichlich ausgestattet sind, ist selbstverständlich. Die Wäschereien sind mit Dampftrocknungs- und Desinfektionsanlagen versehen, eine große Plätterei ist auch vorhanden, so daß der Reinigung der Bett-, Tisch- und Leibwäsche usw. keine Beschränkung auferlegt ist.

Ein wichtiges Moment der Bordhygiene ist Licht und Wärme. Das Bestreben der modernen Schiffskonstruktion geht dahin, möglichst großen Teilen des bewohnten Schiffskörpers direktes Tageslicht zuzuführen. Lichthöfe und Lichtschächte, die bis tief hinab ins Schiffsinnere geführt sind, ermöglichen dies neben der Fensterbelichtung. Die künstliche Beleuchtung der Schiffe lag lange im argen: es gab bis 1890 nur Kerzenbeleuchtung und Rüböllampen. Sie brannten düster, waren feuergefährlich und forderten große Sparsamkeit im Lichtverbrauch. Von den späteren Errungenschaften der Beleuchtungstechnik auf dem Festland kam Gas überhaupt nicht in Betracht, Petroleumlampen und Spiritusglühlicht bewährten sich nicht, da bei starkem Seegang die Schwankungen der Lampen das Brennmaterial in die Flamme brachten und Explosionen verursachten. So gab es auf schon recht bequem eingerichteten Dampfern noch immer eine trübselige Beleuchtung und eine vorzeitige Nacht, was auf den Gemüts-

zustand der Passagiere drückte. Erst der Sieg der Elektrizität in der Beleuchtungsindustrie und neuerfundene, für Schiffszwecke praktische Installationen schufen darin gründlichen Wandel. Auf den modernen Ozeanriesen ist durchweg elektrische Beleuchtung aller Räume eingeführt, und es herrscht dort die gleiche Licht-„Verschwendung“ wie in den modernsten Landbauten, eine Verschwendung, die lediglich eine Befriedigung unseres heutigen Lichtbedürfnisses ist. Die Beleuchtung erfolgt vorwiegend mit Glühlampen (hellste, stromsparende Metallfadenlampen, in Wohnräumen vielfach mit Milchglas-Schutz), und alle Erfahrungen und Annehmlichkeiten zerstreuter (diffuser) und indirekter Deckenbeleuchtung sind ausgenützt. Auch die Positions- und Signallampen sind Glühlampen, über Deck sind auch Bogenlampen vorgesehen, die für manche Routen (z. B. die Suez-Kanal-Passage) erforderlich sind. Ein Schiff wie der „Imperator“ ist mit rund 10 000 Glühlampen erleuchtet, und ihr Effekt auf dem nächtlichen Meer ist als eine zauberhafte Illumination zu bezeichnen. Die Beleuchtungskraftanlage die-

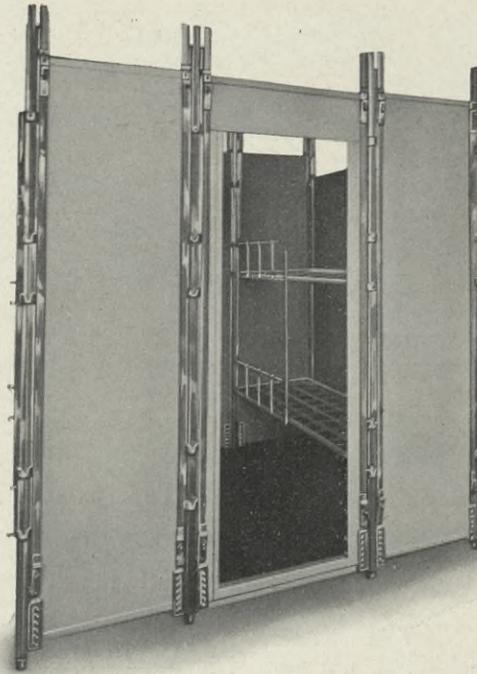


Abb. 11. Transportable Kammer IV. Klasse ausgeführt von der Firma Fritz Caspary, Berlin-Marienfelde

ses Schiffes umfaßt vier Turbodynamos und eine Reserve-Dampfdynamo.

Die Heizung der Schiffe, die speziell auf den Kanal- und nordatlantischen Routen wichtig ist, erfolgte nach ursprünglicher unzulänglicher Ofenheizung ziemlich bald durch Dampfheizung, die natürlich durch entsprechende Rohrlegung das ganze Schiff gleichmäßig zu temperieren vermag. Neuerdings erfolgt ein allmählicher Uebergang zu der sehr viel angenehmeren elektrischen Heizung (elektrische Termophore), die auf der „Kaiser“-Klasse des Norddeutschen Lloyd, und auf den Dampfern der Hapag, „Amerika“, „Kaiserin Augusta Victoria“, auf dem „Imperator“ und ähnlichen Schiffstypen neben der Dampf-

heizung schon eingeführt ist und von der vorerwähnten elektrischen Kraftanlage mitbedient wird. Die elektrische Heizung wird bei den etwa kommenden Motorschiffen eine Notwendigkeit sein. Heizung durch erwärmte Luft, wobei man eine Erwärmung durch die Ventilationsanlagen anstrebt (Thermotanksystem), wird wegen ihrer guten hygienischen Eigenschaften von den großen Reedereien in ihrer Entwicklung aufmerksam verfolgt

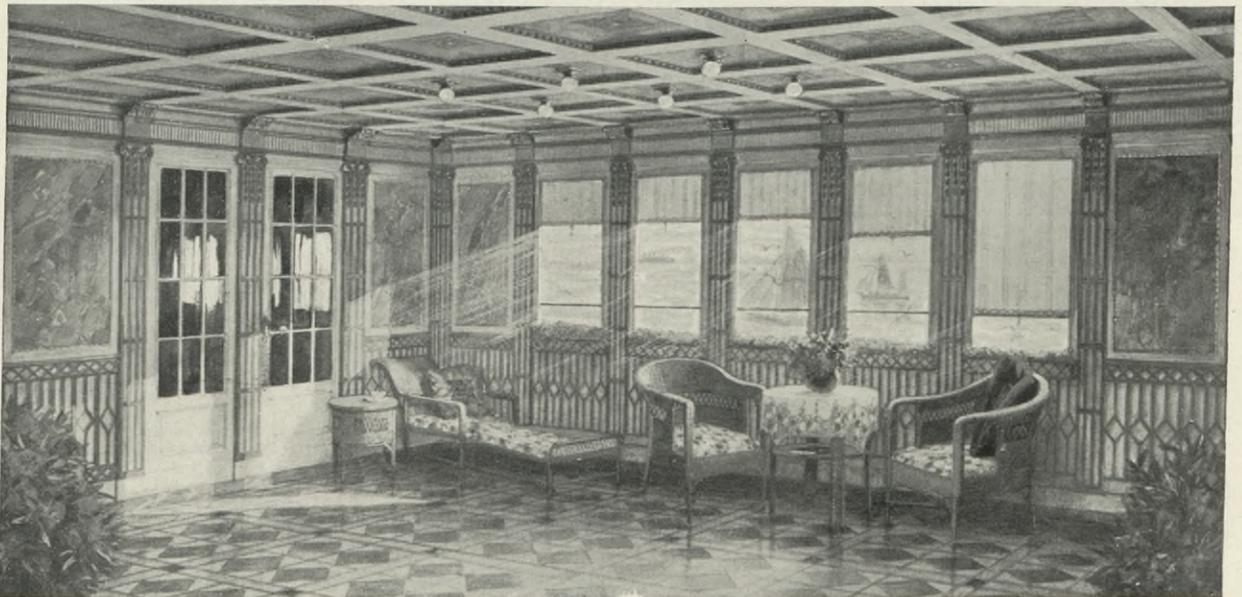


Abb. 12. Veranda der Kaiserzimmer auf dem Vierschrauben-Turbinendampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie Entworfen von Frau Ilse Dernburg, ausgeführt von J. D. Heymann, Hofl., Hamburg

und auch praktisch erprobt. Die Versuche hiermit können jedoch zurzeit noch nicht als abgeschlossen angesehen werden. Die Heizung der Küchen ist in eine Dampfküche (die vorwiegend für das Zwischendeck arbeitet) und in eine große Tafelherdküche mit Kohlenfeuerung zerlegt, die jede dem Festländer gewohnte und erwünschte Zubereitung der Speisen ermöglicht. Daneben gibt es schon elektrische Herde. Die Bäckerei mit großem Backofen liefert täglich frisches Brot, so daß die schrecklichen Hartbrotzeiten der Schifffahrt der Erinnerung entschwunden sind. Wärmeschränke, Tellerwärmer, elektrische Geschirrspülmaschinen ergänzen die moderne Kücheneinrichtung und seien deshalb in diesem losen Zusammenhang erwähnt.

Die von der Hygiene als Ergänzung der Heizung und Küche geforderten Kühl- und Eisräume sind heute schon auf allen wirklich gut eingerichteten deutschen Schiffen vorhanden. Die Kühlräume sind stark isolierte Räume, die durch Verdampfung von Kohlendioxid oder Ammoniak auf die erforderliche niedrige Temperatur (bis 12°C .) gebracht werden und zur Aufbewahrung des leichtverderblichen Proviantes (Fleisch, Fisch, Geflügel, grünes Gemüse) dienen. Die Anlagen für künstliche Eiszeugung liefern täglich hinreichendes Eis für die zahlreichen Eiskisten und Eisschränke und für die Trinkwasserkühlung. Hierdurch ist die Verproviantierung der Passagiere durch Konserven so sehr eingeschränkt worden, daß die Speisenwahl genau so unbegrenzt wie auf dem Lande ist, ja die Verhältnisse in hochgelegenen Alpenhotels usw. weit übertrifft. In allen Räumen des Schiffes ist auch gekühltes Trinkwasser erhältlich, und die Tropenfahrer, die noch vor kurzem nur Trinkwasser von Meerestemperatur (20°C . und darüber) erhalten konnten, werden die Annehmlichkeiten eines 10 gradigen Trunkes sehr zu schätzen wissen. Bier und Wein bekommt der Passagier in der bei diesen Getränken kömmlichsten Temperatur serviert und der Amerikaner findet sein geliebtes Eiswasser auf dem Tisch.

Der Ernährung der Passagiere hat man seit dem großen Aufschwung der Personenschifffahrt,

der durch die großen deutschen Schifffahrtsgesellschaften herbeigeführt wurde, stets besondere Wichtigkeit beigemessen. Allerdings unter einem ganz anderen Gesichtspunkte als heute: die üppige Tafel sollte den Passagier alle anderen Entbehrungen der Seefahrt vergessen machen und mußte deshalb die gewohnten Festlandsverhältnisse wenigstens quantitativ überbieten. Es war sprichwörtlich, daß man auf den deutschen Schiffen mehr und besser aß als irgendwo auf der Welt. Eine Menükarte aus dem Jahre 1867 von einem Dampfer des Norddeutschen Lloyd zeigt eine Speisenfolge,

die alle bayerisch-bäuerischen Hochzeits- oder Trauerschmäuse an Länge hinter sich läßt und der Schilderung eines Rabelais würdig gewesen wäre. Aber diese grobmaterielle Auffassung der Verpflegung würde in unserer verfeinerten Zeit ihren Zweck verfehlen. Es kommt vor allem darauf an, den Passagier überhaupt keinen Ausnahmezustand seiner gewohnten Lebensweise merken zu lassen. Heute bekommt er an Bord frisches Fleisch, Fisch, Geflügel, Eier, Butter, frische (z. T. im Schiffstreibhause gezogene!) Gemüse, Salate, Früchte und alle anderen Nahrungsmittel in den gleichen Mengen und in der gleichen Abwechslung und Zubereitung wie zu Hause. Die zuvor geschilderte Einrichtung der Küchen (die oft auch mit einer Schlächtereie verbunden sind, sodaß selbst lebendes Vieh und Geflügel mitgenommen werden kann) und der Kühlräume ermöglicht das. Seit der

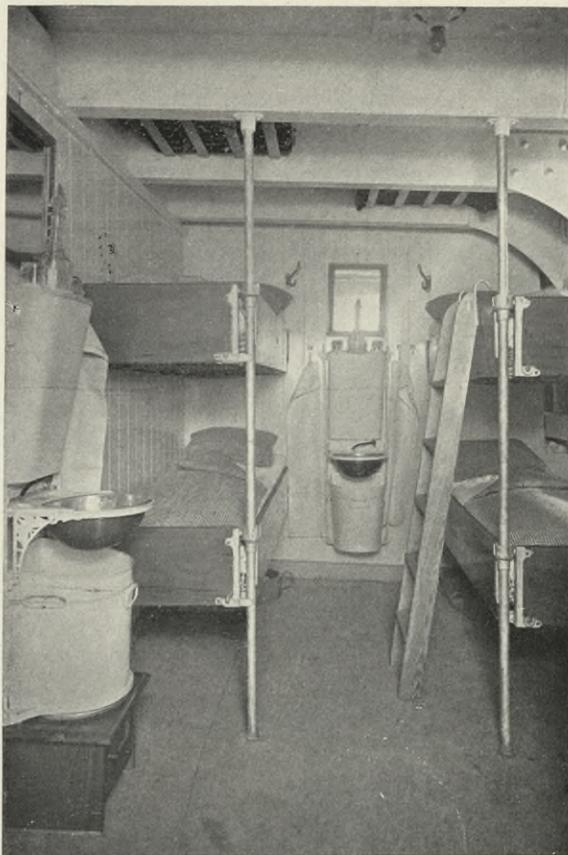


Abb. 13. Dampfer „Cleveland“. Kabine III. Klasse

bedeutenden Erhöhung der Reiseschnelligkeit, die eine ausreichende Provianterneuerung in Hafentätern mit Hilfe eines kostspieligen eigenen Proviantagentursystems ermöglicht, kommt man von der Mitnahme lebender Tiere wieder ab, deren Aufenthalt und Schlachtung im Personenschiff hygienisch minder wünschenswert ist. Die Organisation der Passagierverpflegung ist heute so ausgebildet, daß die Verproviantierung nicht nur den wechselnden klimatischen Verhältnissen der Reise angepaßt werden kann, daß nicht nur rituelle und nationale Küchen (je nach den Linien für Juden, Spanier, Orientalen) vorgesehen sind, sondern daß heute jede gewünschte Individualisierung der Ernährung bis zur Kurdiät (für Magenkranke, Diabetiker usw.)

und Krankenkost geboten werden kann. Nicht einmal mehr an feste Speisestunden und feste Speisefolgen ist der Passagier gebunden, sondern er kann heute auf den modernsten Schiffen mit Ausnahme der Stunden von 1 bis 6 Uhr nachts, wann es ihm beliebt, so viel und so wenig zu essen erhalten, wie er wünscht. Dieser Zustand verhindert

aber erst vollkommen die unangenehme Empfindung einer aufgezungenen

Veränderung der Lebensweise. Daß alle gebotenen Lebensmittel von allerbesten Qualität sind und erst nach strenger

Kontrolle aufs Schiff gelangen, mag man daraus ersehen, daß Gesellschaften

wie die Hapag und der Norddeutsche Lloyd eigene Nahrungsmittelchemiker im vorbildlich eingerichteten

Laboratorium mit dieser Kontrolle beauftragt haben.

Eine Hauptforderung der Hygiene in unserer nerventötenden Zeit ist die nach genügender Ruhe, Stille und Geräuschlosigkeit.

Eine Hauptaufgabe für die Erfüllung dieser Forderung ist die Bekämpfung der Eigengeräusche des fahrenden Schiffes, die man

lange genug für unvermeidlich hielt und die den Passagier mindestens ebenso nervös machen konnten wie das Rattern und Schütteln der Eisenbahn. Nichts mehr von alledem belästigt heute den Passagier. Ingenieur, Innenarchitekt und Tapezierer schaffen ihm Ruhe zum Schlaf und zur Erholung, wie er sie ungestörter auch auf Land nicht findet. Wenn man auf Deck eines Ozeanimperators steht und sich daran erinnert, daß da unten riesige Vierschrauben-Dampfturbinen, gewaltige Dynamos sausend rotieren, daß da unten Feuer prasselt, Dampf zischt, Kohlen stürzen,

Schrauben das Wasser peitschen, Geschirr klappt und hundert mechanische Apparate in Tätigkeit sind, dann horcht man betroffen nach dem heulenden Laut dieser kolossalen Bewegung und hört — nichts! Manchmal zittern leicht die Planken unter den Füßen als die einzig wahrnehmbare

Vibration der maschinellen Erregung. Man hat heute den stampfenden Takt der Maschinen so auszubalancieren verstanden (Schlicksches System), daß er unhörbar bleibt.

Vollkommen lautlose elektrische Kräne fördern und löschen in kürzester Zeit Ladung und Kohlen in den Hafenplätzen, ohne daß der Passagier durch Lärm,

Staub, Ruß, Schmutz oder Geruch dessen gewahr würde, zumal alle diese Verrichtungen durch vollkommen isolierte Lücken erfolgen.

Den lärmenden Menschen aber haben der Innenarchitekt und der Tapezierer durch Gummifliesen- und Linoleumbelag der Böden, durch schalldichte Zwischenwände und Türen, durch Teppiche, Filzbespannung usw., vor allem aber die strenge Schiffsdisziplin

unschädlich gemacht. Der Schiffsdienst erfordert heute kein Schreien, Rufen, Pfeifen und Läuten mehr, Telegraph und Schiffstelephon stehen zu Diensten, das heulende Nebelhorn wird allmählich durch die Unterwasserschallvorrichtungen ersetzt.

Zur Ruhe gesellt sich die Reinlichkeit. Daß ein Schiff immer gründlicher gewaschen, gescheuert und gekehrt werden mußte als ein Landbau, wurde mehr dadurch veranlaßt, daß die Schiffe lange Zeit einen unerhörten Schmutzherd darstellten als vielleicht durch eine besondere Sauberkeitsveranlagung der Seeleute, die meistens per-



Abb. 14
Gesellschaftssalon auf dem Lloydampfer „George Washington“

sönlich wasserscheu waren. Die Stahl- und Eisenkonstruktion der modernen Schiffe und die raffinierte Vervollkommnung ihrer Inneneinrichtung haben darin so gründlich Wandel geschaffen, daß ein moderner Ozeandampfer einen organisch viel schmutzfreieren Komplex darstellt als die meisten Landbauten, von den Transportmitteln auf dem Festland gar nicht zu reden. Einen Ozeanriesen mit seinen lackierten Eisenwänden, polierten Holz-, Ton- und Glasgegenständen und seinen zweckvoll glatten Flächen schmutz- und staubfrei zu halten, ist heute sehr leicht, da eine Verstaubung durch die Luft nicht erfolgt, durch Vermoderung ausgeschlossen ist, und da Wasser unbegrenzt vorhanden ist (die weißverzweigten Feuerlöschanlagen werden zum Deckspülen usw. benützt.) Zu bekämpfen bleibt nur die Verunreinigung des Schiffes durch die Menschen und ihre Einrichtungen. Bei den ausgezeichneten Wasch- und Plättereienanlagen der neuesten Schiffe kann man sich jegliche Verschwendung von Bett-, Tisch- und Leibwäsche erlauben, kann man selbst die

Schiffsmannschaft zum wöchentlich zweimaligen Wechsel der Wäsche und Kleidung und zum regelmäßigen Bade anhalten. Der schlimmste Feind der Reinlichkeit an Bord bleibt eigentlich immer noch der Zwischendecker. Diese Menschenklasse rekrutiert sich aus russischen, ungarischen, slowakischen, italienischen und anderen, meist osteuropäischen oder orientalischen Völkern, die für unsere Begriffe keinen hohen Grad von Zivilisation und eine ziemlich niedrige Lebenshaltung besitzen. Es sind Menschen mit durch Leid und Elend gestumpften Sinnen, aus schlechtesten Verhältnissen kommend

und mit geringem Verständnis für die elementarste Körperpflege, von einer äußerlichen Verwahrlosung, von der wir uns kaum eine Vorstellung machen. Es hält sehr schwer, diese Menschen plötzlich zu dem erforderlichen hohen Grad von Reinlichkeit anzuhalten, den ein hygienischer und ungefährdeter Schiffsbetrieb erfordert. Die staatliche Regelung des Auswandererverkehrs baut einer gesundheitlichen Gefährdung der Schiffe zwar vor, muß aber von pflichtbewußten Schiffahrtsgesellschaften noch durch eigene Maßregeln ergänzt werden. Am durchgreifendsten hat die Frage die Hamburg - Amerika Linie gelöst, die ihre Auswandererhallen im Hamburger Vorort Veddel allmählich zu einer kleinen Stadt im sanitären Pavillonssystem mit allen modernsten Einrichtungen ärztlicher Untersuchung, Reinigung, Desinfektion usw. ausgebaut hat. Die ganze Musteranlage kann hier unmöglich geschildert werden, sie hat aber vorbildlich gewirkt und wird es hoffentlich noch weiter tun.

Auswanderer, die durch diese Art einer immerwährenden, freiwilligen Quarantäne hindurchgegangen sind, kommen in einem vollkommen



Abb. 15
Gesellschaftssalon auf dem Dampfer „Kronprinzessin Cecilie“
des Norddeutschen Lloyd

gefahrlos und hygienisch einwandfreien Zustand aufs Schiff, wo sie auch weiterhin zur Reinhaltung des Körpers und aller Gebrauchsgegenstände angehalten werden und unter ärztlicher Kontrolle stehen. Wenn trotzdem die Zustände im Zwischendeck namentlich bei schlechtem Wetter zu wünschen übrig lassen und in den schlimmsten Fällen zu einer wahren Luftverpestung ausarten, so ist man dagegen vorderhand machtlos. Die Schiffahrtsgesellschaft kann nur für anhaltende, immer erneuerte Reinigung und Desinfektion sorgen. (Die Matratzen des Zwischendecks werden bekanntlich

40*

nach jeder Passage verbrannt.) Man hat ferner in den größten und modernsten Schiffen mit einer immer weiterschreitenden Zwischenteilung des Zwischendecks begonnen, die die reinlicheren Elemente vor unverschuldeten physischen Qualen schützt und die Disziplin unter den Zwischendeckern hebt. Eine entscheidende Verbesserung der Zwischendecksverhältnisse hat die (vor wenigen Jahren zuerst von der Hapag eingeführte) Schaffung einer III. Klasse mit zwei bis acht Bettplätzen gebracht, die bei einem Aufschlag von ungefähr 30 M auf den Zwischendeckspassagepreis Wohnungs- und Verpflegungsverhältnisse bietet, die der Lebensführung der westeuropäischen Kleinbürgerkreise vollkommen entspricht. Die Verpflegung wird auch im Zwischendeck jetzt fast durchweg von der Reederei geliefert (und zwar reichlichere, bessere und kräftigere Kost, als sie die meisten Zwischendecker je zuvor genossen haben), so daß das unhygienische und luftverderbende Kochen im Zwischendeckraum unterbleiben muß. Die manchmal beliebten, aus Langeweile und dem Bedürfnis nach Sensation veranfaßelten Ausflüge der Luxuspassagiere ins Zwischendeck verlieren derart allmählich Motiv und Anlaß, und sollten am besten ganz unterbleiben, da Menschen keine Besichtigungsobjekte sind.

In diesem Zusammenhange sei auch noch auf die ausgezeichneten Hospitaleinrichtungen an Bord moderner Ozeandampfer hingewiesen. Die Mitnahme eines Arztes ist heute vorgeschrieben, die neuen Schiffe haben aber zwei und drei, darunter Vertreter von Spezialfächern, sowie Heilgehilfen und Krankenpfleger. Diesem ärztlichen Personal steht ein wohleingerichtetes Krankenhaus im Kleinen mit Operationszimmer, Isolierräumen, vollständiger Apotheke usw. zur Verfügung, das alle Forderungen der Asepsis und Antiseptik erfüllt. Es kann also an Bord auch für den schwer Erkrankten fast ebensogut gesorgt werden wie an Land. Selbst irgendeine medizinische Kapazität ist heute meistens unter den Passagieren anwesend. Die Beförderung von Personen, die mit ansteckenden oder ekelerregenden Krankheiten behaftet sind, ist überhaupt verboten.

Die Krankheit der Seeschiffahrt ist noch immer die Seekrankheit, die in ihrer echten (essentiellen) Erscheinungsform durch unruhigen Schiffsgang und die hieraus resultierende Erschütterung des Magens und des Nervensystems verursacht wird. Eine medikamentöse oder sonstige therapeutische Behandlung der Seekrankheit existiert noch nicht, soviel Mittel und Verhaltensmaßregeln dagegen auch immer wieder angepriesen werden. Deshalb hat sich neuerdings der Schiffskonstrukteur energisch an die Bekämpfung ihrer Ursachen, des unruhigen Schiffsganges, gemacht. Der Norddeutsche Lloyd und die Hamburg-Amerika Linie brachten zuerst einen mit sogenannten Schlingerkiehlen ausgerüsteten Schiffstyp heraus, der zwei seitliche Kiele am Schiffskörper hatte, die tatsächlich den Umfang der Rollbewegung des Dampfers nach dem Takt des seit-

lichen Wellenschlags verminderten und daher ziemlich allgemein nachgeahmt wurde. Kreiselanlagen auf dem Schiffsboden brachten gleichfalls eine gewisse Korrektur. Das neueste auf diesem Gebiete ist der vom Hamburger Werftdirektor Frahm erfundene Schlingertank, ein mittelschiffs eingebauter Wassertank von der Form einer kommunizierenden Röhre, dessen Wasserbewegung durch den ventilregulierten Druck der über dem Wasser mitgeschlossenen Luft beeinflußt werden kann. Nach dem Gesetz der Phasenverschiebung in der Pendelbewegung (eine solche bedeutet das seitliche Rollen des Schiffes) wirkt die Wasserbewegung im Schlingertank dem Pendeln des Schiffskörpers entgegen und vermindert oder behebt vollständig das am unangenehmsten empfundene seitliche Rollen des Schiffes. Die praktischen Erfahrungen, die man mit diesem Schlingertank gemacht hat, sollen sehr gut sein, so daß alle neuen Schiffe der Hapag und einige der Woermann-Linie, der Deutsch-Ostafrikanischen und der Hamburg-Südamerikanischen Linie damit versehen wurden. Es ist aber noch anzumerken, daß schon sehr schwerer Seegang, wie er nur in der ungünstigsten Witterungsperiode vorkommt, dazu gehört, um einen Riesen wie der „Imperator“ z. B. ins Schlingern zu bringen. Damit sind aber die Ursachen der Seekrankheit schon auf ein Minimum zurückgeführt. Die suggestiven Formen der Seekrankheit können überhaupt nicht bekämpft werden, es wäre denn durch Gegensuggestion. Die konstitutionellen Formen der Seekrankheit (viele Menschen werden trotz jahrelanger Gewöhnung an die Seeschiffahrt immer wieder seekrank), die meistens aus besonders schweren Seekrankheitsfällen der ersten Reise resultieren, werden aber allmählich seltener werden. Im allgemeinen muß heute auch der Seeuntüchtige bei seiner ersten Fahrt auf einem wirklich modernen Ozeanriesen selbst bei schlechtem Wetter nicht durchaus der Seekrankheit gewärtig sein.

Damit dürfte das Gebiet der direkten Bordhygiene nach dem heutigen Stand durchschritten sein. Es ergeben sich aber noch Fragen einer indirekten, einer psychischen Hygiene, die uns zum Kapitel des Komforts, der Bequemlichkeit, des allgemeinen Wohlbehagens an Bord hinüberführen. Darin stehen die Leistungen der großen deutschen Schiffahrtsgesellschaften, hauptsächlich der Hamburg-Amerika Linie und des Norddeutschen Lloyd, unübertroffen da.

Man muß die Gruppen der Dampferpassagiere wie alle Reisenden nach ihrer Gemütsverfassung unterscheiden. Die einen sind Vergnügensreisende: Menschen, die ihren Urlaub, ihre Arbeitsmuße zu einer radikalen Erholung von der Last des Alltags verwenden. Sie kommen gutgelaunt, disponiert für jede Aenderung ihrer Lebensweise, bereit, alles kurzweilig und interessant zu finden, was irgendwie von der Atmosphäre des Ungewohnten und Ungewöhnlichen, vom Zauber des Reiseabenteuers und der Reiseromanik verklärt ist. Sie nehmen ein tüchtiges Maß von schein-

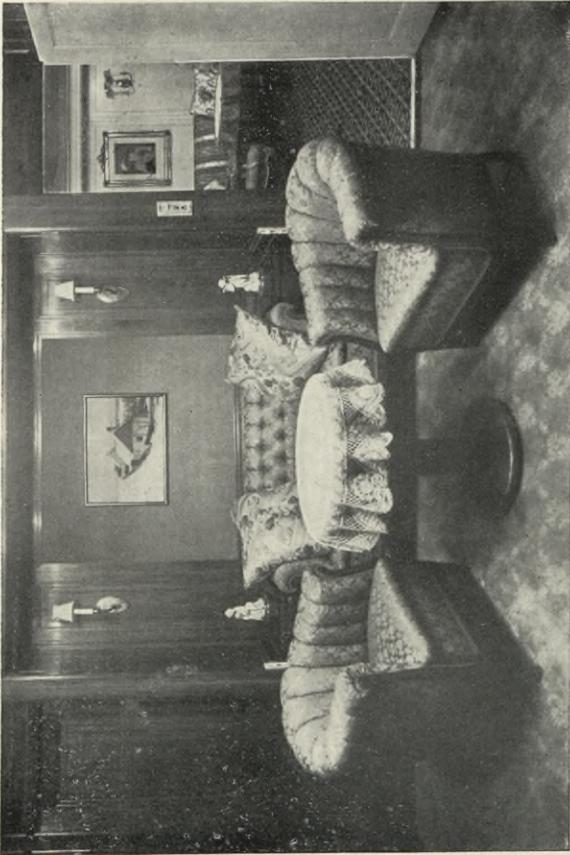


Abb. 16. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie Salon der Kaiserzimmer, ausgeführt von Fittje & Michahelles, Hamburg



Abb. 17. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hømburg-Amerika Linie Schlafraum der Kaiserzimmer mit Blick in die Veranda

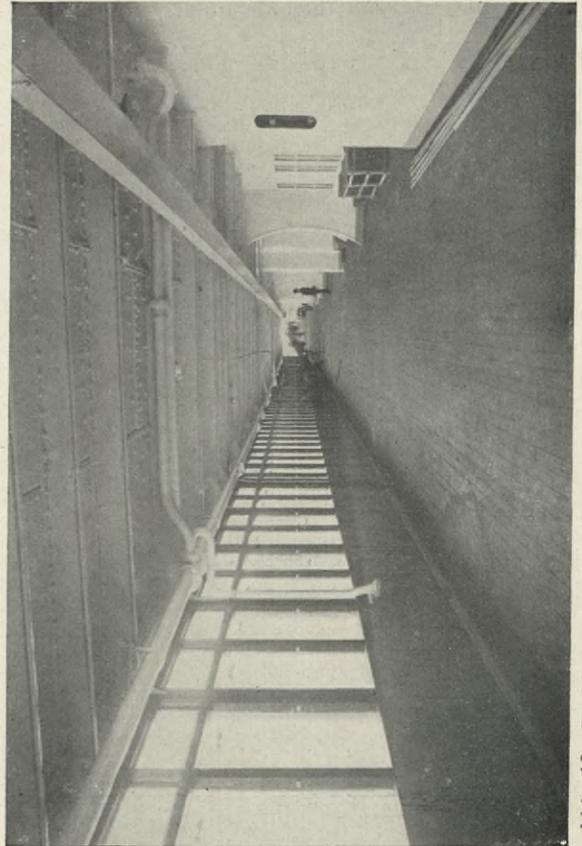


Abb. 18. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie Promenadendeck



Abb. 19. Glasfenster an Deck des Dampfers „Kaiserin Auguste Victoria“ der Hamburg-Amerika Linie

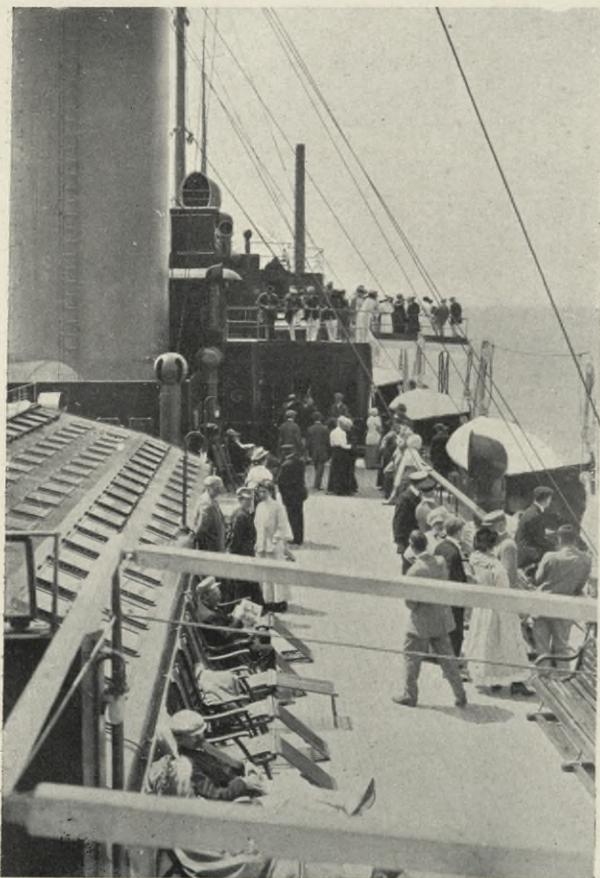


Abb. 20. Sonnendeck auf dem Dampfer „Schleswig“ des Norddeutschen Lloyd

barer und wirklicher Unbequemlichkeit ohne Verstimmung hin, sofern ihre Neugier und Schaulust und einige primitive Bedürfnisse nach Nichtstun und gutem Essen befriedigt werden. Es braucht bei ihnen viel Regenwetter, bis auch sie die Monotonie des Reisens im alten Sinn des „nur Befördertwerden“ fühlen und von seelischer Unlust, von psychischen Depressionen, von Zwangsempfindungen und Gefängnisgefühlen befallen werden. Die andere, größere Gruppe ist die der Zweckreisenden: Menschen, die alle Sorgen ihres Alltags oft noch in einer durch wichtige oder schmerzliche Anlässe konzentrierte Form mit sich auf den Weg nehmen. Diese Menschen leiden sehr schnell, sobald nur die elementarste Neugier des Ungewohnten gesättigt ist, an der sogenannten Schiffsmüdigkeit, einem für sensible Nerven unsagbar qualvollen habituellen Zustand. Die Ursachen der Schiffsmüdigkeit erkennt man am besten, wenn

man sich die sozusagen eben erst überwundenen Verhältnisse einer Seereise ins Gedächtnis zurückruft, wie man sie übrigens noch heute auf kleinen, älteren Schiffen minder leistungsfähiger Reedereien antreffen kann. Der Passagier war auf solchen Schiffen nicht nur zu Untätigkeit, sondern fast auch zu Unbeweglichkeit verurteilt. Er schlief in einer muffigen Kajüte in einer engen Koje, in der er sich kaum umdrehen konnte, ohne sich blaue Flecke zu stoßen, den Atem ängstlich beengt durch das zweite Bett oder die Decke in Armhöhe über sich. Auch die Gesellschaftsräume des Schiffes waren finster und so niedrig, daß jeder an die Decke reichen konnte, von einer Nüchternheit der Architektur und der Ausstattung, die niederdrückend wirken mußte. In den engen Korridoren des schaukelnden Schiffes roch es nach Oel und Ruß, man stieß sich an den Wänden und stolperte über Taue und Schwellen. Die Kommunikation über die steilen, engen, schlüpfrig feuchten Treppen war anstrengend. Auf dem offenen Deck peitschte der Regen durch das Segeldach und der Wind fraß sich in die gereizten Nerven. Ueber Deck fror man in der Zugluft oder briet in dem blendenden, reflektierenden Sonnenlicht und hatte zum Ausschreiten keinen Platz. Die simple Erfindung des Deckliegestuhles vor ungefähr zwanzig Jahren wirkte epochal und dieser wurde schon für einen positiven Genuß angesehen. Unter Deck wußte der Reisende, tagein, tagaus gequält von dem Stampfen und Schütteln der Maschinen und der belästigenden Nähe der Mitreisenden, vollends nichts mit sich anzufangen. Sein Tag war ausgefüllt mit Essen, Trinken, Rauchen, Kartenspielen, ewig wiederholten Gesprächen von Seekrankheit und Seeabenteuern und mit der Lektüre weniger Bücher. Abgeschlagen aber ohne Schlafbedürfnis trieb ihn eine vorzeitige Nacht in das enge Bett. Das Maß dessen, was er an ge-

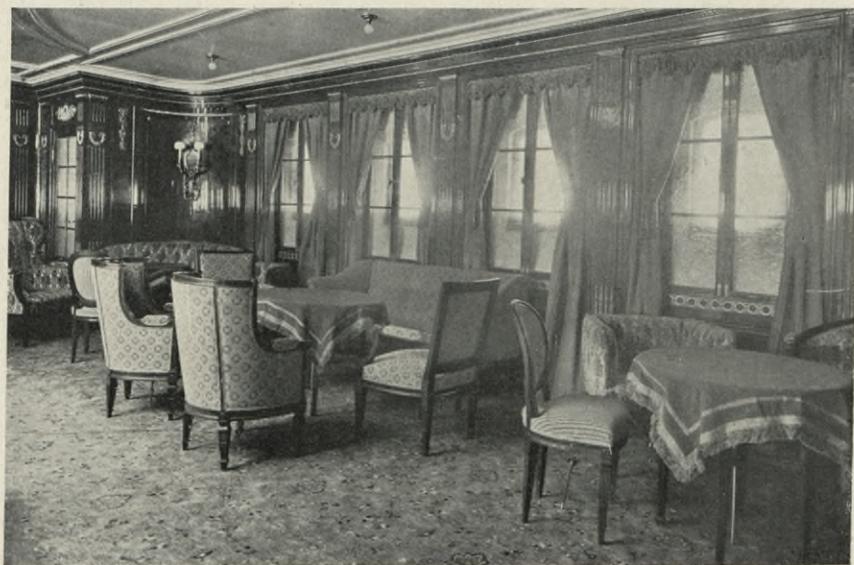


Abb. 21. Dampfer „Cleveland“ der Hamburg-Amerika Linie
Fensterpartie in der Halle

wohnter Beschäftigung, Bewegung, Bequemlichkeit, Anregung, Zerstreuung und Ablenkung gegenüber seinen Landverhältnissen hier entbehren mußte, war viel zu groß, um durch das ewig große und ewig gleiche Panorama von Meer und Himmel aufgewogen zu werden. Man muß sich ohne Sentimentalität sagen, daß der tiefe Eindruck des Meeralls nur dann empfunden werden und andauern kann, wenn er eine Bereicherung, eine Addition zur sonstigen Lebensfülle ist, und nicht bloß eine oft kärgliche Kompensation für zahllose Entbehrungen. Bei den Vergnügungsreisenden und bei den Zweckreisenden bildete sich daher die typische Anschauung, daß der Zauber der Seereise etwas Wunder-schönes wäre, wenn man ihn

„zu Hause“ haben könnte, und alle sehnten schließlich in ihrem Verlassenheitsgefühl das Ende der Reise immer sehnlischer herbei. Die Folge war, daß Vergnügungsreisende es bei der einen Seereise bewenden ließen, mit der sie zwar jahrelang im Freundeskreise prahlten, die zu wiederholen sie aber keine Lust fühlten; während Zweckreisende jeden neuen Reiseanlaß zu vermeiden trachteten und sich nur im Falle eines nicht zu beseitigenden Zwanges wieder zur Seefahrt entschlossen. Einmal war die Seereise eine ganz schöne Erinnerung, aber ihre Wiederholung scheute man.

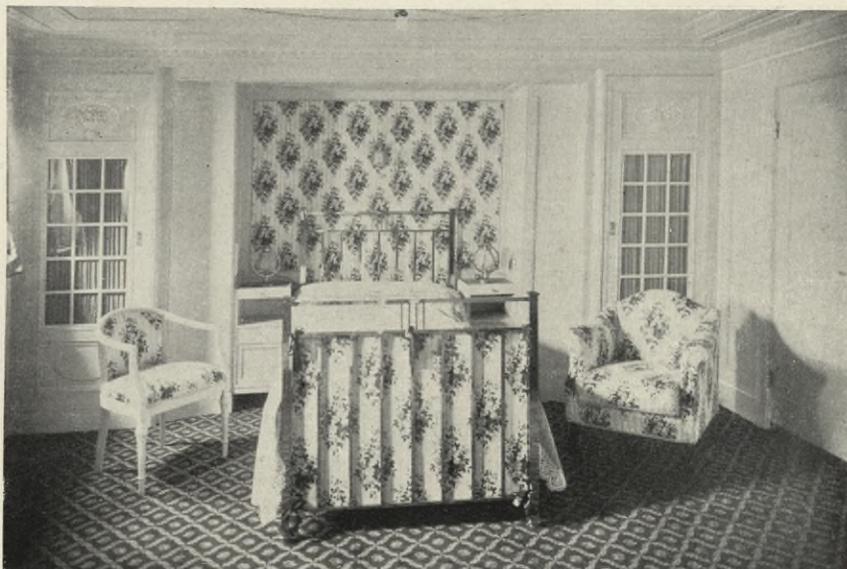


Abb. 22. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Schlafraum der Kaiserzimmer.

Entworfen von Frau Ilse Dernburg,
ausgeführt von Fittie & Michahelles, Hamburg

Nicht so sehr die Konkurrenz der Schifffahrtsgesellschaften als die Erkenntnis, diese prinzipiell feindlichen Gefühle in Seereiselust und Reisebedürfnis verwandeln zu müssen, waren die Ursachen der großartigen Anstrengungen im modernen Schiffbau, die zu einer ungeahnten Vervollkommnung der Hygiene und des Komforts geführt haben. Es ist nochmals anzumerken, daß alle diese Errungenschaften unter dem Gesichtspunkt der psychischen Hygiene als Erfordernisse und Notwendigkeiten angesehen werden sollen, da sonst eine Darstellung so vieler Pracht und Be-

quemlichkeit tatsächlich leicht zur Verurteilung einer scheinbar luxuriösen Verweichlichung führen könnte. Eine gültige Darstellung aller Komfort- und Bequemlichkeitseigenschaften auf modernen Schiffen zu geben, ist noch schwieriger als die Darstellung der rein hygienischen Vorkehrungen, da es hier noch viel weniger als dort (wo der Staat ein Mindestregulativ eingeführt hat) einen einheitlichen Standard gibt. Die Unterschiede auf den zurzeit im Verkehr befindlichen Personenschiffen sind im Gegenteil recht beträchtliche. Da aber bei der Rührigkeit unserer Schifffahrtsgesellschaften erfahrungsgemäß das Allerletzte sehr schnell zum allgemeinen Durchschnitt wird und von einem Allerallerneuesten überholt erscheint, ist es wohl



Abb. 23. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Elektrische Bäder

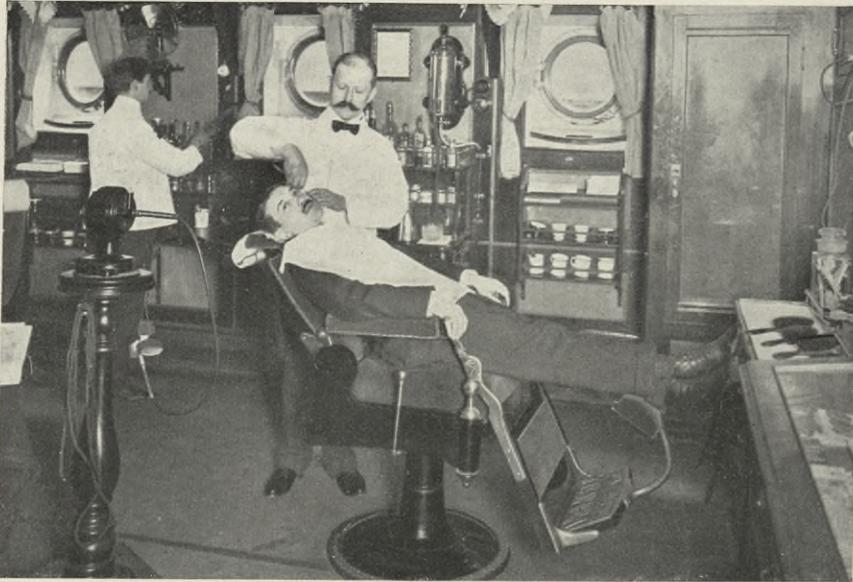


Abb. 24. Dampfer „Kaiserin Auguste Victoria“ der Hamburg-Amerika Linie
Beim Barbier

Spitzbergendampfer erforderte. Den Typ des Tropendampfers hat der Norddeutsche Lloyd kreiert, während die Touristenschiffahrt durch den Generaldirektor Ballin der Hamburg-Amerika Linie so recht eigentlich aus dem Nichts geschaffen und ausgestaltet worden ist. (Cooks parties in Gegenden, die oft erst kurz zuvor der Fuß des ersten Kulturpioniers betreten hatte, gab es schon zuvor. Aber das waren mehr strapaziöse Forschungs- und Studienreisen. Erst die einschneidende neue Idee Ballins, ein Schiff zum Stützpunkt, Standort und bleibenden, bequemen Heim einer ganzen Weltreise zu machen, hat diese Touristik zu wahren Vergnügungsreisen gemacht und ihre glän-

zende Entwicklung verursacht.) Ballin auch, mit seinen technischen Helfern, hat den für die hinsichtlich ihrer Rentabilität „gemischten“ Linien nötigen Spezialtyp erfunden, ein Schiff von solchen Dimensionen, daß es sowohl bei reinem Frachttransport wie bei reiner Personenbeförderung rentabel blieb, bei gleichzeitig doppelter Ausnutzung auch doppelten Gewinn brachte. Daß die außerordentliche Rentabilität dieser Schiffe am meisten ihre hygienische und komfortable Vervollkommnung ermöglicht hat, dürfte ohne weiteres klar sein. Schließlich wäre noch die Ausbalancierung der Schiffsklassen untereinander zu erwähnen, die zu einer noch weitergehenden Spezialisierung führte. Neben den vierklassigen Luxusdampfern, die man

angängig und am besten, jenen Stand der Einrichtungen dieser Darstellung hier zugrunde zu legen, wie er auf den 1907-1908 bis 1913 in Dienst gestellten Riesendampfern der Hamburg-Amerika Linie, des Norddeutschen Lloyd und der affilierten deutschen Linien zu beobachten ist, und wie er auf dem schon mehrfach genannten „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie seine vollständigste Zusammenfassung erreicht haben dürfte.

Es muß noch vorweggenommen werden ein Ueberblick über den Typ der Spezialschiffe, die heute in der Personenschiffahrt vorherrschend sind. Die Entwicklung der Personenschiffahrt hat auf der nordatlantischen Linie begonnen (Nordamerikadampfer). Als dann die Ausgestaltung von regelmäßigen Linien nach dem Mittelmeer, Afrika, Ostasien, Südamerika und Australien folgte, ergaben sich die Bedürfnisse für neue Spezialtypen des Schiffbaues, die teils den klimatischen Verhältnissen der Reise, teils den Besonderheiten der Personenfrequenz und Passagier-Zusammensetzung, endlich auch den kaufmännischen Rentabilitätsansprüchen des Betriebes angepaßt sein mußten. Hierzu kam noch die seit 1891 von der Hapag eingeführte Touristenschiffahrt (Seevergnügungsreisen), die eine außerordentliche Bedeutung erlangt hat und die Ausrüstung ganz komplizierter Spezialtypen wie zum Beispiel der Nordkap- und

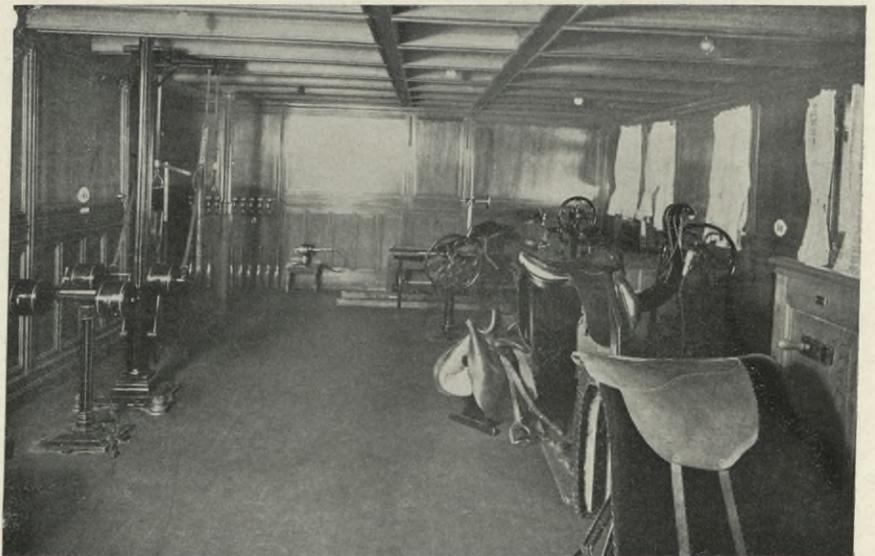


Abb. 25. Turnhalle des Dampfers „Kaiserin Auguste Victoria“
der Hamburg-Amerika Linie

gewissermaßen als Schlösser oder „Palasthotels“ anzusprechen kann, gibt es heute auch große, glänzend eingerichtete Spezialdampfer, die nur zweite und niedrigere Klassen führen und daher mehr einem vornehmen bürgerlichen Hotel verglichen werden können. Da nun die II. Klasse sozusagen die Klasse der weniger vermögenden Intelligenzkreise ist, worunter es viele empfindliche Menschen gibt, die eine Klassifizierung überhaupt verstimmt und die sich schnell verletzt fühlen, aus nur finanziellen Gründen gewissermaßen in eine zweite, mindere Menschheitsklasse herabgedrückt zu werden, so hat die Schaffung dieser neuen Spezialisierung auch neue

Auswege und Möglichkeiten gebracht, die menschlich angenehm empfunden werden, da der Verdruß des Vergleichs hier fehlt.

Nun kann die Darstellung der eigentlichen Inneneinrichtung und der Bequemlichkeitsvorkehrungen modernsten Stils folgen. Um zuerst mit den Kommunikationswegen, d. i. mit den Bewegungsmöglichkeiten zu beginnen, so ist vor allem auf die Weilläufigkeit dieser Anlagen hinzuweisen, die aus den ungeheuren, der Passagierzahl viel günstiger proportionierten Dimensionen des Schiffes resultieren, und die an Land gewohnten Verhältnisse nicht wesentlich verschlechtern. Zwei Promenadendecks und ein Sonnendeck I. Klasse, das größte davon mit einem Umfang von über 200 m bei einer Breite von 4–8 m ermöglichen ausgiebige Spaziergänge. Denn wenn jemand z. B.

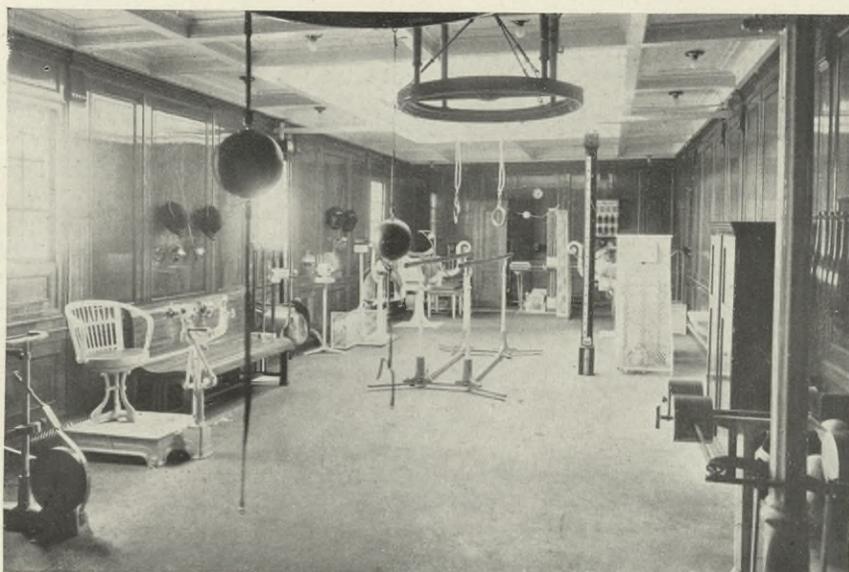


Abb. 26. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Turnhalle I. Kajüte

gewohnt ist, täglich 5 Kilometer zu gehen, so kann er dieses Pensum in ungefähr 25 Touren (in drei Etagen) auf glattem, ruhigem und freiem Boden in $1\frac{1}{4}$ Stunden erledigen. Ihm bleibt vollkommen das verrückt machende Gefühl der früheren Schiffsspaziergänge erspart, sich wie ein Tier im Käfig beständig nur im Kreis zu drehen und dabei noch unaufhörlich über Menschen zu stolpern. Auch vor Wind, Regen, Sonne und Zugluft ist er jetzt dabei ganz anders geschützt. Denn alle Decks sind jetzt fest überdacht, mit großen, den Blick gar nicht behindernden, leicht zu öffnenden und schließenden Fenstern versehen und nach allen Seiten hin durch Wände und Türen abzuschließen. Dieses Gefühl der Unbeengtheit behält er auch in seiner Kabine, die man heute ruhig als Zimmer oder Zimmerflucht bezeichnen darf. Hier ist nichts

mehr von dem anfänglich ulkigen und belustigenden, bald aber irritierenden Quid pro quo eines mechanischen Zaubertheaters, wie es die alte Schiffskajüte mit ihren zurückklappbaren Bettkojen, verwandelbaren Sofas und Waschtischen usw. darstellte; wo man keine Stühle hatte, dafür aber eine erfinderische Suche nach dem „praktischen“ Versteck der kleinen Gebrauchsgegenstände wie Wasserglas und Flasche usw. unternehmen mußte, und wo man nicht einmal selbst die Fensterluken öffnen konnte und durfte. Jetzt ist die Kabine ein richtiges viereckiges Zimmer mit richtigen viereckigen Fenstern, mit einem freistehenden (Messing-) Bett mit Stahlfedermatraße, mit freistehendem Waschtisch, mit freistehenden Sofas, Stühlen, Tischen und Schreibtischen, Schränken und Kommoden. Raumverschwendung kann natürlich nicht ge-



Abb. 27
Shuffleboardspiel auf dem Dampfer „Prinz Friedrich Wilhelm“
des Norddeutschen Lloyd



Abb. 28. Bordspiele auf dem Dampfer „Schleswig“ des Norddeutschen Lloyd, Kaukasusfahrt

trieben werden, aber es ist alles da, und zwar in schönster und gefälligster Ausführung. Alle Möbel sind in einem einheitlichen reinen Kunststil aus Edelmetall und feinsten Stoffen angefertigt, der Waschtisch schimmert in Fayence, Marmor und Glas, die Bronze- und Nickelbeschläge blinken, Seiden- oder Musselinvorhänge verzieren die Fenster, Holzläfelung und Teppiche und Bodenmatten machen die Räume warm, intim und behaglich. Es gibt nicht nur Deckenbeleuchtung, sondern auch eine Schreibtisch- und Bettlampe. Die Heizung ist regulierbar, alle Gebrauchsgegenstände sind offen zur Hand. Wer es sich leisten kann und es daher unentbehrlich gewöhnt ist, über mehrere Räume zu verfügen, kann auch dies haben. Die Anordnung der Kaiser-, Staats- und Luxuszimmer ist für gewöhnlich in festen Apartments von Schlaf- und Wohnzimmern, eigenem Baderaum und Toilette (zum Teil auch mit Privatveranden, die offene Meeresbalkons darstellen), sowie noch allenfalls Garderobe- und Frühstückszimmern vorgesehen. Doch kann für noch weitergehende Ansprüche eine Kombination von noch mehr Räumen ohne weiteres vorgenommen werden. Aber auch der gewöhnliche Passagier I. Klasse wird bei solcher Kabineneinrichtung und den ihm sonst noch zur

Verfügung stehenden vielfältigen gemeinschaftlichen Räumen keinerlei Gefühl örtlicher Beschränkung mehr empfinden. Es sei auch noch erwähnt, daß der allgemeine Gepäckraum jetzt so angelegt ist, daß er den Passagieren jederzeit zugänglich ist. Der Gepäcksteward sorgt dafür, daß sie ihre Koffer mühelos erreichen und benutzen können. Es braucht daher heute nicht mehr der wohlvorbedachten, minutiösen Verteilung der Reiseeffekten. Wie jederzeit frische Handtücher, Bett- und Badelaken zur Verfügung stehen, braucht man sich auch im Wechsel der eigenen Wäsche und Kleider keinerlei Beschränkung aufzuerlegen, die Wäscherei und Schneiderei halten alles imstande. Nach dem Schlaf kann er nach Belieben sich duschen, baden oder schwimmen. Es gibt keine Vormerkung und kein Gedränge mehr an den Badezellen, denn es kommen heute schon auf durchschnittlich 12 Passagiere eine Badezelle (und eine Toilette). Er kann nach Bedarf medizinische, elektrische, Luft-, Sonnen- und Dampfbäder erhalten, er wird massiert, mani- und pedikürt, rasiert und frisieret. Es gibt auf dem modernen Schiff keinerlei Einschränkung der Körperpflege. Er kann in der Zanderschen Turnhalle reiten, rudern und turnen, er kann fechten und hat Gelegenheit zu allerhand Decksspielen und Freiluftbewegungen. Der Deckwechsel führt ihn durch pompöse teppichbelegte Treppenhäuser, die auf veritable, elegante, mit Blattpflanzen geschmückte Hallen und Dielen münden; die obersten fünf Stockwerke (die für ihn ausschließlich in Betracht kommen) kann er aber auch im Lift durchfahren.

Der eigentliche Repräsentationsraum des Schiffes ist der große, feierliche Speise- und Festsaal. In ihm kulminiert, was an fürstlichem Prunk auf dem modernen Ozeandampfer vorhanden ist. Er ist heute zwei Stockwerke hoch, von Tageslicht durchflutet und erstrahlt abends heller im Glanz



Abb. 29. Bordspiele auf dem Dampfer „Großer Kurfürst“ des Norddeutschen Lloyd

seiner tausend Lichter als ein Schloßsaal bei der Empfangscour. Aber irgendeine zereemonielle Steifheit vermeidet man bei seiner Ausgestaltung. Er ist gerade so elegant wie ein öffentlicher Treffpunkt einer ganz mondänen und eleganten Welt in Berlin, Paris oder London nur sein kann, und man empfindet es als selbstverständlich, in diesem festlichen Milieu nur im Abendanzug zu dinieren. Aber sonst behält man alle an einem öffentlichen Ort gewünschte Freiheit. Sogar die lange und unbequem verpflichtende Schiffstafel ist abgeschafft, und man speist neuerdings im Freundes- oder Bekanntenkreis an kleinen Tischen zu zwei bis zwölf Personen. Silberzeug, feinstes Damast, erlesenstes Porzellan und Kristallglas, selbst der blühende Tafelschmuck fehlen nicht. Speiselifts und die geschulte Gewandtheit der servierenden Stewards ersparen einem allen störenden Lärm der Bedienung. Die Speisenfolge ist nicht deshalb so lang, damit man sie mit pedantischer Gründlichkeit von A bis Z herunterißt, sondern damit man eine bequeme Wahl hat. Für die ganz Bequemeren oder für die mit anderen Gedanken Beschäftigten, die die qualvolle Wahl aus einer langen Speisekarte scheuen, sind schon passende Zusammenstellungen fertig angemerkt. Es sei nebenbei erwähnt, daß weder hier noch sonst-



Abb. 30. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Fest- und Ballsaal

wo auf dem Schiff irgendein Alkoholzwang oder Strafbuchschlag bei Nichtkonsumierung von Getränken eingeführt sind. Wem aber Table d'hôte-Verpflegung mit ihren festen Speisestunden überhaupt nicht paßt, dem steht ein à la carte-Restaurant und Grill-Room mit ständigem Betrieb (Ritz-Carlton-Restaurant) zur Verfügung, das auf dem Niveau eines erstklassigen Weinrestaurants mit bester französischer Küche geführt wird und das alle vorgeschilderten Bequemlichkeiten der Bedienung und Eleganz bietet. Kaffeemahlzeiten und kaltes Abendbrot nimmt man am besten in dem Wiener Café (Raucher- und Nichtraucherabteilung) oder in der in Halbachitektur ausgeführten, und neuer-

dings offenen Kaffeelaube ein, ein kleiner Herrentrunk erledigt sich am besten an der Bar. Als Gesellschafts-, Lese-, Schreib- und Ruheräume stehen der Rauchsalon und der Damensalon, beides Zierstücke vollkommener Innenarchitektur, und neuerdings auf dem „Imperator“ gar ein großer, vom Treibhaus versorgter und vom Gärtner gepflegter Wintergarten zur Verfügung, dessen erfreuliche Wirkung (auf den menschlichen Sinn für die grünende, blühende, duftende Vegetation) die Gemütsverfassung der Passagiere ganz wesentlich stimuliert. Fast alle diese Räume haben reiches Oberlicht und splendideste künstliche Beleuchtung. Für ihre Einrichtung und Ausstattung in vornehmen Kunststilen



Abb. 31. Grillroom im friesischen Styl auf den Turbinendampfer „Imperator“
Entwurf und Ausführung: Fittje & Michahelles, Hamburg

scheint der Reederei kein Material und keine Arbeit teuer genug gewesen zu sein. Seidenapeten, Brokatportieren, Perserteppiche, Gemälde, Fresken und Kunstbronzen, Marmorkamine, Klubauteuils, Gobelins, Bibelots und kunstgewerbliche Gebrauchsgegenstände schmeicheln überall dem ästhetischen Verständnis. Der Internationalität des Publikums entsprechend herrschen die allgemein beliebten klassischen und französischen Stile der Inneneinrichtung (Rokoko, Barock, Renaissance, Empire, Louis XVI. usw.) vor. Doch hat z. B. der Norddeutsche Lloyd erfreulicherweise das neue deutsche Kunsthandwerk, das sich in der Welt schon viel Geltung erobert hat, schon wiederholt zur Ausgestaltung der Innenräume beigezogen. Mit den führenden Künstlern dieses Gebietes (Bruno Paul, Schröder und andere) hat auch die moderne Malerei und Plastik Einlaß gefunden. Immer und überall aber ist auf einen reinen, mit dem gegebenen Ortsmilieu nicht kontrastierenden Kunststil Bedacht genommen, und die geschmackbeleidigenden Misch- und Kompromißstile sind jetzt ganz verpönt.

Aber der Zweckreisende und nicht viel weniger der Vergnügensreisende verlangt nicht nur Eleganz und Bequemlichkeit für Ruhe und Muße, er will auch geistige Anregung, Ablenkung und die Hilfsmittel für geistige Arbeit oder Beschäftigung. Er findet heute alles: eine große belletristische Bibliothek (auf dem „Imperator“ z. B. beläuft sie sich auf weit über 2000 Bände), eine Buch- und Zeitschriftenhandlung, ein Bureau mit Schreibmaschine und Stenotypistin, Safes für seine Wertpapiere. Post und drahtloser Telegraph stehen ihm zur Verfügung. Die Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie (System Telefunken) telegraphiert den Schiffen alle wichtigeren politischen und wirtschaftlichen Nachrichten, und läßt durch die an Bord etablierte Zeitungsredaktion und Druckerei eine zweisprachige, illustrierte Tageszeitung herausgeben, die den gewünschten geistigen Kontakt mit den Kontinenten aufrethält und Lokalnachrichten aus dem Schiffsleben verbreitet, an denen es bei einer Einwohnerschaft von 4000 bis 5000 Menschen wahrlich nicht mangelt. Der Vergleich der neuen Ozeanriesen mit einer kleinen Stadt von musterhafter Kommunalorganisation ist tatsächlich nicht mehr übertrieben. Denn was fehlt denn hier noch, von Straßen, Parks, öffentlichen Lokalen, Kulturwohnungen, Kinderspeise- und Spielsälen, Spielplätzen angefangen bis zu dem erforderlich vorhandenen Gewerbebetrieb? Ist z. B. jemand Amateurphotograph, so muß er sich nicht bloß mit dem Knipsen begnügen, er kann in der Dunkelkammer die Bilder auch entwickeln, erhält alle Entwicklerchemikalien, Kopiermaterialien und Filmrollen zu kaufen. Auch der Verkehr auf dem Schiff ist bei so vielen Bewegungs-, Arbeits- und Zerstreuungsmöglichkeiten nicht mehr das wahllose Beieinanderhocken ungleichartiger Menschen, sondern der klug wählende und zurückhaltende Ausleseverkehr Gleichgesinnter in einer

Stadt. Man kann sich zurückziehen, vereinbart Rendezvous durch das Schiffstelephon, Callboys übermitteln Botschaften, man trifft sich nach Verabredung auf den Decks, die wie Straßen benannt sind, man trifft sich bei den Konzerten des großen Schiffsorchesters oder der Salonkapellen in französischer Besetzung. Bei dieser Art des Verkehrs wird die Apathie der Unvermeidlichkeit, des Durchkauens längst erledigter Gespräche vermieden und der Geselligkeitssinn frisch erhalten. Der Schiffsflirt hat alle die reizenden Heimlichkeiten des Landflirts behalten, man sendet seiner Dame Blumen mit einem Billet und trifft sie abseits vom wachenden Verwandten- und Bekanntenkreis. Bälle, Festdiners bei patriotischen Anlässen, Konzertveranstaltungen, rezitatorische und kabarettistische Darbietungen fehlen fast nie, da auch der musikalische und dramatische Künstler zu den ständigen Gästen der Schiffe gehört und sich gern zu Produktionen erbitten läßt, wenn es sich um eine Unterstützung armer Auswanderer oder neugeborener Schiffskindlein handelt.

Was hier als Standard des Komforts für die erste Klasse geschildert wurde, ist entsprechend unserer Gesellschaftseinteilung nach sozialmateriellen Stufen und parallelen Bedürfnissen und Gewohnheiten, abgestuft auch für die anderen Klassen vorgesehen. Wesentliche oder gar unerträgliche Einschränkungen gegenüber seiner sonstigen physischen und geistigen Lebensweise und Beschäftigung braucht heute niemand mehr an Bord zu erleiden. Erst aber bei diesem Zustand bietet das Leben und der Betrieb im Schiff ein Eigeninteresse, und jetzt erst kann der tiefe Eindruck der Meeresnatur (an Stelle der sonst gewohnten Stadtbilder, Landschaften, Gebirge) eine wirkliche Bereicherung der Lebensfülle bedeuten. So jemand nur überhaupt empfänglich ist für die Wunder des See- und Himmelsrundes in ihren ewig wechselnden Lichtspielen.

Aber zum Wohlbehagen und Wohlbefinden in einem Kommunalwesen gehört auch noch das Gefühl persönlicher und allgemeiner Sicherheit, das Vertrauen auf die Verlässlichkeit und Genauigkeit der Organisation und auf ausreichenden Schutz vor Gefahren. Ohne diese Gefühle würde sich der Schiffsinsasse beständig im Zustande ängstlicher Erregtheit befinden, die seinem Wohlbefinden schädlich wäre und die Wirkungen der Schiffshygiene und des Schiffscomforts illusorisch machte. Da es sich aber nicht nur um ein Kommunalwesen, sondern vor allem und zu allererst um ein Transportmittel, um Beförderung handelt, so kommen noch die Fragen nach Schnelligkeit, Regelmäßigkeit und Pünktlichkeit als vertrauens- und ruhefördernde Elemente für den Passagier hinzu.

Das Kommunalwesen des Schiffes steht unter dem Seegesetz, dessen Anwendung der Kapitän zu wahren hat. Er ist der inappellable Mund der Schiffsführung, Verwaltung und Polizei. Daß man auf dem Schiff mehr persönliche Sicherheit und Schutz vor kriminellen Attacken genießt als



Abb. 32. Turbinendampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Ritz-Carlton-Restaurant

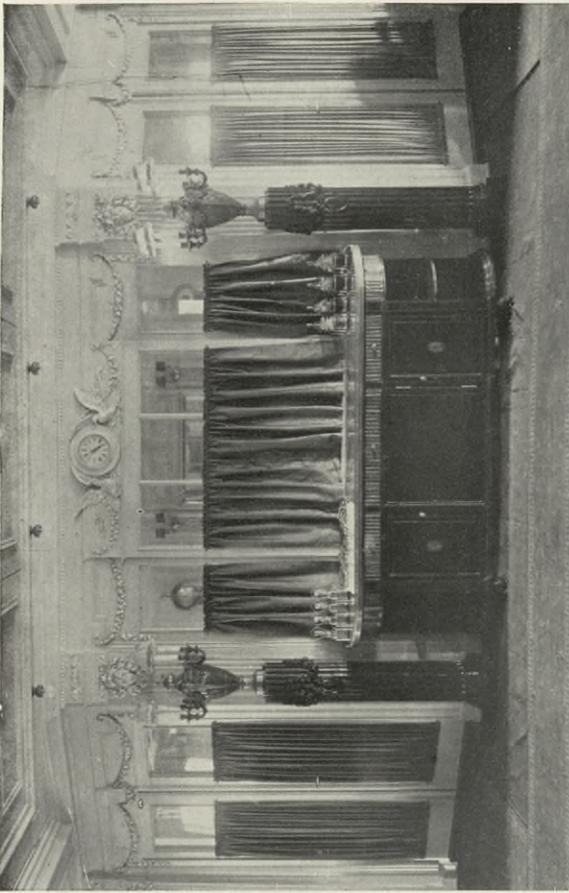


Abb. 33. Buffetparlie S. S. „König Wilhelm“ der Hamburg-Amerika Linie
hergestellt von J. D. Heymann, Hofl., Hamburg

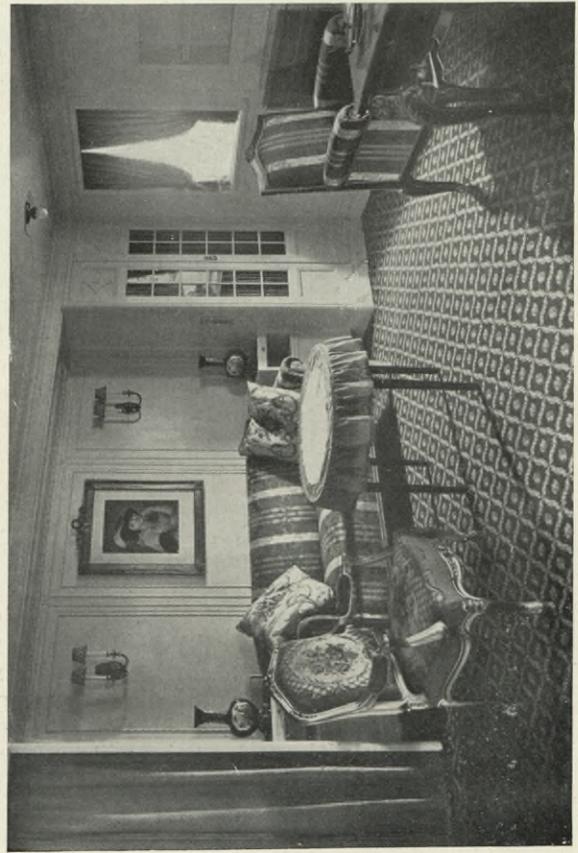


Abb. 34. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie
Kaminparlie des Rauchsalons

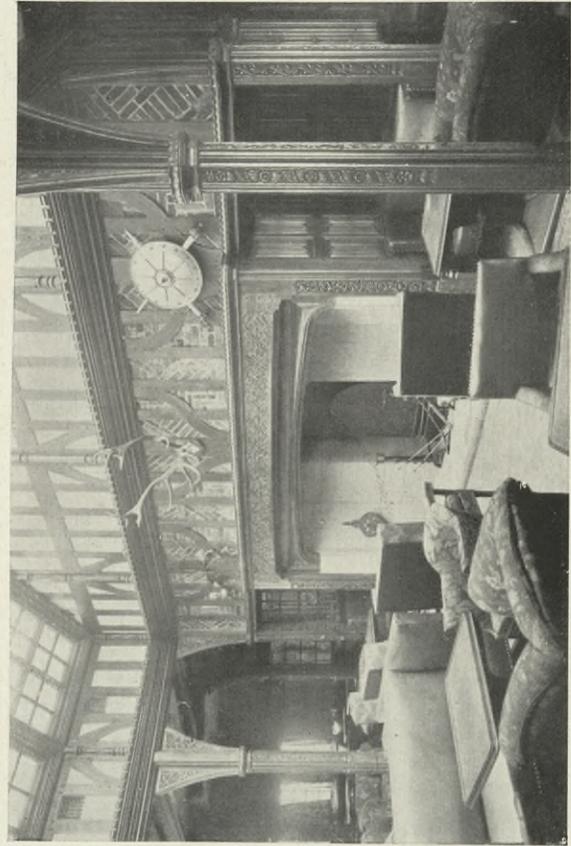


Abb. 35. Turbinenschnelldampfer „Imperator“. Salon der Kaiserzimmer
Entwurf von Frau Ilse Dernburg, ausgeführt von Fitje & Michahelles, Hamburg



Abb. 36. Privat-Speisesalon des Dampfers „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie

irgendwo auf dem Festlande, ist bei der Uebersichtlichkeit und Abgegrenztheit dieses Gemeinwesens selbstverständlich. Unbotmäßigkeit oder Streik der Unterbeamten ist seit Jahrzehnten nicht mehr vorgekommen und ist bei der strengen Prüfung und Auswahl des bewährten Personals ausgeschlossen. Die elementarsten Schutzvorkehrungen, Feuerwehr und Rettungsdienst, sind in der sogenannten Sicherheitsrolle, die jedem Manne der Schiffsbesatzung im Gefahrsfalle seinen Platz und seine Funktion vorschreibt, bis ins kleinste und peinlichste reguliert. Die vollkommene Beherrschung aller dieser Maßregeln durch die Schiffsmannschaft in immer wiederholten Manövern zu erproben, ist strenge Vorschrift. Ihre ordnungsmäßige Durchführung im realen Anwendungsfalle ist dann nur eine Frage der Mannschaftsdisziplin. Daß aber Deutschland überhaupt die diszipliniertesten Menschen hat, und daß seine Schiffsdisziplin die eisernste und verlässlichste aller Flaggen ist, diese allgemein anerkannte Tatsache hier nochmals beweisen, hieße Gläubige zum Evangelium bekehren wollen. Fast ebenso überflüssig ist es, hier nochmals auf die neuerdings ergänzten Bestimmungen über Zahl, Größe, Seetüchtigkeit und Ausrüstung der (jetzt während der Fahrt stets ausgeschwenkten) Rettungsboote, über das Vorhandensein von Rettungsgürteln, Schwimm-

westen und dergleichen anzuführen. Der „Imperator“ z. B. hat auch noch zwei Benzinmotorbarkassen an Bord, die im Falle eines wirklichen Debacles die ausgesetzten Boote zusammenhalten und abschleppen. Die Davits sind auf fast allen neueren Passagierdampfern der großen deutschen Reedereien so eingerichtet, daß alle Boote leicht auf der einen oder andern Bordseite des Schiffes zu Wasser gebracht werden können, so daß selbst im Falle des seitlichen Ueberliegens des havarierten Dampfers die Zahl der benützbaren Boote nicht vermindert wäre. Der telephonisch angeschlossene Ausguck, der große Scheinwerfer, die Unterwasserschallsignale, der drahtlose Telegraph arbeiten und wachen bei Nacht und Nebel. Schließlich: was Menschenkraft, Menschenwissen und Menschenzucht zu produzieren und vorzukehren vermag, ist hier geschehen. Die in jahrzehntelanger Beobachtung ermittelte Maximalstärke von Wetterkatastrophen, Materialschäden und Maschinenbrüche können solche Schiffe nicht mehr hilflos machen, geschweige zum Untergang bringen, da bei dem ausgebildeten System der Quer- und Längsschotten die Schwimmfähigkeit dieser Dampfer kaum mehr vernichtet werden kann. Mehr kann man nicht tun. Was darüber hinaus sich er-

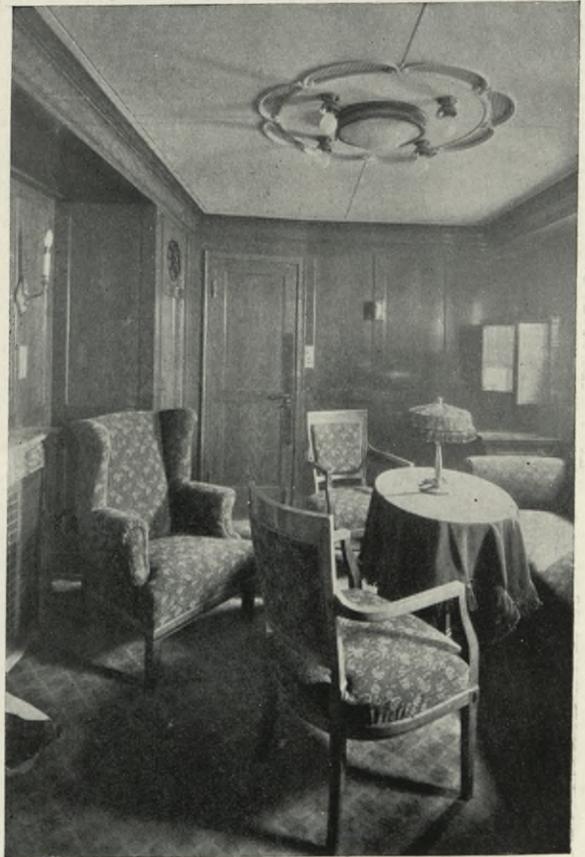


Abb. 37. Turbinenschnelldampfer „Imperator“ der Hamburg-Amerika Linie, Luxuszimmer, ausgeführt von J. D. Heymann, Hofl., Hamburg

eignet, ist als das vorbestimmteste Schicksal hinzunehmen, das in der ganzen Welt über Menschenwitz und Willen mächtig bleibt.

Die Schnelligkeit und Pünktlichkeit des Verkehrs ist bei der Kostbarkeit unserer Zeit natürlich ein Hauptfordernis der bequemen Reise. Nichts verstimmt den Passagier mehr als die Empfindung, zu langsam und unzuverlässig befördert zu werden. Da

ist zu sagen, daß die neuen Schiffe der großen deutschen Gesellschaften mit ihrer durchschnittlichen Fahrzeit stets ganz nahe am Rekord der Strecke bleiben. Es gibt da nur Unterschiede von Stunden. Oft genug waren sie

(hauptsächlich die „Hamburg-Amerika Linie“) Inhaber des „blauen Bandes“ des Ozeans für die größte erreichte Schnelligkeit. Wenn man heute die

Jagd nach dem Rekord im Schiffsbetrieb wieder eingeschränkt, so geschieht dies in der Erkenntnis, daß es eigentlich Sache des konstruierenden Schiffbauingenieurs ist, den

Rekord zu drücken und nicht Sache des Schiffführers, dem der Ehrgeiz und

die sinnverwirrende Aufregung der Jagd (der Schnelligkeitswahnsinn) die Ruhe und Ueberlegenheit in unverantwortlicher Weise nehmen könnten. Ein zeitlicher Vorsprung von 3–4 Stunden bei einer Reise von sechs Tagen hat keinerlei Bedeutung, am allerwenigsten auf der Fahrt nach New-York. Die schnellsten Schiffe erreichen heute diesen Hafen am Morgen des sechsten Tages nach Eröffnung der dortigen Quarantäne. Ein weiteres Herabdrücken des Rekords hätte nur dann einen praktischen Sinn, wenn das Schiff zwölf Stunden

früher, am Abend des fünften Tages vor Schluß der New-Yorker Quarantäne, eintrafen könnte. Denn sonst würde es nutzlos vor dem Hafen liegen, und für den Passagier wäre mit all dem Aufwand von Kohle, Arbeit, Hast und Gefahr nicht eine Minute Zeit gewonnen. Das Herabdrücken des Rekords um 12 Stunden auf dieser Strecke scheint aber bei dem augenblicklichen Stand maschineller

Leistungsfähigkeit mit Rücksicht auf die Kosten ausgeschlossen; eine solche wesentliche Beschleunigung der Fahrt wird wohl erst ein ganz neuer Schiffstyp bringen. Daß Regelmäßigkeit, Pünktlichkeit und Dichtigkeit des Verkehrs auf allen von deutschen Gesellschaften betriebenen Linien das von den Verhältnissen erforderte Maximum zu meist übertrifft (unsere großen Reeder sind nicht nur kluge Kaufleute, sondern auch voraussehende, erzieherisch und revolutionierend wirkende Handels- und Verkehrspolitiker), ist bekannt.

Der Ueberblick über die hier dargestellte Entwicklung im modernen Schiffbau lehrt, wie

schwer es dem Vorstellungsvermögen des Laien ist, ihr begrifflich zu folgen, und wie schwer es der Sprache fällt, diesen rapiden Aufstieg metaphorisch auszudrücken. Als die Schiffe eine Größe von 5000 Br.-Reg.-Tonnen erreicht hatten, nannte man sie schon die Riesen des Weltmeeres. Später wurden sie schwimmende Hotelpaläste genannt. Heute, wo die zehnfache Größe und eine Einwohnerschaft von 5000 Menschen überschritten ist, spricht man mit Recht von schwimmenden Städten. Aber die Vorbildlichkeit ihres Komforts und der



Abb. 38. Kaiserzimmer auf dem Lloydampfer „George Washington“

hygienischen Einrichtungen hat das Wort von den „schwimmenden Sanatorien“ und von ambulanten Kurorten veranlaßt. Tatsächlich gibt es heute schon neue Heilmethoden und Krankenbehandlungen (Thalassotherapie), die auf der Ausnützung der im modernsten Seeverkehr gegebenen hygienischen und therapeutischen Möglichkeit fußt, und viele Aerzte senden schon ihre Patienten (besonders Kehlkopfleidende, Nervenranke und Neurastheniker, katarrhalische Rekonvaleszenten usw.) nicht mehr ins Seebad oder in den Luftkurort, sondern dorthin, wo eine Kombination dieser beiden geboten wird, auf die Seereise



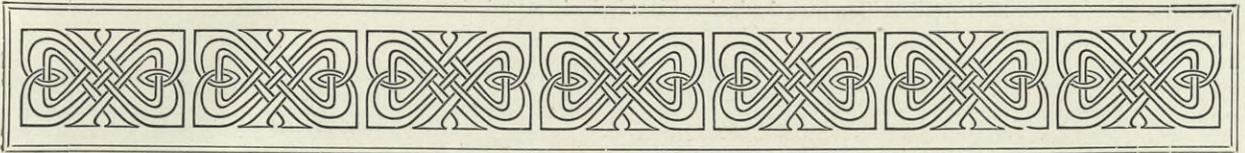
Abb. 39. Dampfer „Prinz Friedrich Wilhelm“ des Norddeutschen Lloyd
Feststellen der Sonnenhöhe



Abb. 40. Turbinenschneldampfer „Imperator“
der Hamburg-Amerika Linie
Treibhaus für Blumenzucht

mit einem modernen Musterdampfer. Was aber könnte mehr als gerade diese autoritative medizinische Anerkennung die erreichte Vervollkommnung des gesunden Schiffslebens beweisen?

Ein Mann, ein Volk haben das Recht, stolz zu sein auf das, was sie für die Allgemeinheit geleistet haben. Das, was hier in nüchterner Zusammenfassung dargestellt wurde, ist ein Stück aus einem der wichtigsten Kapitel der Menschheitsgeschichte und der Weltwirtschaft: aus dem Kapitel des Weltverkehrs, den der Aufschwung der überseeischen Personenschiffahrt erschlossen hat. Hier ist wirkliches kulturelles Gut, kulturell Entscheidendes geschaffen worden. Und daß der Aufschwung der Personenschiffahrt, der durch die Entwicklung der hier dargestellten Elemente am wesentlichsten bedingt war, unter der stetigen, unbestrittenen und unerreichten Führerschaft Deutschlands vor sich gegangen ist (alle Völker der Welt fast fahren am liebsten auf deutschen Schiffen, die heute vom Kiel bis zum Flaggenknopf in allen Teilen deutsche Arbeit sind), vor sich gegangen in seinem größten und wichtigsten Abschnitt unter der Regierung und dem verständnisvoll fördernden Schutz des großen Friedenskaisers Wilhelm II., das wird mitaufgeschrieben bleiben auf dem Ehrenblatte Deutschlands in dem ewigen Buche der großen, menschlichen Kulturgeschichte.



Die deutsche Eisenindustrie und der deutsche Schiffbau

Von Dr.-Ing. Schroedter, Düsseldorf

Während in Deutschland im Jahre 1888 sich die Gesamterzeugung an Stahl auf 1 298 574 t belief und der Tonnengehalt der vom Stapel gelassenen Handelsschiffe 49 289 betrug, erzeugte im Jahre 1912 unser Vaterland 15 019 333 t Stahl und

Licht zu stellen, sei auf das Schaubild Abb. 1 „Die Roheisenerzeugung der hauptsächlichsten Länder der Erde“ verwiesen. Während im Jahre 1888 die deutsche Roheisenerzeugung ziemlich genau die Hälfte der britischen betrug, stieg sie von da ab in

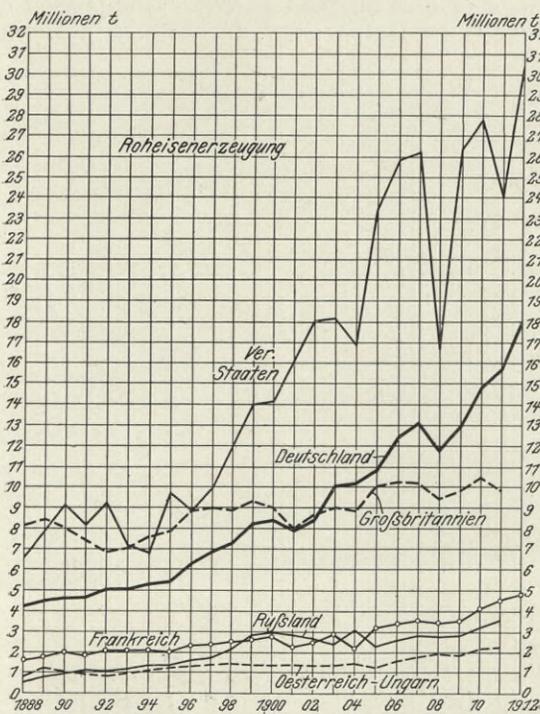


Abb. 1
Die Roheisenerzeugung der hauptsächlichsten Länder der Erde von 1888 bis 1912

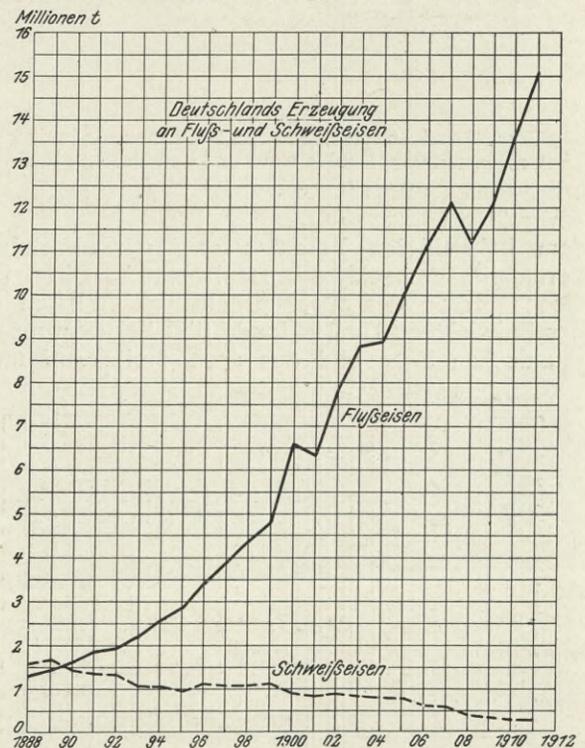


Abb. 2
Die Erzeugung an Fluß- und Schweißseisen in Deutschland von 1888 bis 1912

der Schiffstonnengehalt stieg auf 375 317. Diese Zahlen kennzeichnen den gewaltigen Aufschwung, den Schiffbau und Eisenindustrie, diese beiden in enger Beziehung zueinander stehenden Industrien, unter der Regierung Kaiser Wilhelms II. genommen haben.

Um den Siegeslauf der deutschen Eisenindustrie in der Berichtsperiode in das richtige

stetiger Weise, überschritt im Jahre 1902 zum ersten Male die britische Erzeugung und scheint zurzeit nicht mehr weit von dem Punkte entfernt zu sein, an dem sie das Doppelte der englischen Erzeugung, die in dem letzten Vierteljahrhundert keinen nennenswerten Fortschritt aufzuweisen hat, erreicht hat. Von allen Ländern der Erde haben nur die Vereinigten Staaten von Nordamerika in

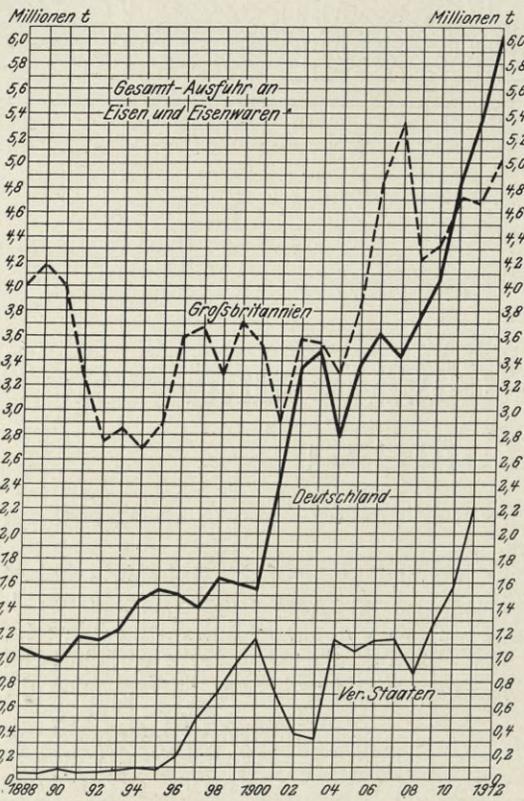


Abb. 3
Gesamtausfuhr an Eisen und Eisenwaren aus Großbritannien, Deutschland und den Vereinigten Staaten von 1888 bis 1912

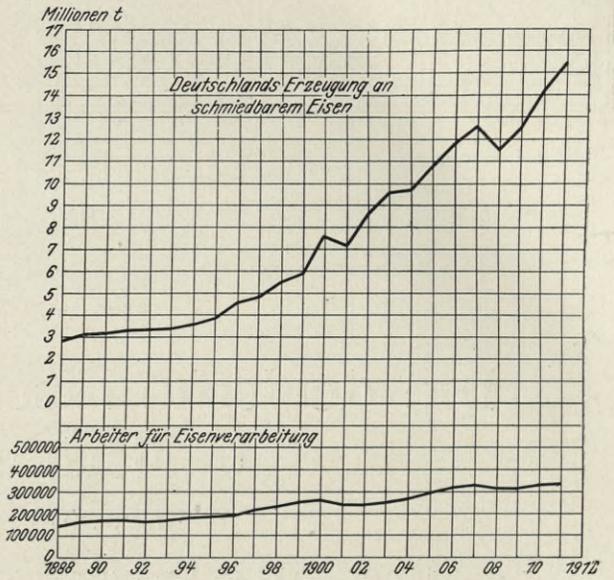


Abb. 5
Die Erzeugung an schmiedbarem Eisen und die Zahl der dabei tätigen Arbeiter in den Jahren von 1888 bis 1912

Nieder auf, das kennzeichnend für die Verschiedenheit in den wirtschaftlichen Verhältnissen dieser beiden Staaten ist. Die übrigen in Betracht

dem betrachteten Zeitraum größeren absoluten Fortschritt gemacht als Deutschland. Aber im Gegensatz zu der ausgesprochenen Stetigkeit in der Entwicklung Deutschlands fällt bei dem amerikanischen Schaubild das sprunghafte Auf und

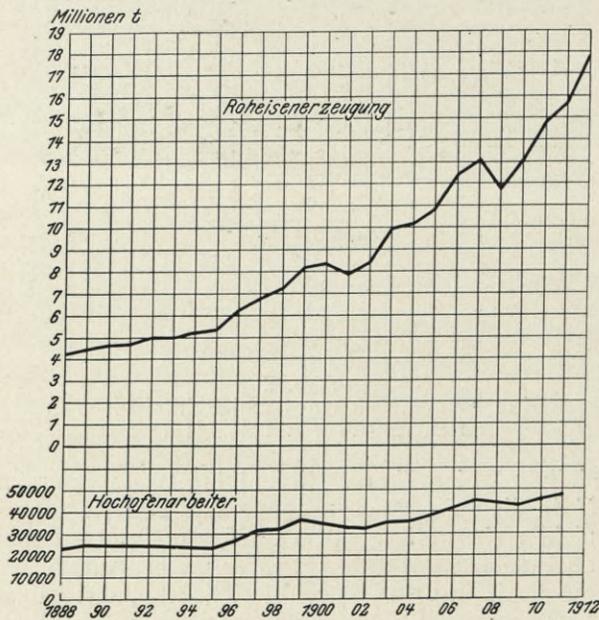


Abb. 4
Die Roheisenerzeugung und die Zahl der Hochofenarbeiter in Deutschland in den Jahren 1888 bis 1912

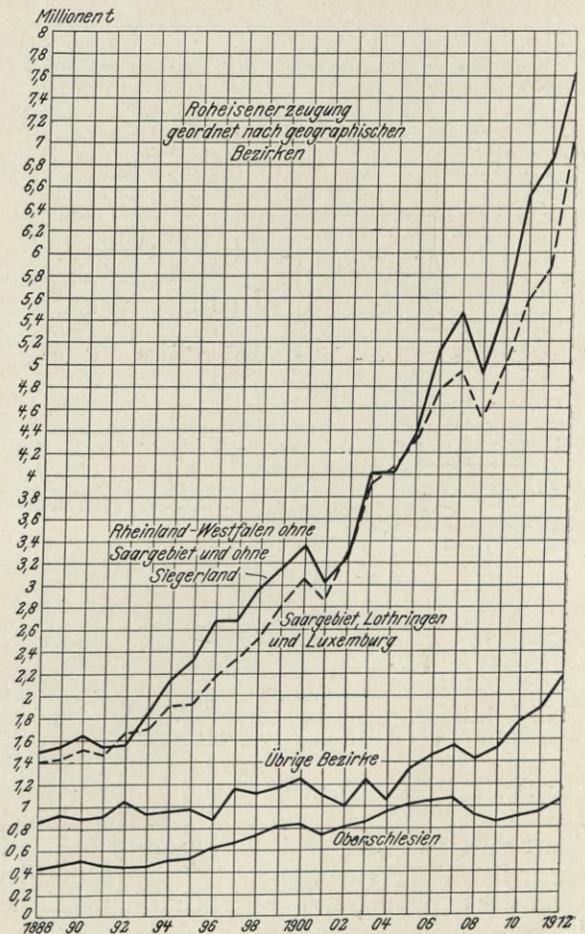


Abb. 6
Die Roheisenerzeugung Deutschlands, geordnet nach geographischen Bezirken von 1888 bis 1912

kommenden Staaten haben einen ruhigen Fortschritt zu verzeichnen, jedoch fällt bei Frankreich auf, daß es seit Beginn des Jahrhunderts eine stärkere Produktionszunahme zeigt, die auf die neuere Entwicklung der Eisenerzförderung in den lothringischen Eisenerzbecken zurückzuführen ist.

In ähnlicher, jedoch noch schärfer ausgeprägten Weise als die Roheisenerzeugung hat sich die Stahlerzeugung vergrößert. Während vor 25 Jahren

nen Tonnen auf etwa $\frac{1}{4}$ Million Tonnen im Jahre 1912 zurück. (Siehe Abb. 2: Die Erzeugung von Schweißisen und Flußeisen 1888 bis 1912.)

Diese beispiellose Entwicklung, die der Regierungszeit Kaiser Wilhelms II. in den Annalen unserer Geschichte immerdar einen ausgezeichneten und denkwürdigen Platz sichert, ist nur dadurch möglich gewesen, daß unsere Eisenwerke, die bis zum Schluß des vorigen Jahrhunderts einen

Roheisen, Rohstahl und Schiffbau.

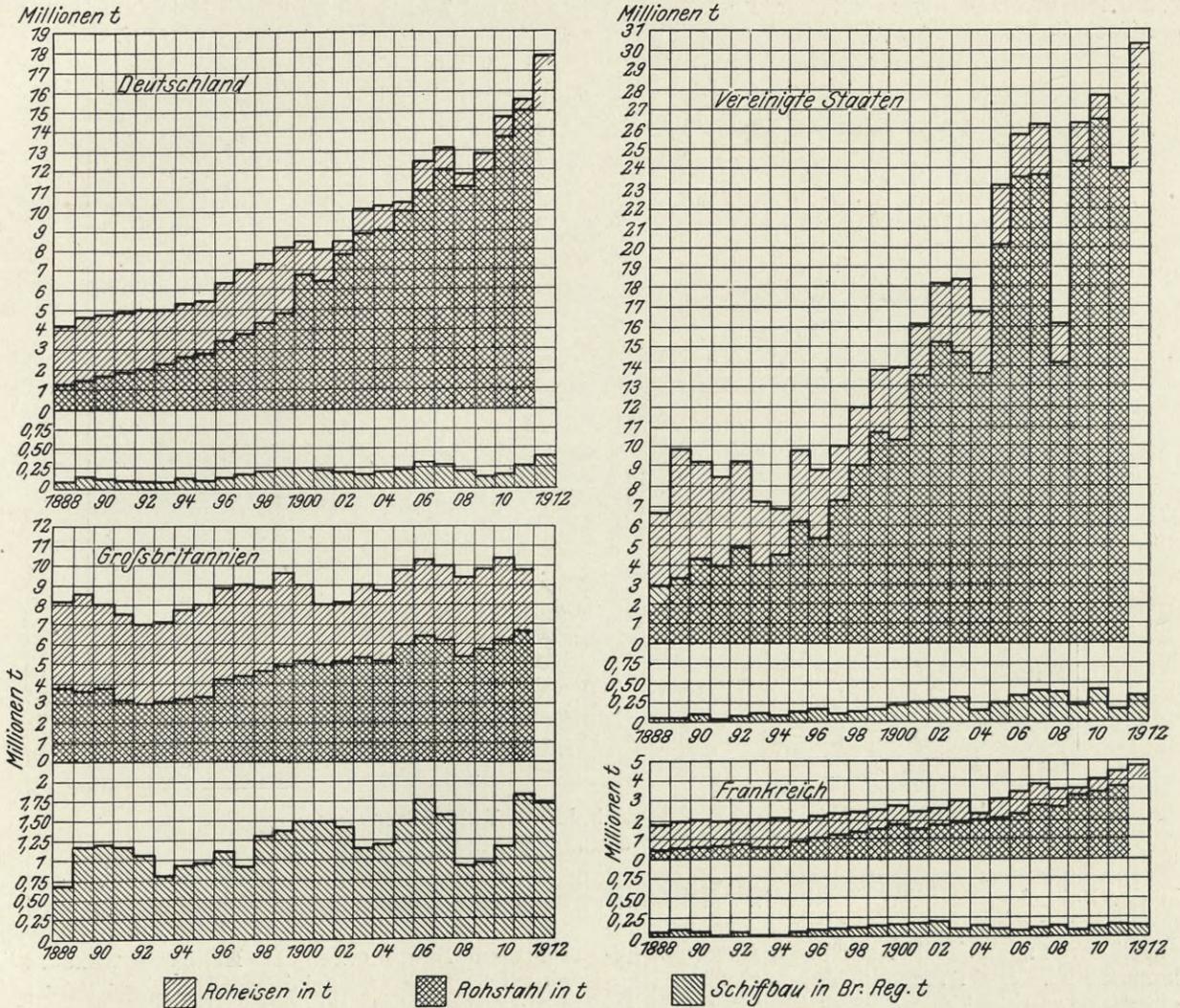


Abb. 7.

Die Erzeugung von Roheisen und Rohstahl in Tonnen und Schiffbau nach Tonnengehalt in Deutschland, Großbritannien, Frankreich und den Vereinigten Staaten in den Jahren 1888 bis 1912

unter den Rufen „Hie Schweißisen“ und „Hie Flußeisen“ auf der ganzen Linie der Kampf zwischen diesen beiden Materialien tobte und damals noch die Schweißisenerzeugung diejenige von Flußeisen überwog, trat im Jahre 1889 zum ersten Male in der Statistik das Uebergewicht von Flußeisen hervor und während die Stahlerzeugung bis heute einen rapiden Aufstieg von $1\frac{1}{4}$ Millionen bis auf 15 Millionen Tonnen im Jahr nahm, fiel gleichzeitig die Schweißisenerzeugung von $1\frac{1}{2}$ Millio-

verhältnismäßig geringen Anteil an der Versorgung des Weltmarktes mit Eisen und Stahl nahmen, sich die Pflege der Ausfuhr ganz besonders angelegen sein ließen. Als im Jahre 1900 die neuen gemischten Werke an der Westgrenze in Betrieb genommen waren, da setzte zur Unterbringung ihrer Mehrerzeugung auch gleichzeitig die Steigerung der Ausfuhr ein und wie das Schaubild (Abb. 3), das einen Vergleich der Ausfuhr von Deutschland, Großbritannien und den Vereinigten Staaten vor-

führt, ausweist, hat im Jahre 1910 die deutsche Ausfuhr diejenige Englands, die bis dahin den Weltmarkt beherrschte, überflügelt und im vorigen Jahre um etwa 1 Million Tonnen Gewicht überschritten. Es ist dies ein Vorgang, der natürlich für die Handelsbilanz und die gesamten wirtschaftlichen Verhältnisse wie für die Machtstellung Deutschlands von allergrößter Bedeutung ist.

Die enorme Zunahme der jährlich auf unseren Werken hergestellten Mengen von Eisen hat sich natürlich nur vollziehen können, indem sie gleichzeitig mit einem außerordentlichen Fortschritt in der Technik verbunden war, einem Fortschritt, der

der weitere Umstand außer Auge gelassen werden, daß die körperliche Inanspruchnahme des Einzelnen in den Eisenhütten im Laufe des Jahres durchschnittlich ganz erheblich geringer geworden ist, was aber im einzelnen nachzuweisen hier zu weit führen würde.

Gleichzeitig mit der zunehmenden Mechanisierung der Betriebe ist die bessere Ausnutzung der Brennstoffe Hand in Hand gegangen. Während man vor 50 Jahren zur Erblasung 1 t Roheisen noch etwa 8 t Kohlen aufwenden mußte, kommt man heute mit 1,3 bis 1,6 t, je nach Reichhaltigkeit des Möllers aus und verwendet außerdem noch in weit-

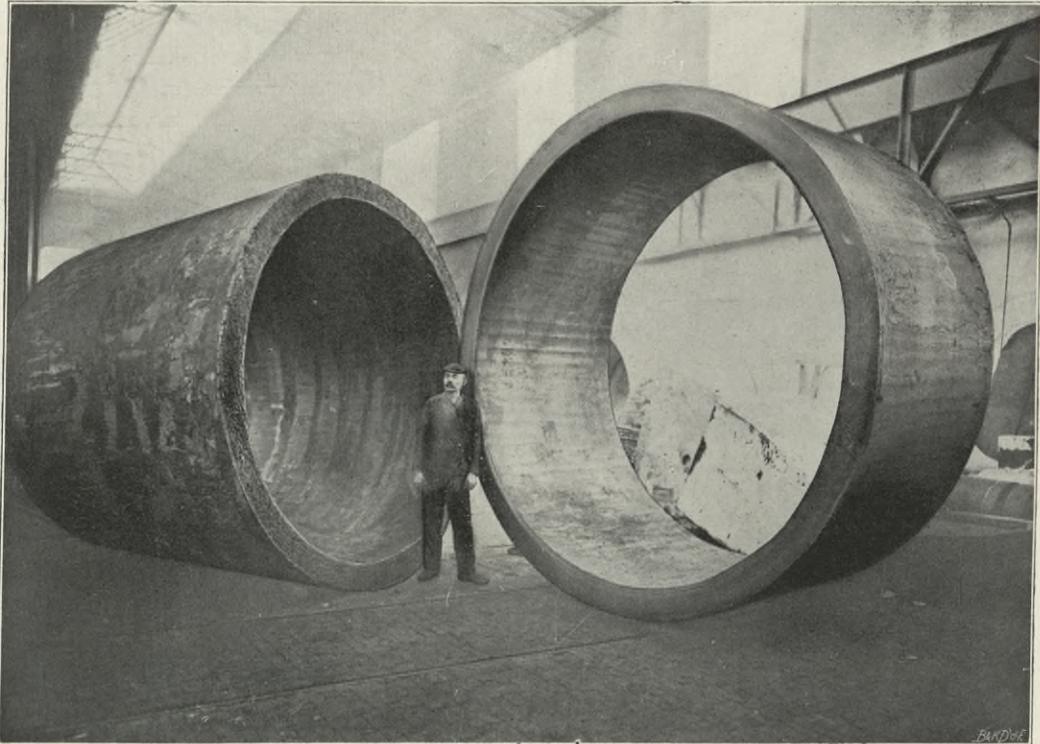


Abb. 8. Nahtlose geschmiedete Turbinentrommeln
Akt.-Ges. Oberbilker Stahlwerk, Düsseldorf-Oberbilk

in der Entlastung der Arbeiterschaft von körperlicher Arbeit durch Ersatz der menschlichen Handarbeit durch maschinelle Arbeit zum Ausdruck gekommen ist. Stellt man die Produktion an Roheisen wie an schmiedbarem Eisen mit der Zahl der in diesen Industrien beschäftigten Arbeitskräfte, beides nach der amtlichen Statistik des Deutschen Reiches zusammen, so wird man trotz der Unvollkommenheiten, die solchen statistischen Anschreibungen von vornherein anhaften, an der Tatsache nicht vorübergehen können, daß, während die Produktionen in dem betrachteten Zeitraum sich vier- und verfünffacht haben, die Zahl der darin beschäftigten Arbeitskräfte sich kaum mehr als verdoppelt hat und daß dementsprechend auch der Verlauf der Kurven bei der Produktion ein steil ansteigender, bei der Zahl der Arbeiter ein flach ansteigender ist (Abb. 4 und 5). Dabei darf nicht

gehendem Maße die der Hochofengicht entströmenden Gase. Von den rund 4500 cbm Gichtgas für eine Tonne erzeugtes Roheisen wandern in einem normalen neuzeitlichen Betriebe zwei Fünftel zu den Winderhitzern; rechnet man von den übrigen drei Fünfteln den Bedarf für die Kraft zum Hochofenbetrieb mit etwa 700 cbm ab, so bleiben noch 2000 cbm für die dem Hochofen angeschlossenen anderen Hüttenbetriebe oder für sonstige Zwecke verfügbar, d. h. ein Energieüberschuß von 650 PS. in Gasmaschinen oder 250 PS. in Dampfmaschinen. Ein Ofen von 300 t Tagesleistung kann demnach an die anderen Betriebe stündlich 25 000 cbm Kraftgas abgeben, entsprechend rund 8000 PS. in Gasmaschinen oder rund 3000 PS. in Dampfmaschinen. Der modernen Errungenschaften der Elektrizität haben sich die Hüttenbetriebe in weitgehendstem Maße angenommen; die an sich

empfindlichen Dynamos und Motoren sind mit größtem Erfolge dem rauhen Hüttenbetriebe angepaßt worden. Insbesondere hat man auch in der Verwendung der Nebenerzeugnisse durch Ver-

wertung der Schlacke und Verbesserung der Koksbereitung große Ersparnisse erzielt. Alle diese in ebenso rastloser wie nachdrücklicher Weise auf Verbesserung gerichteten Anstrengungen haben in letzter Linie den gemeinsamen Zweck gehabt, die Selbstkosten herunter zu setzen, um die steigenden Lasten, die den Werken durch die sozialen Verhältnisse aufgebürdet werden, wieder weit zu machen und sie fähig zu erhalten, mit einem großen Teil ihrer Erzeugung auf dem Weltmarkt erfolgreich in Wettbewerb zu treten.

In allen eisenerzeugenden Bezirken Deutschlands ist in der Berichtsperiode eine Zunahme der Erzeugung zu verzeichnen, die sich freilich nicht gleichmäßig auf diese verteilt. Es zeigt dies in deutlicher Weise die Abb. 6, in der die Roheisen-

erzeugung geordnet nach den einzelnen geographischen Bezirken aufgezeichnet ist. Das Nieder-rheinisch-westfälische Gebiet mit Ausschluß des Saargebiets und ohne das Siegerland einerseits

und das Saargebiet, Lothringen und Luxemburg andererseits sind bemüht gewesen, ihren prozentualen Anteil an der Gesamterzeugung zu behaupten, und in hartem Ringen haben sie diesen Platz bis heute mit dem Erfolg zu behaupten gewußt, daß der erstgenannte Bezirk mit rd. $7\frac{1}{2}$ Mill.

Tonnen auch noch heute an der Spitze steht, während der Westen mit etwa 7 Mill.

Tonnen ihm hart auf den Fersen ist. Deringsten Fortschritt hat verhältnismäßig die ober-schlesische Eisen-Industrie gemacht, während auch ansehnliche Fort-

schritte die „übrigen Bezirke“ gemacht haben. Unter letzteren sind auch in der Berichtsperiode die sogenannten Küstenhochofenwerke, d. h. neue Hochofenanlagen, die bei Stettin und in Lübeck entstanden sind, hinzuge treten, aber diese Werke

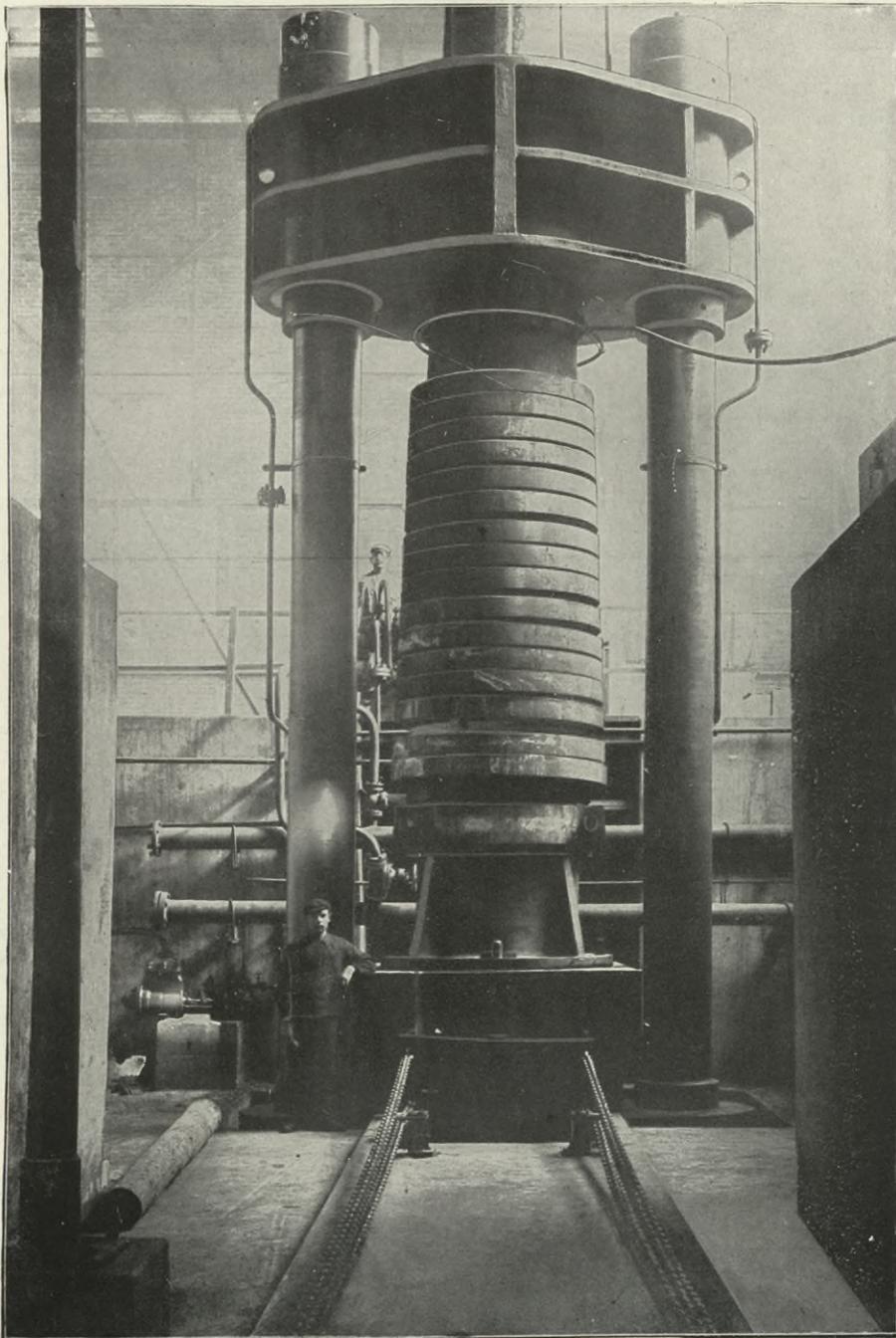


Abb. 9

Außere Ansicht einer Harmet-Press auf dem Oberbilker Stahlwerk

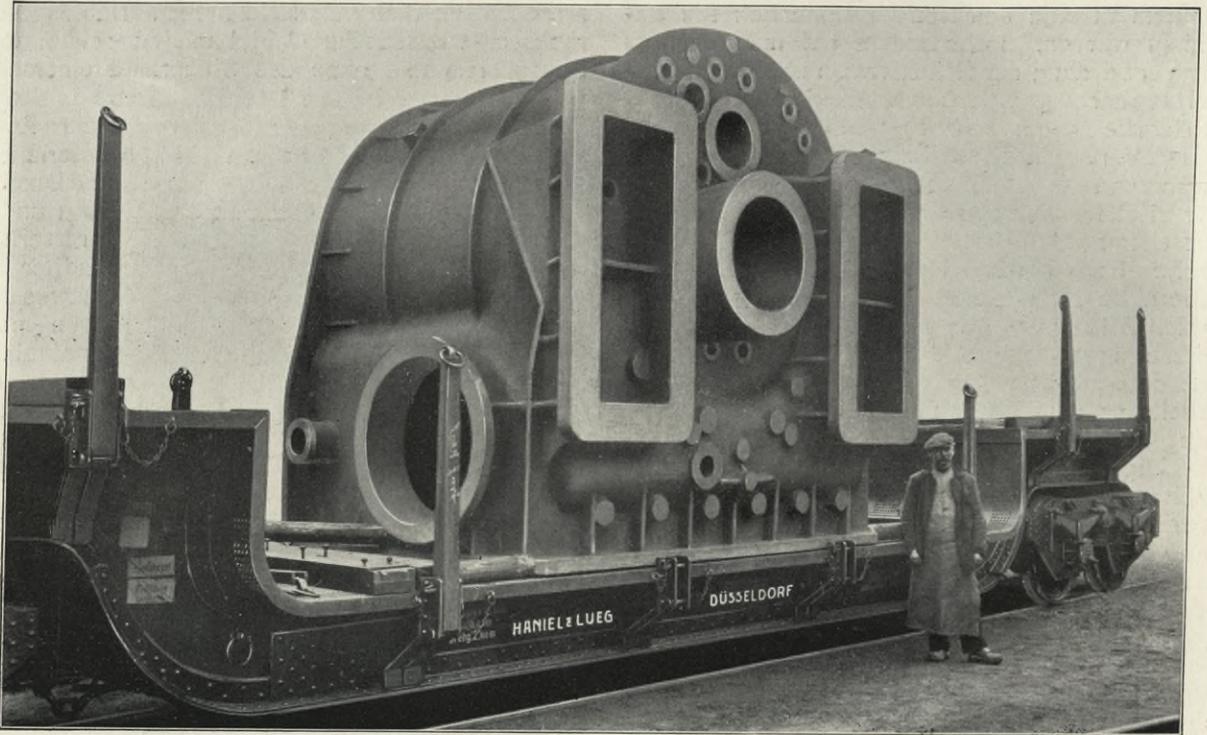


Abb. 10. Dampfzylinder für eine Schiffsmaschine. Haniel & Lueg, Düsseldorf

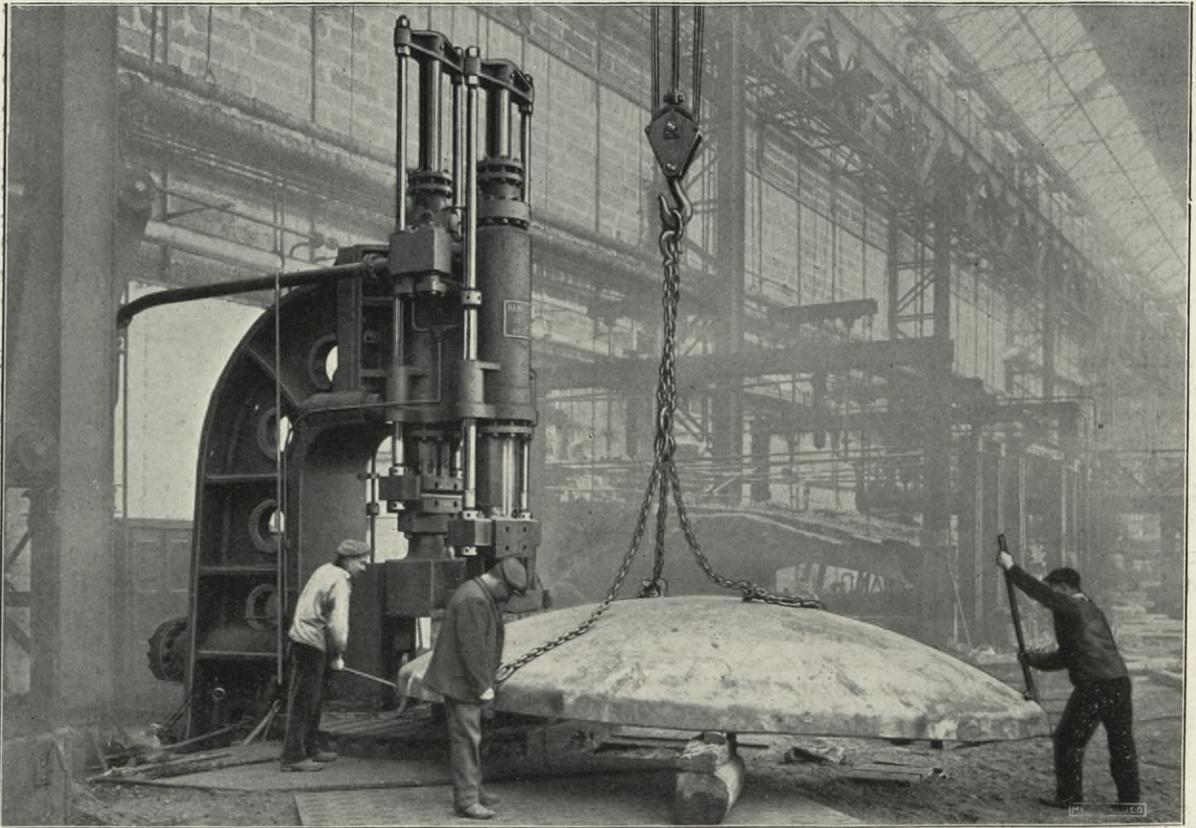


Abb. 11. Hydraulische Flansch- und Börtelpresse. Haniel & Lueg, Düsseldorf

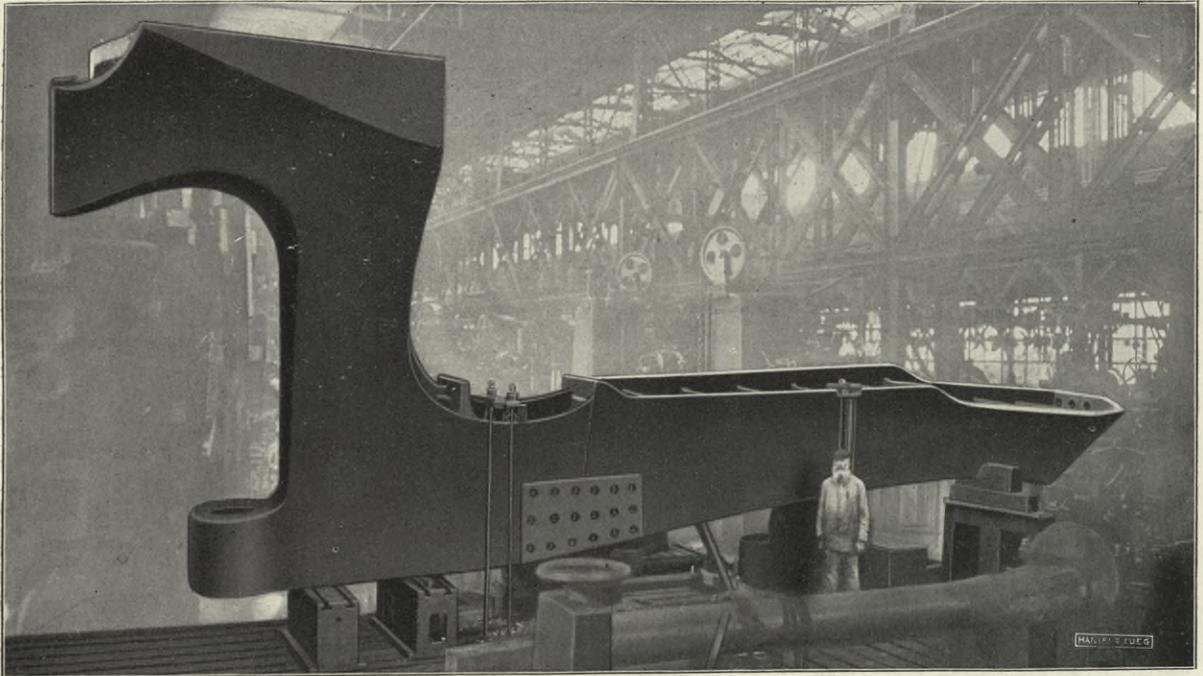


Abb. 12. Hintersteventeil aus Stahlformguß. Haniel & Lueg, Düsseldorf

beschränken sich auf die Erblasung von Roh-eisen. Als einziges Walzwerk ist ein solches in Rendsburg in Verbindung mit einer bereits bestehenden Schiffswerft neu aufgetreten.

Was die Verteilung des Rohstoffes auf die einzelnen Fertigerzeugnisse betrifft, so erhalten wir für das Jahr 1912 in großen Zügen das folgende Bild:

Gußwaren	3 000 000 t
Schienen	1 750 000 t
Stabeisen, Profile, Träger	5 500 000 t
Bleche	2 100 000 t
Draht	1 000 000 t

Leider können wir mangels einer vorhandenen Statistik nicht genau feststellen, welcher Anteil davon auf Schiffsmaterial fällt, aber derselbe ist

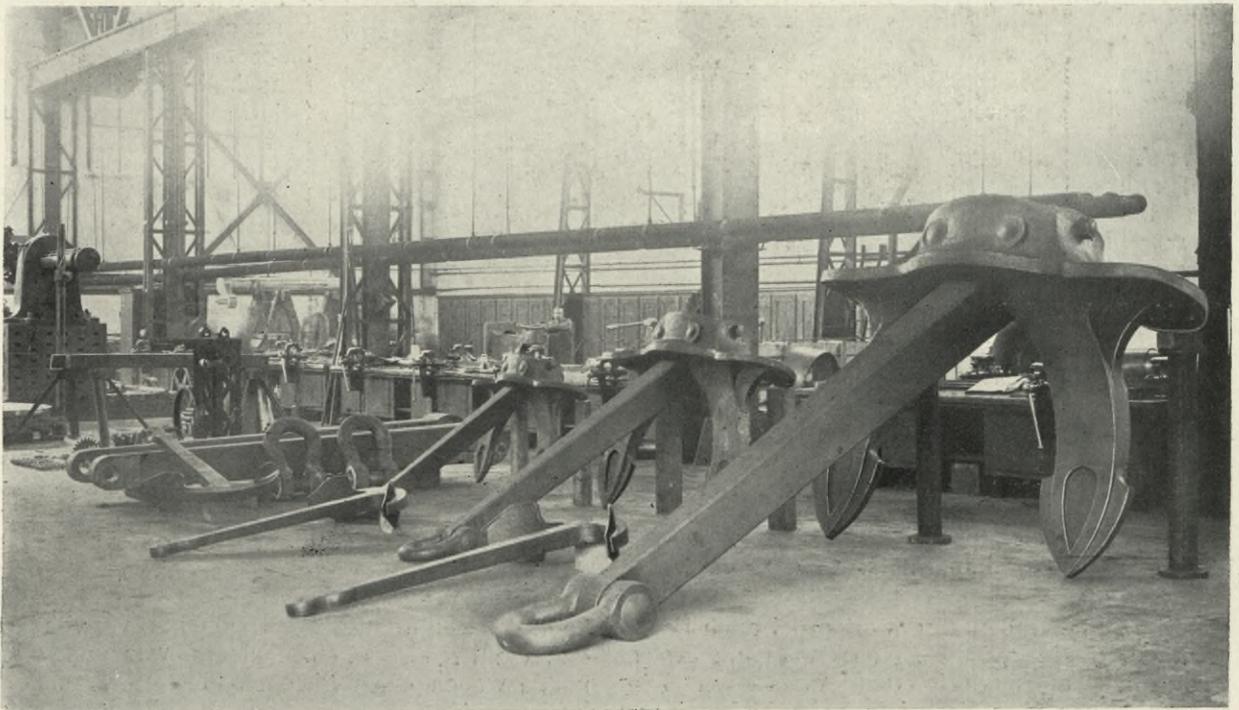


Abb. 13. Torpedo- und Hallanker. Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau u. Hüttenbetrieb, Oberhausen, Rhld.

auch heute noch verhältnismäßig gering und wird trotz der Zunahme in der letzten Zeit nicht viel mehr als 3% alles in allem betragen, während man bei der englischen Eisenindustrie auf nicht weniger als 30% ihres Absatzes an den heimischen Schiffbau rechnet.

Dieser krasse Unterschied in dem gegenseitigen Verhältnis zwischen Eisenindustrie hier in

Hindernis mehr und mehr zu beseitigen. Ehe wir hier auf diesen Punkt näher eingehen, müssen wir uns jedoch über die eigenartige Entwicklung klar werden, die die deutsche Eisenindustrie im Gegensatz zur britischen Eisenindustrie auszeichnet. Die britische Eisenindustrie fand von vornherein den stärksten Abnehmer für ihre Fabrikate im Schiffbau, indem die mächtige Entwicklung der dortigen Eisenindustrie zu Beginn der zweiten Hälfte des

vorigen Jahrhunderts Hand in Hand mit der Entwicklung des eisernen Schiffbaues ging. Begünstigt durch die geographische Lage der Eisenwerke und der Schiffswerften zueinander, hat Großbritannien bis vor kurzem die überwältigende Stellung im Schiffbau der Welt eingenommen.

Wie Schiffbau und Eisenerzeugung sich in den verschiedenen Ländern, die in Betracht kommen, entwickelt haben, geht des Näheren aus den vier Schaubildern (Abb. 7) klar hervor. Wenn auch den deutschen Schiffswerften es schon in den 90er Jahren gelang, in der Technik des Schiffbaus in allen Punkten sich als ebenbürtig zu entwickeln, so vermochten sie doch nur langsam auch den Tonnengehalt der erbauten Schiffe zu vergrößern. Erst den letzten Jahren ist es vorbehalten geblieben, hierin Wandel zu schaffen.

Es war nun in der ersten Hälfte der 90er Jahre, als Vertreter des deutschen Schiffbaues und der

deutschen Walzwerke sich im Verein deutscher Eisen- und Stahlindustrieller zusammenfanden, um der Frage der Verwendung deutscher Erzeugnisse an Stelle der englischen näher zu treten. Es wurde anerkannt, daß die deutschen Schiffswerften wiederholt nicht allein Versuche gemacht, sondern auch Geldopfer nicht gescheut hatten, um deutsche Erzeugnisse englischen vorzuziehen, aber bei der keineswegs glänzenden Lage des Schiffbaues war es nicht zu verwundern, daß die Preisfrage entscheidend war und diese mußte wegen der wesentlich höheren Transportkosten und der schwierigen Verhältnisse, unter denen die deutschen Walzwerke arbeiteten, zuun-



Abb. 14. Ruder. Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Oberhausen, Rheinland

Deutschland und dort in England hat seine Ursache in der historischen und eigenartigen Entwicklung in beiden Ländern, insbesondere in der geographischen Lage der Hüttenwerke zu den Werften, und in dieser letzteren haben sich in der Berichtsperiode alles in allem die grundlegenden Verhältnisse, d. h. die zu überwindenden Entfernungen nicht verschoben, sondern der Verkehr zwischen Schiffswerften und den hauptsächlich Baumaterialien liefernden Eisenwerken ist auch heute noch durch die großen Entfernungen erschwert, wengleich auch dank dem einmütigen Zusammenwirken aller hierbei in Betracht kommenden Parteien es allmählich gelungen ist, dieses

gunsten unserer vaterländischen Industrie ausfallen. Man kam daher überein, daß zur Erreichung genannten Zweckes es notwendig sei, daß

1. die Eisenbahntarife für Schiffbaubedarf so niedrig als eben möglich bemessen werden müßten, daß
2. für alle zu staatlichen Zwecken dienenden Schiffe regierungsseitlich die Verwendung deutschen Baubedarfes vorgeschrieben werde und daß endlich

nennenswerte Lieferungen von Schiffbaueisen zuteil werden, ferner ob es den Walzwerken gelingen werde, durch die schon früher in Aussicht genommene Vereinigung die Aufträge der Werften schneller und sicherer, als es früher der Fall war, auszuführen. Die Verhandlungen gaben in beiden Beziehungen ein außerordentlich befriedigendes Resultat. Zunächst wurde festgestellt, daß sich ein Verband deutscher Grobblechwalzwerke bereits seit dem Juni des Jahres gebildet und seine

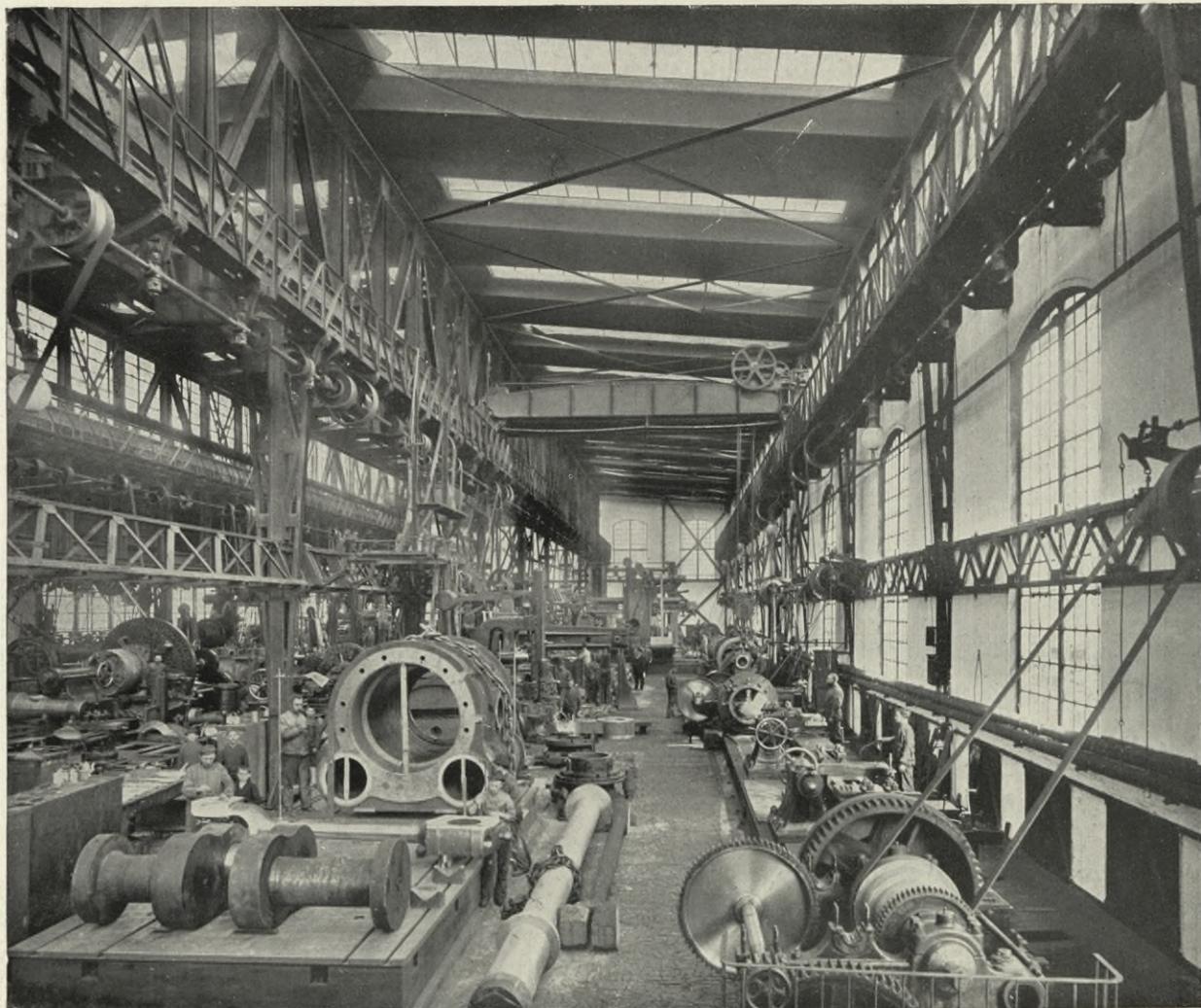


Abb. 15. Halle mit schweren Werkzeugmaschinen
Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Oberhausen, Rheinland

3. die deutschen Schiffbauwerften bei jeder Lieferung ihre Anfragen an eine Sammelstelle der deutschen Walzwerke richten sollten.

In einer Besprechung, die am 2. Dezember 1897 in Altona zwischen Vertretern der Kgl. Eisenbahndirektionen und Schiffswerften stattfand, handelte es sich für die Eisenbahnverwaltungen hauptsächlich darum, zu erörtern, ob und welche Garantien oder wenigstens Anhaltspunkte gegeben werden können, daß den deutschen Walzwerken

Tätigkeit so erfolgreich aufgenommen habe, daß es ihm gelungen ist, wenn auch unter erheblichen Opfern, sehr bedeutende Quantitäten Schiffsbleche, direkt gegen die englische Konkurrenz, mit den deutschen Werften abzuschließen. Ferner ist zwischen mehreren bedeutenden Walzwerken ein Uebereinkommen in bezug auf die Lieferung von Schiffformstahl zustande gekommen, durch welches auch in dieser Beziehung den Werften volle Garantien geboten worden sind. Von den Werften andererseits wurde anerkannt, daß in-



Abb. 16. Gießen einer Bramme für eine Panzerplatte. Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen-Ruhr

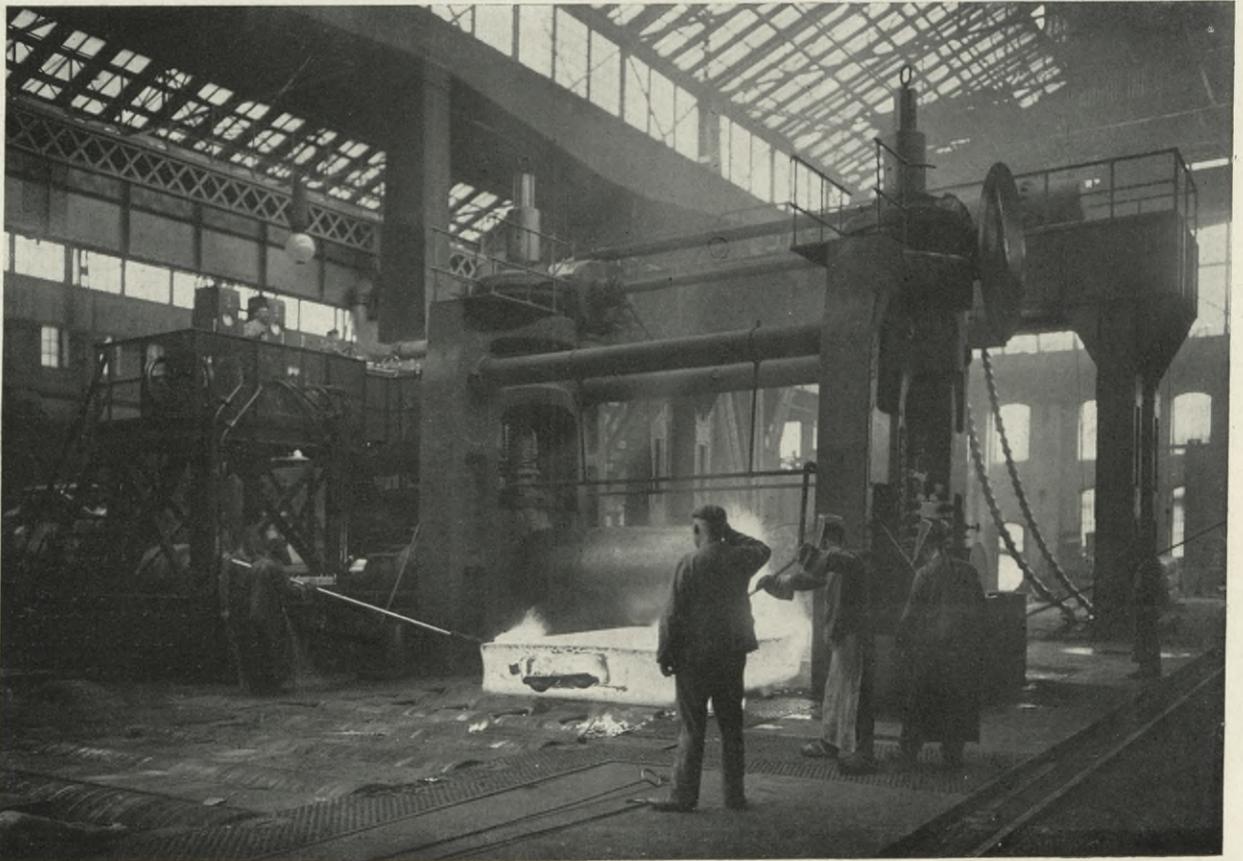


Abb. 17. Walzen einer Panzerplatte. Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen-Ruhr

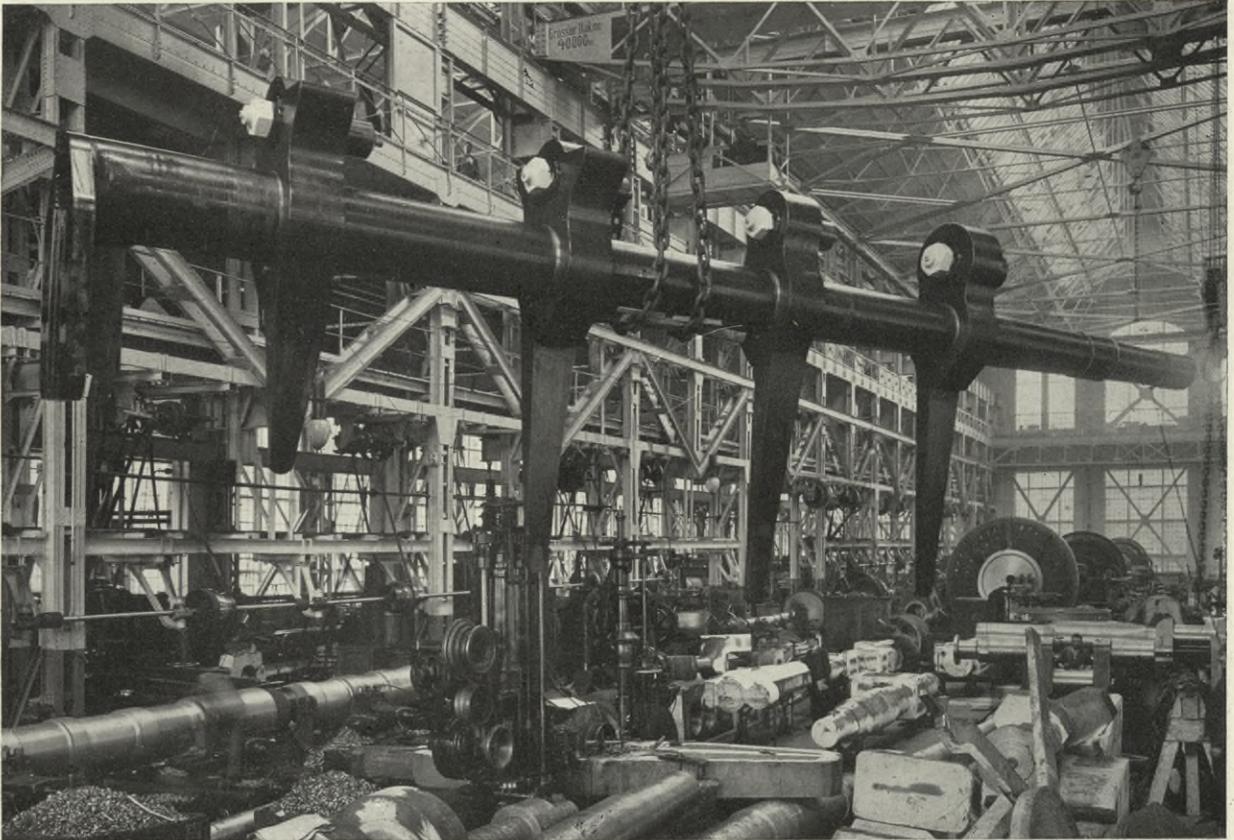
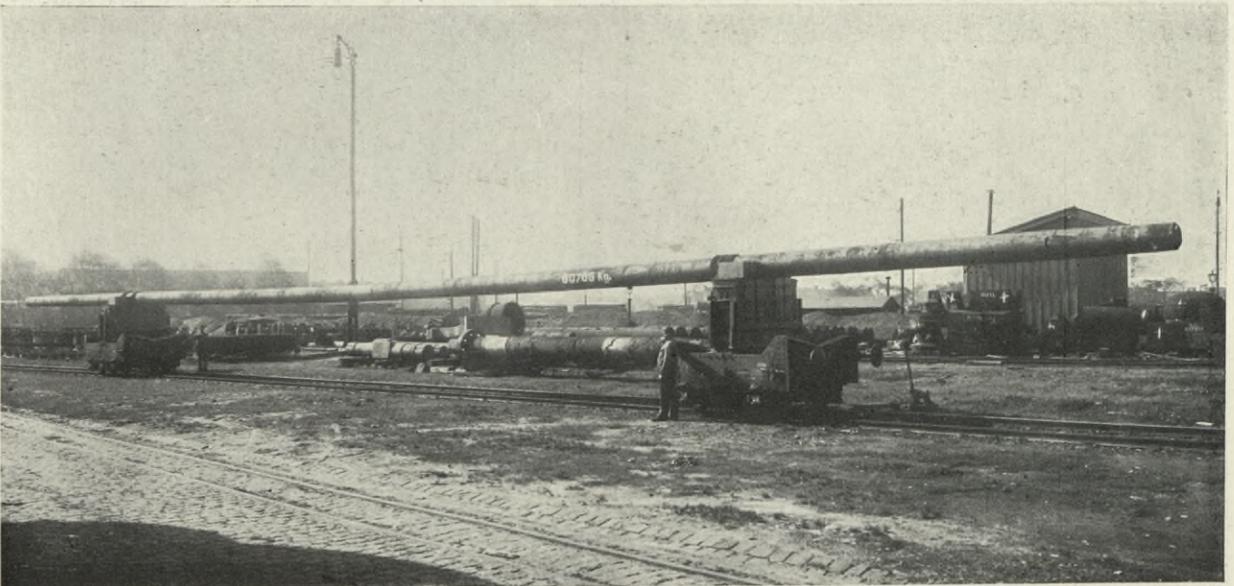


Abb. 18. Mechanische Werkstatt Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen-Ruhr



Der Tiegelstahlblock, aus dem die Welle geschmiedet wurde, hatte eine Länge von 3,90 m, einen Durchmesser von 1,85 m und ein Gewicht von annähernd 80 t. Sein Guß erfolgte aus 1768 Tiegeln, welche von 490 Mann bedient wurden und nahm ungefähr 30 Minuten in Anspruch. Blöcke von diesem Gewicht stellen noch nicht die größtmögliche Leistung des Essener Werkes dar, es können vielmehr Tiegelstahlblöcke bis zu einem Gewicht von 85000 kg und Marlinstahlblöcke bis zu einem Gewicht von 150000 kg gegossen werden.

Vorerwähnte Welle stellt das größte bisher ausgeführte Schmiedesstück dar. Der Block wurde unter einer hydraulischen 5000-t-Pressen zu einer Länge von 45 m ausgeschmiedet, wozu 22 Hilzen- und 62 Schmiedestunden erforderlich waren.

Abb. 19. 45 m lange Welle, roh geschmiedet, Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen-Ruhr

folge der von den Werken getroffenen Vereinbarungen die Lieferungen von Schiffbaumaterialien deutscher Werke so prompt und glatt erfolgen, wie es nur irgend gewünscht werden könne, daß

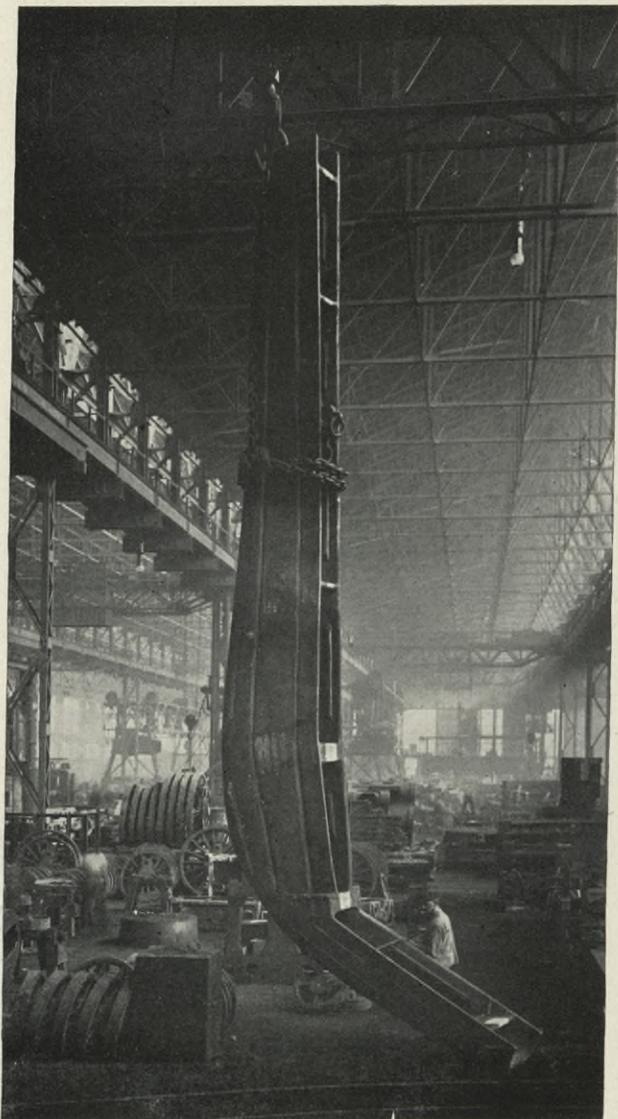


Abb. 20. Vorderstevn für ein Linienschiff
Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen-Ruhr

sie daher in der Lage seien, einen Teil der Preisdifferenz gegen die englische Preisstellung zu übernehmen, und daß sie überhaupt von der Ueberzeugung geleitet werden, daß durch die fast ausschließliche Verwendung deutschen Materials der deutsche Schiffbau erst die genügende feste Grundlage erlangen könne. Von beiden Seiten aber wurde ausgesprochen, daß, um zu diesem Ziele zu gelangen, der dritte Faktor in der Ermäßigung der Frachten erforderlich sei.

Am 1. Februar 1898 trat der von der preussischen Staatseisenbahnverwaltung herabgesetzte Schiffbaueisentarif in Kraft und wenngleich auch damals noch nicht alle Wünsche der beteiligten

Kreise damit erfüllt wurden, so datiert doch von diesem Augenblick der Aufschwung in den Beziehungen zwischen deutscher Eisenindustrie und deutschem Schiffbau.

Die durch einmüßigen Geist und Tatkraft ins Leben gerufenen Verkaufseinrichtungen für das eiserne Schiffbaumaterial und alle Bleche über 5 mm mit Ausnahme von Dampfkesselblech und Panzerplattenmaterial sowie Formstahl mit Schiffbaunormal- und sonstigen Profilen traten in Form der sogenannten Schiffbaustahl-Vereinigung in Kraft und bauten sich unter Mitwirkung aller Parteien seither in für alle recht befriedigender Form aus. Anfänglich stießen die beiden Kontrahenten häufig noch hart aneinander: die Walzwerke beklagten sich über zu geringe

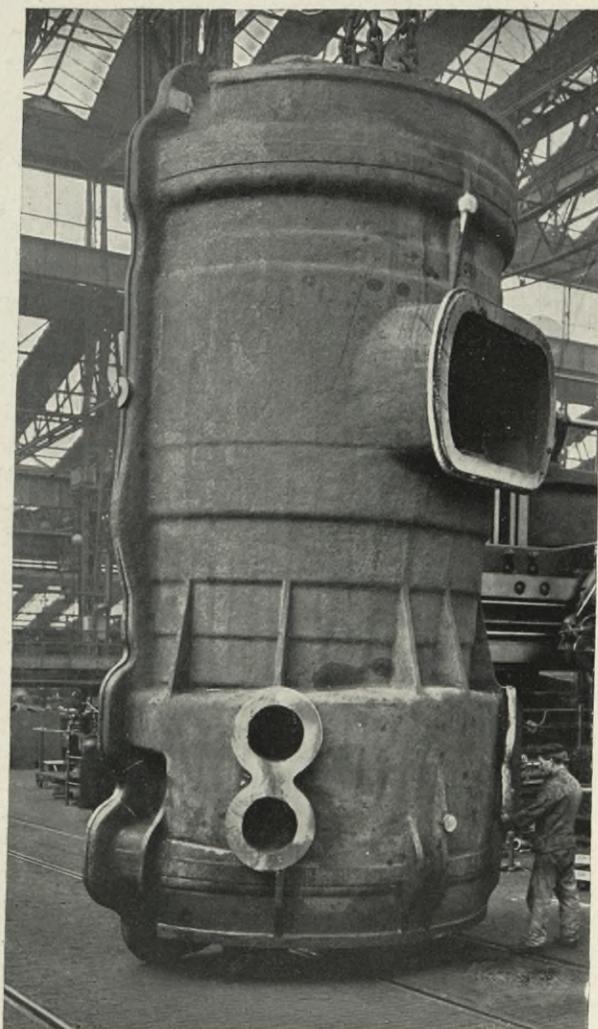


Abb. 21. Turbinengehäuse aus Stahlguß
Fried. Krupp Aktiengesellschaft, Essen-Ruhr

Mengen, die ihnen zugewiesen würden, die den Einbau von Walzen nicht lohnten, außerdem bezeichneten sie die Zahl der Profile als unnötig groß, während die Werften über Nichteinhaltung der Lieferfristen Beschwerde führten. Diese Klagen



Abb. 22. Tiefefenanlage mit Stripperkran. Actien-Gesellschaft der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen



Abb. 23. Panzerplattenbearbeitungswerkstätte. Actien-Gesellschaft der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen

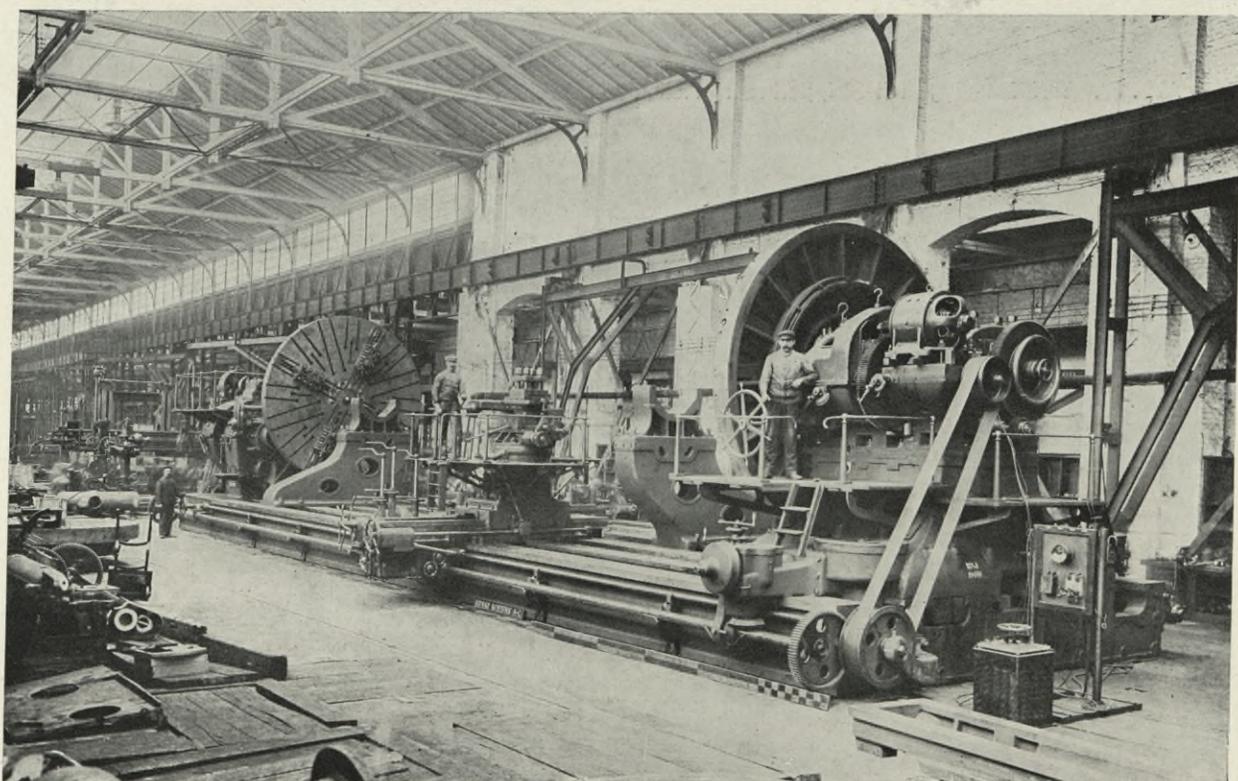
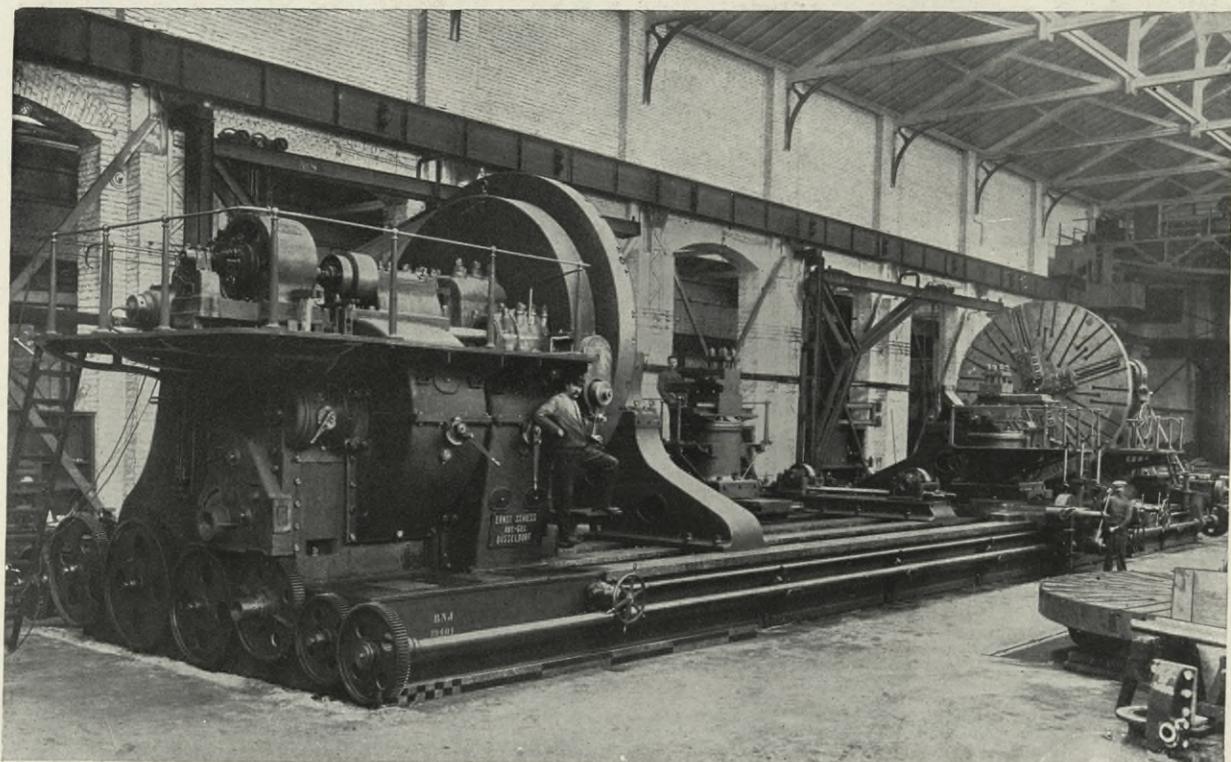


Abb. 24 u. 25. Schwere Spitzendrehbank, gebaut von Ernst Schieß A.-G. in Düsseldorf, von 2500 mm Spitzenhöhe und 16000 mm Spitzenentfernung, zum Drehen von Wellen und Trommeln für Dampfturbinen

sind im Laufe der letzten Jahre mehr und mehr verstummt und neuerdings herrscht allgemeine Befriedigung über die guten Beziehungen, die zwischen den Werften und Walzwerken bestehen. Dieses hochehrfreuliche Ergebnis ist der

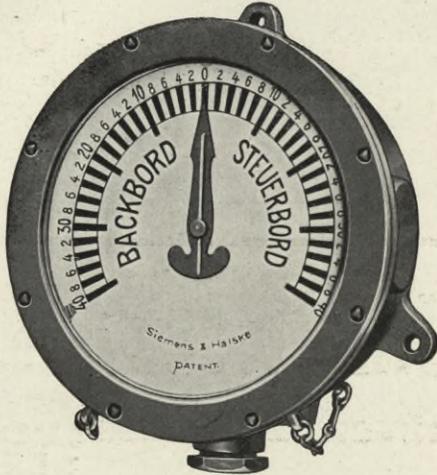
gemeinsamen Arbeit aller Beteiligten zu verdanken.

Möge es gelingen, auf dem betretenen Wege fortzuschreiten und den Ruhm unserer deutschen Industrie auf dem Weltmarkte zu mehren.



Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Ruderzeiger
Empfängerapparat

Schiffskommandoapparate
für Gleichstrom- und Wechselstrombetrieb
Wasser- und luftdichte Alarmwecker
Umdrehungsfernzeiger · Vibrations-
tachometer u. Frequenzmesser nach
Frahm · Lautsprechende Telephone
Kompassfernübertragung · Spezial-
typen v. elektrischen Messinstrumen-
ten für Schiffszwecke · Fernthermo-
meter · Feuermelder · Elektrische Uhren
Motorsirenen · Elektrische Signal-
hupen · Elektrische Zündapparate
für Motorboote · Ozonventilatoren
Röntgenapparate · Wassermesser

SIEMENS-SCHUCKERTWERKE

Berlin-Nonnendamm — G. m. b. H. — Berlin-Nonnendamm
Kriegs- und schiffbautechnische Abteilung



Siemens-Schuckert-Scheinwerfer in Tätigkeit

Deutsche Kriegslotte im Kieler Hafen

Entwurf und Einbau von elektrischen Anlagen für **Beleuchtung und Kraftübertragung** an Bord von **Kriegs- u. Handelsschiffen**

Licht- und Kraftanlagen für Schwimm- und Trockendocks und für Schwimmbagger

GEGRÜNDET 1888

**Kleemann's**

Original-Dichtungsplatten u. -Ringe
u. Original „**Excelsior**“-Packungen

sind die **bestbewährten** für**Diesel- und Rohölmotoren aller Art****GUSTAV KLEEMANN, HAMBURG I**

Fernsprecher: III, 2944
Telegr. - Adr.: „Cyklop“

Schiffbau-Gesellschaft Unterweser m.b.H.

Lehe-Bremerhaven

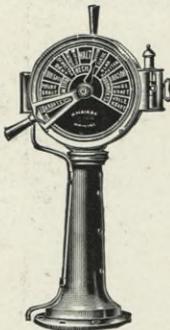
Neubau u. Reparaturen von kleinen Fracht- u. Passagierdampfern, Fischdampfern, Schleppdampfern, Segelschiffen, Motorfahrzeugen aller Art, Leichtern usw.

**H. MAIHAK**

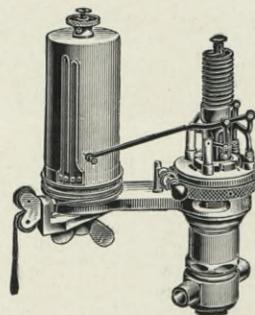
Aktiengesellschaft
HAMBURG 39

Kommando-Apparate
für Motorboote, Barkassen
Schiffs - Telegraphen

mit und ohne Rückantwort,
als: Maschinen-, Ruder-, Dock-
:: und Steuer-Telegraphen ::

**Torsions-Indikatoren**

verschiedener Systeme
zur Leistungsermittlung
rotierender Kraftmaschinen



MAIHAK-Indikator
(D. R. P. und Auslands-Patente)

der neuzzeitliche

MARINE-Indikator

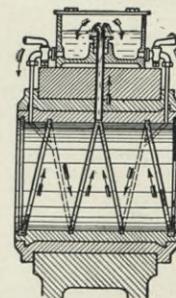
Sonder-Ausführungen
mit Fernschreib-Einrichtung
:: und Leistungs-Zähler ::

bevorzugt
auch für **Dieselmotoren**

Schlick's Pallograph z. Registriren der Schiffsvibrationen
Schlick's Schlinger-Indikator
Schlick's Schiffskreisel-Modelle

Kreislaufschmierung

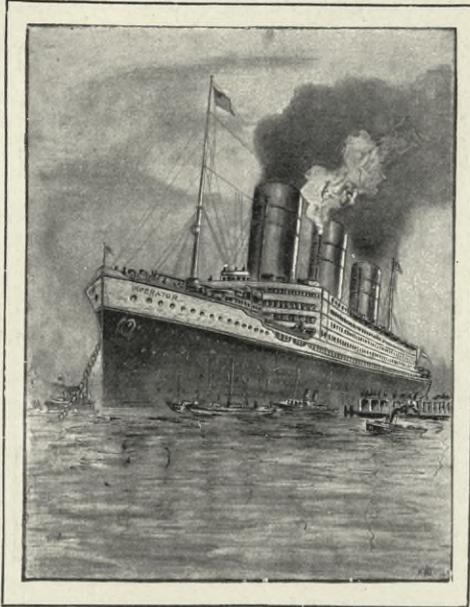
Bauart Holtorp (D. R. P.)
für feste und bewegliche Lager



Schmierapparate. • Ventile.
Hochhub - Sicherheitsventile.
Dampfpeifen • Sirenen.

Tenax Bituminöser Zement

$\frac{1}{5}$ des Gewichts der Portland-Zementierung für Tanks und Bilgen



Die großen Kohlenbunker des 50000 t
DAMPFER „IMPERATOR“

und noch größeren
Räume auf dem

DAMPFER „VATERLAND“
sind mit unserem

„Ferroid-Bitum.-Enamel“
versehen.

Die Vorteile

gegenüber Portland-Zementierung sind
Gewichtersparnis, größere Haltbarkeit,
größere Elastizität
und große konservierende Wirkung

Briggs Viadukt Solution

wird kalt aufgestrichen — wie Farbe; ein
Varnish außerordentlicher Haltbarkeit
für Räume, Decks, Schorn-
steine usw. Sehr billiges
Schutzmittel für
Stahl

„Ferroid“ Bitum. Zement (Enamel)

2 mm dick, heiß angestrichen für Kohlenbunker,
Tankdecken • Kühlräume • Bodenstücke usw.

N
E
U

Wichtig für alle Passagierdampfer Tenax-Decks-Composition

als Binde-schicht unter Linoleum. Bester Ersatz für Litosilo-Belag etc. Auf drei großen Dampfern für Tropenfahrt in den Gängen, Kajüten, Salons etc. ausgeführt.

Die Vorteile sind enorme: Elastizität, bedeutende
Raumersparnis und bedeutende Gewichtersparnis

N
E
U

C. Fr. Duncker & Co., Inh. L. Dittmers

Telephon: Gruppe IV, Nummer 2597

HAMBURG

Admiralitätstraße 33-34 (Boltenhof)



Für den Schiffbau:

Geschweißte Ausrüstungsteile
jeder Art

für Krieg- und Handelsschiffe

Metallfensterrahmen D. R. P.

Elektrische Beleuchtungskörper

Seezeichen jeder Art

Leuchttürme, Feuerschiffe, Bojen,
Baken, Nebelhörner, Sirenen,
Unterwassersignale, Wasser-
tiefenmesser usw.

Hierzu:

Gasanstalten, Gastransportschiffe
und alle erforderlichen Apparate

Desinfektions-Gasschiffe

zur Desinfektion ganzer Schiffe und
Schiffsladungen und zum Ablöten pest-
verdächtiger Ratten, Mäuse usw.

Julius Pintsch

A-G. BERLIN

C. Aug. Schmidt Söhne

HAMBURG-UHLENHORST

Telegramm-Adresse: **Apparatbau, Hamburg**

Fernsprecher: **Gruppe 5, Nr. 644/645**

Hilfs-Apparate für den Schiffbau

Seewasser-Verdampfer (Evaporatoren)

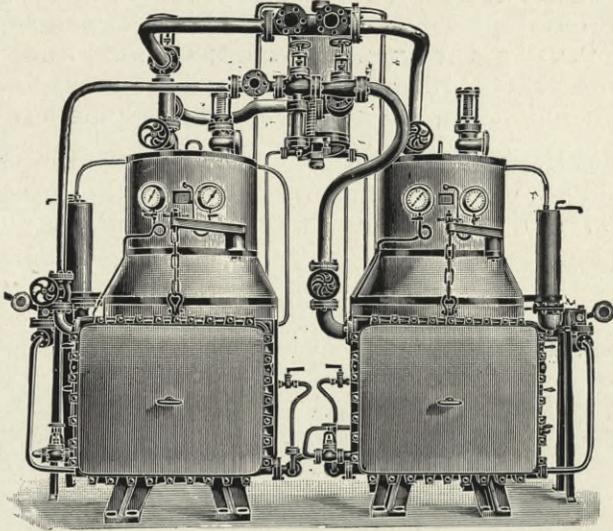
zur Herstellung von
salzfreiem Zusatz-
Speisewasser und
Trinkwasser

Destillierkonden- satoren mit Filtern

für Wasch- und
Trinkwasser

Komplette Seewasser- Verdampf-Anlagen

bis zu den größten
Leistungen



Zweistufige Seewasser-Verdampfungsanlage

Speisewasser-Filter

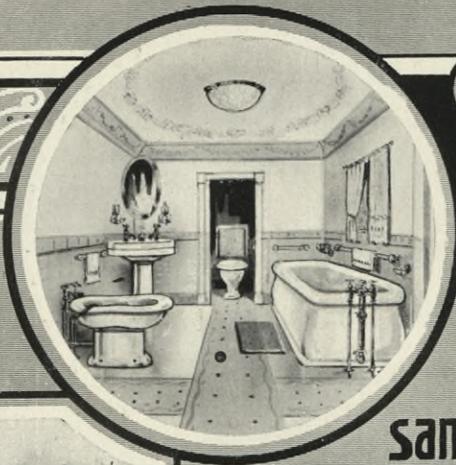
D. R. P. für Druck-
u. Saugleitung zum
Reinigen ölhaltigen
Speisewassers

Dampfkessel-Speise- wasser - Vorwärmer

D. R. P. zum Ein-
schalten in die
Speisewasser-
Druckleitung

Dieselben Vorwärmer

mit automatischer
Entlüftung des
Speisewassers



SANITAS

ACTIEN-GESELLSCHAFT IN

HAMBURG

liefert

sanitäre Wasserleitungsartikel

Für

Fahrzeuge aller Art.



Die Verminderung der Betriebskosten

der Dampfer ist eine außerordentlich wichtige Frage für die Schifffahrts-Gesellschaften. Die Ausgaben für die Erhaltung der Hilfsmaschinen an Bord bedeuten eine große Erhöhung der Betriebskosten. Nur **durch Verwendung von** gut durchkonstruierten und aus bestgeeigneten Materialien hergestellten Hilfsmaschinen können diese Betriebskosten auf einen niedrigen Stand gebracht und gehalten werden.

Die **ATLAS-HILFSMASCHINEN** sind nach diesen Grundsätzen angefertigt und erfüllen solche um so mehr, als sie in Werkstätten fabriziert werden, die mit den neuesten Werkzeugmaschinen ausgerüstet sind.

Unsere Erzeugnisse, siehe Seite XI.

BREMEN

ATLAS-WERKE

AKTIENGESELLSCHAFT

Spezialfabrik für Schiffs-Hilfsmaschinen

HAMBURG

Gebrüder Sachsenberg Akt.-Ges.

Schiffswerfte · Maschinenfabrik · Kesselschmiede

Filiale: KÖLN-DEUTZ
= Gegründet 1844 =

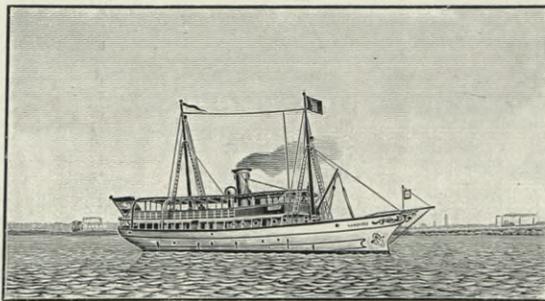
Rosslau 44 (Anhalt)

GESAMT-PERSONAL
= ca. 1200 =

Schwimmbagger

Eimerbagger
Saugbagger

Hinterraddampfer
Schraub-Dampfer
Fluß- und Küsten-
fahrzeuge all. Art



Trockenbagger

und
Schutensauger

Schwimmkräne etc.
Schiffsmaschinen
und Schiffskessel
jeder Art u. Größe

Rad-, Salon- u. Schleppdampfer

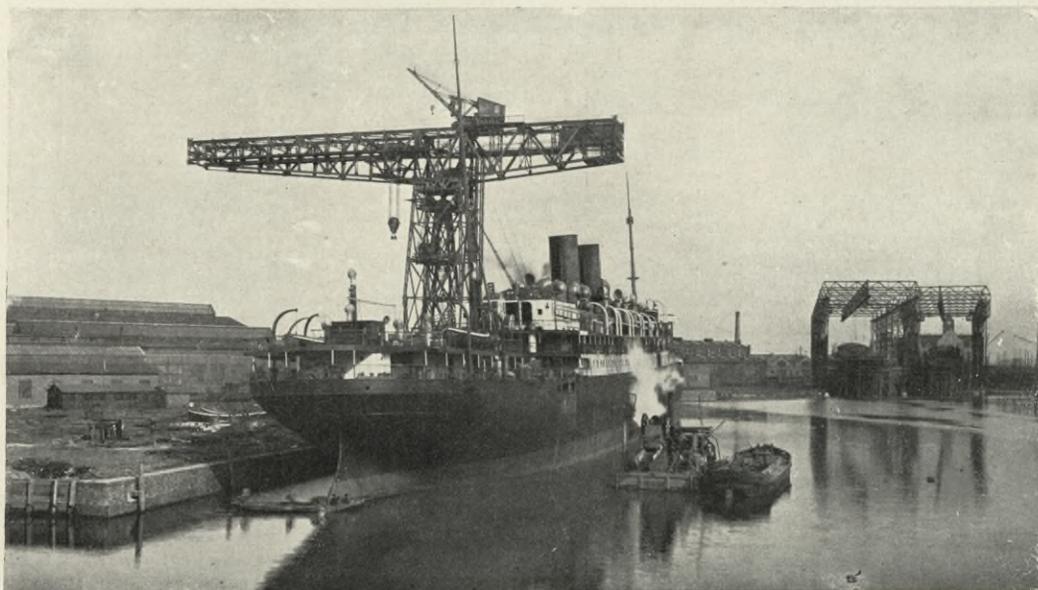


Joh. C. Tecklenborg A.G.

Schiffswerft und
Maschinenfabrik

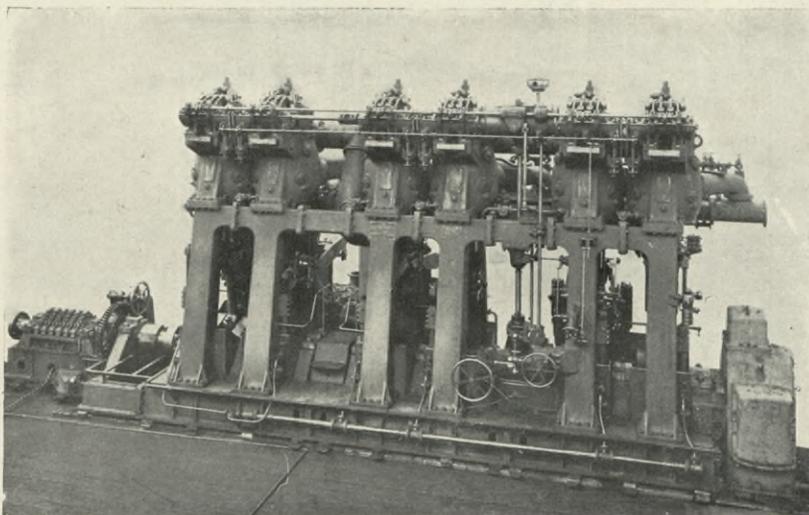
Gründung der Werft 1841 · Aktiengesellschaft seit 1897

Bremerhaven - Geestemünde



Reichspostdampfer „Prinz Friedrich Wilhelm“, erbaut von Joh. C. Tecklenborg A. G., im Ausrüstungshafen der Werft. Länge 187 m, Breite 20,73 m, Höhe 18,05 m; Wasserverdrängung 27 650 Tonnen; Maschinenkraft 14 250 i. PS; Geschwindigkeit auf See 18 Knoten.

Passagier- und Frachtdampfer jeder Größe u. Geschwindigkeit
Tankdampfer und Motorschiffe · Segelschiffe · Kriegsschiffe
Reparatur u. Umbau von Schiffen · Trockendocks · Patentslips

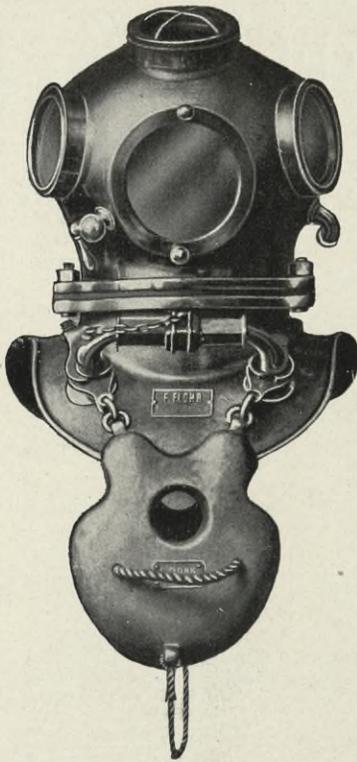


Der erste Schiffsdieselmotor von 1500 e. PS., erbaut 1912 von Joh. C. Tecklenborg A. G. für das Hansa-Motorschiff „Rolandseck“.

Maschinen u.
Kessel in jed.
Art u. Größe

JCT-
Rohöl-Diesel-
Motoren
für Land- und
Schiffszwecke

Schiffskessel
-Überhitzer
(Patent Schmidt)



Fr. Flohr · Kiel

FABRIK **Taucher-Apparate** aller Systeme
komplett.

zum Arbeiten unter Wasser für Hafen- und Kanalbauten, Marinezwecke, Bergungsdampfer, Austern- u. Perlenfischerei usw.

Neu! **Fallvorrichtung** Neu!

D. R. P.
232432

der Brust- u. Rückenbleigewichte
:: zur Selbsthilfe des Tauchers ::

D. R. P.
232432

Ersatzteile zu allen Apparaten
Reparaturen in kürzester Zeit

Übernahme von Sprengarbeiten unter Wasser

Lieferant der Kaiserlichen Marine und
Kaiserlicher u. Königlicher
Behörden

Deutsche Linoleum- und Wachstuch-Compagnie Neukölln und Eberswalde

Gegründet 1882

Älteste Linoleumfabrik des Kontinents

**Rixdorfer
Linoleum**

**GRANIT
UNI
INLAID**

u. a. Patent-Parkett-Inlaid-Linoleum

(unübertroffene Wiedergabe echter Holzmaserung)

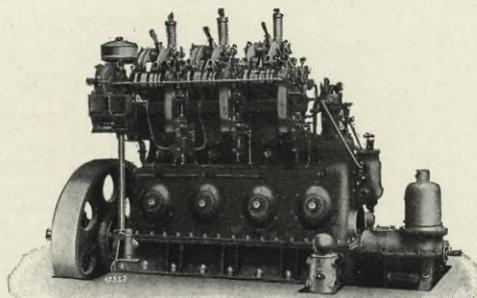
Vielfache Auszeichnungen, u. a.
GRAND PRIX
Weltausstellung Brüssel 1910
GRAND PRIX
Weltausstellung St. Louis 1904

Ständige Lieferantin der Kaiserlichen Werften und vieler Privatwerften des In- und Auslandes

Deutzer Schiffs-Diesel-Motoren

für den Betrieb mit Rohölen aller Art

Bestgeeignete,
zuverlässige An-
triebsmaschinen
für Schlepp-, Last-
u. Personenschiffe



Einfache, über-
sichtliche Konstruk-
tion, solide Bauart,
geringer Brenn-
stoffverbrauch

DEUTZER SCHIFFS-BRONS-MOTOREN

die bestgeeigneten Maschinen für Lastfahrzeuge kleinerer und mittlerer Größe, Fischkutter etc.
Kein Glühkopf — Keine hochgespannte Druckluft — Keine Zündvorrichtung

Deutzer Spezial-Schiffsmotoren Modell NM

anerkannt zuverlässige betriebssichere u. wirtschaftliche
Motoren für Gebrauchs-, Touren-
und Luxusboote

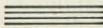
Gasmotoren-Fabrik Deuß, Cöln-Deuß

Mannheimer Gummi-, Guttapercha- und Asbestfabrik A.-G., Mannheim

===== Gegründet 1864. =====

☞ Abteilung I: Asbest-Fabrikate ☞

wie Platten, Fäden, Packungen, Ringe, Gewebe, Bänder, Isolierschnüre, Stopfbüchsenpackungen etc.

SPEZIALITÄT: **Blauasbest-Matratzen und** 
Blauasbest-Faser-Isolierschnüre

Abteilung II: Weichgummi-Fabrikate

wie Schiffsklappen, Fensterstreifen, Druck- und Saugschläuche in allen Ausführungen.

SPEZIALITÄT: **Gummifußbodenbelag in modern.**
Mustern und feinsten Ausführung

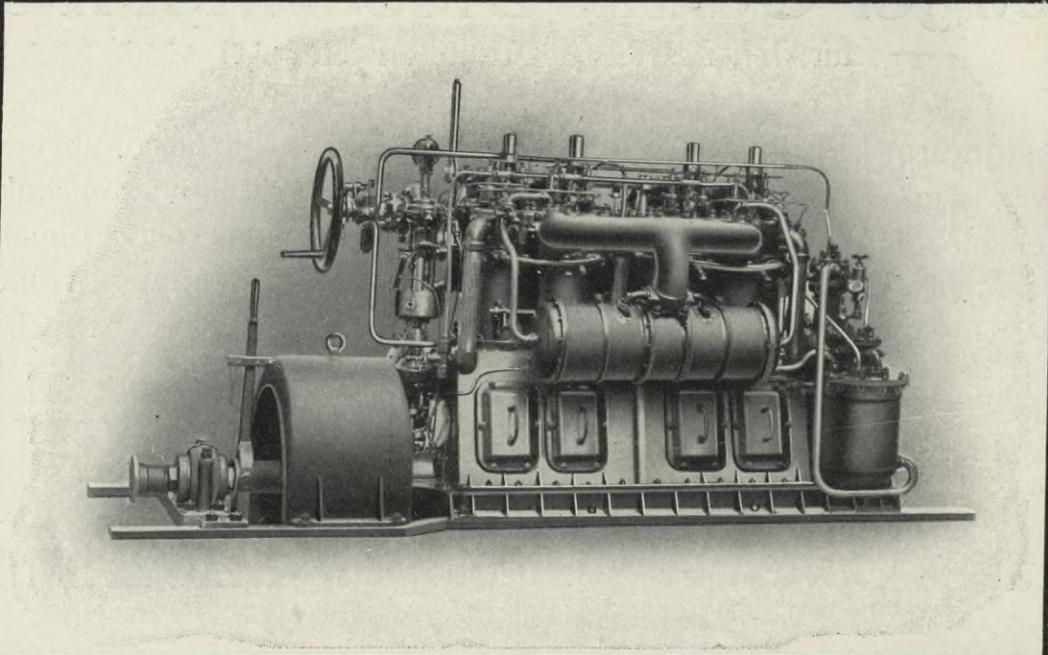
Abteilung III: Hartgummi-Fabrikate

SPEZIALITÄT: **Bekleidung von Schraubenwellen**

Daimler-Motoren-Gesellschaft

ZWEIGNIEDERLASSUNG
Berlin - Marienfelde

Luftschiff-Motoren



Flugzeug-Motoren

Direkt umsteuerbarer Daimler-Ölmotor 100 PS.

DAIMLER-Rohöl-Schiffmotoren, direkt umsteuerbar 60—500 PS.
DAIMLER-Boots-Motoren, 10—300 PS.

M. W. D

Nahtlose Rohre

für den Schiffbau:

Feuer- und Wasserrohre

Bootsdavits, Ladebäume, Deckstützen,
Maste, Gaffeln, Raaen, Stengen, Spieren etc.

Ueberlappt geschweisste Rohre von 250 mm
licht bis zu den grössten Durchmessern

Stahlformguss □ Nieten aller Art

Spezialität:

Stevengarnituren bis zu den grössten Abmessungen

Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf

ATLAS-HILFSMASCHINEN

STEUERAPPARATE

RUDERANLAGEN SYSTEM HELESHAW

SPILLANLAGEN UND WINDEN FÜR JEDEN ZWECK

LADEBLÖCKE SCHIFFSFENSTER LICHTMASCHINEN

DUPLEX-DAMPFPUMPEN SIMPLEX-DAMPFPUMPEN

(SYSTEM ORIGINALWEIR)

SPEISEPUMPEN BALLAST UND LENZPUMPEN OELPUMPEN ETC.

LUFTPUMPEN SYSTEM ORIGINALWEIR:

NASS- UND TROCKENLUFTPUMPEN DUALLUFTPUMPEN

EIS- UND KÜHL-ANLAGEN SYSTEM LINDE

APPARATE =

VERDAMPFER VORWÄRMER REINIGER ENTLÜFTER

SICHERHEITS EINRICHTUNGEN:

HYDRAULISCH-PNEUMATISCHE SCHOTTENTÜRSCHLIESSVOR-

RICHTUNGEN SYSTEM LLOYD-STONE. UNTERWASSERSCHALL-

SIGNAL HÖR- UND GEBER-ANLAGEN. DESINFEKTIONS-

RATTENVERTILGUNGSG-UND FEUERLÖSCH-APPARATE

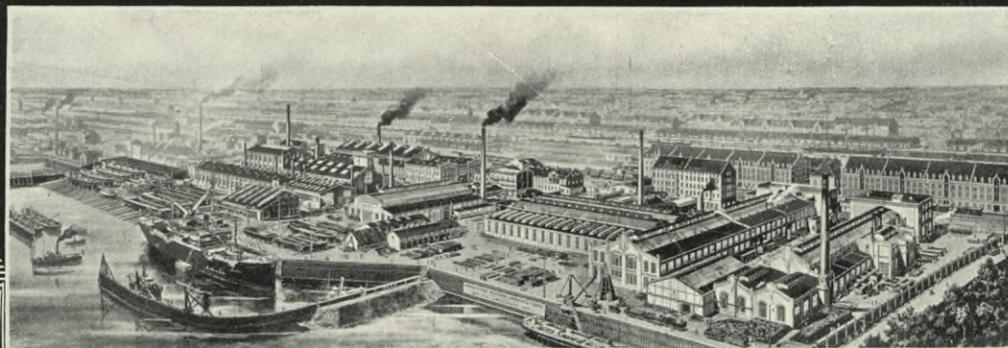
PATENT CLAYTON

PROPELLER UND PROPELLERFLÜGEL AUS PARSONS

MANGAN BRONZE, EISEN-UND STAHLGUSS.

ABT. WERFT

Ausschließlich Kleinschiffbau: Schrauben-Schlepp-
Seiten- u. Heckraddampfer, Barkassen, Motorboote,
Leichter, Prähme, Pontons, Bojen, Segelschiffe, etc.



ATLAS-WERKE AKTIENGESELLSCHAFT

BREMEN

SPEZIALFABRIK VON HILFSMASCHINEN
FÜR DEN SCHIFFSBEDARF

HAMBURG

Triton-Werke : Ferdinand Müller

HAMBURG 6

Telegramm-Adresse:
„Tritonwerke Hamburg“

Fernsprecher: Gruppe I,
Nr. 5069, 5070, 5071

Spezial-Werke

für gesundheitstechnische Schiffseinrichtungen

Gegründet 1851

Gegründet 1851



Goldene
Medaille
Hannover
1912



Goldene
Medaille
Dresden
1911

Gesamt-Ansicht der Triton-Werke

Erbauer des ersten Schiffs-Schwimmbades auf S. S. „Victoria Luise“
welches grundlegend ist für alle weiteren Schiffs-Schwimmbäder. — Lieferant der sanitären Einrichtungen für den „Imperator“, dessen Schwesterschiffe und die im Bau befindlichen Dampfer vieler Reedereien



Etagen-Dampfbad mit Dampfzaskade
auf S. S. „Victoria Luise“



Vollbad mit Einsteigtreppe
auf S. S. „Victoria Luise“

der Hamburg-Amerika Linie

Spezialitäten: Bade-, Waschtisch- und Dusche- (Kapellen-, Mantel- usw.)
Anlagen — Dampf-, Heissluft-, Kohlensäure und elektrische
Bäder — Klosett- und Urinal-Anlagen — Unterwasser-Klosetts — Kabinen-Wasch-
tische — Schiffs-Schwimmbäder — Massage- und Wasserbehandlungs-Räume —
Hydrotherapeutische Apparate und Anlagen usw.

Lieferant der Kaiserlichen Marine sowie aller bedeu-
tenden Reedereien und Werften des In- und Auslandes

Norddeutscher Lloyd Bremen

Personen- und Frachtverkehr mit Schnell-
und Postdampfern nach allen Weltteilen.

Bremen = New York

zweimal wöchentlich direkt oder über
Southampton und Cherbourg

mittels der Schnellpostdampfer: „Kronprinzessin Cecilie“, „Kaiser Wilhelm II.“,
„Kronprinz Wilhelm“, „Kaiser Wilhelm der Große“;

Doppelschraubendampfer: „George Washington“ und „Prinz Friedrich Wilhelm“

(an Bord dieser Dampfer Eisenbahnfahrkarten-Verkauf und direkte
Gepäckabfertigung nach allen wichtigen Plätzen des Kontinents)

sowie der Doppelschraubendampfer der Barbarossa-Klasse:

„Bremen“, „Friedrich der Große“, „Königin Luise“, „Großer Kurfürst“, „Barbarossa“.

Bremen-Philadelphia Bremen-Baltimore Bremen-Salveston	Bremen-Kanada Bremen-Cuba Bremen-Ostasien	Bremen-Australien Genua-Neapel- New York
Anschluß-Linien: Austral-Japan und Singapore-Neuguinea-Linie		

Südamerika-Dienst

Bremen - Brasilien

über Antwerpen nach Pernambuco, Bahia,
Rio de Janeiro und Santos

Bremen - La Plata

über Antwerpen nach Rio de Janeiro,
Montevideo und Buenos Aires

Ägypten-Dienst

Venedig-Alexandrien. Marseille-Alexandrien. Marseille-Neapel-Alexandrien.
Genua - Neapel - Port Said. Verbindung nach Gibraltar, Algier, Palermo.

Nordseebäder-Verkehr

nach Amrum, Borkum, Helgoland, Juist, Langeoog, Norderney, Sylt, Wangeroog,
Wyk auf Föhr

von Bremen, Bremerhaven bezw. Wilhelmshaven.

Fahrpläne und direkte Fahrkarten auf allen größeren Eisenbahnstationen.

Vergnügungs- und Erholungsreisen zur See

Weltreisen ❖ Lloydreisen

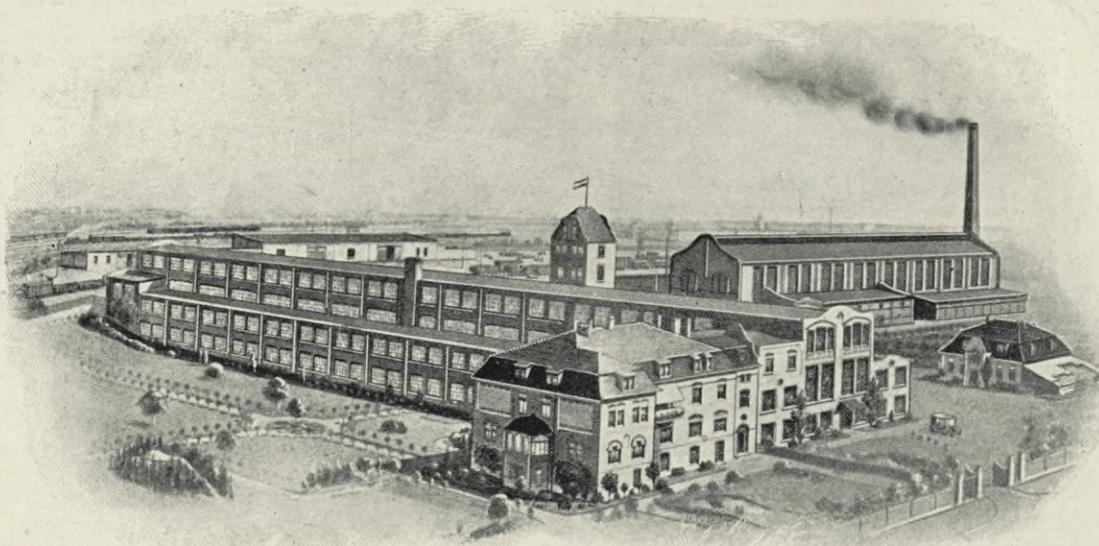
Reise-Schecks

Welt-Kreditbriefe

Nähere Auskunft und Drucksachen unentgeltlich.

Norddeutscher Lloyd Bremen

und seine Vertretungen



FRITZ CASPARY

TELEGRAMME:
Caspary Berlin-Marienfelde
TELEPHON:
Amt Tempelhof, Nr. 285

Berlin-Marienfelde

POSTADRESSE:
Fritz Caspary, Berlin-Marienfelde
BAHNADRESSE: Station Berlin-
Marienfelde Staatsbahnanschlußgleis

Spezialfabrik für Schiffs-Einrichtungen

Gegründet 1872

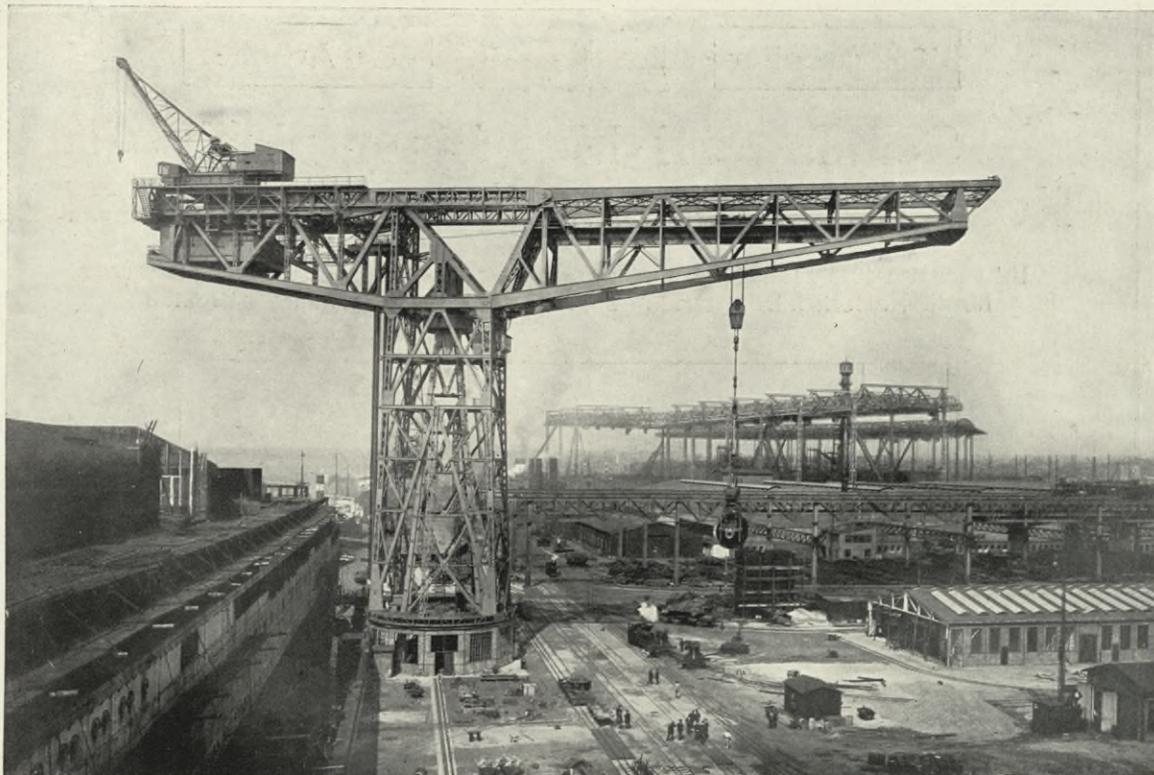
Herstellung von Matratzen, Betten u. Sofa
aller Arten für Zwischendeck, Mannschaft,
Hospital, Cajüten, Staats- und Luxus-
räume ausschließl. in eigenen Werkstätten

~ Feuer-Verzinkerei ~

Übernahme sämtlicher Dekorations- und
Polsterarbeiten für Schiffe

Alleiniger Fabrikant der
„OCEANA“-Schiffsbetten

BLOHM & VOSS



Schiffswerft, Maschinenfabrik, Turbinenfabrik
Kesselschmiede, Stahl- und Bronzegießerei

HAMBURG

Werft: STEINWÄRDER

Brief-Adresse: Hamburg-Steinwärder — Telegramm-Adresse: Blohmwerft, Hamburg

ELBDOCK von BLOHM & VOSS

5 Schwimmdocks von 3000, 4700, 17000, 17500
und von **46000 Tonnen** Tragfähigkeit

Kontor: Steinhöft 8/11, Hamburg — Telegr.-Adr: Elbdock, Hamburg

Howaldtswerke

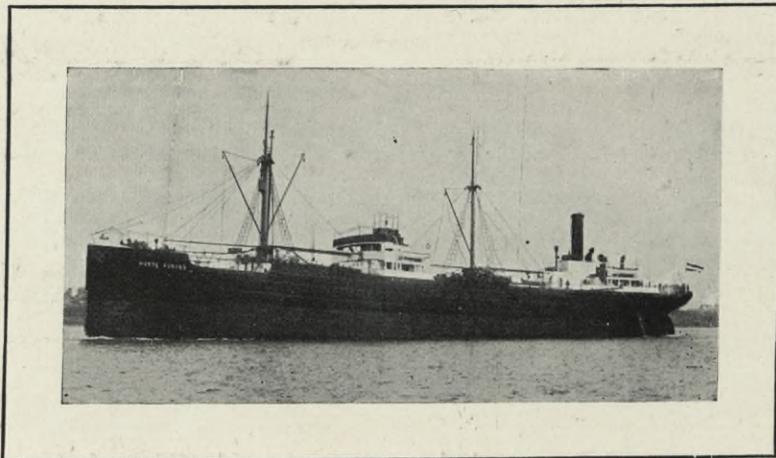
4000 Arbeiter

Kiel

4000 Arbeiter

**Schiffswerft · Maschinenfabrik
Kesselschmiede und Eisengießereien**

Erbauer des 40000 tons Schwimmdocks, mehrerer Dreadnoughts und Kreuzer
für die Kaiserlich Deutsche Marine und Lieferant ausländischer Staaten



„Monte Penedo“

das erste in Deutschland hergestellte Frachtschiff mit Dieselmotoren für die
transatlant. Fahrt, 6500 t Tragfähigkeit, erbaut v. d. Howaldtswerken, Kiel,
für d. Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg

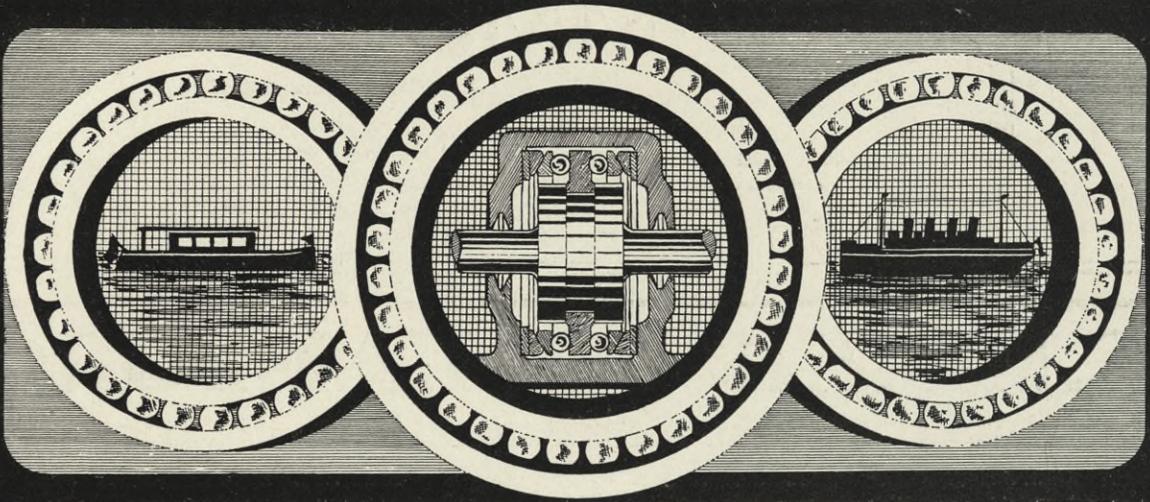
SPEZIALITÄT:

Schiffe mit Dieselmotoren

Passagier- und Frachtdampfer bis zu
den größt. Abmessungen. Tankdampfer

Schleppdampfer, Eisbrecher, Pontons, Getreideheber,
Dampflichterfahrzeuge, Sauge- und Eimerbagger,
Bagerschuten mit Motorantrieb, Dockung
von Schiffen, Ausführung von
Reparaturen aller Art

„DWF“ KUGELLAGER UND SCHIFFSDRUCKLAGER



Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken. Berlin, NW 13
Dorotheenstr. 35

Emil von Gahlen & Co., Ratingen

(Gegründet in Gerresheim 1861)

Vereinigte Werke:

(Gegründet in Gerresheim 1861)

Emil von Gahlen & Co., früher in Gerresheim, und Ratinger Nietenfabrik G. m. b. H., Ratingen

Nietenfabrik

Spezialität: Nieten für Kessel-, Schiffs- u. Brückenbau

Eingetragen in die Lieferantenliste der Kaiserl. Deutschen Kriegsmarine

Tägliche Produktion über 30,000 Kilo

VON KLITZING, HAMBURG, Alsterdamm 17
INGENIEURBÜRO FÜR
SCHWIMMDOCKS

und verwandte Gebiete

Schwimmkrane, Elevatoren, Schleusentore, Schwimmbrücken, Hebefahrzeuge für gesunkene Schiffe, eiserne Senkkästen und Pontons aller Art. Konstruktionsarbeiten, Technische Beratung, Begutachtung, Patente.

15 jährige
Erfahrung

Beschaffung vollständiger Anlagen
Vorentwürfe kostenlos

1a
Referenzen

C. MORRISON, HAMBURG

„ELBHOF“, Steinhöf Nr. 9
Gegründet 1861

Schiffbautechnisches Geschäft

Telegrammadr.: „Morrison“
Fernsprecher: Gr. I, Nr. 4894

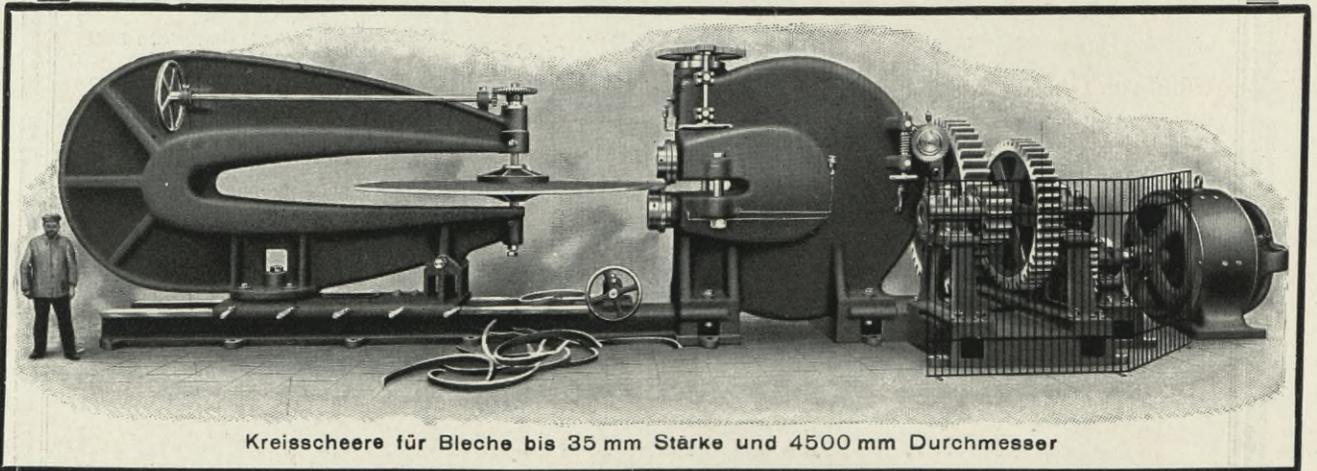
„Buckley“ Hochdruck-Dampfkolben
„United States“ Metallstopfbüchsen
„Warin“ Automatische Pumpenkolben
„Kinghorn“ Metallventilplatten
„Cockburn“ Sicherheitsventilfedern



„Ramsey“ Schiffsmaschinenregulatoren
„Edmiston“ Speisewasserfilter
„Gourlay“ Dampfdeckkräne
„Davis“ Steuermaschinen
„de Vos“ Quadrantdavits
„Bulls Metall“ Propeller und Konstruktionsmaterial

Verzeichnis technischer Lieferungsgegenstände auf Wunsch.

L. Schuler · Goepplingen Wttbg.



Kreisscheere für Bleche bis 35 mm Stärke und 4500 mm Durchmesser

Älteste deutsche Spezialfabrik für den Bau von Maschinen
und Werkzeugen für die gesamte Blechbearbeitung

Gegründet 1832

Kreisscheeren · Kurbelscheeren
bis zu den größten Dimensionen

Personal ca 1000

HANIEL & LUEG, DÜSSELDORF

Maschinenfabrik
Eisen- und Stahlwerk



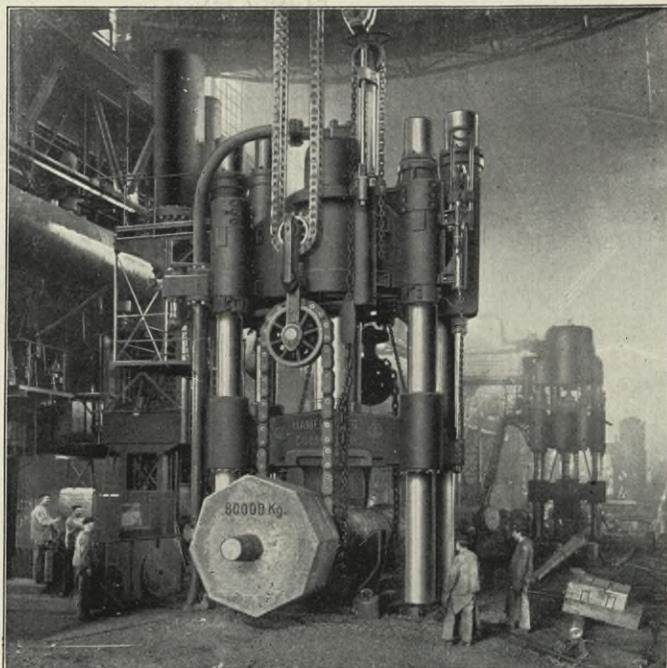
Schmieden
eines Ruderschaftes
in unserem Presswerk für
den auf der Werft von Blohm
& Voss für die Hamburg-Amerika-
Linie erbauten Riesendampfer
„VATERLAND“

Das Schmieden geschieht mit
einer von uns gebauten dampf-
hydraulischen Schmiedepresse
von 4000 Tonnen Pressdruck
System HANIEL & LUEG

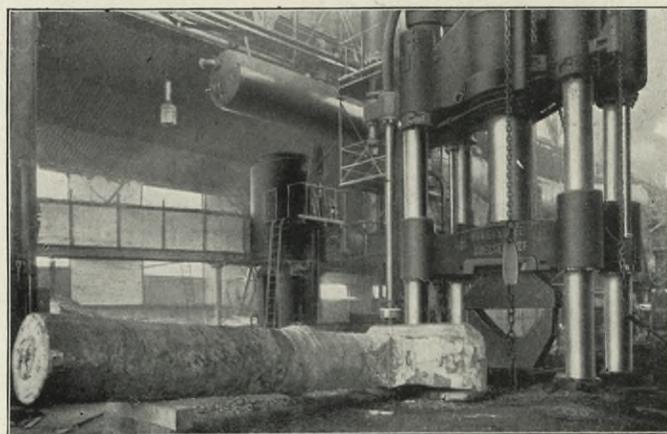
Wir liefern:
Dampfhdraulische
Schmiedepressen

in jeder Grösse und bis zu
12500 Tonnen Pressdruck, so-
wie dampfhdraulische Scheren
und hydraulische Maschinen

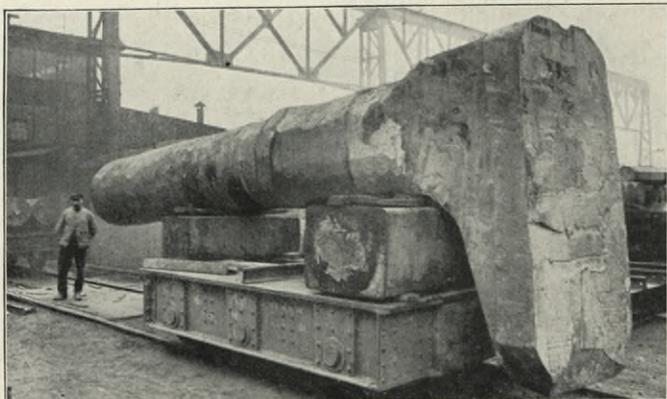
Desgleichen: **Stahlguss- und**
Schmiedestücke jeder Art
und Grösse für den Schiff-
bau und Maschinenbau,
bis zu 60 000 kg
Stückgewicht



Schmieden des für den Ruderschaft bestimmten Stahlblockes von 80 000 kg



Vorschmieden des Ruderschaftes

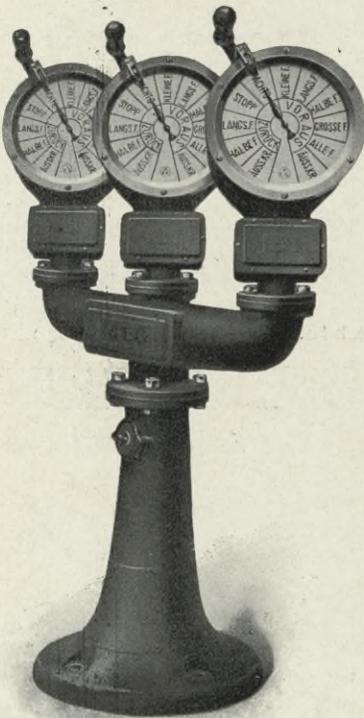


Geschmiedeter Ruderschaft fertig zum Bearbeiten

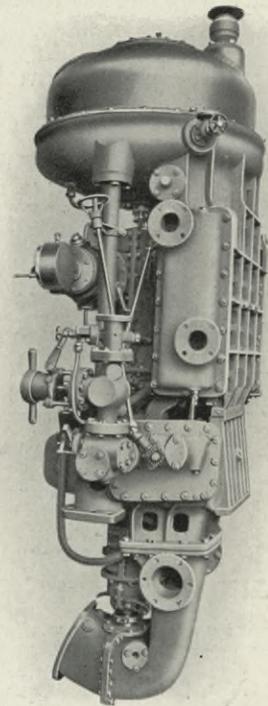
AEG

ABTEILUNG FÜR SCHIFFBAU UND HEERWESEN

Ausführung elektrischer Bordanlagen jeden Umfanges



Turbodynamos, Turbogebläse, turboangetriebene Luft- und Kondensatpumpen, Kessel- speisepumpen, Kühlwasser- und Heizölpumpen, Spezial- motoren zum Antrieb von Lüftungsmaschinen, Pumpen, Deckswinden, Munitions- Transporteinrichtungen, frag- bare Lüfter, Spille usw., druck- wasserdichte Beleuchtungs- körper; Armaturen, Mess- instrumente und -apparate, Ozonanlagen, Heiz- und Kochapparate, Marinekabel, seetüchtige Motorboote, Maschinen-, Ruder- und Kessel-Telegraphen, Kessel- Heiz - Signalanlagen, Um- drehungsfernzeiger, Hupen, wasserdichte Alarmwecker, Artillerie-Telegraphen usw.



Scheinwerfer für Marine, Heer und Luftschiffahrt

Automobile Scheinwerferzüge, Dynamowagen und Scheinwerferwagen, tragbare Scheinwerferstationen

Elektrische Anlagen jeder Art für

Festungswerke und Truppenübungsplätze

Kraftübertragungs-, Beleuchtungs-, Lüftungs- und Scheibenzug-Anlagen, Feldkabel- material, Geräte für optische und akustische Signale, Fernzeiger für Windrichtung usw.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin

Internationale Pressluft- und Elektricitäts-Gesellschaft m.b.H.

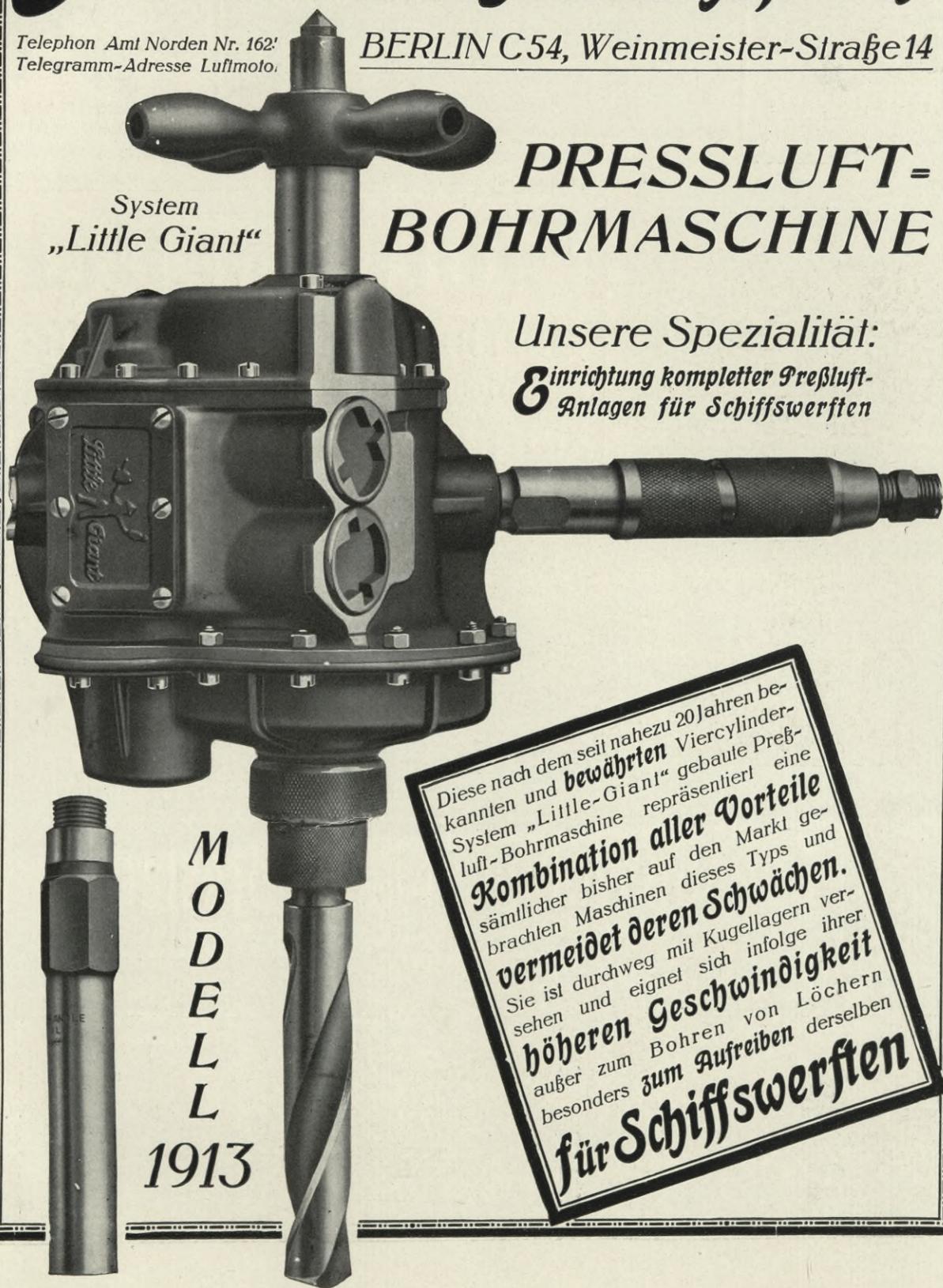
Telephon Amt Norden Nr. 162'
Telegramm-Adresse Luftmoto.

BERLIN C54, Weinmeister-Straße 14

System
„Little Giant“

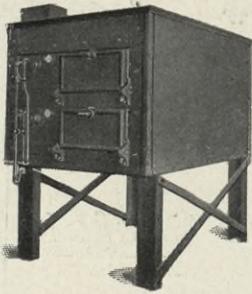
PRESSLUFT- BOHRMASCHINE

Unsere Spezialität:
Einrichtung kompletter Pressluft-
Anlagen für Schiffswerften



M
O
D
E
L
L
1913

Diese nach dem seit nahezu 20 Jahren be-
kannnten und bewährten Viercylinder-
System „Little-Giant“ gebaute Press-
luft-Bohrmaschine repräsentiert eine
Kombination aller Vorteile
sämtlicher Maschinen dieses Typs und
brachten bisher auf den Markt ge-
vermeidet deren Schwächen.
Sie ist durchweg mit Kugellagern ver-
sehen und eignet sich infolge ihrer
höheren Geschwindigkeit
außer zum Bohren von Löchern
besonders zum Aufreiben derselben
für Schiffswerften



Elektrisch geheizter Backofen

W. A. F. Wieghorst & Sohn

Gesellschaft mit beschränkter Haftung

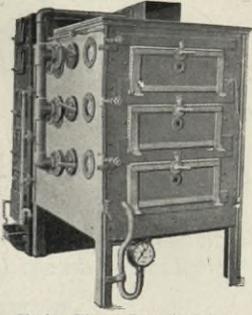
HAMBURG 19

Elektrisch geheizte und Dampf-Backöfen

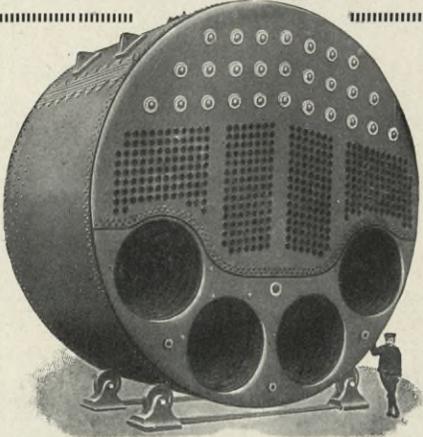
in bewährter Ausführung

Bäckerei-Maschinen und Geräte neuester Konstruktion

Lieferanten diverser Kriegs- und Handels-Marinen
Festungswerke, Proviantämter usw.



Marine-Etagen-Dampfbackofen



Schiffskessel

Überhitzer für Schiffskessel

Geschweißte und gepresste Kesselteile

Ottensener Eisenwerk A. G.

Altona-Hamburg



Rhein-Schlepper, 1600 P.S.

Schlepp-Dampfer



Personendampfer für die Havel.

Personen-Dampfer



6 Ladungsdampfer für den Berl. Lloyd A.G.

Ladungs-Dampfer

Caesar Wollheim

Werft u. Rhederei Breslau

Schiffswerft - Maschinenfabrik - Kesselschmiede

Eimer-Nass-Bagger



Eimer-Bagger f. d. Nord-Ostsee-Kanal.
350 cbm Stundenlsg.

Trocken-Bagger



Doppel-Portal-Bagger im Braunkohlen-Tagebau
400 cbm Stundenlsg.

Saug- u. Spül-Bagger



Schufensauger f. d. Nord-Ostsee-Kanal.
400 cbm Stundenlsg.

W.M.J

Ölfeuerungsanlagen

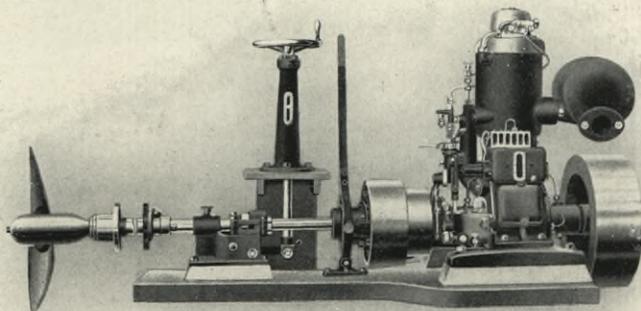
mittels Zentrifugal-Zerstäubern
sind für **Schiffskessel** in der
Anschaffung und im Betriebe die billigsten,
denn sie ermöglichen höchste Bean-
spruchung sowie größte
Lebensdauer der
Kessel

höchste Nutzeffekte, folgt
dessen
geringster Ölverbrauch

Weitfälische Maschinenbau-Industrie
Gustav Moll & Co., Aktiengesellschaft, Neubeckum

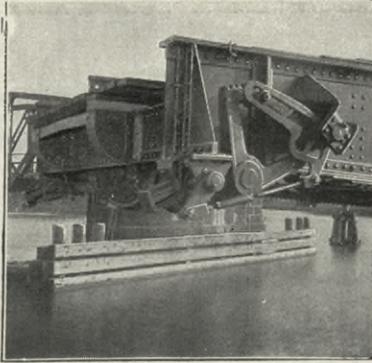
Bootsmotoren „Drott“

*Nach dem Zweitakt-System
Für alle Rohöle*



Nickels & Todsén · Stockholm

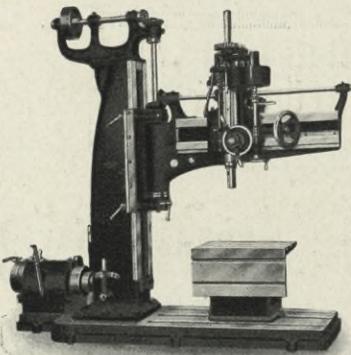
Maschinelle Ausrüstung



von Schleusen, Talsperren,
beweglichen Brücken,
Schwimmdocks usw.

Berliner Actien-Gesellschaft für
Eisengießerei und Maschinenfabrikation

(früher J.C.FREUND & Co.), CHARLOTTENBURG



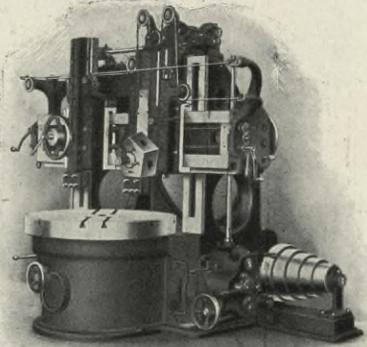
Paul Blell

Werkzeugmaschinen-Fabrik
Zeulenroda

Gegründet 1883

Leistungsfähige Spezialfabrik für
Radialbohrmaschinen · Stoßmaschinen
Hobelmaschinen, besond. Einpilaster
Karussell-Drehbänke

Illustriert. Katalog auf gefl. Verlangen



SKODAWERKE

AKTIEN-GESELLSCHAFT IN PILSEN

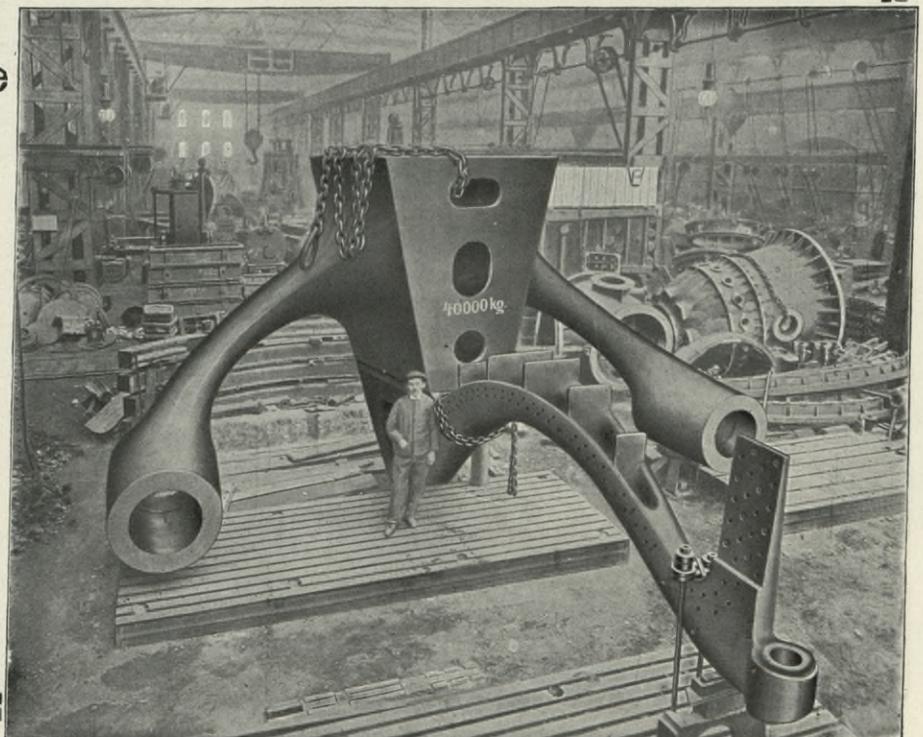
Generaldirektion und
kommerzielle Direktion:
WIEN I, Kantgasse Nr. 3

ABTEILUNG Gußstahlhütte

erzeugt Stahlformguss-
stücke jeder Größe und
in allen Dimensionen, so-
wie in den komplizier-
testen Formen für den
Maschinen-, Brücken- u.
Mühlenbau, für Berg-
u. Hüttenwerke, Eisen-
bahnen, den Schiffbau u.
Elektrizitätswerke usw.

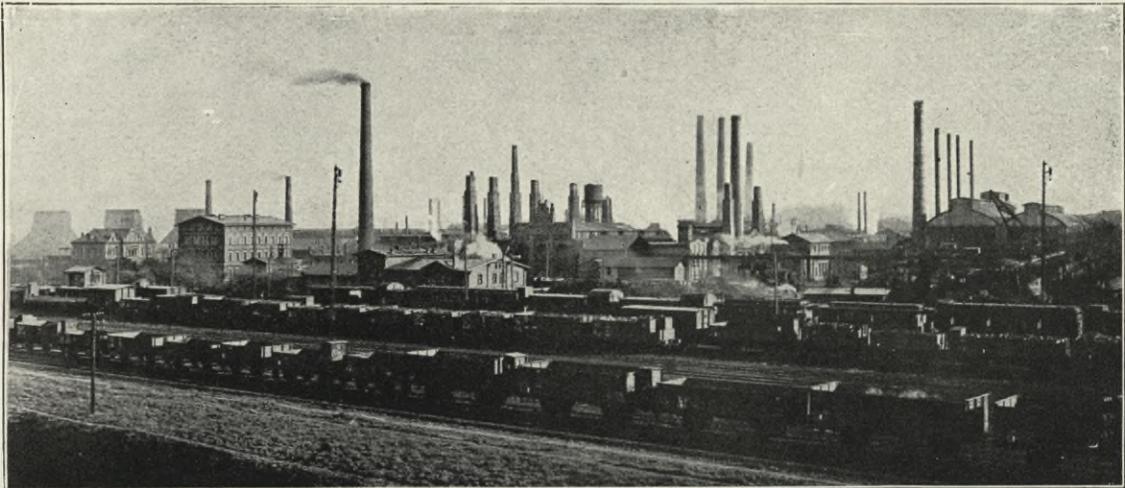
Spezialitäten:

Steven, Ruder, Propeller,
Anker, Massenschwung-
räder, Kammwalzen,
Citroen-Räder und
Getriebe ::: Hartstahl



B Bismarckhütte B

Gegründet 1872 in Bismarckhütte O.S. Gegründet 1872



Grobblechwalzwerke für Panzerplatten, Nickelstahlplatten u. Schiffsbleche für den Kriegsschiffbau, Weichkernstahlbleche (Stahl-Eisen-Stahl), Lokomotiv-Rahmenbleche, beschusssichere Bleche u. Blenden für Schutzschilde u. gepanzerte Kriegsfahrzeuge, hochwert. Bleche f. d. Automobil- u. Luftschiffbau

Eisenerzgruben und Hochofen mit Nebenbetrieben. Martinstahlwerke mit Stahlformgießerei mit einer Jahresproduktion v. rund 230 000 t Rohstahl

Walzwerke für Grob-, fein-, form- und Qualitäts-eisen, Grubenmaschinen, Platinen, Lashen und Unterlagsplatten.

Feinblechwalzwerke für gebeizte u. ungebeizte Feinbleche zu Stanz-, Falz- u. Emaillierzwecken, Verzinnungs- u. Vernickelungsbleche, Dynamobleche, legiert u. nicht legiert, Dachbleche, Feinbleche aus Flußeisen und Stahl, Hochglanzstahlbleche für Dampfzylinder und Ofenmäntel und Formbleche.

Kaltwalzwerke für Bandstahl zu Sägen, f. Patronenrahmen u. Cartonagenzwecke usw., blank u. verzinkt, härtbar u. nicht härtbar, Verpackungsbandeisen in allen Stärken, Bandeisen verzinkt.

Kohrwalzwerke für nahtlose Stahlrohre aller Art bis zu 13 Zoll Durchm., Gas- und Siederohre Flanschen u. Bohrerohre, Leitungsrohre, Stahlmuffenrohre für Bleidichtungen in Längen bis 15 m in einem Stück, Wassergaschweißerei für Rohre bis zu 3 m Durchm. aller Art, wie Kanalisations-, Gas- und Wasserleitungsrohre, Bohr-

rohre, kompl. Turbinenleitungen für größte Gefälle, Rohrformstücke, Schweißarbeiten aller Art.

Spezial-Gußstahl, Tiegelgußstahl u. Elektrostahtwerk, umfassend hammer- und Preßwerk, Stahlwalzwerk, frimmelwalzwerk, Laufstabappretur, Schusschildappretur, Profilizierein. Appreturwerkstätte zur Erzeugung v. erstklassigem Werkzeugstahl für jeden Verwendungszweck, Schnellarbeitsstahl, Magnetstahl, fertige Schnellarbeitsfräser u. Spiralbohrer, Steinbohrstahl, auch für härtestes Gestein, Bohrstahl, unmagnetisierbarer Nickelstahl, hochwertige Konstruktionsstahl für den Automobil- und Luftschiffbau, wie Zahnräder, Kurbelwellen, Pleuelstangen, Nockenwellen usw.

Gewehrlaus- und sonstiger Waffenstahl, schussichere Schildbleche, Blenden und Panzerplatten, Profilstahl für Dampfturbinen, fertige Schaufeln u. Zwischenstücke, gezogener Stahl all. Art, Silberstahl, Stahldraht, fertige Gußstahlwalzen zum Kaltwalzen von Metallen u. Stahl, fertige Scherenmesser, appretierte Schmiedestücke für den Automobil- und Maschinenbau.

Niederlagen resp. Filialen der Bismarckhütte: Berlin O27, Schmiedlerstr. 6 • Breslau, Nicolaistr. 13
 L ä g e r der Bismarckhütte: Düsseldorf • Nürnberg • Stuttgart • Brüssel • Mailand • Turin
 Sämtl. Anlagen sind, den neuesten technischen Errungenschaften entsprechend, auf das modernste ausgebaut

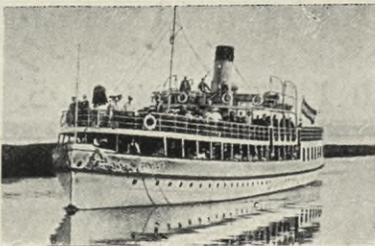
Franz Schenk & Co

Schiffs-
Werft
und
Maschinen
Fabrik

Passagier-, Fracht-
und Schleppdampfer

Kähne, Motorschiffe
und -Boote aller Art

Schwimmbagger,
Saug- u. Spülbagger



Abteilung

Exportschiffbau

Flachgehende Heck-
Seitenrad- u. Tunnel-
schiffe für die Tropen

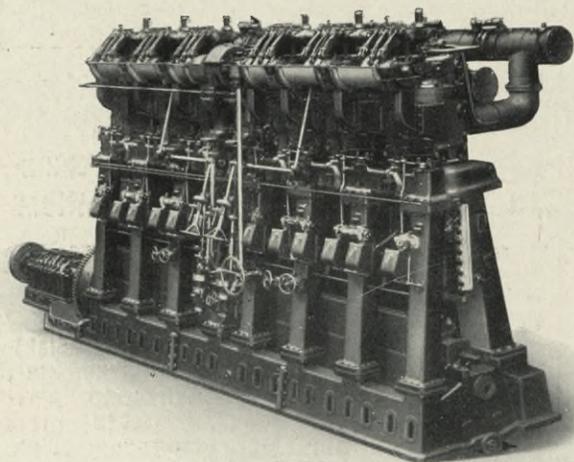
G.m.b.H.
Elbing
Westpreußen



Vertreter: Schiffbau-Ingenieur F. Lantow-Hamburg 31

FRIED. KRUPP A.-G. GERMANIAWERFT

KIEL - GAARDEN



1500 PS_e-Zweitakt-Schiffsmotor

230

ÖLMOTOREN

mit insgesamt

88800 PS_e

für Land- u. Schiffsbetrieb

gebaut und in Auftrag

Köhncke & Co.

Bauunternehmung G. m. b. H.
Bremen und Hamburg

empfehlen sich
zur Projektierung
und Ausführung

aller für Schiffswerften
erforderlich. Tiefbauten

Spezialitäten

Herstellung massiver
Schiffshellinge in Eisenbeton
Fundierung v. Helling-
und Riesenkränen
Werkstattgebäuden

Auskünfte,
Ingenieurbesuche
bereitwilligst

U. a. wurden durch uns
projektiert und ausgeführt

20 massive Hellinge nebst Kranbahnen
verschiedener Bauart bis zu 280 m
Länge für die A.-G. „Weser“, Bre-
men; den Bremer Vulkan, Vegesack;
die Nordseewerke, Emden; Joh. C.
Tecklenborg, Geestemünde; für die
Vulkan-Werke, Hamburg (Bau des
Dampfers „IMPERATOR“) u. a. m.

Fundierung von Krananlagen

bei den Howaldtswerken, Kiel; Joh. C.
Tecklenborg, Geestemünde; Vulcan-
Werken, Hamburg; Wm. Beadmores
& Co., Glasgow-Dalmuir; Vickers,
Sons & Maxim Lim., Barrow i. Furness.

Umfangreiche FUNDIERUNGEN bei z. T. schwierigsten
Bodenverhältnissen an Elbe, Oder, Weser, Schelde etc.

Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke

12000 Arbeiter
900 Beamte

VÖLKLINGEN a. SAAR G. m. b. H.

liefern als Spezialität:

Hochwertige

Baustähle

für Schiffbau, Maschinenbau etc.

in Form von gewalzten Blöcken, gewalzten und geschmiedeten Stäben in allen Profilen (auch Winkel=U=T Profile), Schmiedestücken, Preßteilen usw.

Röchling's Baustähle

werden sowohl als reine Kohlenstoffstähle in fünf verschiedenen Härten, wie auch als Nickelstahl und Chrom-Nickelstahl geliefert.

Vorzüge Praktisch, frei von Schwefel und Phosphor, Vermeidung von Schlackeneinschlüssen, Gasblasen, Lunker, starken Seigerungen, **also große Reinheit.**

Folgen der Vorzüge Außerordentl. günstiges Verhältnis der Dehnung zur Festigkeit, hohe Elastizitätsgrenze, keine Ermüdungserscheinungen auch bei anhalt. schwerer Arbeitsleistung.

Also absolute Zuverlässigkeit aller Konstruktionsteile und Maschinenteile, die aus Röchling's Baustahl hergestellt sind.

Alle Auskünfte, Offerten und Aufträge werden erledigt durch das

Verkaufshaus: Gebrüder Röchling, Ludwigshafen a. Rh.

Abteilung Elektrostahl

Postfach 14



Entwurf und Ausführung Fittje & Michahelles

Fittje & Michahelles Hamburg

|||||
Ausstellungsräume:
„Europahaus“
Hermannstraße 26
Telephon: Gruppe I
Nr. 128 und I Nr. 129

|||||
Fabrik: Flüggestr. 6-8
Telephon: Gruppe IV
Nr. 2324 u. VIII Nr. 3229
|||||

*Fabrik und kunstgewerbliche
Werkstätten für Schiff-Salons*

Wohnungs-Einrichtung

Innen-Ausbau



*Stoffe / Teppiche / Dekorationen
Atelier für Zeichnungen und Entwürfe*

Dampfsteuerapparate

**Dampfladewinden
Dampfanker-
winden**

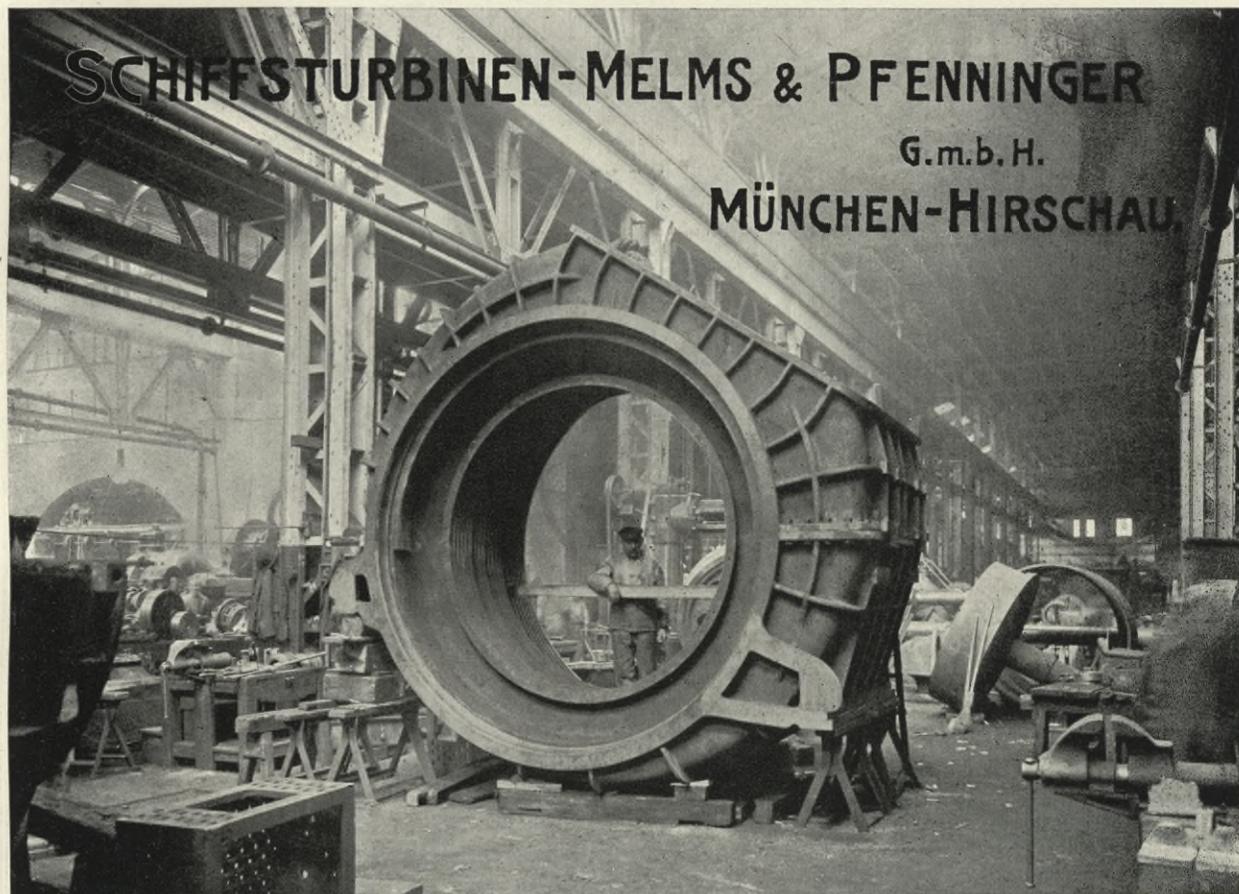
Spillanlagen
für Kriegsschiffe

Die Ladewinden für den
Dampfer „Imperator“
wurden von mir geliefert

Paul Heinrich Podeus, Wismari.M.

EISENGIESSEREI UND MASCHINENFABRIK

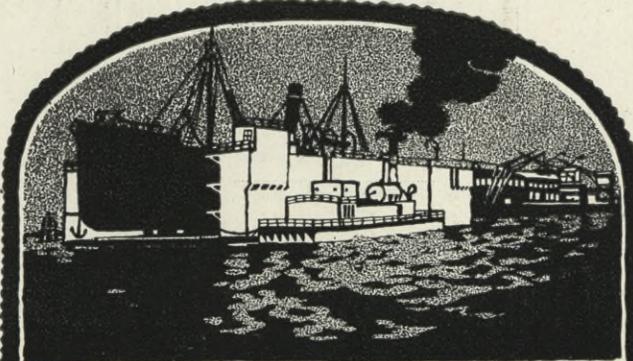
Vertreter: Carl W. E. Meyer, Hamburg, Georgsplatz 8-10



SCHIFFSTURBINEN-MELMS & PFENNINGER

G.m.b.H.

MÜNCHEN-HIRSCHAU



Deutsch-Luxemburgische
Bergwerks- u. Hütten A-G. Abtlg.
Nordseewerke
EMDEN
SCHIFFSWERFT
Dock u. Reparaturwerkstätten

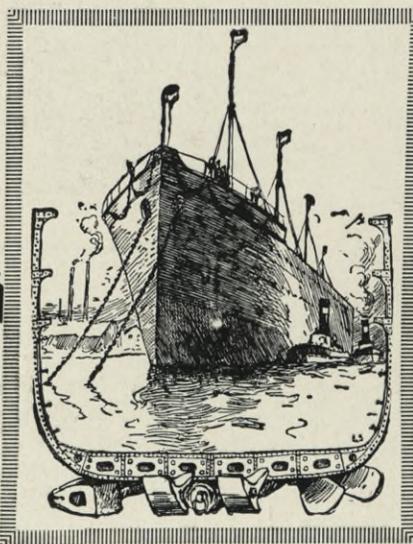
XV.
JAHRGANG

SCHIFFBAU

Zeitschrift für die gesamte Industrie auf
schiffbautechnischen u. verwandten Gebieten

Chefredakteur: Geheimer
Regierungsrat Professor
OSWALD FLAMM

Bezugspreise: Für das Inland
16 M. · Ausland 20 M. im
Jahr · Einzelheft 1 M.



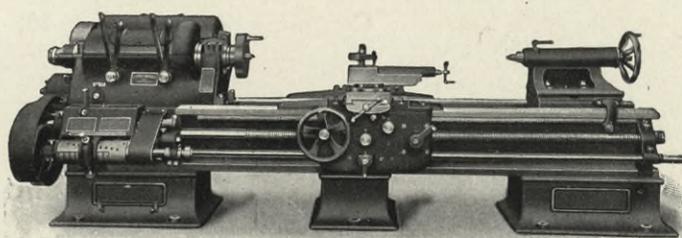
Vorzügliches Insertions-Organ

für alle zum Schiffbau und
zur Schiffsausrüstung
gehörigen Artikel

Probenummern auf Verlangen kostenlos und portofrei vom Verlage des
Schiffbau, Berlin SW 68, Zimmerstraße 8-9

Spezialfabrik für hochleistungsfähige, erstklassige, neuzeitliche

Präzisions-
Schnelldrehbänke,
Schnelhobelmaschinen,
Revolverdrehbänke,
Geschossdrehbänke,



für jede Antriebsart

Gebr. Boehringcr,
Goepplingen, Württ.

DOERWALDT BROTHERS London, E.C.
 Broad St. House,
 New Broad St.

WERKZEUG-MASCHINEN

WALZEN, STANZEN, SCHEEREN,
 HOBEL- U. BIEGEMASCHINEN ETC.
 FÜR DEN SCHIFFBAU, KRÄNE,
 HYDRAULISCHE MASCHINEN

KOMPL. DRUCKLUFT-ANLAGEN

HILFSMASCHINEN

FÜR KRIEGS- U. HANDELSCHIFFE,
 CENTRIFUGAL- U. KOLBENPUMPEN,
 WINDEN, STEUERAPPARATE, EIS-
 MASCHINEN, EVAPORATOREN,
 FILTER

KONDENSATOREN (SYSTEM
CONTRAFLO)

KINETISCHE LUFTPUMPEN SOWIE ALLE
 MORISON-CONTRAFLO-ORGANE
 LIEFERUNG ODER LIZENZ

FÜR DIESELMOTORSCHIFFE

KOMPLETTE HOCHDRUCKLUFTANLAGEN
 MIT ANTRIEBSMASCHINEN (FÜR DIE
 MEHRZAHL ALLER MOTORSCHIFFE GELIEFERT
 ODER IN BAU), DECKSMASCHINEN, AN-
 GETRIEBEN DURCH LUFT U. DAMPF
 COMBINIERT, DURCH ELEKTRI-
 CITÄT U. FÜR DIREKTE KUPPLUNG
 MIT VERBRENNUNGS-MOTOREN

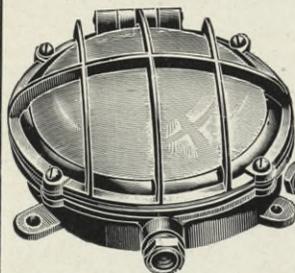
GEBRÜDER DOERWALDT Hamburg 11
 Elbhof
 Steinhöft 9

METALLWERKE v. GALKOWSKY & KIELBLOCK

METALLGIESSEREI

Aktien-Gesellschaft

ARMATURENFABRIK

Centrale: BERLIN SW. 68, Lindenstrasse 32-34
Fabriken in HeegermühleSpezialität: **Leitungs- u.
Beleuchtungs-
armaturen
für elektrische
Anlagen
auf Schiffen.**

Sonderabdrucke von Aufsätzen der Zeitschrift „Schiffbau“

- Regierungsrat Arnold, Die Anwendung der Elektrizität auf Unterseebooten.
- Emil Capitaine, Zur Frage der Verwendbarkeit von Verbrennungsmotoren für die Fortbewegung von Kriegsschiffen.
- J. Castner, Die Drahtkanonen der englischen Marine und ihre Vorgeschichte.
- „ „ Schraubenschluss und Keilverschluss.
- Klappbrücke über den Hafen von Husum, erbaut von der Deutschen Maschinenfabrik A. G., Duisburg.
- Alexander Dietzius, Ueber Schwimmdock-Anlagen.
- „ „ Luftschiffbau und Luftschiffahrt.
- Geh. Regierungsrat Prof. O. Flamm, Dienstfahrzeug für die Königliche Biologische Station auf Helgoland.
- L. Graemer, Das neue Feuerschiff für die erste Station der Elbe.
- Professor Dr. Ing. Gümbel, Ueber eine internationale Sprache im Schiffbau. (Preis M. 2.—)
- Otto Heesch, Seitenradschleppdampfer „Hugo Marcus“ und „Habsburg“.
- W. Helling, Die maximalen elementaren Wirkungsgrade als Grundlage für die Konstruktion der Steigung der Schraubenpropeller.
- W. Hildebrandt, Der Truppentransportdampfer „Borussia“.
- C. Kielhorn, Doppelschrauben-Motorfrachtschiff „Monte Penedo“ der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiff-Gesellschaft.
- Dr. Ing. Marcel Klein, Grundlagen zu einer Dynamik der Unterwasserfahrt (Preis M. 2.—)
- Geh. Marine-Oberbaurat Otto Kretschmar, Gefechtswerte von Kriegsschiffen.
- Reg.- und Baurat H. Krey, Fahrt der Schiffe auf beschränktem Wasser. (Preis M. 2.—)
- Das Motor-Tankschiff „Hagen“, erbaut von der Fried. Krupp A.-G. Germaniawerft, Kiel-Gaarden (Preis M. 2.—).
- Dr. Ing. Franz Matthias, Untersuchungen über den Druck und Druckmittelpunkt an lotrechten Platten, die recht- und spitzwinklig zur Fahrtrichtung durch Wasser geschleppt werden.
- Prof. Mentz, Schiffsölmotoren. (Preis M. 2.—)
- „ „ Deutscher Schiffsmaschinenbau (Preis M. 2.—)
- G. Neudeck, Schutz der Schiffe gegen Torpedos u. Minen.
- Dr. Ing. Praetorius, Beitrag zur Geschichte der Entwicklung der Feuerung mit flüssigen Brennstoffen auf Schiffen.
- Dr. Ing. Reinhold Schmidt, Ein schiffbautechnisch-kritischer Beitrag zur Vermessungsfrage.
- W. Schrader, Schiffsaufschleppvorrichtung in Stralsund-Hafen.
- Ober- u. Geh. Baurat Teubert: Die Deutsche Binnenschiffahrt von 1888—1913. (Preis M. 2.—)
- Dr. Ing. W. Thele, Der Schlick'sche Schiffskreisel auf dem Hamburger Peildampfer „Schaarhorn“.
- Dipl.-Ing. F. W. v. Viebahn: Deutscher Segel- und Motorbootsport. (Preis M. 2.—)
- Dr. Ing. Ernst Waldmann, Einfluss der Schiffsvermessung auf die Stabilität der Schiffe.
- Dipl. Ing. Carl Züblin, Neuere Kesselanlagen m. Niclausseeesseln.
- „ „ „ „ Niclaussee-Kessel.
- „ „ „ „ Die Torpedokreuzer „Catamarca“ und „Jujuy“ der argentinischen Marine.

Portofrei zu beziehen gegen vorherige Einsendung von je 1 Mark vom

Verlag der Zeitschrift „Schiffbau“, Berlin SW 68, Zimmerstr. 8/9

Spezialbronzen

von sehr hoher Festigkeit und Dehnung haben sich seit Jahren im Maschinenbau für Kolbenstangen, Ventilspleißen, Schrauben, Muttern, Bolzen, glatte und gekröpfte Wellen usw.

bestens bewährt!

Druckflächen
auf Wunsch
kaltfrei!!

Duralumin

— ein Leichtmetall mit hohen mechanischen Eigenschaften, sehr widerstandsfähig gegen atmosphärische Einflüsse. — Für Deutschland, Holland, Belgien und die Schweiz

alleinige Hersteller!

Rohre aus Messing und Tombak, Durana-Metall und anderen Speziallegierungen, insbesondere Kühlröhren nach behördlichen Vorschriften. Rohmaterial für Turbinenschaukeln. Glatte Profile. Aluminium, Bronze, Kupfer, Messing und Tombak in Blechen, Stangen, Drähten und endlosen Bändern. Kupferne Geschoßbänder für Granaten. Spezialmessing für Zünderteile. Patronenmessing zur Herstellung von Metallhülsen für Handfeuerwaffen und für Geschütze bis zu den größten Kalibern. Kupferseil- und Fahrdrabt (Trolleydraht)

Dürener Metallwerke, A.-G., Düren (Rheinland).

Teilhaber
gesucht

Die Direction der

Combination Metallic Packing Co. Ltd.

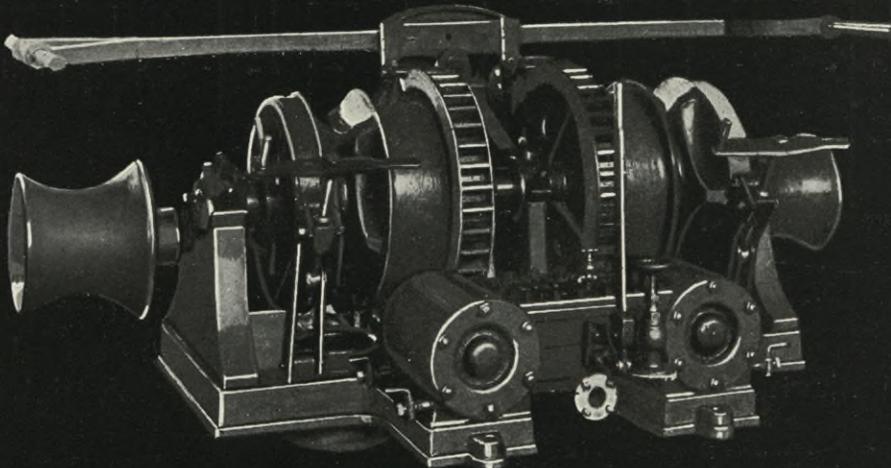
GATESHEAD - ON - TYNE ENGLAND (GEGR. 1885)

Lieferanten für große Schiffs- und erste Eisenbahn-Gesellschaften

wünscht mit einflußreichen Ingenieuren in Verbindung zu treten zu dem Zweck, auf dem Kontinent ein Werk für die Herstellung ihrer Spezialitäten zu errichten, um der starken Nachfrage nach ihren Fabrikaten genügen zu können.

In Gebrauch bei sämtlichen ersten Land- und Schiffsmaschinen-Fabriken

Maschinenbau-Gesellschaft m.b.H., Kiel



SCHIFFSWINDEN

für

Kriegs- u. Handelsmarinen

Nüscke & Co. Akt.-Ges. Stettin

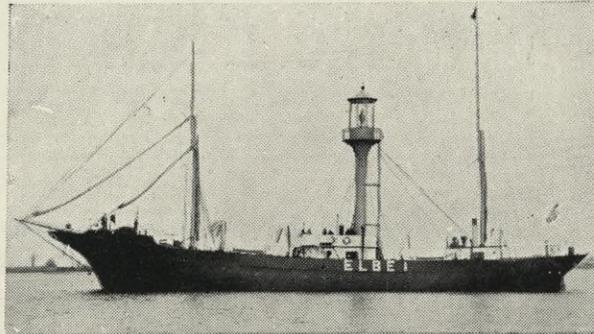
Schiffswerft

Kesselschmiede und Maschinenbauanstalt

Neubauten

von

Fracht-Dampfern
Passag.-Dampfern
Schlepp-Dampfern
Bereis.-Dampfern



Feuerschiff „Elbe I“, erbaut 1912

Reparaturen

an

Schiffen, Maschinen
und Kesseln schnell
und sorgfältig
2 Schwimmdocks

Spezialität: Bau von Frachtdampfern

Telegr.-Adr: Nüscke Co Stettin für Nord- und Ostsee Fernsprecher: Nr. 626 und 1401

N I E T E N

aller Art,

in sauberster Ausführung und
bester Qualität, den Bedingungen des
Germanischen u. Englischen Lloyd entsprechend, liefern

Bölling & Kummerhoff

G.m.b.H. Neuss/Rh.

Eingetragen in die Lieferantenliste der
Kaiserl. Deutschen Kriegsmarine

AKTIENGESELLSCHAFT

Oberbilker Stahlwerk

VORMALS C. POENSGEN, GIESBERS & CIE.

GEGRÜNDET 1864
Arbeiterzahl: 1200

DÜSSELDORF

Aktiengesellschaft seit 1877
Jahresumschl. 10 000 000 M

Stahl-, Hammer- und Preßwerke, Räderfabrik und
Bearbeitungswerkstätten für Schmiedestücke

liefert

Schmiedestücke

aller Art bis zu 100 000 kg für den

Schiffbau u. Maschinenbau

wie Steven, Ruder, Kurbelwellen,
Druckwellen, Zwischenwellen,
Schraubenwellen, Radreifen,
Achsen, Radkörper und fertige

==== Radsätze =====

Spezialität:

Trommeln, Räder und Wellen für Dampfturbinen
u. fertig bearbeitete mehrhübigte Kurbel-
wellen für Dieselmotoren

usw.

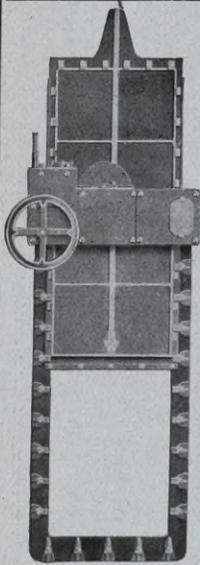
TH. SCHELD Schiffbau-Technisches Spezial-Unternehmen HAMBURG 11

für maschinelle Einrichtungen für Schiffswerfte, Maschinenfabriken und Schiffskesselschmieden

Erstes Spezialunternehmen dieser Branche

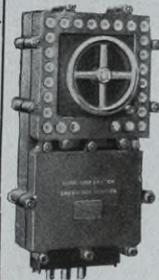
Vieljährige Erfahrungen — Ausführungen und Lieferungen an größte in- und ausländische Staats- und andere Schiffswerfte

Die Sicherung von Schiffen gegen plötzlichen Untergang vermittelt elektrisch betriebener Sicherheits-Schott-Türen des „Deutschen Long-Arm-Systems“



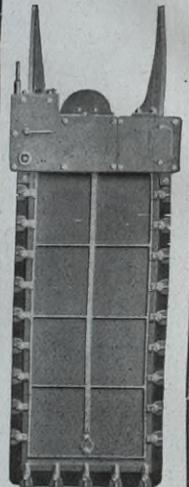
Sicherheits-Schott-Tür teilweise geöffnet

Das im Augenblick der Gefährdung eines Schiffes mit absoluter Sicherheit für Schiff und Menschen wirklich gefahrlos arbeitende u. bewährteste System. Daher können Passagiere u. Besatzung zu diesem System das größte Vertrauen haben



Zentral- od. Notstation

Dieses System gewährleistet jederzeit ein absolut zuverlässiges und sicheres Funktionieren; es ist wesentlich einfacher, leichter, billiger und besser als alle bisher existierenden, teilweise sehr komplizierten Anlagen



Sicherheits-Schott-Tür geschlossen

Keine Guillotine- oder Schafott-Apparate

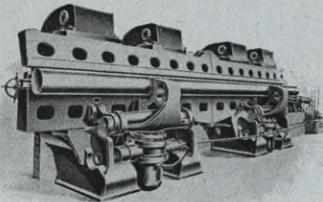
wie auf der untergegangenen „Titanic“, deren Schott-Türen im gegebenen Augenblick nicht einwandfrei funktionierten u. dadurch zur Beschleunigung u. Vergrößerung der Katastrophe beigetragen haben. — Eingebaut bei einer bedeutenden Anzahl Kriegsschiffen, insbesondere Groß-Kriegsschiffen, Panzerkreuzern, Kreuzern usw.

Hydraulische- und andere Werkzeug-Maschinen
Komplette hydraulische Kraft-Stationen, Hydraulische Spezial-Pressen
Blecbearbeitungs-Maschinen bis zu den größten Dimensionen

Doppel-Loch-Maschinen mit einfacher und doppelter Winkelschere — Kombinierte Loch- und Schermaschinen — Automatische Profilleisen-Lochmaschinen — Schiffsspanten-Schmiegemaschinen — Hydraulische fahrbare Spanten-Biegemaschinen — Hydraulische transportable und stationäre Nietmaschinen — Hydraulische transportable Flammrohr-Nietmaschinen

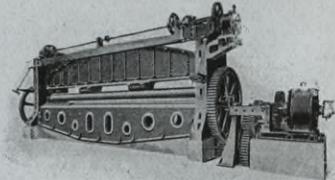
Hydraulische Kielplatten- und allgemeine Flanschmaschine für Schiffbauzwecke.

(Original-Konstruktion.) Zum Abkanten und Biegen von Blechen bis 15 m Länge und 50 mm Stärke. Die Maschine dient insbesondere für das Abkanten bzw. Kalt-Biegen von Kielplatten, Bodenplatten, Interkostal- und Doppelboden-Blechen, Blechen f. Deckhäuser usw.



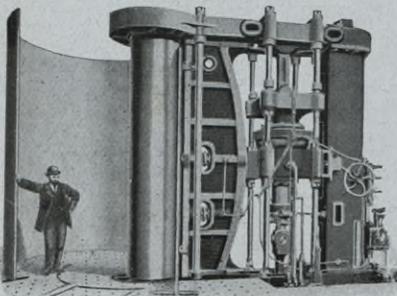
Blechbiegemaschine besonders für Groß- und Kriegsschiffbau

geeignet, für direkten elektrischen oder Riemen-Antrieb. Diese Maschinen werden bis zu den verlangten schwersten Ausführungen bis zu 12 m Länge und 50 mm Stärke, sowie für Kriegsschiffbau für Nickelstahlbleche bis zu 100 mm Stärke hergestellt



Hydraulische Blechbiegemaschine (Patent).

Für Kesselmäntel bis zu den größten Dimensionen, für Schiffskessel, Land- und Lokomotiv-Kessel. Die Bleche werden bis zur äußersten Kante kreisförmig gebogen, ohne daß ein größeres Stück gerade bleibt, wie bei anderen Blechbiegemaschinen der Fall



Vorteile der hydr. Blechbiegemaschine (Patent). Ein Vorbiegen der Bleche ist vollständig unnötig. Die Maschine arbeitet, wenn sie angelassen ist, völlig **automatisch**. Der Druckwasserverbrauch ist infolge unserer Sparwasser-Steuerung äußerst minimal, daher geringe Betriebskosten

Automat. Platten-Viellochmaschine m. Platten-Auflagetisch

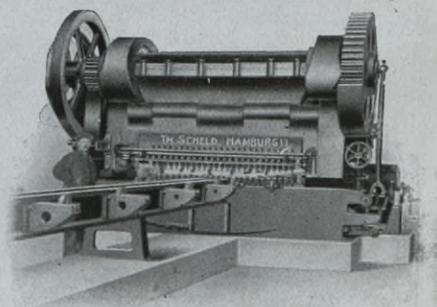
für automat. Blechvorschub für Schiffbau.

Leistung:

Lochen einer Platte von 12 m Länge u. d. 2200 mm Breite in zirka 8 bis 10 Minuten

Vorteile der automat. Viellochmaschine

1. Größtmögliche Genauigkeit Gleichmäßigkeit der Arbeit, daher bessere Nietung u. besonders bei Tankdampfern bessere Oel-dichtigkeit. 2. Bedeutende Ueberlegenheit im Vergleich zu Einzellochwerken. 3. Fortfall des Anzeichnens mittels Holzschablonen. 4. Die Bleche brauchen nicht ausgelegt zu werden. 5. Die Maschine ersetzt eine größere Anzahl Einzellochwerke, daher größte Leistungsfähigkeit u. kürz. Lieferzeit



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III 17971
L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300728