



E. Thimm



Trovati

Jahrbuch

der

Schiffbautechnischen Gesellschaft

im Fachverband „Schiffahrtstechnik“
des NS-Bundes Deutscher Technik



43. Band
1942

Herausgeber: Schiffbautechnische Gesellschaft, Berlin
Kommissionsverlag: Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co., Berlin SW 68

1942

ISBN-13:978-3-642-90163-8 e-ISBN-13:978-3-642-92020-2
DOI: 10.1007/978-3-642-92020-2

Alle Rechte vorbehalten
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1942

Druck von A. Seydel & Cie., Berlin SW 61

Inhaltverzeichnis

Geschäftliches :	Seite
Vorstand der Gesellschaft	3
I. Mitgliederliste	4
A. Ehrenmitglieder, B. Verstorbene Ehrenmitglieder, C. Inhaber der Goldenen Denkmünze, D. Inhaber der Silbernen Denkmünze, E. Mitglieder, F. Körperschaftliche Mitglieder.	
II. Bericht über das 43. Geschäftsjahr 1941 und über das 44. Geschäftsjahr bis 1. Mai 1942	
A. Veränderungen in der Mitgliederliste	33
a) Fachmitglieder, b) Mitglieder, c) Körperschaftliche Mitglieder, d) Verstorbene Mitglieder	
B. Wirtschaftliche Lage	
a) der Schiffbautechnischen Gesellschaft	36
b) der Veith-Berghoff-Stiftung	37
C. Tätigkeit der Gesellschaft im 43. Geschäftsjahr 1941 und im 44. Geschäftsjahr bis 1. Mai 1942	38
a) Allgemeines, b) Sprechabende und Vortragsveranstaltungen, c) Arbeitstagung in Hamburg am 14. April 1942, d) Niederschrift über die Geschäftliche Sitzung in Hamburg am 14. April 1942, e) Fachausschüsse, f) Veith-Berghoff-Stiftung, g) Bücherei.	
III. Satzungen	
A. der Schiffbautechnischen Gesellschaft	48
B. der Veith-Berghoff-Stiftung	50
IV. Unsere Toten	52
Vorträge:	
V. Systemfragen im elektrischen Schiffsantrieb. Von B. Bleicken	79
VI. Kunststoffe im Maschinen- und Schiffbau. Von H. Keller	98
VII. Der Schiffswiderstand vom Standpunkt der Ähnlichkeitsmechanik geschichtlich-kritisch dargestellt unter besonderer Würdigung der Verdienste Friedrich Reechs, des Schöpfers der Hauptmodellgesetze des Schiffbaus. Von M. Weber	120
VIII. Neuere Entwicklung von Schweißelektroden und ihre Anwendung im Schiffbau. Von W. Strelow	185
IX. Entwicklung des Schiff- und Schiffsmaschinenbaus in Italien. Von M. Micali	209
X. Über die Entwicklung einiger wichtiger Kriegsschiffstypen seit dem Weltkriege. Von Marinebaurat Wilhelm Hadelor	256
XI. Namenverzeichnis der Redner in den Vorträgen und Erörterungen	291

Geschäftliches

S c h i r m h e r r :
GROSSADMIRAL DR. h. c. ERICH RAEDER
Admiralinspekteur der Kriegsmarine

Vorstand der Gesellschaft :

Vorsitzender:

Georg S c h n a d e l, Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule,
Berlin, Vorstandsmitglied des Germanischen Lloyd, Berlin.

Stellvertretender Vorsitzender:

Hermann L o t t m a n n, Ministerialdirektor,
Chef der Amtsgruppe für Gesamtentwurf und Schiffbau im O.K.M., Berlin.

Fachmännische Beisitzer:

Audolf B l a u m, Mitglied des Vorstandes der Atlas-Werke A.G., Bremen.	Hinrich H a s h a g e n, Kapitän, Bremen.
Herthold B l e i c k e n, Dipl.-Ing., Maschinenbaudirektor der Hamburg-Amerika Linie, Hamburg.	Theodor H i t z l e r, Werftbesitzer, Hamburg.
Walther B l o h m, Dipl.-Ing., Persönlich haftender Gesellschafter der Kommanditgesellschaft Blohm & Voß, Hamburg.	Fritz N e e f f, Dipl.-Ing., Direktor der Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Bremen.
Carl Theodor B u f f, Dr.-Ing., Direktor der Siemens-Schuckert Werke A.G., Berlin.	Kurt v o n S a n d e n, Dipl.-Ing., Professor, Direktor der Fried. Krupp Germaniawerft, Kiel.
Ernst G ö d e c k e n, Dipl.-Ing., Stellv. Direktor der Hamburg-Amerika Linie, Hamburg.	Walter S c h n e i d e r, Dr.-Ing., Stellv. Vorstandsmitglied der Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.

Beisitzer:

Eduard G r i b e l, Konsul, Reeder, Stettin.

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Ernst B r a u c k h o f f, Berlin.

Geschäftsstelle:

Berlin SW 68, Neuenburger Straße 8. Ruf: 17 37 05.
Drahtung: Schiffstechnik Berlin.
Postscheckkonto: Berlin 38 469.
Bankkonto: Deutsche Bank, Stadtzentrale A, Berlin W 8.

I. Mitgliederliste

A. Ehrenmitglieder:

Seine Kaiserliche Hoheit Kronprinz WILHELM (seit 1902),

Seine Königliche Hoheit Großherzog FRIEDRICH FRANZ IV. (seit 1904),

Philipp HEINEKEN, Dr.-Ing. E. h., früher Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen
(seit 1924).

B. Verstorbene Ehrenmitglieder:

Reichspräsident Generalfeldmarschall VON HINDENBURG (seit 1931; † 2. Aug. 1934),

Seine Königliche Hoheit Dr.-Ing. E. h. Großherzog FRIEDRICH AUGUST (Ehrenvorsitzender seit Gründung) (seit 1930; † 24. Februar 1931),

Seine Königliche Hoheit HEINRICH, Prinz von Preußen (seit 1902; † 1929),

Seine Königliche Hoheit FRIEDRICH, Großherzog von Baden (seit 1907; † 1907),

Rudolf HAACK, Kgl. Baurat, ehem. Schiffbaudirektor der Stettiner Schiff- und Maschinenbau-A.G. „Vulcan“ (seit 1908; † 1909),

Geo PLATE, Präsident des Norddeutschen Lloyd (seit 1911; † 1914),

Hermann BLOHM, Dr.-Ing. E. h., ehem. Werftbesitzer i. Fa. Blohm & Voß, Hamburg
(seit 1918; † 1930),

Georg CLAUSSEN, Dr.-Ing. E. h., Kgl. Baurat, ehem. Direktor v. J. C. Tecklenburg A.G., Geestemünde (seit 1919; † 1919),

Carl BUSLEY, Dr.-Ing. E. h., Geheimer Regierungsrat, Professor, Berlin (seit 1920; † 1928)

Johannes RUDLOFF, Dr.-Ing. E. h., Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Professor, Berlin
(seit 1923; † 1934),

Viktor NAWATZKI, Generaldirektor, ehem. Vorsitzender des Aufsichtsrates des Bremer Vulkan, Eisenach (seit 1924; † 1940).

C. Inhaber der Goldenen Denkmünze der Schiffbautechnischen Gesellschaft:

Seine Majestät Kaiser WILHELM II. (seit 1907; † 1941).

Seine Königliche Hoheit Dr.-Ing. E. h. Großherzog FRIEDRICH AUGUST
(seit 1908; † 1931),

Carl BUSLEY, Dr.-Ing. E. h., Geheimer Regierungsrat, Professor, Berlin
(seit 1918; † 1928),

Rudolf VEITH, Dr.-Ing., Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Berlin (seit 1915; † 1917),

Hermann FRAHM, Dr.-Ing. E. h., Werftdirektor i. R., Hamburg (seit 1924; † 1939),

Gustav BAUER, Dr.-Ing. E. h., Dr. phil., Professor, Direktor der Deutsche Schiffs- und
Maschinenbau A.G. Bremen, Hamburg (seit 1925),

Johannes RUDLOFF, Dr.-Ing. E. h., Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Professor, Berlin
(seit 1933; † 1934),

Immanuel LAUSTER, Dr.-Ing. E. h., Geheimer Baurat, Augsburg (seit 1934),

Hans BÜRKNER, Dr.-Ing. E. h., Geheimer Oberbaurat, Berlin (seit 1935),

Johann SCHÜTTE, Dr.-Ing. E. h., Geheimer Regierungsrat, o. Professor em., Berlin
(seit 1939; † 1940).

Hermann FÖTTINGER, Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule, Berlin
(seit 1942).

D. Inhaber der Silbernen Denkmünze der Schiffbautechnischen Gesellschaft:

Hermann FÖTTINGER, Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule, Berlin
(seit 1906),

Ludwig GÜMBEL, Dr.-Ing., ehem. Professor an der Technischen Hochschule, Berlin
(seit 1914; † 1923),

Gustav BAUER, Dr.-Ing. E. h., Dr. phil., Professor, Direktor der Deutsche Schiffs- und
Maschinenbau A.G. Bremen, Hamburg (seit 1916),

Karl SCHAFFRAN, Dr.-Ing., Hamburg (seit 1920),

Tjard SCHWARZ, Geheimer Marinebaurat a. D., Wandsbek (seit 1927; † 1931),

Rudolf WAGNER, Dr.-Ing. E. h., Dr. phil., ehem. Direktor der Wagner Hochdruck Dampf-
turbinen A.G., Hamburg (seit 1928; † 1935)

Günther KEMPF, Dr.-Ing., Professor, Direktor der Hamburgischen Schiffbau-Versuchs-
anstalt, Hamburg (seit 1930),

Carl SCHULTHEIS, Marinebaurat a. D., Berlin (seit 1932; † 1933),

Emil GOOS, Dr.-Ing. E. h., Hamburg (seit 1933),

Georg SCHNADEL, Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule, Berlin; Vor-
standsmitglied des Germanischen Lloyd, Berlin (seit 1936).

Fritz HORN, Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule, Berlin (seit 1939).

E. Mitglieder:

(Nach dem Stand vom 1. Mai 1942)

Die in () stehenden Buchstaben haben folgende Bedeutung:

LFM = lebenslängliches Fachmitglied,

LM = lebenslängliches Mitglied,

FM = Fachmitglied,

M = Mitglied,

JM = Jungmitglied

KM = körperschaftliches Mitglied,

dahinterstehende Zahlen bedeuten das Jahr des Eintritts in die Schiffbautechnische Gesellschaft.

- A bel, Paul, Zivilingenieur für Materialprüfung und Abnahmen, Düsseldorf, Richthofenstraße 15 (FM 02).
- A cevedo, Manuel, Oberstleutnant (Ing.) der Spanischen Kriegsmarine, El Pardo (Madrid), Canal de Experiencias Hidrodinamicas (FM 32).
- A chenbach, Friedrich W., Dr.-Ing., Berlin W 15, Schaperstr. 22, Tel. 91 57 81 (FM 12).
- A hlers, Ludwig, Schiffbaudirektor a. D., Wesermünde-G., Neumarkt 30 (FM 09).
- A hlf, Robert, Direktor i. Fa. „Nordsee“ Deutsche Hochseefischerei Bremen-Cuxhaven A.G., Cuxhaven, Seedeich 18, Tel. 958 (M 34).
- A hlfeld, Hans, Oberingenieur der AEG, Abt. Schiffbau, Kiel-Schulensee, Kl. Eiderkamp, Tel. 4255 (M 09).
- A hlrot, Georg, Schiffs- und Maschinenbaudirektor, Malmö, Kockums Mek. Verkstads A. B. (FM 1899).
- A horn, Eugen, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 33, Funhof 10/II (FM 38).
- A hsbahs, Otto, Baurat, Fachgruppe Schiffbau, Altona-Gr. Flottbek, Gustav-Falcke-Str. 5, Tel. 4 9 2954 (FM 18).
- A kimoff, Nicholas Wladimir, Mechanical engineer, Corso Umberto 43, Rom (FM 30).
- A lberts, Walter, Dr., Direktor, Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.G., Bochum, Alleestr. 64; Hattingen/Ruhr, Bismarckstr. 67 (FM 42).
- A lbrecht, Johannes, Dr.-Ing., Schiffsvermessungsdirektor i. R., Stettin, Barnimstr. 65 (FM 12).
- A lbrecht, Karl, Dipl.-Ing., Berlin-Johannisthal, Mühlbergstr. 13a (FM 39).
- A llard, Erik, Ingenieur d. Königl. Marineverwaltung, Stockholm, Mastersammelskatan 6 (LFM 18).
- A llgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2-4 (KM 41).
- A mbronn, Victor, Dipl.-Ing., Betriebs-Oberingenieur d. Bremer Vulkan, Schiffbau- und Maschinenfabrik, Vegesack, Weserstr. 71 (FM 08).
- A mtsberg, Hans, Dr.-Ing., Berlin-Steglitz, Kissinger Str. 9 (FM 36).
- A ndreae, Max P., Dipl.-Ing., Stellvertr. Direktor d. Blohm & Voß Kom.-Ges. und Hamburger Flugzeugbau G. m. b. H., Hamburg 1, Feldbrunnensstraße 68, Tel. 35 32 10 (M 18).
- A ntrack, Alexander, Marine-Oberingenieur, Berlin NW 21, Krefelder Str. 3, Tel. 39 10 77 (FM 42).
- A pitzsch, Fritz, Dipl.-Ing., Dresden-A. 27, Hohenplauen 25 (FM 23).
- A ppel, Paul, Dipl.-Ing., Hamburg 20, Curschmannstr. 31, Tel. 531205 (FM 11).
- A rdelt, Paul, Fabrikbesitzer, Ardeltwerke G. m. b. H., Eberswalde, Adolf-Hitler-Damm 63, Tel. 337 (LM 18).
- A rdelt, Robert, Dr.-Ing. E. h., Fabrikbesitzer, Ardeltwerke G. m. b. H., Eberswalde, Adolf-Hitler-Damm 65, Tel. 334 (LM 18).
- A rendt, Kurt, Dipl.-Ing., Deschimag, Werk A.G. Weser, Bremen, Waller Ring 47 (JM 33 — FM 37).
- A rndt, Alfred, Dipl.-Ing., Berlin N 65, Fennstraße 21, Tel. 4615 25 (LM 18).
- von Arnim-Kröchlendorff, Fideikommißbesitzer, Kröchlendorff U/M., Tel. Boitzenburg U/M. 14 (M 33).
- A rnold, Karl, Senatspräsident des Reichspatentamtes, Berlin-Steglitz, Rathstr. 64 (FM 10).
- A rtelt, Kapitän z. S. (V.), Büchereivorstand der Hauptbücherei der Marinestation der Nordsee, Wilhelmshaven, Kieler Straße (M 41).
- A rtus, Emil, Dr.-Ing., Oberregierungsbaurat i. R., Altona-Großflottbek, Beselerplatz 10 (FM 08).
- A sbeck, Gustav, Dr.-Ing. E. h., Direktor der Maschinenfabrik Sack G. m. b. H., Düsseldorf-Rath, Tel. 33383 (M 14).
- A schmoneit, Christoph, Marineoberbaurat, Berlin-Zehlendorf, Marinesteg 4, Amt f. Kriegsschiffbau im Oberkommando der Marine, Berlin W 35, Tirpitzufer 72-76 (FM 33).
- A tlaswerke A. G., Maschinenfabrik, Gießereien, Schiffbau, Bremen, Stephanikirchweide (KM 30).
- A vé-Lallemant, Hans, Vorsitzender des Vorstandes der Feldmühle, Papier- und Zellstoffwerke Akt.-Ges., Berlin W 15, Kurfürstendamm 56/58 (M 14).
- B aader, Hans, Schiffbau-Ingenieur, Besitzer des Astillero Bader Frente al Teutonia Tigre FCCA, Argentinien (FM 32).
- B aath, Kurt, Dipl.-Ing., Oberingenieur und Prokurist des Bremer Vulkan, Vegesack, Gerhard-Rohlf's-Str. 17 (FM).
- B aatz, Gotthold, Dipl.-Ing., Oberregierungsrat u. Mitglied des Reichspatentamtes, Berlin-Steglitz, Wuthenowstr. 7, Tel. 72 51 86 (M 33).
- B ach, Julius, Professor an der Staatlichen Akademie für Technik, Chemnitz, Hugenbergstr. 42 (M 22).
- B aer, Otto, Amtsrat, Berlin-Steglitz, Brentanostraße 20/II (FM 42).
- B aetke, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, Werftdirektor a. D., Technischer Aufsichtsbeamter der Seberufsgenossenschaft, Hamburg-Wandsbek, Buchenstr. 9 (FM 21).
- B ahe, Friedrich, Marine-Oberingenieur, Hohnhorst Nr. 13 über Haste bei Hannover (Feldpost-Nr. 304 50) (M 38).
- B ahl, Johannes, Dr.-Ing., Professor, Berlin-Wilmersdorf, Saalfelder Str. 7, Tel. 87 60 65 (FM 29).
- B aisch, Ludwig, Abteilungsdirektor der Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel, Krusenrotterweg 59, Tel. 8396 (FM 08).
- B akaloff, Nikola, Dipl.-Ing., Schiffbau- und Maschinenbau-Werkstätten Warna, Bulgarien (FM 39).
- B altikwerft G. m. b. H., Stolzenhagen bei Stettin (KM 40).
- B andtke, Hugo, Dipl.-Ing., Stettin, Kronenhofstraße 10/II, Tel. 28596 (FM 13).
- B anner, Otto, Dipl.-Ing., Milwaukee, Wis., 3703, Highland Boulevard (M 08).
- B artelt, Heinz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 26, Auf den Blöcken 31 (JM 37).
- B arth, Hans, Dipl.-Ing., Kiel, Düppelstr. 44, Tel. 7206 (FM 22).
- B artmann, Willi, Direktor der AEG, Bremen, Georgstr. 50/51 (M 37).

- Bartsch, Carl, Direktor des „Astillero-Behrens“, Valdivia (Chile) (M 08).
- Bauer, Gustav, Dr., Professor, Vorstandsmitglied der Deschimag, Hamburg 37, Mittelweg 82, Tel. 559992 (FM 16).
- Bauer, M. H., Ingenieur, Direktor, Berlin W 9, Schließfach 38 (FM 01).
- Bauer-Schlichtegroll, Wolf, Dipl.-Ing., Hamburg 39, Klärchenstr. 22 (JM 33 — JM 37).
- Baumermeister, Hermann, Dipl.-Ing., Waffenbaudirektor, Techn. Leiter des Sperrversuchskommandos, Kiel, Düvelsbeker Weg 59, Tel. 4551 (FM 23).
- Baum, Gerhard, Dipl.-Ing., Oberingenieur und Prokurist des Germanischen Lloyd, Berlin-Frohnau, Rüdesheimer Str. 25 (FM 30).
- Baumgarten, Johannes, Schiffbau-Ingenieur, Rostock, Kaiser-Wilhelm-Str. 33 (FM 39).
- Bausch, Fritz, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ingenieur, Werftbes., Köln-Deutz, Anenweg 175 (FM 18).
- Baybaba, Server Sirri, Dipl.-Ing., Direktor der Staatl. Reederei, Istanbul, Türkei, Istinye-Werft FM 38).
- Bayler, Theodor, Schiffahrtsdirektor der Neue Norddeutsche und Vereinigte Elbschiffahrt A.G., Hamburg 1, Oderfeldstr. 11 (M 38).
- Bayerischer Lloyd-Schiffahrtsgesellschaft, Regensburg, Hauptverwaltung, Straubinger Straße 2, Tel. 4841, Drahtanschrift: Donaulloyd (KM 34).
- Becker, Kurt, Dipl.-Ing., Marinebaurat, Marineverft, Schiffbau-Ressort, Wilhelmshaven, Hollmannstr. 47 (JM 33 — FM 37).
- Becker, Ludwig, Direktor d. Dortmunder Union Brückenbau A.G., Dortmund, Sunderweg 86, Tel. 27745 (M 17).
- Becker, Max, Marine-Baurat a. D., Sao Paulo, Alameda Casa Branca 755 (Villa America) (FM 23).
- Becker, Richard, Maschinenbaudirektor a. D., Klotzsche-Königswald, Königsbrücker Str. 84 (FM 1899).
- Becker, Theodor, Dipl.-Ing., selbständiger beratender Ingenieur f. Starkstrom-Elektrotechnik, Berlin NO 18, Elbinger Str. 30, Tel. 532666 (M 27).
- Beckmann, Erich, Dr.-Ing., Professor an der Techn. Hochschule, Hannover, Oelzenstr. 19 (M 13).
- Behm, Alexander, Dr. h. c., Physiker, Behm-Echolot Fabrik, Kiel, Hardenbergstr. 31, Tel. 1430 (M 21).
- Behm, Georg, Dr. jur., Reeder i. Fa. Rud. Christ. Gribel, Stettin, Große Lastadie 56, Tel. 35531 (M 23).
- Behner, Hermann J., Direktor der Deutschen Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegrafie m. b. H., Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstraße 29, Tel. 318051 (M 32).
- Behnke, Wilhelm, Ing., Hamburg, Chapeaurouge-Weg 17 (FM 37).
- Behrmann, Georg, Oberingenieur i. R., Fr. Krupp Germaniawerft Kiel, Lübtorf i. Meckl., Hegehof (FM 10).
- Beier, Bruno, Amtsrat, Berlin-Steglitz, Ringstraße 51 (FM 42).
- Béliard, J. P. Henry, Vorsitzender des Aufsichtsrates der Reparaturwerke und Schiffswerften Crighton & Co. G. m. b. H., Antwerpen, 21. West Kaai, Kattendyk Dok (FM 39).
- Benecke, Heinrich, Geschäftsführer der Mannesmannröhren- und Eisenhandel G. m. b. H., Hamburg 1, Alsterdamm 39 (M 41).
- Bengston, Henry W., Dipl.-Ing., Newport News Shipbuild. & Dry Dock Co., 411 Chesapeake Ave., Newport News Va., USA. (FM 33).
- Benson, Arthur, Direktor, Häßleholm, Schweden (LM 20).
- Berendt, Hermann, Dipl.-Ing., Direktor d. Kom.-Ges. Blohm & Voß, Hamburg 24, Immenhof 17, Tel. 230990 (FM 13).
- Berg, Walter, Schiffbau-Betriebs-Ingenieur, Rostock, Babststr. 16 II (FM 41).
- Berghahn, Herbert, Oberingenieur, Hamburg-Niendorf, Maienweg 8 (FM 42).
- Berghoff, Otto, Marinebaurat a. D., Berlin-Köpenick, Kleiststr. 8, Tel. 641489 (LFM 1899).
- Bergmann, Friedrich, Ingenieur, Berlin-Borsigwalde, Borsigwalder Weg 38 a/II, lks. (FM 41).
- Berkholtz, Otto, Schiffbau-Oberingenieur im Marinekonstruktionsamt beim Oberkommando d. Kriegsmarine, Berlin SO 36, Manteuffelstr. 40/II (FM 35).
- Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-A.G., Berlin NW 7, Schiffbauerdamm 22 (KM 36).
- Berndt, Ernst, Dr.-Ing. E. h., Techn. Direktor und Vorstandsmitglied d. Schieß-Defries A.G., Düsseldorf, Kölner Str. 114, Tel. 20911 (M).
- Berndt, Erwin, Ministerialrat im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Lichterfelde-Ost, Luisenstr. 33 (FM 42).
- Berninghaus, Ewald, Dipl.-Ing., Teilhaber der Fa. E. Berninghaus, Duisburg-Buchholz, Düsseldorf Str. 119a, Tel. 21153 (FM 29).
- Bernstein, Johannes, Marinebaurat a. D., Oberregierungsrat im Oberfinanz-Präsidium Abt. P, Hamburg-Kleinflottbek, Hesten 25, Tel. 491812 (FM 35).
- Beschoren, Karl, Dipl.-Ing., Direktor des Bayr. Lloyd, Regensburg, Von-der-Tann-Str. 38, Tel. 2890 (FM 16).
- Betzhold, Fritz, Dr.-Ing., Oberregierungsbaaurat a. D., Berlin-Charlottenburg 9, Reichsstr. 37, Tel. 993494 (FM 13).
- Betzler, Martin, Oberingenieur, Neuruppin, Espenweg 6 (M 30).
- von Beuningen, Frederik, Direktor der Maschinenfabriken Schepswerf P. Smit jun., Rotterdam-Ost (Holland), Kralingsche Plaszoom Nr. 5 (LFM 19).
- Bibliothek der Technischen Hochschule Dresden, Dresden-A 24, Bismarckplatz 18 I (KM 41).
- Biedermann, Paul, Dipl.-Ing., Technischer Direktor d. Norddeutschen Lloyd i. R., Bremen, Kurfürstenallee 67, Tel. 46083 (FM 08).
- Bierans, S., Oberingenieur, Bremerhaven, Oldenburger Str. 30 (M 01).
- Bignami, Leopoldo, selbständiger beratender Schiffs- und Maschinenbau-Ingenieur, Genova, Piazza Grillo Cattaneo 6, Tel. 22—904 (LFM 11).
- Bingel, Rudolf, Dr.-Ing. E. h., Mitglied des Vorstandes d. Siemens-Schuckertwerke A.G., Berlin-Siemensstadt, Tel. 340011 (M 26).
- Bischoff, Erich, Dipl.-Ing., Studien- und Baurat an der Ingenieurschule, Hamburg 26, Mettlerkampsweg 5, Tel. 260987 (FM 37).
- Björklund, Alrik, Dipl.-Ing., Direktor d. Sveriges Maskinindustriförening, Stockholm (Schweden), Malm Morgsgatan 10, Tel. 101621 (FM 31).
- Bjotvedt, Engel, Dipl.-Ing., Strömen st. pr. Oslo (Norw. Strömenvärkstedt) (M 31).
- Blanke, Wilhelm, Werftdirektor, Schiffbau-Gesellschaft Unterweser A.G., Wesermünde-Lehe, Tel. Bremerhaven 941 (FM 31).
- Blasig, Kurt, Dipl.-Ing., Askania Werke A.G., Berlin-Friedenau, Kaiserallee 86/89 (M 38).
- Blaum, Eddo, Dr.-Ing., Bremen, Haydnplatz 11 (FM 39).
- Blaum, Rudolf, Regierungsbaumeister, Vorstandsmitglied und Direktor der Atlas-Werke A.G., Bremen, Delbrückstr. 4, Tel. 84021 (FM 12).
- Blicken, Berthold, Dipl.-Ing., Maschinenbaudirektor d. Hamburg-Amerika Linie, Hamburg 1, Alsterdamm 25, Tel. 321001 (FM 10).
- Blennemann, Paul, Kapitän i. R., Hamburg-Großflotbek, Schenckendorffstr. 13 (FM 30).
- Block, Heinrich, Zivilingenieur, Hamburg 13, Hartungstr. 14/16, Tel. 443041 (FM 1899).
- Blöcker, Carl Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Cuxhaven, Katharinenstr. 47/II (FM 36).

- Blohm, Rudolf, Dipl.-Ing., Hamburgischer Staatsrat, pers. haftender Gesellschafter der Kom.Ges. Blohm & Voß, Hamburg 1, Postfach 720, Tel. 353210 (LFM 19).
- Blohm, Walther, Dipl.-Ing., pers. haftender Gesellschafter der Kom.Ges. Blohm & Voß, Hamburg-Alsterdorf, Adolf-Hitler-Str. 141, Tel. 595198 (LFM 18).
- Blohm & Voß, Schiffswerft und Maschinenfabrik, Hamburg 1, Postschließfach 720/721, Tel. 353210 (KM 30).
- Blomerius, Rudolf, Ingenieur, Direktor der I. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Berlin-Charottenburg, Hardenbergstr. 19 I, Pension „Lyra“ (Wien III, Hintere Zollamtstr. 1) (FM 34).
- Blume, Hermann, OBERINGENIEUR u. PROKURIST d. Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft, Flensburg, Toosbüggstr. 33, Tel. 204 (FM 14).
- Bocchi, Guido, Schiffbau-Ingenieur, Genova Sestri (Italien), Via Adelaide di Savoia 5-2 (FM 04).
- Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.G., Bochum, Alleestr. 64, Tel. Orts- und Fernruf: 60951, Schnellverkehr: 60741 (KM 30).
- Bodewes, G. H., Direktor (Adresse unbekannt) (LFM 21).
- Bodewes, Jan, Direktor (Adresse unbekannt) (LFM 21).
- Böhm, Hansludwig, Dipl.-Ing. Danzig, Poggenpuhl 43-45/I b. Holweg, Feldpost-Nr. Sch 01795 Eckernförde (JM 39).
- Böhm, Heinrich, OBERINGENIEUR, Deschimag A.G. Weser, Bremen, Verdener Str. 17/I, Tel. 43347 (FM 27).
- Böhme, Walter, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 39, Gottschedstr. 8 I (M 38).
- Bökelmann, Ernst, Technischer Kaufmann und Sachverständiger (Deutsche Rechtsfront), Berlin-Charlottenburg 5, Windscheidstr. 1, Tel. 341337 (M 33).
- Böninger, Carl Friedrich, Dr.-Ing. h. c., Stockholm/Schweden, Stallgatan 3, Tel. 212117 (M 21).
- Böös, Carl C: son, Marine-Baumeister d. Königl. Schwedischen Marine, Stockholm/Schweden, Artillerigatan 2, Tel. 624501 (LFM 20).
- Börger, Hans, Ingenieur, Stettin, Birkenallee 19 (FM 37).
- Börnsen, Heinrich Ad., Sicherheitsingenieur b. Blohm & Voß, Hamburg-Lokstedt, Eresburg 67, Tel. 582283 (FM 14).
- Böttcher, Artur, Ingenieur, Wallsee über Kiel (M 39).
- Böttcher, Karl, OBERINGENIEUR i. R., Duisburg-Neudorf, Brucknerstr. 8, Tel. 23433 (M 14).
- Bohlen, Lothar, Reeder, Woermann-Linie A.G. und Deutsche Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Gr. Reichenstr. 27, Tel. 361009 (M 21).
- Bohnstedt, Max, Professor, Ober-Studien-Direktor i. R. der Höheren Technischen Staatslehranstalt für Maschinenwesen und Schiffbau, Kiel, Tirpitzstr. 55a, Tel. 3655 (FM 08).
- von Bohuszewicz, Oskar, Marinebaurat a. D., Fabrikdirektor, Losenhausenwerk, Düsseldorf, August-Thyssen-Str. 4, Tel. 61023 (FM 14).
- Bollmann, Friedrich-Wilhelm, Dipl.-Ing., Reg.-Baurat bei der Wasserstraßendirektion Münster, Außenstelle Hannover, Hannover, Straße der SA 20/21 (FM 36).
- Borczyk, Wilhelm, Schiffbau-Ing., Lübeck, Arnimstr. 41 I (FM 42).
- Bormann, Alfred, Schiffbau - OBERINGENIEUR (Adresse unbekannt) (LFM 08).
- Borman, Kurt, Dipl.-Ing., Berlin-Steglitz, Karl-Stieler-Str. 5, III, Tel. 796913 (FM 37).
- von Borsig, Conrad, Dr.-Ing. E. h., Geh. Kommerzienrat, Industrieller, Berlin N., Chausseestraße 13, Tel. 411084 (M 05).
- Bovenkamp, Max, Fabrikant, Wuppertal-Barmen, Wettinerstr. 48 (M 35).
- Bradhering, Hans, Schiffbau-Ingenieur, Berlin-Reinickendorf, Baseler Str. 33 (FM 37).
- Brähmig, Rolf, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Werftstr. 46 (JM 38).
- Bragard, Theodor, pers. haftender Gesellschafter der Wagner-Hochdruck-Dampfturbinen Kom.-Ges., Volksdorf b. Hamburg, Schemmannstr. 19, Tel. 326330 (M 34).
- Brandes, Ferdinand, Ministerialdirektor beim Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Schöneberg, Kufsteiner Str. 51 (FM 16).
- Brandt, Erich, OBERINGENIEUR, Bremen, Parkallee 99 (M 37).
- Brandt, Günther, Dipl.-Ing., Baurat, Berlin-Steglitz, Südenstr. 10a (FM 42).
- Brandt, Paul, Dipl.-Ing., Direktor und OBERINGENIEUR des Ostpreußischen Revisionsvereins i. R., Königsberg i. Pr. 9, Goltzallee 8, Tel. 41514 (FM 18).
- Brauckhoff, Ernst, Dipl.-Ing. im Germanischen Lloyd, Geschäftsführer der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin-Steglitz, Birkenbuschgarten 16, Tel. 722993 (FM 35).
- Braun, Karl Theodor, Dipl.-Ing. in Gebr. Sachsenberg A.G., Zerbst, Sandenden 1 (FM 36).
- Breitenstein, Charles, Ministerialrat im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Charlottenburg, Meiningenallee 1 (FM 41).
- Breitländer, Wilhelm, OBERINGENIEUR, beid. Sachverständiger für Schiffsmaschinen und Kesselanlagen, Rostock i. M., Parkstr. 19, Tel. 2734 (FM 13).
- Bremer Vulkan Schiffbau- und Maschinenfabrik, Vegesack (KM 39).
- Brennecke, Rudolf, Dr.-Ing. E. h., Generaldirektor a. D., Berlin-Dahlem, Helfferichstraße 90/92, Tel. 891038 (M 22).
- Bretz, Theodor, Dipl.-Ing., Direktor der AEG, Abt. Schiffbau, Flug- u. Heerwesen, Berlin-Zehlendorf, Riemeisterstr. 10-12 (M 38).
- Brink, Jürgen, Dipl.-Ing., Fliegerstabs-Ingenieur, Berlin-Zehlendorf, Schützallee 98a (FM 38).
- Brinker, Richard, Direktor und Inhaber der Firma Stahlschmidt Verk. G. m. b. H., Wuppertal-Hahnerberg, Tel. 71505 (M 14).
- Brodersen, Wilhelm, Marineoberbaurat, Bln.-Charlottenburg 5, Riehlstr. 13 (FM 13).
- Bröking, Fritz, Ministerialdirigent im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Steglitz, Rothenburgstr. 6, Tel. 728517 (FM 17).
- Brose, Eduard, Schiffbau-Ingenieur b. F. Schichau G. m. b. H., Elbing, Fichtestr. 33 (FM 27).
- Brose, Walter, Dipl.-Ing., Direktor der Deutsche Schiffs- und Maschinenbau A.G., Bremen, Kurfürstenallee 71 (FM 22).
- Bross, Walter, Dipl.-Ing., OBERINGENIEUR der Fried. Krupp Germaniawerft A.G., Kiel, Feldpost-Nr. 05636, Sonderführer (K) b. Wi-In. Mitte, Tirpitzstr. 140, Tel. 4915 (FM 22).
- Brown-Boveri & Cie. A.G., Mannheim 2, Postschließfach 1040 (KM 33).
- Bühl, Walter, Dipl.-Ing., Dr., techn., Schiffbau-Ing., Bremen, Holler Allee 3 (FM 41).
- Bruhn, J. D. Sc., Direktor, Det norske Veritas, Oslo, Postboks 82, Tel. 21866 (LFM 12).
- Brussat's, Reinhold, Maschinenbaudirektor, Gotenhafen, Lagardestr. 17 (FM 42).
- Bublitz, Ernst-Johannes, Amtsrat, Berlin-Wilmersdorf, Wexstr. 30 (FM 42).
- Buch, Rudolf, Direktor, Dr.-Ing., Berlin-Charlottenburg 9, Reichsstr. 51 II (FM 41).
- Buchard, Carl, Fabrikbesitzer (Adresse unbekannt) (LFM 30).
- Buchsbaum, Georg, Vorstandsmitglied des Germanischen Lloyd i. R., Berlin-Schmargendorf, Auguste-Viktoria-Str. 62, Tel. 895882 (FM 08).
- Budig, Max, Techn. Reg.-Oberinspektor, Berlin-Schöneiche, Kieferndamm 9 (FM 42).
- Büchen, Friedrich, Direktor und Ingenieur i. Fa. Rud. Otto Meyer, Altona-Othmarschen, Giesestr. 38, Tel. 492866 (M 26).

- Bündgens, Anton, Dr. jr., Rechtsanwalt und Notar, Kiel, Holstenbrücke 6. Tel. 145 (LM 18).
- Bürkner, Hans, Dr.-Ing., E. h., Geh. Oberbaurat i. R., Berlin-Lankwitz, Corneliusstr. 2 (FM 1899).
- Buff, Carl Theodor, Dr.-Ing., Direktor der Siemens-Schuckertwerke A.G., Berlin-Charlottenburg, Adolf-Hitler-Platz 5 (FM 36).
- Bunje, Alfred, Direktor der Fr. Lürssen, Yacht- und Bootswerft, Bremen-Vegesack, Poststr. 17, Tel. 10 04 (FM 32).
- Bunte, Hermann, Werftdirektor der Lübecker Flender-Werke A.G., Lübeck (FM 36).
- Bunnenberg, Werner, Dipl.-Ing., Baurat, Stettin, Alleestr. 1 (FM 39).
- Burbach, Friedrich, Geschäftsführer der Mannesmannröhrenwerke A.G., Köln-Bayental, Hermann-Löns-Str. 18 (M 37).
- Burgerhout, Hugo, Direktor der N. V. Burgerhouts Machinefabriek en Schepswerf, Den Haag, 3. van der Kunststraat 14 (LFM 19).
- Burkhardt, Hermann, Marine-Oberbaudirektor z. D., Gotenhafen, Dessauer Str. 6 (FM 12).
- Burmeister, Harald, Amtsrat, Berlin W 30, Münchener Str. 3 (FM 42).
- von Burtenbach, Frhr. Hanns Schertel, Ingenieur, Wiesbaden, Kaiser-Friedrich-Platz 1 (FM 39).
- Busch, Hugo E., Ingenieur-Kaufmann, Hamburg 36, Dammtorhaus, Tel. 344795 (FM 11).
- Buschberg, Erich, Geheimer Baurat, Berlin-Nikolassee, Ernst-Ring-Str. 1, Tel. 845151 (FM 1899).
- Buse, Diedrich, Dipl.-Ing., Oberingenieur, F. Schichau G. m. b. H., Abt. Danzig, Danzig-Langfuhr, Am Johannisberg 11 (FM 24).
- Büsing, Richard, Maschinenbaudirektor und Vorsitzender des Vorstandes der Stettiner Oderwerke A.G. für Schiff- und Maschinenbau, Stettin, Gießereistr. 17, Tel. 23135 (FM 08).
- Butenschön, August, Amtsrat, Berlin, Freisinger Str. 13 III (FM 42).
- Büttner, Robert, Dipl.-Ing., Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 69, Tel. 402 (FM 32).
- Busse, Hugo, Dipl.-Ing., Maschinenbaudirektor a. D., Bremen, Parkallee 201a (M 18).
- Buying, Geo, Journalist, Wallasey (England), Chester, 2 Chave Crescent „Dene House“ (M 29).
- Cantiény, Georg, Dipl.-Ing., Direktor der Kohlenscheidungs-Ges. m. b. H., Berlin SW 68, Alexandrinenstr. 135/36, Tel. 614081 (FM 14).
- Caspary, Emil, Dipl.-Ing., Hauptmann, Hemeelingen b. Bremen, Poststr. 3/11, Tel. 41495 (M 06).
- Castagneto, Emilio, Ingenieur, Vasca Nazionale-Prati di S. Paolo, Rom, Tel. 570134 (FM 30).
- Castens, Gerhard, Dr., Professor, Oberregierungsrat an der Deutschen Seewarte, Hamburg 3, Deutsche Seewarte, Tel. 361131 (M 25).
- de Champs, Charles Léon, Vizeadmiral und Chef der Königl. Schwedischen Marine a. D., Stockholm (Schweden), Tel. 111806 (LFM 03).
- Charton, Peter, Dipl.-Ing., Marine-Baurat, Kiel, U-Boots-Abw.-Kdo. (JM 33).
- Chi, Hsi, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Glogau, Schiffswerft Urstetten (JM 35 — FM 42).
- Chisholm, Alexander, Principal Surveyor to Lloyd's Register of Shipping, London E. C. e, 71, Fenchurch Street (FM 31).
- Christiansen, Robert, Dipl.-Ing., Fabrikant, Harburg-Wilhelmsburg, Scharnhorststr. 12, Tel. Hamburg 371251 (M 26).
- Christinck, Bernhard, Kapitänleutnant, Dipl.-Ing., Baurat, Bremen, Ilohenzollernstr. 61, Tel. 44969 (FM 13).
- Christopher, Willi, Ingenieur, Bremen, Treseburger Str. 22 (FM 38).
- Claaßen, Franz, Ingenieur, Hamburg 30, Bismarckstr. 114, II (FM 39).
- Claassen, Paul, Oberingenieur b. Blohm & Voß, Hamburg, Pinneberg, Hindenburgdamm 34 (FM 36).
- Claussen, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Mommsenstr. 46 (FM 13).
- Claussen, Georg, Werftdirektor a. D., Wesermünde-G., Kehdinger Straße 5, Tel. Bremerhaven 152 (LFM 07).
- Cleppien, Max, Marinebaurat a. D., Professor an den Technischen Staatslehranstalten zu Hamburg, Hamburg 26, Am Hünenstein 5 (FM 05).
- Colleck, E., Ingenieur, Maschinen-Inspektor der John T. Esberger G. m. b. H., Hamburg-Othmarschen, Baron-Voght-Str. 156 (FM 34).
- Collin, Max Johannes, Marine-Oberbaurat und Direktor a. D., Berlin-Lichterfelde, Augustastraße 28 (FM 01).
- Cordes, Carl, Amtsrat, Berlin-Lichterfelde, Kaiserstr. 16 (FM 42).
- Cordes, Tönjes, Werftdirektor, Hamburg-Blankenese, Grube 2 (FM 11).
- Cossutta, Ferruccio, technischer Direktor d. Cantieri Riuniti dell' Adriatico, Triest (FM 19).
- Cosulich, Mario A., Ingenieur, Cosulich Line, Trieste, Tel. 5341 (M 31).
- Coulmann, Wilhelm, Marinebaurat a. D., Dozent an der Ingenieurschule der Hansestadt Hamburg, Hamburg-Bergedorf, Blücherstr. 12, Tel. 2316 (FM 08).
- Creutz, Carl Alfred, Nav. Arch. and Mech. Engineer, c/o Aluminium Co. of America, General Engineering Dep. I, Gulf Building, Pittsburgh, Pa. U.S.A. (LFM 20).
- Creutz, Claes Emil, konsultierender Ingenieur The Air Preheater Corporation, 60 East, 42. Street, New York City, U.S.A. (LFM).
- Daasch, Oscar, Dipl.-Ing., Abteilungsdirektor der Seerberufgenossenschaft, Hamburg 13, Harvestehuder Weg 106 (M 34).
- Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Neptun“, Bremen, Langenstr. 98—99 (KM 39).
- Danziger Werft A. G., Danzig (KM 41).
- Dauers, Gerhard, Regierungsbaurat b. Wasserstraßenmaschinenamt, Rendsburg-Saatsee (M 40).
- Dauwe, Robert, Dipl.-Ing., Professor an der Universität zu Löwen, Hoboken (Belgien), Louisalei 22, Tel. 78742 (FM 28).
- Deetjen, Richard, Schiffbau-Ing., Eystrup/Weser, Nr. 208 (FM 30).
- Defant, Albert, Dr., Professor im Institut für Meereskunde, Berlin NW 7, Georgenstr. 34/36, Tel. 161061 (M 27).
- Deichmann, Carl, Ingenieur i. R., Hamburg-Altona, Dohrnstr. 4 I, per Ing. H. Röster (FM 08).
- Deichmann, Ferdinand, Dipl.-Ing., Direktor der Brown-Boveri & Cie. A.G. Mannheim, Abt. Berlin, Berlin SW 11, Bernburger Str. 21, Tel. 227601 (M 34).
- Demmer, Bernhard, Dr.-Ing. E. h., Kommerzienrat, Eisenach, Schlieffach 39 (FM 30).
- Dengel, Rodrich, Marinebaurat a. D., Prokurist der Firma Anschutz & Co., Kiel, Tirpitzstr. 148, Tel. 4030 (FM 17).
- Dentler, Heinrich, Oberingenieur, Stettin, Virchow-Weg (FM 1899).
- Deters, Karl, Dr.-Ing. E. h., Reeder, Hamburg 39, Blumenstr. 11, Tel. 522076 (FM 12).
- Dettmer, Wilhelm, Marine-Oberingenieur, Bln.-Tempelhof, Friedrich-Karl-Str. 34 III (FM 42).
- Dettmers, Otto, Dr. jur., Vorsitzender des Vorstandes des Norddeutschen Lloyd, Bremen (M 40).
- Deutsche Gesellschaft für Elektro-Schweißung E. V., Berlin W 35, Friedrich-Wilhelm-Str. 22, Tel. 25 00 17 (KM 32).

- Deutsche Lufthansa Aktiengesellschaft, Berlin SW 29, Flughafen (KM 34).
- Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Schiffswerft und Maschinenfabrik, Bremen 13, Tel. 84071 (KM 30).
- Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Schiffswerft und Maschinenfabrik, Bremen, Werk: Seebeck, Wesermünde-G, Tel. 1752 (KM 39).
- Deutsche Schiffspfandbriefbank A.G., Berlin W 35, Großadmiral-von-Köster-Ufer 67a, Tel. 21 18 45 (KM 31).
- Deutsche Vacuum Oel A.G., Hamburg 1, Spitalerstr. 12 (KM 30).
- Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co., Berlin SW 68, Neuenburger Str. 8, Tel. 17 52 46 (KM 30).
- Deutsche Werft, Hamburg 1, Postfach Nr. 889 (KM 41).
- Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel, Postschließfach, Tel. 6300 (KM 30).
- Deutscher Transport-Versicherungs-Verband e.V., Berlin SW 11, Belle-Alliance-Platz 3 (KM 30).
- Deutsches Seegeltungswerk, Berlin W 35, Hildebrandtstr. 18, Tel. 22 36 18 (KM 34).
- Dickmann, Hans, Dr.-Ing. habil., Stettiner Vulcan-Werft Stettin-Bredow, Altdamm b. Stettin, Nettelbeckstraße 1 (FM 37).
- Diede, Günther, Dipl.-Ing., Hamburg 39, Bilsersstraße 40/I lks. (JM 35 — FM 37).
- Diederichsen, Heinrich, Dr. h. c., Kaufmann, Hamburg 11, Alter Wall 10, Tel. 361561 (M 34).
- Diener, Walter, Mar.-Ing.-Anw., Konstanz, Mainaustr. 16a (JM 42).
- Dienstdorf, Josef, Dipl.-Ing., Bremer Vulkan, Bremen-Blumenthal, Langestr. 5 (M 40).
- van Dieren, Evert, scheepsbouwk. Ingenieur, Woonschip „Luctor et Emergo“, Zalmhaven a. d. Schepstimmermanslaan, Rotterdam (FM 30).
- Dierks, Henry, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Tornquiststr. 95 III (FM 38).
- Diestelmeier, Gustav, Dipl.-Ing. Marine-Oberbaurat im OKM., Berlin-Lichterfelde, Hortensienstr. 5 (M 32).
- Dieterich, Georg, Direktor, Berlin-Steglitz, Grunewaldstraße 43 (M 03).
- von Dietlein, Heinrich, Rittmeister a. D., Werftbesitzer, H. C. Stülcken Sohn, Hamburg 8, Norderelbstr. 56, Tel. 351641 (M 25).
- Dietrich, Ernst, Amtsrat (Schiffbau-Ingenieur), Berlin-Lichterfelde-West, Curtiusstr. 102 (FM 42).
- Dietrich, Ottokar, Dipl.-Ing., Oberingenieur i. Fa. Waggon- und Maschinenbau A.G. Görlitz, Abt. Maschinenbau, Görlitz, Lutherstr. 51 (M 28).
- Dietze, Ernst, Ingenieur, Bremen-Aumund, Nordstr. 33, Tel. 707 (FM 15).
- Dilg, Hermann, Generaldirektor der I. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Wien 3, General-Karl-Kraus-Platz 4 5/21 (FM 39).
- Diskowski, Walter, Schiffbau-Oberingenieur, Berlin-Steglitz, Herrfurthstr. 6 (FM 41).
- Dittmer, Georg, Vorstandsmitglied der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg-Großborstel, Borsteler Chaussee 184, Tel. 582426 (FM 20).
- Dittmers, Ludwig, Kaufmann, C. Fr. Duncker & Co. Komm.-Ges., Hamburg-Boltenhof, Admiralitätsstr. 33, Tel. 36 15 06 (M 13).
- Dittrich, Reinh., Dipl.-Ing., Bremen, Legion-Condor-Str. 94 (M 13).
- Dluhy, Robert, Dipl.-Ing., Obering. i. F. Schichau, G.m.b.H., Elbing, Abt. Danzig, Danzig-Zoppot, Cecilienstr. 4 (FM 38).
- Doctor, Heinz, Schiffbau-Oberingenieur im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Charlottenburg 5, Kaiserdamm 102 (FM 30).
- Döhring, Gustav, Amtsrat, Berlin-Friedenau, Rubensstr. 110 (FM 42).
- Dörr, Wilhelm E., Dipl.-Ing., Direktor beim Luftschiffbau Zeppelin, Friedrichshafen a. B., Wohnung: Überlingen a. Bodensee, Strandweg 2, Tel. 307 (FM 18).
- Dohr, Matthias, Dipl.-Ing., Baurat, Norderwerft A.G. Hamburg, Altona-Klein-Flottbek, Novalisstraße 8, Tel. 491119 (FM 23).
- Domke, Reinhard, Marine-Oberbaurat a. D., Wilhelmshaven, Hollmannstr. 13 (FM 17).
- Donau, Georg, Zivilingenieur, Bremen, Sangerhauser Str. 3, Tel. 45760 (FM 13).
- Dorn, Paul, Marineoberbaurat, Dr.-Ing. Hamburg 13, Jungfrauental 24 (FM 30).
- von Dorsten, Wilhelm, Oberingenieur, Schiffs- und Maschinen-Inspektor des Germanischen Lloyd, Mannheim-Freudenheim, Schützenstr. 24 (FM 02).
- Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.G., Dortmund, Rheinische Str. 173 (KM 38).
- Dransfeld, Wilhelm Fr., Kaufmann, Kiel, Wall 1, Tel. 5882 (M 12).
- Drape, Hans, Ingenieur, Königsberg/Pr., Container Weg 42 (FM 41).
- Dreier, Karl, Betriebs-Oberingenieur, Lübeck, Skagerrakufer 42/44, b. Stein (FM 40).
- Dreyer, Friedrich, Dr.-Ing. E. h., Wellingsbüttel-Hamburg, Hübbesweg 6, Tel. 590287 (FM 1899).
- van Driel, Abraham, Hauptinspektor des Handelsschiffbaus und der Schiffsvermessung, Voorburg bei Den Haag (Holland), Rusthoflaan 24 (FM 20).
- Driessen, Paul, Marineoberbaurat beim Oberkommando der Kriegsmarine, Reichskriegsministerium, Berlin W 35, Tirpitz-Ufer 72/76 (FM 10).
- Dröschner, Paul, Schiffbau-Ing., Kiel, Sternstraße 9 b. Burblies (FM 40).
- Drösel, Paul, Regierungsbaurat i. R., Abt.-Direktor der Siemens-Bauunion G. m. b. H., Berlin-Lankwitz, Zietenstr. 32b, Tel. 73 27 26 (FM 13).
- Droth, Alfred, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Kassel-Wilhelmshöhe, Rolandstr. 4, Tel. 31435 (M 13).
- Düring, Eduard, Dr., Direktor der Dampfschiffahrts-Ges. des Vierwaldstätter Sees, Luzern, Söhalde 8, Tel. 22770 (M 30).
- Düring, Franz, Oberingenieur, Zürich (Schweiz), Weinbergstr. 55 a (M 13).
- Düvel, Friedrich, Zivilingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Trautenastr. 1 (M 13).
- Düwel, Franz Friedrich, Vorsitzender des Vorstandes der Garbe, Lahmeyer & Co. A.G., Aachen, Emmichstr. 141, Tel. 27 231 (M 35).
- Dunst, Felix, Schiffbau-Ing., Danzig, Am Holzraum 15 (FM 39).
- Dykman, Derk Teerling, Ministerialrat, Bln.-Charlottenburg, Reichsstr. 97 (FM 34).
- Ebeling, Helmut, Amtsrat, Berlin-Tempelhof, Friedrich-Karl-Str. 38 (FM 42).
- Eberlein, Willi, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Eichenstr. 9/I (FM 38).
- Ebert, Werner, Dipl.-Ing., Geschäfts- und Betriebsführer i. Fa. Kleinschanzlin-Bestenbostel, Frankenthal/Pfalz, Horst-Wessel-Str. 3a (M 35).
- Eckert, Ernst, Dipl.-Ing., Bremen, Osterdeich 32 (FM 39).
- Eggen Hermann, Oberingenieur, Hauptmann, Industrie-Beauftragter des Oberkommandos der Wehrmacht, Waffenwerke Brünn A.G., Werk Wsetin, Berlin-Schlachtensee, Lagardestr. 37 (FM 39).
- Eggert, Hans, Fabrikant, Hamburg 1, An der Alster 7, Tel. 249523 (M 36).
- Eggert, Wilhelm, Ingenieur, Frankfurt/Main, Am Tiergarten 42 II (FM 40).
- Ehlers, Adolf, Amtmann, Berlin, Wilhelmshöher Str. 5 (FM 42).

- Ehrenberg, Albrecht, Obermarinebaurat a. D., Professor a. d. Technischen Hochschule Berlin, Berlin W 15, Württembergische Str. 31/32, Tel. 9244 42 (FM 12).
- Ehrenberg, Hellmut, Marinebaurat, Kiel, U-Bootstender „Acheron“ (FM 42).
- Eichelbrenner, Ernst-August, Ingenieur, Hamburg 23, Blumenau 25, Tel. 25 48 97 (FM 42).
- Eichkamp, Paul, Techniker, Danzig-Langfuhr, Hertastr. 19 (FM 39).
- Eichler, Kurt W., Baurat, Dipl.-Ing., Wedel/Schulau b. Hamburg (FM 42).
- de Eidlitz, Cornelio, Dr.-Ing., Fiume, Via Stefano Tür 8, Tel. 15-72 (FM 18).
- Eigendorff, Georg, Schiffbau-Ingenieur, beeid. Sachverständiger für Schiffbau, Brake i. Oldenburg, Ulmenstr. 2, Tel. 346 (FM 08).
- Einberg, Hans, Ing. techn., Reval, Suurtüki 28-1 (FM 42).
- Ekström, Gunnar, Extra-Marine-Ingenieur, Stockholm (Schweden), Birger Jarlsgratan 58 (LFM 03).
- Elsflether Werft A. G., Schiffswerft und Reparaturanstalt, Elsfleth a. d. Weser, Tel. 326 (KM 34).
- Emden, Paul, Dr.-Ing., St. Gallen (Schweiz), Unterer Graben 21, Tel. 3586 (M 09).
- Emmerich, Ernst, Direktor i. R., Kettwig a. d. Ruhr, Am Stadtwald 3, Tel. 168 (M 11).
- Engelhausen, Wilhelm, Oberingenieur, Bremen, Großgörschenstr. 25, Tel. 45790 (FM 17).
- Engelbrecht, Werner, Schiffbau-Ingenieur, Berlin-Köpenick, Wendenschloßstr. 336 (FM 37).
- Enström, Axel F., Kommerzienrat, Professor an der Ingeniörsvetenskapsakademien, Stockholm (Schweden), Greveturegatan 14 (M 17).
- Erb, Adolf, Ingenieur, Berlin SW 61, Wilmstr. 21 (M 18).
- Erbach, Rudolf, Dr.-Ing., o. Professor a. d. Techn. Hochschule, Danzig-Oliva, Am Wächterberg 15a (FM 08).
- Erdmann, Erich, Dipl.-Ing., Marinebaurat, Danzig, MAK (Iberia) (JM 33 -- FM 39).
- Erdmann, Paul, Maschinen-Ingenieur i. R., früher Besichtiger des Germanischen Lloyd, Rostock i. M., Horst-Wessel-Str. 24 (FM 08).
- Ericson, Hans, Generaldirektor d. Rederiaktiebolag „Sevea“, Stockholm (Schweden), Skeppbron 30 (M 19).
- Erk, Karl, Rechtsanwalt, Kiel, Bismarckallee 25 (M 40).
- Erlmann, G., Dipl.-Ing., unbek. verzogen (FM 29).
- Eßberger, John, Ingenieur, Direktor a. D., Hamburg, Agnesstr. 2 (M 05).
- Essen, Friedrich-Wilhelm Erich, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Wilhelmshaven, Hoiternannstraße 29 (FM 35).
- Fachgruppe Reeder, Hamburg 1, Mönckebergstr. 27, Tel. 33 12 63/64 (KM 30).
- Fahr, Erhard, Schiffbau-Ing., Hamburg 23, Marienthaler Str. 126a (FM 42).
- Falbe, E. Hellmuth, Dipl.-Ing., Hamburg 1, Burchardstr. 15, Tel. 335631 (FM 08).
- Falcke, Carl, Amtsrat, Berlin-Lichterfelde-West, Hortensienstr. 19 (FM 42).
- Falk, Hans, Ingenieur, Direktor d. Firma Deutscher Bojen- und Seezeichenbau, Düsseldorf 62, Deichstr. 22/24, Tel. 17144 (LM 20).
- Fangerow, Bernhard, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 33, Eckmannsweg 9 (FM 41).
- Fatur, Josef, Dipl.-Ing., Berlin NW 7, Am Kupfergraben 4a (FM 41).
- Fausel, Karl, Baurat a. D., Wirtschaftsprüfer, Berlin-Schlachtensee, Kirchblick 14 (M 31).
- Fechter, Erich, Dipl.-Ing., Königsberg, Arndtstraße 4 (FM 24).
- Fechter, Walther, Zivilingenieur, Stettin, Bollwerk 3, Tel. 26910 (FM 17).
- Fehrenberg, Kurt, Dipl.-Ing., Techn. Kriegsverwaltungsrat, Feldpost-Nr. 08403, Essen-Ruhr, Virchowstr. 49 (JM 38).
- Feilcke, Fritz, Dipl.-Ing., Direktor der Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Bremen, Geschäftsführer d. „Weser“ Flugzeugbau-Gesellschaft m. b. H., Bremen, Schwachbauser Ring 19 (FM 18).
- Felten & Guillaume Carlswerk A. G., Köln-Mülheim (KM 30).
- Fendel, Fritz, Reedereidirektor der Rheinschiffahrt A.G. vorm. Fendel, Mannheim, Hafensstraße 6, Tel. 21393 (M 07).
- Fendt, Ferdinand, Direktor i. Fa. Gebr. Böhler & Co. A.G., Kapfenberg-Steiermark, Friedrich-Böhler-Str. 13 (M 34).
- Fenslau, Otto, Marine-Oberbaurat, Oberwerlitz-Marinebefehlshaber in den Niederlanden, Den Haag (FM 39).
- v. Fényes, Ivan, Dipl.-Ing., Adjunct a. d. Techn. Hochschule, Budapest XI, Vak Bottyan u. 3 (FM 37).
- Ferdinand, Ludwig, Dipl.-Ing., Oberinspektor d. R., Budapest XI, Sasadi-Ut 148 (FM 22).
- Fesenfeld, Wilhelm, Dipl.-Ing., Baurat a. d. Staatl. Höheren Schiffingenieurschule, Wesermünde-M., Bürgermeister-Smidt-Str. 122, Tel. 3148 (FM 09).
- Fichtner, Rudolf, Dipl.-Ing., Berlin NW 40, Lüneburger Str. 9, Tel. 3541 07 (FM 16).
- Finck, Carlos, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Blankenese, Op'n Kamp 6 (FM 38).
- Finow, Kupfer- und Messingwerke A.G. Finow (Mark), Tel. Eberswalde 534, 538, 539, 540, 871, 872, Drahtanschrift: Messingwerk Eberswalde (KM 34).
- Finster, Ernst, Dipl.-Ing., Direktor der AEG, Hamburg 20, Isequal 5 (M 37).
- von Fischel, Admiral, Marine-Befehlshaber an der Kanalküste, Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin W 35, Tirpitzufer 72-76 (M 38).
- Fischer, Ernst K. W., Oberingenieur beim Germanischen Lloyd, Hamburg 36, Alsterterrasse 3, Tel. 364086 (FM 12).
- Fischer, Franz, Marine-Oberbaurat, Dipl.-Ing., Gotenhafen, Marineheim Strandhotel (FM 42).
- Fischer, G. R., Dipl.-Ing., Kgl. ung. Stabskapitän a. D., Budapest II, Szemlőhegy ucca 23b (FM 17).
- Fischer, Kurt, Marine-Oberbaurat, Dipl.-Ing., Berlin-Friedenau, Begasstr. 1 III, Postanschrift: Markwerben bei Weißenfels/S. (FM 42).
- Fischer, Walther, Rechtsanwalt, Professor Dr. jur., Hamburg 1, Bergstr. 7 (M 37).
- Fleischhauer, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur, Zons a. Rhein, über Neuß 2 Land, Rheinau 7 (FM 41).
- Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft, Flensburg (KM 41).
- Flettner, Anton, Direktor, Berlin-Johannisthal, Segelfliegerdamm 27 (FM 24).
- Flick, Friedrich, Dr. h. c., Generaldirektor, Berlin W 9, Bellevuestr. 19a (M 15).
- Fliege, Gustav, Direktor a. D., Hamburg-Bergedorf, Moltkestr. 5 (FM 1899).
- Flügel, Gustav, Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule, Danzig-Langfuhr, Am Hitzleberg 13, Tel. 42939 (FM 25).
- Fock, Johannes Georg, Sachverständiger f. Schiffbau und Maschinenbau, Hamburg 39, Sierichstraße 96/9 (FM 17).
- Foerster, Ernst, Dr.-Ing.- Hamburg 36, Neuer Wall 32 (FM 08-34 u. seit 37).
- Förster, Georg, Fabrikant, Altona-Othmarschen, Böcklinstr. 3, Tel. 492416 (M 08).
- Föttiger, Hermann, Dr.-Ing., o. Professor a. d. Technischen Hochschule, Berlin-Wilmersdorf, Berliner Str. 65, Tel. 8730 07 (FM 08).
- Forkel, Otto, Dr.-Ing., Berlin-Lichterfelde, Luisenstr. 11 (M 36).

- Forstmann, Erich, Kaufmann, Hamburg 11, Neuburg 12, Tel. 313391 (LM 08).
- Franz, Karl, Dr.-Ing., Direktor der Neptunwerft, Rostock, Schliemannstr. 32 (FM 38).
- Franz, Werner, Schiffbau-Ing., Rostock, Hamburger Str. 139 (FM 40).
- Fregin, Fritz, Dipl.-Ing., Schiffbaudirektor der Stettiner Oderwerke A.G., Stettin, Gießereistr. 17, Tel. 24964 (FM 13).
- Freiberg, Wolf Dietrich, Dipl.-Ing., Marineoberbaurat, Berlin-Charlottenburg 9, Meiningenallee 15/IV, Tel. 99 12 51, Anschrift im Krieg: Danzig, Hansaplatz 13 (JM 33 — FM 37).
- Freistadt, Willy, OBERINGENIEUR, Königsberg i. Pr., Kronprinzenstr. 9 (FM 38).
- Freyswald, Carl, OBERINGENIEUR, Magdeburg, Lüneburger Str. 1, Tel. 22021 (M 13).
- Friedrichs, John, Schiffbau-Betr.-Ing., Danzig-Langfuhr, Ferberweg 3, III (FM 39).
- Friederici, Ernst, Dipl.-Ing., Technischer Vorstand der AEG, Kiel, Esmarchstr. 58, Tel. 6200 (M 34).
- Friedrich, Johannes, Schiffbau-Ingenieur im Germanischen Lloyd, Eichwalde b. Berlin, Bahnhofstr. 42 (FM 30).
- Friese, C., Möbelfabrik, Kiel (KM 30).
- Frisch, Albert, Fabrikbesitzer, Berlin W 35, Lütowstr. 66 (M 42).
- Fritz, Nikolaus Hermann, Kaufmann, Aumühle, Bez. Hamburg, Emil-Specht-Allee, Tel. Aumühle 74 (M 25).
- Fromm, Walther, Ingenieur, Hamburg, Glockengießereiallee 2 (FM 21).
- Fuchs, Werner, Admiral, Chef des Hauptamtes Kriegsschiffbau, Berlin W 35, Tirpitzufer 60—62 (M 40).
- Fuhrmann, Reinhold, Dipl.-Ing., Marine-Baurat, Marinewerft, Wilhelmshaven, Holtermannstraße 27a (JM 33 — FM 39).
- Gädtgens, Friedrich, Schiffbau-OBERINGENIEUR, Hamburg-Blankenese, Kastanienweg 1 (FM 40).
- v. Galkowsky & Kielblock, Metallwerke Kom.-Ges., Finow (Mark) (KM 35).
- Gall, Helmuth, Fabrikbesitzer (Adresse unbekannt) (LM 30).
- Garf, Johannes, Schiffingenieur, Berlin SW 29, Garde-Pionier-Platz 6 (FM 38).
- Garvens, Walter, Dipl.-Ing., Hamburg-Gr. Flottbek, Rosenhagenstr. 34 (FM 41).
- Garweg, Arthur, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ingenieur b. Blohm & Voß, Hamburg 30, Bismarckstr. 106, I, Tel. 556525 (FM 13).
- Gebbers, Friedrich, Dr.-Ing., Direktor d. Schiffbautechnischen Versuchsanstalt, Wien XX, Brigittenauer-Lände 256 (FM 05).
- Gehlhaar, Franz, Oberregierungsrat i. R., Berlin-Lichterfelde, Steinackerstr. 10, Tel. 73 48 22 (FM 1899).
- Gehring, Paul, Dr., Direktor der Bibliothek der Techn. Hochschule Stuttgart, Stuttgart-N., Seestraße 16 (M 36).
- Gehrmann, Walter, Betriebs-Ing., Danzig-Schellmühl, Paul-Beneker-Weg 151 (FM 39).
- Geiß, Heinrich, Ingenieur, Königsberg/Pr., Charlottenburger Str. 23 (FM 41).
- Gemberg, Walter, Dipl.-Ing., OBERINGENIEUR d. Fried. Krupp A.G., Germaniawerft, Kiel, Hofholzallee 94 (FM 21).
- Gentsch, Wilhelm, Geheimer Regierungsrat, Oberregierungsrat, Geschäftsführer der Brennkrafttechnischen Gesellschaft, Berlin-Wilmersdorf, Brandenburgische Str. 24, Tel. 92 28 46 (M 24).
- Gentzsch, Berthold, Dipl.-Ing., Schichau-G. m. b. H., Danzig, Stiftswinkel 8 (JM 33 — FM 41).
- Genzmer, Kurt, Ingenieur, Rheinbrohl, Arienheller Str. 2, Haus Langen (FM 41).
- Geppert, Friedrich, Werftinhaber der Hansawerft Gebr. Geppert, Berlin O 17, Tunnelstr. 41 (FM 36).
- Gerig, Wilhelm, Amtsrat, Berlin-Friedenau, Gutmuthsstr. 8 (FM 42).
- Gerlach, Siegfried, Konstr.-Ing., i. Fa. Schichau G. m. b. H., Danzig-Stolzenberg, Siedlung Neue Heimat, Block 48, 1. Stck. (FM 40).
- Gerlach, Thankmar, Dipl.-Ing., Kapitän z. S. (Ingenieur z. V.), Kiel, Tirpitzstr. 76 (FM 33).
- Gerloff, Friedrich, Schiffbaudirektor i. Firma Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Werk Seebeck, Wesermünde-G., Claussenstr. 4, Tel. Bremerhaven 2884 (FM 08).
- Germaniawerft Fried. Krupp Akt.-Ges., Kiel-Gaarden, Tel. Stadtverkehr: 6400/09, Fernverkehr: 6410/11 (KM 30).
- Germanischer Lloyd, Schiffsklassifikations-Gesellschaft, Berlin NW 87, Brückenallee 1, Tel. 39 51 66 (KM 30).
- Gerosa, Victor, Hoofdingenieur d. Werft Gusto, Firma A. F. Smulders, Schiedam (Holland), Tuinlaan 98 (FM 14).
- Gerweck, Julius, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ing., Magdeburg-Wilhelmstadt, Schillerstr. 41c, I (FM 38).
- Gesellschaft der Freunde u. Förderer der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg 36, Neuer Wall 32, IV (KM 38).
- Geyer, Hermann, Amtsrat, Berlin-Spandau, Straßburger Str. 30 (FM 42).
- Giebeler, Hermann, Betriebs-OBERINGENIEUR d. Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel-Gaarden, Werftstraße 125, Tel. 6300 (FM 10).
- Giese, Alfred, Dipl.-Ing., Stellv. Direktor d. Germ. Lloyd, Altona-Othmarschen, Ernst-August-Str. 8 (FM 13).
- Giese, Georg, Direktor, Hamburg, Brahmsallee 27 (M 18).
- Giljam, Job, Werftdirektor, Rotterdam (Holland), Vorschotterlaan 103, Tel. 53312 (LFM 20).
- Giraldi, Corso Pecori, Fregattenkapitän, Marineattaché b. d. Kgl. Ital. Botschaft, Berlin W 35, Standartenstr. 9 (FM 38).
- Glässel, Ernst, Kaufmann, Bremen, Schlachte Nr. 29 (M 14).
- Gleichmann, Hans, OBERINGENIEUR u. Prokurist d. Siemens-Schuckertwerke A.G., Berlin-Siemensstadt, Verwaltungsgebäude, Abt. AZ 7, Tel. 340011, App. 2378 (M 33).
- Gloth, Friedrich, Torpedo-Ingenieur a. D., Berlin-Charlottenburg, Rüsternallee 8 (M 13).
- Gloth, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg, Rüsternallee 8 (FM 41).
- Glüer, Bruno, Fregattenkapitän a. D., Direktor der Siemens Apparate u. Maschinen G. m. b. H., Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 8, Tel. 971951 (M 17).
- Godelfroy, Ernst, Vorstandsmitglied der Deutschen Levante-Linie Hamburg A.G., Hamburg, Ferdinandstr. 56, Tel. 321014 (M 34).
- Godino, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Sociedad Espagnola de Construcción Naval, San Lucare de Barrameda (Spanien), Pasea de la Calzada, Chalet San Pedro (FM 29).
- Göbel, Ludwig, Zivilingenieur, Falkensee (Osthavelland), Hermann-Göring-Str. 34 (LFM 19).
- Göbert, Karl, Amtsrat, Berlin-Lichterfelde, Haydnstr. 14 II (FM 42).
- Gödecke, Ernst, Dipl.-Ing., Stellv. Direktor der Hamburg-Amerika Linie, Hamburg 1, Alsterdamm 25, Tel. 321001 (FM 20).
- Goedkoop, Daniel, Werftdirektor, N. V. Nederlandsche Scheepsbouw - Maatschappij, Amsterdam-N. (Holland), Corn Douwesweg 1, Tel. 60673 (LFM 19).
- Goedkoop, Heyme, Ingenieur (Schiffbau und Maschinenbau), N. V. Nederlandsche Scheepsbouw-Maatschappij, Laren (N. H.) (Holland), Huize „de Vijf“, Tel. Laren 148 (LFM 19).
- Goerens, Paul, Professor, Vorstandsmitglied d. Fried. Krupp A.G., Essen, Tel. 50431 (M 29).

- Gollnitz, Otto, Schiffbau-Ing., Berlin W 30, Luitpoldstr. 9 (FM 40).
- Goos, Emil, Dr.-Ing. E. h., Direktor des Maschinenwesens der Hamburg-Amerika Linie i. R., Altona-Blankenese, Fichtenweg 24, Tel. 461872 (FM 13).
- Gorn, Franz E., Stellv. Mitglied des Vorstandes d. Voigt & Häffner A.G., Frankfurt/Main, Liebigstraße 1 (M 39).
- Göbler, Oscar, Kaufmann, Volksdorf, Bez. Hamburg, Im alten Dorfe 24 (M 08).
- Gotha, Fritz, Dipl.-Ing., Referent im Reichskriegsministerium, Heereswaffenamt Prüf. 11/VI, Berlin W 35, Jebensstr. 1, Hamburg 6, Felix-Dahn-Str. 2 (M 33).
- Grabowski, Eduard, Schiffbau-Ingenieur, Professor, Studienrat i. R., Bremen, Friedrich-Wilhelm-Str. 35 (FM 1899).
- Grabowski, Ernst, Ingenieur, Königsberg/Pr., Continer Weg 32c (FM 41).
- Gräber, Erich, Betriebsdirektor der Deutschen Werft, Blankenese, Blankeneser Landstr. 68, Tel. 462024 (M 30).
- Graf, August, Schiffbauingenieur, Hamburg 20, Schrammsweg 29 (FM 24).
- Graff, Jakob, Obergemeuer der Meidericher Schiffswerft, Duisburg, Schlickstr. 21, Tel. 40855 (M 34).
- Graff, Werner, Dr.-Ing., Zerbst i. Anh., Dessauerstraße 53 II (FM 33).
- Gramoll, Eduard, Ingenieur, Techn. Direktor d. Fa. H. C. Stülcken Sohn, Wohldorf, Bezirk Hamburg, Tel. 194 (M 30).
- Grauert, Max, Geheimer Oberbaurat, Ministerialrat i. R., Stettin, Neue Str. 15 I, Tel. 24847 (FM 1899).
- Greiser, Georg, Fabrikbesitzer, Greiserwerke G. m. b. H., Hannover, Fischerstr. 1, Tel. 23154 (M 12).
- Greve, C. H., Werftdirektor, Hamburg 13, Innocentiastr. 78, Tel. 556968 (LFM 19).
- Gribel, Eduard, Konsul und Reeder, Stettin, Große Lastadie 56 II, Tel. 35531 (M 14).
- Gribel, Franz, Geh. Kommerzienrat, Reeder, Stettin, Große Lastadie 56, Tel. 35531 (M 1899).
- Gribel, R. Chr., Reederei, Stettin, Gr. Lastadie (KM 39).
- Grimm, Max, Dipl.-Ing., Oberregierungsrat und Mitglied des Reichspatentamtes, Berlin-Charlottenburg 9, Eichenallee 33a, Tel. 992897 (FM 08).
- Grimm, Walter, Dipl.-Ing., Assistent b. Prof. Kayser, unbek. verz. (JM 33).
- Gronwald, Paul, Schiffbau-Ing., Howaldtswerke, Hamburg-Niendorf, Schippelsweg 20 (FM 41).
- Grosse, Carl, Kaufmann, Hamburg 1, Klöpferhaus, Tel. 333192 (M 02).
- Grosset, Paul, Ingenieur, Inhaber der Werkzeug-Maschinenfabrik Grosset & Co., Altona-Othmarschen, Moltkestr. 172 (FM 23).
- Groth, Emil, Dipl.-Ing., Altona, Carolinenstr. 39, Tel. 423467 (FM 35).
- Grube, Diedrich, Zivilingenieur, Inhaber d. Fa. Diedr. Grube, Bremen 5, Außer der Schleifmühle 29, Tel. 25800 (FM 19).
- Grunder, Erich, Geheimer Baurat, Berlin W 30, Maaßenstr. 14, Tel. 273055 (FM 05).
- Grunert, Kurt, Betriebsingenieur, Emden, Gräfin-Theda-Str. 4 (FM 22).
- Grunow, Walter, Dr., Syndikus, Reederverband d. Mitteldtsch. Frachtschiffahrt e. V., Verband d. Häfen und Umschlagsbetriebe d. Mitteldtsch. Wasserstraßen e. V., Berlin NW 87, Solinger Straße 7, Tel. 930439 (M 34).
- Gruznér, Fritz, Konsultierender Ingenieur c/o Fairbanks, Morse & Co., Milwaukee Road, Beloit, Wisc., USA. (LM 20).
- Gruschke, Georg, Dr., techn. Direktor, Altona (Elbe), Hohenzollernring 29 (M 36).
- Günther, Friedrich, Maschinenbau-Ingenieur, Bremen, Geestemünder Str. 4 (FM 14).
- Günther, Horst, Dipl.-Ing. Dresden N 6, Bautzener Str. 14, z. Z. i. Wehrdienst (JM 41 — FM 42).
- Gütschow, Wilhelm, Dr.-Ing., Oberingenieur u. Prokurist, Germanischer Lloyd, Berlin W 30, Schwäbische Str. 27, Tel. 270303 (FM 09).
- Gummelt, Carl H., Schiffbau-Ingenieur b. d. Deutsche Schiff- u. Maschinenbau A.G., Werk A.G. „Weser“, Bremen, Osterholzer Str. 14, II (FM 13).
- Gundlach, Wilhelm, Oberingenieur, Hamburg-Ottensen, Hohenzollernring 29, Tel. 427738 (M 35).
- Guthoffnungshütte Oberhausen A.G., Oberhausen i. Rhld., Tel. 24451 Orts- und Bezirksverkehr, 24461 Schnellverkehr, 24441 Fernverkehr (KM 34).
- Guthknecht, Fritz, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Dortmund, Südwall 13 (M 09).
- Gutsche, Fritz, Dr.-Ing., Regierungsbaurat, Preuß. Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- und Schiffbau, Berlin Karlshorst, Ehrenfelsstr. 21a (FM 30).
- Hack, Heinrich Chr., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, unbek. verzogen (M 14).
- Haar, Bruno, Schiffbau-Ing., Berlin W 35, Zietenstraße 15, IV, Tel. 278542 (FM 39).
- Haarmann, Ewald, Marinestabsingenieur a. D., Oberregierungsrat bei der Inspektion des Bildungswesens der Marine, Kiel-Wik, Marine-schule (M 17).
- Haase, Karlheinz, Schiffbau-Ing., Hamburg-Wandsbek, Lübecker Str. 34/36 (FM 41).
- Hader, Wilhelm, Dipl.-Ing., Marinebaurat Wilhelmshaven, Hegelstr. 62, bei Schirmer (FM 28).
- Haensgen, Oskar, Dir. d. Flensburger Schiffsbau-gesellschaft i. R., Hamburg 26, Chapeau-geweg 35 (FM 1899).
- Häpke, Gustav, Dipl.-Ing., Regierungsbaurat i. R., Berlin-Steglitz, Südendstr. 15 (FM 08).
- Haertel, Siegfried, Schiffbau-Dipl.-Ing., Leipzig O 27, Wasserturmstr. 54 (FM 08).
- Haesloop, Reinhard, Schiffbau-Ingenieur, Blumenthal a. d. Unterweser, Kaffeestr. 12 (FM 21).
- Hafenbautechnische Gesellschaft, Berlin-Charlottenburg 2, Berliner Str. 170/171 (KM 38).
- Hagemann, Paul H., Schiffbau-Ingenieur, Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel-Kitzeberg, Drosselhorn 22 (FM 13).
- Hahn, Willy, Justizrat, Rechtsanwalt und Notar, Berlin W 35, Ludendorffstr. 58 (M 03).
- Haimann, G., Dr.-Ing., Klein-Machnow, Post Zehlendorf, Heimdallstr. 53 (FM 18).
- von Halem, Otto, Direktor d. Stahlwerksverband A.G., Beratungsstelle für Stahlverwendung, Düsseldorf, Stahlhof, Tel. 10266 (M 32).
- Halldin, Gustaf, Marinedirektor, Stockholm (Schweden), Kungl. Flottans Varv., Odengatan 24 (LFM 13).
- Hambrock, Hermann, Technischer Direktor, Hamburg-Altona 1, Hohenzollernring 40 a, ptr. (M 39).
- Hamburg-Amerika Linie, Reederei, Hamburg 1, Alsterdamm 25, Tel. 321001 Ortsverkehr, 326950 Fernverkehr (KM 30).
- Hammars, Hugo G., Dr.-Ing., Generaldirektor, Göteborg (Schweden), Aktiebolaget Götaverken, Föreningsgatan 17, Tel. 30552 (FM 08).
- Hammer, Felix, Dipl.-Ing., Rendsburg, Bastion 6 (FM 09).
- Hammeström, Eckart, Dipl.-Ing., Bremen-Vegesack, Weserstr. 48 (JM 33 — FM 39).
- Hansen, Heinrich, Dipl.-Ing., Direktor i. R., Plön i. Holstein, Seestr. 4 (M 22).

- Hansen, Johannes, Professor, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Ferberweg 13 II (FM 42).
- Hanssen, Carl Wilhelm, Dipl.-Ing., Altona-Blankenese, Kösterbergstr. 38 (FM 36).
- Hantelmann, Kurt, Dipl.-Ing., Oberbaurat, Direktor der Staatl. Ingenieurschule Gumbinnen, Gumbinnen, Erich-Koch-Str. 3 (FM 10).
- Harbeck, Martin, Fabrikant i. Fa. Heidenreich & Harbeck, Hamburg 33, Wiesendamm 30 (M 1900).
- Harder, Hans, Kapitän, Techn. Berater für die Anwendung der Kauritleime der I. G. Farbenindustrie A.G., Werk Ürdingen, Aumund bei Vegesack, Kirchhofstr. 63, Tel. 10 09 (LFM 08).
- Harms, Adolf, Schiffbau-Ingenieur und Jacht-konstrukteur, Kiel-Dietrichsdorf, Ebbenkamp 1 (FM 30).
- Harms, Wilhelm, Amtmann, Berlin-Zehlendorf, Plafstr. 11 (FM 42).
- Hartmann, Otto H., Dr.-Ing. E. h., Technischer Direktor und Geschäftsführer der Schmidt'schen Heißdampfgesellschaft m. b. H., Kassel-Wilhelmshöhe, Schlageterplatz 22, Tel. 31414 (M 10).
- Hartung, Fritz, Dipl.-Ing., Marinebaurat im OKM, Berlin-Lankwitz, Apoldaer Str. 22 (FM 39).
- Harun, Mustava, Dr.-Ing., unbek. verzogen. (FM 22).
- Has, Ludwig, Marinebaurat a. D., Zivilingenieur, Wilhelmshaven, Birkenweg 14, Tel. 681 (FM 17).
- Hashagen, Hinrich, Kapitän, Bremen, Park-allee 203 (FM 33).
- Hab, Hans, Dipl.-Ing. Wilhelmshaven, Wohnschiff „Tanganyika“ (JM 41 — FM 42).
- Hass, Hans, Dozent und Professor, Karnitz b. Neukalen i. Meckl. (FM 05).
- Havestadt, Christian, Dr.-Ing., Regierungsbaumeister a. D., beratender Ingenieur für Bauingenieurwesen und Verkehrswirtschaft i. Fa. Havestadt & Contag, Berlin-Wilmersdorf, Berliner Str. 157, Tel. 86 42 80 (M 30).
- Hebecker, Otto Dr. phil., Studienrat, Hamburg-Gr. Flottbek, Uhdeweg 29, Tel. 49 45 73 (privat) (M 40).
- Heberling, Wilhelm, Dipl.-Ing., stellv. Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin-Lichterfelde, Unter den Eichen 107, Tel. 76 21 32 (FM 29).
- Hecht, Alfred, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Lübecker Str. 3 (FM 38).
- Hedemann, Wilhelm, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Deschimag, Werk A.G., Weser, Bremen-Horn, Klattendieck 19 (FM 14).
- Hedén, Ernst August, Generaldirektor, A.B. Gö-taverken, Göteborg (Schweden) (FM 08).
- Heege, Gustav, cand. ing., unbekannt verzogen (JM 33).
- Heesch, Otto, Technischer Direktor der Schiffswerft, Theodor Hitzler Hamburg, Altona-Blankenese, Mörikestr. 11, Tel. 460340 (M 10).
- Heger, Herbert, Dipl.-Ing., Zlin/Mähren, Lange Gasse 752 (FM 41).
- Heidsiek, Fritz, Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg 19, Am Weiher 14, II (FM 38).
- Heidtmann, Hermann, Werftbesitzer, Hamburg 21, Hofweg 62/65, Tel. 222151 (FM 09).
- Hein, Hermann, Schiffbau-Ingenieur, Schiffsbesichtiger des Germanischen Lloyd, Bremerhaven, Hindenburgplatz 32/I, Tel. 981 (FM 39).
- Heiniken, Philipp, Dr.-Ing. h. c., Tutzing/Obb., Hauptstr. 71, Haus am See (LM 18, Ehrenmitglied).
- Heinemann, Rudolf, Dipl.-Ing., Geschäftsführer d. Arado-Flugzeugwerke G. m. b. H. Nowawes (Bez. Potsdam), Wohnung: Berlin-Zehlendorf, Schweitzerstr. 34, Tel. 8486 00 (FM 13).
- Heinrichs, Werner, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. d. Atlas-Werke A.G., Büro Berlin, Nikolassee, Albiger Weg 4 (M 28).
- Heinsohn, Heinz, cand. mech. nav., Berlin-Charlottenburg 2, Schlüterstr. 73 (JM 42).
- Heitmänn, Ludwig, Oberingenieur i. R., Hamburg 22, Flotowstr. 26 (FM 08).
- Heldt, Adolf, Marinebaurat a. D., Kiel, Esmarchstraße 53 (FM 14).
- Helfferrich, Emil, Vorsitzender des Aufsichtsrats der Hamburg-Amerika Linie, Hamburg 1, Alsterdamm 25, Tel. 321001 (M 35).
- Helle, Eino, Dr.-Ing., Dozent an der Technischen Hochschule, Helsinki (Finnland), Ilmarin katu 4 B, Tel. 45548 (FM 32).
- Helling, Wilhelm, Fabrikbesitzer der Theodor Zeise Spezialfabrik für Schiffsschrauben, Altona-Ottensen, Friedensallee 7/9, Tel. 421351 (LFM 22).
- Hemberger, Maximilian Julius, Dipl.-Ing., Bad-Schwartau, Schillerstr. 9 (FM 36).
- Hemmann, A., Regierungsbaurat, Altona-Groß-Flottbek, Kaiser-Wilhelm-Str. 9 (FM 08).
- Hennecke, Arthur, Preußischer Provinzialrat, Hüttendirektor, Vorsitzender des Vorstandes der Mitteldeutschen Stahl- und Walzwerke Friedrich Flick Kom.-Ges., Brandenburg/Havel, Postfach 177 (M 42).
- Hennig, Albert, Dipl.-Ing., Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel, Hasseldicksdammerweg 44 (FM 21).
- Hennig, Franz, Marine-Oberbaurat, Berlin-Tempelhof, Bosestr. 32 (FM 42).
- von Hennig, Heinrich, Konteradmiral, Vorstand d. Hauptbücherei der Marinestation der Ostsee, Kiel, Tirpitzstr. 126 (M 41).
- Hennig, Willi, Dipl.-Ing., Düsseldorf, Uerdinger Str. 14/I (FM 36).
- Henschke, Werner, Schiffbau-Oberingenieur, Berlin-Lichtenberg, Weitlingstr. 25c (FM 33).
- Hensel, Otto, Dipl.-Ing., Oberregierungsbaurat, Berlin-Charlottenburg 9, Kaiserdamm 21, Tel. 93 27 34 (M 32).
- Hensel, Wilhelm, Amtsrat, Büchereivorsteher im Reichspostministerium, Berlin W 66, Leipziger Str. 15 (M 30).
- Hensolt, Johannes, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. Blohm & Voß, Hamburg 26, Sievekingsallee 6, Tel. 264355 (FM 10).
- Herber, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., Danzig-Stolzenberg, Scheerstr. 30 (FM 42).
- Hermandez, Miguel Rechea, Ingeniero Naval (Adresse unbekannt) (FM 32).
- Herner, Heinrich, Dipl.-Ing., Professor, Dr. phil., Studienrat i. R., Wiesbaden, Kaiser-Friedrich-Ring 73 (FM 1899).
- Herpen, August-Theodor, Dr.-Ing., Ingenieur und Geschäftsführer der Gesellschaft für La Mont-Kessel und Kraftwirtschaft m. b. H., Berlin NW 7, Schadowstr. 1b, Tel. 11 06 67, Überlingen a. B., Haus Rauenstein (M 08).
- Herrmann, Arno, Direktor der Stettiner Oderwerke A.G., Stettin, Falkenwalder Str. 152 (M 39).
- Herrmann, Arthur, Amtsrat, Berlin-Friedenau, Menzelstr. 27 (FM 42).
- Herrmann, Klaus, Dipl.-Ing. Dessau-Roßlau, Bandhauer Str. 49 (FM 42).
- Herrmann, Walter, Dr.-Ing., Professor, Berlin-Lichterfelde, Kommandantenstr. 91 (FM 29).
- Heß, Arthur, Schiffbau-Ing., Danzig-Schellmühl, Schellmühlerwiesendamm 2, II (FM 39).
- Heubach, Ernst, Ingenieur, Fabrikbesitzer, Berlin-Lankwitz, Lessingstr. 7, Tel. 73 02 72 (M 01).
- Heusinger von Waldegg, E., Admiral a. D., Vorsitzender des Aufsichtsrats der Deutsche Werke Kiel A.G., Berlin-Lichterfelde-Ost, Gartenstr. 1, Tel. 73 24 96 (M 30).
- Hey, Erich, Marineoberbaurat d. R., Dipl.-Ing., Kiel, Düsternbrooker Weg 71/I (FM 18).
- Heydemann, Rudolf, Dipl.-Ing., Direktor des Stettiner Vulcan, Stettin, Dornstr. 3 I (FM 22).
- Heyden, Ernst, Ingenieur, Jasenitz/Pom., Wittenbergstr. 27 (FM 41).

- von Heyn, Ernst, Ingenieur, Königsberg/Pr., von-Brandt-Allee 11 (FM 41).
- Hildebrandt, Max, Direktor der Stettiner Oderwerke A.G., Stettin 10, Storbeckstr. 10, Tel. 22634 (FM 08).
- Hildebrandt, Walter, Dipl.-Ing., Studien- und Baurat, Hamburg 23, Wagnerstr. 103, Tel. 264402 (FM 30).
- Hillebrand, Friedrich, Dipl.-Ing., Bremen-Horn, Riensberger Str. 68a, Tel. 44916 (FM 21).
- Hillmann, Bernhard, Schiffbaudirektor, Wesermünde-Speckenbüttel, Am Tannenkamp 19 (FM 13).
- Hilsbos, Eugen, Direktor der Ruhrstahl A.G., Stahlwerk Krieger, Düsseldorf - Oberkassel, Achenbachstr. 107 (M 35).
- Hiorth, Jens Br., Dr.-Ing., Chef-Ingenieur der Star Contrapropeller A.G., Hövik, Oslo (Norwegen), Postbox 252 (M 24).
- Hitzler, Franz, Werftbesitzer, Lauenburg a. Elbe, Bahnhofstr. 24 (FM 38).
- Hitzler, Theodor, Werftbesitzer, Theodor Hitzler Schiffswerft, Hamburg 28, Einsiedeldeich 1/3, Tel. 387934 (LFM 1899).
- Hitzler, Theodor, Schiffswerft und Maschinenfabrik, Hamburg 28, Veddel, Tel.: 38 79 34 u. 35 (KM 40).
- Hitzler, Walter, Werftbesitzer, Regensburg, Budapester Str. 21 (FM 38).
- Hochstein, Ludwig, OBERINGENIEUR FÜR MASCHINENBAU, Wandsbek, Waldstr. 7, Tel. 282400 (FM 12).
- Hofer, Kurt, Dr.-Ing., Stellvertr. Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin - Charlottenburg, Carmerstr. 18, Tel. 31 74 47 (FM 18).
- Hoefs, Fritz, Maschinenbaudirektor bei G. Seebeck A.G., Bremerhaven, Am Deich 27 (FM 09).
- Hoefs, Fritz, cand. mach. nav., Bremerhaven, Am Deich 27 (JM 41).
- Hölzermann, Fr., Geheimer Marinebaurat a. D., Potsdam, Kurfürstenstr. 32 (FM 1900).
- Hönicke, Paul, Konteradmiral z. V., Berlin NW 87, Holsteiner Ufer 20, Tel. 39 35 59 (M 33).
- Hoepfner, Adolph, Kaufmann, Hauptmann a. D., Hamburg 13, Mittelweg 188, Tel. 442490 (M 18).
- Hofer, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Wilhelmshaven, Müllerstr. 45, ptr. (FM 39).
- vom Hoff, Max, Direktor d. AEG, Abt. Schiffbau, Berlin-Weinmeisterhöhe, Höhenweg 10, Tel. 37 61 55 (M 35).
- Hoff, Wilhelm, Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule, Berlin - Friedrichshagen, Müggelseedamm 242, Tel. 64 63 61 (FM 21).
- Hoffmann, Fritz, Betriebs-Ingenieur, Königsberg i. Pr., Coutienerweg 60 (M 37).
- Hoffmann, Hermann, Fabrikdirektor, Bremen, Hohenzollernstr. 66, Tel. 44765 (M 33).
- Hoffmann, Ulrich, Ober-Regierungs- und -Baurat, Stettin, König-Albert-Str. 12 (FM 38).
- Hoffmann, Walter, Dr. jur., Vorsitzender des Vorstandes d. Hamburg-Amerika Linie, Hamburg 1, Alsterdamm 25, privat: Hamburg 13, Haarvestehuder Weg 69 pt. (M 36).
- Hoffmann, Werner, OBERINGENIEUR, Berlin-Charlottenburg, Oranienstr. 16, Tel. 34 32 58 (M 36).
- Hogner, Einar G. E., Fil. Dr., Civ. Ing., o. Professor an Chalmers Tekniska Högskola Göteborg, Göteborg (Schweden), Viktor Rydbergsgatan 30 (M 26).
- Hohmann, Herbert, Schiffbau-Ing., Wilhelmshaven, Ulmenstr. 22, Gth. III (JM 39).
- Hohn, Theodor, OBERINGENIEUR, Wissenschaftl. Techn. Institut für Schiffbau, Shanghai (China), P. O. B. 976 (FM 08).
- Hollburg, Johannes, Betriebsdirektor und Prokurist der F. Schichau G. m. b. H., Elbing, Techn. Leiter der Schiffswerft zu Danzig, Danzig, Schichauwerft, Tel. 22498 (M 35).
- Holler, H., Dr.-Ing. habil., Frankfurt a. M., Frauenlobstr. 45 (M 31).
- Holm, Gustav, Direktor, Königsberg/Pr. Maaßstraße 13 II (FM 41).
- Holm, Poul Em., Direktor des Maschinistenunterrichts, Kopenhagen (Dänemark), Kongens Nytoor 221 (FM 26).
- Holst, Ludwig, Amtmann, Berlin-Friedenau, Retzdorffpromenade 2 (FM 42).
- Holtusen, Wilhelm E., Zivilingenieur, Altona-Kl. Flottbek, Jenischstr. 33, Tel. 494361 (FM 08).
- Holzhausen, Kurt, Dipl.-Ing., Berlin-Schlachtensee, Ahrenshooper Zeile 57 (FM 19).
- Holzwarth, Hans, Dr.-Ing. E. h., Dipl.-Ing., Geschäftsführer, Düsseldorf, Goethestr. 7, Tel. 64727 (M 10).
- 't Hooft, Gerard, Chef des Bureaus Schiffbau, Verteidigungsministerium, unbek. verzogen (FM 32.)
- Hormel, Otto, Admiral, Oberwerftdirektor der Kriegsmarinewerft, Kiel (M 40).
- Horn, Fritz, Dr.-Ing. o. Professor an der Technischen Hochschule, Berlin-Grünwald, Hohenzollerndamm 59/60, Tel. 89 51 68 (FM 07).
- Hort, Hermann, Dr., Dipl.-Ing., Dr. phil., Siemens-Apparate und Maschinen G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg 9, Olympische Str. 22, Tel. 99 42 11 (M 32).
- Hosemann, Paul, Dipl.-Ing., Elbing, Clausewitzerstr. 10 (FM 13).
- Howaldt, Bernhard, Direktor, Flensburg, Wrangelstr. 2, Tel. 2193 (LFM 18).
- Howaldt, Georg A. E., Kaufmann, Verein Deutscher Schiffswerften, Kleecken über Hamburg-Harburg, Haus Nr. 9 (M 33).
- Howaldt, Gerhard, Ingenieur, Kiel, Schuhmacherstr. 28, Tel. 7595 (FM 13).
- Howaldt, Jürgen, Teilhaber d. Fa. Gebr. Howaldt, Technisches Büro, Lübeck, Schüsselbuden 18 (FM 31).
- Howaldtswerke A.G., Hamburg, Tel. 34 10 15 (KM 31).
- Hoyer, Niels, Schiffbau-Ingenieur, Korneuburg b. Wien, Werft der DDSG (FM 23).
- Ilbner, Hans-Joachim, cand. arch. nav., unbek. verzogen (JM 39).
- Hüttenwerke Siegerland A.G., Siegen, Hindenburgstr. 5-7 (KM 39).
- Humbert, Günther, Dipl.-Ing., Hamburg 1, An der Alster 34 (FM 37).
- Hummel, Adolf, Dipl.-Ing., Wiesbaden 3, Viktoriastr. 18 (FM 30).
- Hundt, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Abteilungsleiter der A.G. Weser, Bremen, Wielandstr. 32, Tel. 83642 (FM 13).
- Hures, Carl, Ingenieur im Germanischen Lloyd, Berlin-Johannisthal, Ecksteinweg 6 (FM 30).
- Huss, Carl, Patentanwalt, Dipl.-Ing., Berlin SW 61, Gitschiner Str. 4 (M 24).
- Hutarew, Georg, Dr.-Ing., OBERINGENIEUR, Berlin-Charlottenburg 1, Charlottenburger Ufer 9 (FM 40).
- Huth, Wilhelm, Regierungspräsident, allgemeiner Vertreter des Reichsstatthalters in Danzig-Westpreußen, Danzig-Neugarten 12-16 (FM 38).
- Icheln, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 33, Mildestieg 16 (FM 14).
- I. G. Farbenindustrie A. G., Frankfurt a. Main 20, Grüneburgplatz, Tel. 20022 Fernverkehr, 20027 Ortsverkehr (KM 30).
- Ische, Herbert, Dipl.-Ing., Danzig-Schellmühl, Paul-Beneke-Weg 153 (FM 37).
- Ilgenstein, Ernst, Oberregierungsbaurat i. R., Fischbach i. Riesengebirge, Tel. Jannowitz i. Riesengebirge 204 (FM 08).
- Illies, Kurt, Dr.-Ing., Hamburg, Schürbecker Straße 1 (FM 37).
- Imle, Emil, Dipl.-Ing., beratender Ingenieur und gerichtlich vereidigter Sachverständiger, Dresden-Weißer Hirsch, Wolfshügelstr. 12, Tel. 37337 (M 01).

- Immich, Werner, Dr.-Ing., Baurat a. D., Maschinenbaudirektor der Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel, Forstweg 42, Tel. 3969 (FM 17).
- N. V. Ingenieurskantoor voor Scheepsbouw, Den Haag (Holland), Kneuterdijk 8, Tel. 113225 (KM 34).
- Isemmer, Herbert, Dr.-Ing., Kiel, Gerhardstraße 38, III (M 32).
- Ivers, Curt, Reeder, Teilhaber der Fa. Paulsen & Ivers, Kiel, Holstenbrücke 28 (M 26).
- Jaborg, Georg, Ministerialrat i. R., Oldenburg i. O., Haarenufer 10 (FM 08).
- Jacob, Carl, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. Blohm & Voß, Hamburg 13, Bundesstr. 82, Tel. 447703 (FM 17).
- Jacobson, J., Ingenieur, Bergedorf b. Hamburg, Möörkenweg 22 (FM 22).
- Jacobson, Louis, Oberingenieur, Wellingsbüttel, Bez. Hamburg, Buchtstr. (M 08).
- Jaeger, Gustav, Dipl.-Ing., Oberregierungsbaur, Hamburg 20, Husumer Str. 31 (M 25).
- C. H. Jaeger & Co. Pumpen- und Gebläse-Werk, Leipzig-Plagwitz (W 31) (KM 37).
- Jahn, Joh. Gottlieb, Dipl.-Ing., Maschinenbaudirektor der Fried. Krupp Germaniawerft A.G., Kiel, Niemannsweg 30, Tel. 6904 (FM 10).
- Jakopp, Heinz, Dipl.-Ing., Direktor der Humboldt-Deutzmotoren A.G., Köln-Marienburg, Am Südpark 61 (M 28).
- Jansen, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur, i. Fa. E. Berninghaus, Duisburg-Buchholz, Klagenfurter Str. 1 (FM 39).
- Janssen, Diedrich, Oberingenieur, Wesermünde-M., Bogenstr. 5 (FM 12).
- Janßen, Johannes Heinrich, Amtmann, Berlin-Steglitz, Südendstr. 53a (FM 42).
- Jappe, Friedrich, Oberingenieur, Schiffsbesichtiger des Germanischen Lloyd, i. R., Danzig-Langfuhr, Baumbachallee 4, Tel. 41 0 74 (FM 1899).
- Jasper, Karl, Korvettenkapitän z. V., Hauptschriftleiter, Hannover, Rühmkorfstr. 15 ptr. (M 22).
- Jastram, Hans, Fabrikant, Hamburg-Bergedorf, Carlshof, Tel. 21 20 05 (M 34).
- Jebens, Oskar, Ingenieur, Direktor der Wagner-Hochdruck-Dampfturbinen Kom.-Ges., Hamburg-Blankenese, Oesterleystr. 70 (FM 34).
- Jensen, Olaf, Vertreter des Bochumer Vereins, Ferrostaal A.G., Berlin-Wannsee, Am großen Wannsee 59c (M 35).
- Jentzsch, Alfred, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Werftstr. 24 (FM 38).
- Jerke, Otto, Direktor (Adresse unbekannt) (LM 17).
- Jesperen, Theodor, Oberingenieur, Oslo (Norwegen), Karl Johannesgade 14 (LFM 13).
- Jeb, Peter, Dipl.-Ing., Berlin-Mariendorf, Rixdorfer Str. 122 (FM 37).
- Jobs, Walter, Dipl.-Ing., Babelsberg 2, Ufastr. 68 (JM 33 — FM 37).
- Jochimsen, Adolf, Ingenieur, Lübeck, Bürgermeister-Neumann-Str. 6 (M 37).
- Jochimsen, Karl, Oberingenieur i. R., Kiel, Harmsstr. 105 ptr. (M 08).
- Jochmann, Ernst, Oberingenieur, Berlin-Nikolassee, Prinz-Friedrich-Leopold-Str. 41 (M 08).
- Johannsen, Erich, Dipl.-Ing., Marinebaurat a. K., Wilhelmshaven, Göckerstr. 19 II (JM 34 — FM 38).
- Johannsen, Karl, Marinebaurat, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Hindenburgstr. 41 (JM 33 — FM 37).
- Johannßen, Otto, Amtsrat, Berlin-Friedenau, Cecilengärten 37 (FM 42).
- Johnson, Axel Axelson, Generalkonsul, Rederiaktiebolaget Nordstjernen/Johnson Line, Stockholm (Schweden), Stureplan 3, Postbox 7196, Tel. 0124 (LM 17).
- Johnson, Helge Axelson, Hofjägermeister, Konsul für Siam, Stockholm (Schweden), Havigregatan 5, Tel. 100312 (LM 18).
- Johnson, Robert Stanley, Principal Surveyor to Lloyds Register of Shipping, Hamburg 11, Steinhoeft 3 (FM 38).
- Johnsson, John Gustav, Kriegsfiskal, Rechtsanwalt, Advokaterna Lidforss & Levy, Stockholm (Schweden), Tel. 233555 (LM 17).
- Jonas, Otto, Oberingenieur, Elmshorn, Timm-Kröger-Str. 14 (FM 40).
- de Jong, Jan, Schiffbau-Ingenieur, Deutsche Werft A.G., Hamburg, Tel. 387441 (FM 14).
- Joost, J., Direktor a. D., Holzapfel Farbenwerke G. m. b. H., Hamburg 13, Harvestehuder Weg 24 (M 01).
- Judaschke, Franz, Schiffbau-Ingenieur, Volksdorf, Bez. Hamburg, Eulenkrußstraße 94, Tel. 321010 (FM 08).
- Judis, Heinrich, Dipl.-Ing., Stettin 7, Friedebornstr. 19 I (FM 38).
- Jürgens, Georg, Kaufmann, Berlin NW 87, Lessingstr. 24 (M 33).
- Junge, Erwin, Direktor der Seereederei „Frigga“ A.G., Hamburg 1, Alsterdamm 16/18 (M 35).
- Junkers, Erhardt, Gauting, Hindenburgstr. 18 (M 30).
- Jurenka, Robert, Dr., Generaldirektor der Babcockwerke, Oberhausen i. Rhld., Tel. 20064 (M 07).
- Just, Curt, Ministerialdirektor, Amtsgruppenchef beim Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Zehlendorf-West, Beerenstr. 20, Tel. 84 41 16 (FM 08).
- Kabelac, Robert, Direktor des Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 85, Tel. 471 (M 34).
- Kähler, Otto, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Hamburg 1, Ferdinandstr. 6, Postanschrift: Uffz Otto Kähler, Faßberg über Unterlüß, 5. Flieger-techn. Schule 2 (M 34).
- Kämpf, Carl, Reeder i. Fa. Hochseefischerei Carl Kämpf, Wesermünde-G., Bussestr. 19 (M 33).
- Kahrs, Otto, Dipl.-Ing., Oslo (Norwegen), Thomas Heftyes Gate 62, Tel. 40852 (LFM 12).
- Kaiser, Max, Kommerzienrat, Fabrikdirektor, Vereinigte Kugellagerfabriken A.G., Schweinfurt a. M., Frankenstr. 5, Tel. 1201/08 (M 32).
- Kalbe, Otto, Dipl.-Ing., Berlin-Zehlendorf, Alexanderstr. 8, Tel. 84 07 77 (M 18).
- Kalderach, J. F. A., Oberingenieur, Experte f. Schiff- u. Maschinenbau, Hamburg 20, Eppendorfer Baum 9 (FM 13).
- Kampffmeyer, Theo, Marine-Ministerialrat, Abt.-Chef im Oberkommando der Marine, Potsdam, Schwanentallee 12c (FM 17).
- Kanis, Paul, Dipl.-Ing., Inhaber der Firma Turbinenfabrik Brückner, Kanis & Co., Dresden-N 15, Industriegelände, Tel. 52236, priv.: Dresden-N 6, Böhmertstr. 2, Tel. 54065 (M 35).
- Karcher, Karl, Reeder i. Fa. Raab, Karcher & Co., G. m. b. H., Mannheim, Otto-Beck-Str. 23 (LM 05).
- Karnatz, Helmuth, Dipl.-Ing., Hamburg 21, Hagenau 71b (JM 33 — FM 38).
- Karstens, Paul, Oberingenieur, Altona, Holl. Reihe 103 (FM 05).
- Kassebeer, Heinrich, Marinebaurat, OKM, Berlin W 35, Tirpitzufer 72/76 (FM 42).
- Katzschke, William, Marinebaurat a. D., Stellvertr. Vorstandsmitglied der Deutsche Werke Kiel A.G., Büro Berlin, Berlin-Charlottenburg 2, Fasanenstr. 3, Tel. 32 39 36 (FM 17).
- Kausch, Johannes, Dipl.-Ing., Kiel, Schloßgarten 9/10 (JM 33 — FM 37).
- Kausch, Werner, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Holbeinweg 2 (FM 41).
- Kaye, Georg, Marineoberbaurat d. R., Stellvertr. Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin-Wilmersdorf, Bechstedter Weg 3, Tel. 873131 (FM 13).

- K a y s e r, o. Professor an der Technischen Hochschule, Berlin - Steglitz, Humboldtstr. 15, Tel. 723045 (M 31).
- K e d i n g, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur, Oberingenieur der F. Schichau G. m. b. H., Danzig-Langfuhr, Hermannshöferweg 6 (FM 37).
- K e i l l e r, James, Oberingenieur, Kabinettskammerherr S. M. des Königs von Schweden, Göteborg (Schweden), Kungsporsavenyen 4 (FM 01).
- K e l l i n g, Erich, Dipl.-Ing., Studien- und Baurat an den Technischen Staatslehranstalten, Altona-Gr. Flottbek, Langkamp 11 (FM 18).
- K e l l n e r, Arno, Dipl.-Ing. bei Blohm & Voß, Hamburg 6, Gorch-Fock-Str. 1/II (FM 19).
- K e m p f, Günther, Professor, Dr.-Ing., Direktor d. Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg 33, Schlicksweg 21, Tel. 59 20 81 (FM 13).
- K e r n, Günther-Heinz, Dipl.-Ing., Berlin-Reinickendorf-Ost, Arosener Allee 155 I (FM 39).
- D r. - I n g. K i e b a c k & P e t e r, Meßgeräte und Regler, Berlin-Britz, Jahnstr. 33 (KM 39).
- K i e n e, Robert, Schiffbau-Dipl.-Ing., Hamburg 39, Andreasstr. 22 III (FM 24).
- K i e n e r t, Hans, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Övelgönner Str. 2 (FM 39).
- K i e p, J. N., Dipl.-Ing., Direktor, Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Vulcan-Werk, Hamburg, Steinstr. 23, Tel. 335253 (FM 14).
- K i e p k e, Ernst, Oberingenieur i. R., Stettin 10, Arnimweg 19 (FM 1899).
- K i l l i n g, Erich, Dr.-Ing., Direktor und Vorstandsmitglied d. Klöckner-Werke A.G., Duisburg, Klöcknerhaus (M 35).
- K i r c h f e l d, Franz, Dr., Vorsitzender des Vorstandes der Ferrostaal A.G., Mülheim-Ruhr-Broich, Uhlenhorstweg 17 (M 35).
- K i r c h h o f f, Richard, Kaufm. Vorstand der AEG, Erfurt, Lessingstr. 3 (M 37).
- K i r c h n e r, Ernst, Vorstand und Direktor der Kirchner & Co. A.G., Leipzig W 35, Thorerstr. 6, Tel. 64321 (M 27).
- K i r s t e n, Georg, Dipl.-Ing., Marine-Oberbaurat, Kiel, Tirpitzstr. 80 (FM 22).
- K i t t l a u s, Friedrich-Wilhelm, Dipl.-Ing., z. Z. Kriegsmarinewerft Wilhelmshaven, Berlin-Tegel, Trampenauer Steig 3 (FM 40).
- K j e l l b e r g, Elektroden & Maschinen G. m. b. H., Finsterwalde (N.-L.), Wilhelm-Kube-Straße 61/67 (KM 37).
- K l a t t e, Johannes, Zivilingenieur, Hamburg 39, Leipfad 60, Tel. 522469 (FM 08).
- K l a u s, Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Germanischer Lloyd, Lankwitz-Süd, Rodacher Weg 19, Tel. 738714 (FM 23).
- K l a w i t t e r, Horst, Werftdirektor, Wesermünde-G., Hermann-Göring-Str. 32 (M 39).
- K l e h n, Arno, Dipl.-Ing., Obering., Kiel-Dietrichsdorf, Gr. Ebbenkamp 5 ptr. (FM 38).
- K l e i n, Jakob, Dr.-Ing. E. h., Ingenieur, Klein, Schanzlin & Becker A.G., Frankenthal (Pfalz), Lambsheimer Str. 34, Tel. 2522 (M 18).
- K l e i n d i e n s t, Werner, Ingenieur, Bln-Halensee 1, Joachim-Friedrich-Str. 24 III (FM 42).
- K l e m m, Erich, cand. mach. nav., unbek. verzogen (JM 35).
- K l e w i t z, Max, Oberingenieur, Geschäftsführer der Greifenwerft G. m. b. H., Stettin, Polls Wiese Tel. 30637 (FM 20).
- K l i e m c h e n, Franz, Dipl.-Ing., Direktor d. Dampfschiffahrtsgesellschaft „Neptun“, Bremen, Auf den Häfen 60-63. Tel. Domsheide 27 9 04 (FM 18).
- K l i n d w o r t, Ernst, Dipl.-Ing., Blohm & Voß, Hamburg-Blankenese, Caprivistr. 39a, Tel. 46 37 90 (M 25).
- K l i n g e l f u ß, E., Dipl.-Ing., Oberingenieur i. Fa. A.G. Brown-Boveri & Cie., Ennetbaden, Schweiz, Bachtalsteig 3 (FM 30).
- K l i n g m ü l l e r, Gerhard, Ingenieur, Schönebeck (Post Vegesack), An der Krumpel 66 (M 36).
- K l i n k e n b e r g, Adolf, Dr.-Ing., Direktor der Dortmund - Hoerder Hüttenverein A.G., Wittbräucke b. Herdecke (Ruhr), Haus Funcke (M 38).
- K l i p p e, Hans, Vorstand des Büro Hamburg der Brown-Boveri & Cie., Hamburg 36, Königstr. 14, Tel. 343141 (M 07).
- K l ö c k n e r - H u m b o l d t - D e u t z A. G., Köln-Deutz, Deutz-Mülheimer-Str. 149/55 (KM 31).
- K l u g e, Hans, Dipl.-Ing., o. Professor a. d. Technischen Hochschule, Karlsruhe, Rintheimer Straße 15/III (FM 07).
- K n i e r e r, Clemens, beratender Ingenieur für Schiff- und Maschinenbau, Hamburg 1, Mönckebergstr. 31, Tel. 335029 (FM 17).
- K n ö r l e i n, Michael, Dipl.-Ing., Direktor, Magdeburg-B., Schönebecker Str. 11/13, Tel. 40254 (FM 17).
- K n o o p, Ulrich, Dr.-Ing., Königsberg i. Pr., Wehnerstr. 7a (FM 18).
- K n u s t, Joachim, Dipl.-Ing., Marinebauführer, Feldpostnummer 09 012 III (FM 39).
- K o c h, Hans, Reg.- u. Baurat, Wasserbaudirektion Kurmark, Potsdam, Neue Königstr. 22, Tel. 3974 (FM 14).
- K o c h, W., Dipl.-Ing., Abteilungsdirektor d. Norddeutschen Lloyd, Bremen, Schlachte 29 (FM 14).
- K ö h l e r, Albert, Ministerialrat, Berlin-Schöneberg, Grunewaldstr. 56, Tel. 77 29 68 (FM 10).
- K o e h n, Carl, Kaufmann, Stettin, Bollwerk 10, Tel. 30291 (M 34).
- K o e h n, Otto, Dipl.-Ing., Vorstandsmitglied der AEG, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2/4, Tel. 41 00 16 (FM 32).
- K ö h n e n k a m p, Joh., Schiffbau-Oberingenieur, unbek. verzogen (FM 37).
- K o e h n h o r n, Erwin, Regierungsaurat a. D., Direktor der Arca-Regler A.G., Berlin-Steglitz, Grunewaldstr. 6a, Tel. 79 77 68 (FM 14).
- K ö l l n, Friedrich, Dipl.-Ing., Schiffbau-Zivilingenieur, Hamburg 23, Landwehr 37 (FM 11).
- K ö n i g, Fritz, Oberingenieur, Kiel, Tiefe Allee 20 (FM 37).
- K ö n i g l i c h U n g a r i s c h e F l u ß - u n d S e e s c h i f f a h r t s A. G., Budapest V, Maria-Valeria-uc. 11 (KM 30).
- K o e p e r, Eugen, Technischer Leiter der Hanseatischen Motoren G. m. b. H., Bergedorf b. Hamburg, Grüner Weg 4, Tel. 2137 (M 21).
- K ö r b e r, Theodor, Dipl.-Ing., Dozent an der höheren Technischen Schule, Haarlem (Holland), Prinsenbolwerk 11 (FM 20).
- K ö r n e r, Gustav, Zivil-Ingenieur, Altona, Moltkestraße 73 (FM 33).
- K ö r t e, Fokko, Schiffbau-Ingenieur, Groß-Flottbek b. Hamburg, Rosenhagenstr. 1 (FM 41).
- K ö s e r, Johann, Inhaber der Norderwerft Köser u. Meyer, Altona-Blankenese, Strandweg 60, Tel. 460390 (FM 08).
- K ö s t e r, Heinz, Ingenieur, Königsberg/Pr. 5, Spandienen-III, Straße 1776 Nr. 21 (FM 41).
- K o l k m a n n, Julius, Schiffsmaschinenbau-Oberingenieur, Konstruktionsdirektor i. R., Elbing, Hohezinnstr. 12 (FM 1899).
- K o p p e, Carl, Ingenieur, Schiffs- und Maschinenbesichtiger d. Germanischen Lloyd, Technischer Aufsichtsbeamter der See-Berufsgenossenschaft, Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Str. 30, Tel. 963 (FM 30).
- K o r t, Ludwig, Dipl.-Ing., Hannover, Richard-Wagner-Str. 21 (M 33).
- K o r t e n, Albrecht, Syndikus, Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen, Abt. Burbach, Saarbrücken 2, Rastpfuhl 15 (M 24).
- K o s c h m i d e r, Georg, Dipl.-Ing., Deschimag, Werk A.G. Weser, Bremen, Am Barkhof 6 I, Tel. 48 43 81 (FM 13).
- K r a e f t, Otto, Schiffbau-Oberingenieur im OKM, Berlin-Steglitz, Kurze Str. 4 (FM 18).
- K r a f f t, Eugen, Ingenieur, Bremen, Domshof 24/25 (M 28).

- K r a f t, Ernest A., Dr.-Ing., Dr. techn. h. c., Professor an der Technischen Hochschule, Direktor der AEG Turbinenfabrik, o. Mitglied der preuß. Akademie der Wissenschaften, Berlin-Charlottenburg 4, Bismarckstr. 99, Tel. 31 31 78 (FM 10).
- K r a f t d e l a S a u l x, Ritter, Friedrich, Oberingenieur der Société Cockerill, Seraing (Belgien) (LFM 1899).
- K r a n e r, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, OKM, Bln.-Steglitz, Schildhornstr. 46, b. Holz (FM 39).
- K r a s m a n n, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 26, Caspar-Vogt-Str. 94 (FM 28).
- K r a u s e, Alfred, Dipl.-Ing., Abteilungsleiter, Bremer Vulkan, Bremen-Vegesack, Rohrstr. 32-34 (JM 33 — FM 37).
- K r a u s e, Hans, Marinebaurat a. D., Bremen-Grohn, Fischereiplatz 3 (FM 14).
- K r a u s e, Heinrich, Techn. Reg.-Oberinspektor, Berlin-Lichtenrade, Hilbertstr. 22 (FM 42).
- K r a u t w u r s t, G nter, Schiffbau-Ing., Dessau-Ro blau, Magdeburger Str. 15 (FM 39).
- K r e b s, Hans, Marinebaurat a. D., Betriebsführer der Gustloffwerke Meiningen, Untere Kuhtrift 9 (FM 17).
- K r e k e l e r, Professor, Dr.-Ing. habil., Mitglied des Vorstandes der Gebr. B hler A.G., Berlin, Berlin W 35, Kurfürstenstr. 55 (FM 37).
- K r e m e r, Hermann, Werftbesitzer, Elmshorn, Schiffswerft, Tel. 2749 (LFM 22).
- K r e t s c h m e r, Herbert, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 13, Hochallee 31, Tel. 554090 (FM 18).
- K r e t s c h m e r, Leopold, Dipl.-Ing., Schiffbautechnische Versuchsanstalt, Wien 20, Brigittenaualerl nde 256 (FM 38).
- K r e t z s c h m a r, F., Schiffbau-Ingenieur, Zürich 6, Rotbuchstr. 36, Tel. 61913 (FM 02).
- K r   t k e, Johannes, Schiffbau-Ing., Danzig, Fuchswall 6 (FM 39).
- K r u c k e n b e r g, Franz, Dipl.-Ing., Berlin W 15, Konstanzer Str. 5 (FM 37).
- K r   g e r, F. Otto L., Technischer Kaufmann und Werften-Vertreter, Hamburg 20, Breitenfelder Straße 80, Tel. 533334 (M 34).
- K r   g e r, Gustav, Ingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 6, Gorch-Fock-Str. 3 (FM 08).
- K r   g e r, Hans, Dr.-Ing., Vorstand d. AEG, Kottbus, Kaiser-Friedrich-Str. 12, Tel. 3313 (FM 30).
- K r u g, Hans, Dipl.-Ing. Waried Tankschiffreederei G. m. b. H., Hamburg 21, Overbeckstr. 14 (FM 39).
- K r u p p v o n B o h l e n u n d H a l b a c h, Gustav, Industrieller, a. o. Gesandter und bev. Minister, Dr. jur., Dr. phil. h. c., Dr.-Ing. E. h., Dr. rer. pol. h. c., Essen-Hügel, Auf dem Hügel, Tel. 44331 (LM 12).
- K r u s e, Werner, Ingenieur und Werftleiter, Urst tten bei Glogau, Schiffswerft (FM 42).
- K r u s e, Wilhelm, Schiffbauingenieur, Amtsrat im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin W 30, Gossowstr. 2 (FM 42).
- K u c h a r s k i, Walther, o. Professor a. d. Technischen Hochschule, Berlin-Steglitz, Mittelstr. 25, Tel. 723353 (FM 17).
- K u c k, Franz, Marine-Oberbaurat a. D., Kiel, Esmarchstr. 58 (FM 1899).
- K   c h l e r, Paul, Dipl.-Ing., Ministerialdirigent im OKM, Berlin W 50, Regensburger Str. 5a, (FM 17).
- K   h l, Ludwig, Schiffbau-Ingenieur, Wilhelms-haven, Gr nstr. 3, Feldp.-Nr. 07006 (FM 39).
- K   h n, Alfred, Dipl.-Ing., Oberingenieur im Germanischen Lloyd, Hamburg 26, Hirtenstr. 10 (FM 30).
- K   e h n, Reinhard, Dr.-Ing., N. V. Ingenieurskantoor voor Scheepsbouw, Den Haag (Holland), Van Speykstraat 59 (M 30).
- K   e h n, Richard, Schiffbau-Oberingenieur, Bln.-Schöneberg, Reppichstr. 20 IV, Tel. 71 35 72 (FM 20).
- K   n s t l e r, Eberhart, Ingenieur, Königsberg/Pr., Brahmstr. 17 (FM 41).
- K   n z e l, Heinrich, Dipl.-Ing. i. Fa. Gebr. Sachsenberg A.G., Dessau-Ro blau, S dstr. 23 (JM 34 — FM 39).
- K u e w e n i c k, Franz A., Kapitän, Hoboken N. J. (USA.), Hudsonstreet 928 (M 06).
- K u h n k e, Fabrikant, Kiel, Forstweg 19 (M 40).
- K u h s e n, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Lübeck, Ratzeburger Allee 59 (FM 41).
- K u m m e t a t, Horst, Marine-Oberingenieur, Bln.-Weißensee, Pistoriusplatz 18 III (FM 42).
- K u n z e, W., Schiffbau-Direktor i. Fa. Schiffbau-Gesellschaft „Unterweser“ A.G., Wesermünde-L., Kronprinzenallee 31 a (FM 41).
- L a a s, Walter, Honorarprofessor der Technischen Hochschule, Direktor des Germanischen Lloyd i. R., Freiburg i. Br., Merianstr. 30 (FM 1899).
- L a c h e r, Siegfried, Dipl.-Ing., i. Fa. J. & P. Kleinewefers, Verkaufs- u. Projektbüro, Wien 117, Peter-Jordan-Str. 33 (M 34).
- L a c k n e r, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Oslebshauer Heerstr. 8 (FM 37).
- L a e i s z, Erich F., Reeder, Hamburg, Trostbr cke 1 (M 37).
- L a e i s z, F., Reederei, Hamburg 11, Trostbr cke 1 (KM 39).
- L   v e m a n n, Kurt, Schiffbau-Ingenieur, Bad Schwartau, Hamburger Str. 46 (FM 39).
- L   z e r, M., Schiffbau-Ingenieur, Kiel, L rnsenstra e 50 (FM 08).
- L a i b l e, Friedrich, Betriebsingenieur, Elbing, Traubenstr. 11 (FM 13).
- L a m a r c h e, Julius, Hüttendirektor, Düsseldorf, Breite Str. 69, Stahlhaus (M 27).
- v a n L a m m e r e n, W. P. A., Dr.-Ing., Stellv. Direktor der Ned. Scheepsbouw. Proefstation, Wageningen (Holland), Haagsteeg 2 (FM 30).
- L a n d s b e r g, Georg, Oberbaurat a. D., Direktor der Teltowkanal A.G., Berlin W 35, Blumeshof 3 (M 12).
- L a n g e, Alfred, Dipl.-Ing., Dozent an den Techn. Staatslehranstalten und am Technischen Vorlesungswesen, Hamburg 30, Moltkestr. 47, Tel. 558914 (FM 04).
- L a n g e, Johannes, Dipl.-Ing., Regierungsrat i. R., Berlin-Charlottenburg 1, Röntgenstr. 14 (FM 06).
- L a n g e, Tönjes, Verlagsbuchhändler, Mitinhaber der Verlags-Buchhandlung J. Springer, Berlin W 9, Linkstr. 22-24 (M 39).
- L a n g h a n s, Ernst, Dipl.-Ing., Marineoberbaurat im Oberkommando der Kriegsmarine (FM 22).
- L a n g h e i n, Klaus, Schiffbau-Ing., Danzig, Langgasse 19/IV (FM 39).
- L a n g n e r, Max, Major a. D., Hannover-West, Gl nderstr. 5 I (M 11).
- v o n L a n s, Wilhelm, Admiral z. D., Berlin-Charlottenburg 9, Kastanienallee 32 (M 1899).
- L a u, Kurt, Schiffbau-Ingenieur im Germanischen Lloyd, Bln.-Nikolassee, Cimbernstr. 32 (FM 37).
- L a u f f s, Otto, Kaufm n. Leiter des Ing.-Büros d. Siemens & Halske A.G. und d. Techn. Büros d. Siemens-Schuckert-Werke A.G., Bielefeld, Bismarckstr. 5 (M 35).
- L a u s t e r, Imanuel, Dr.-Ing. E. h., Geheimer Baurat, Fabrikdirektor a. D., Leitershofen b. Augsburg, Tel. 36334 (FM 14).
- L a u t e, Wilmar, Dr.-Ing., Brandenburg/Havel, Kaiser-Otto-Ring 7 (M 29).
- L a w r e n z, Paul, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Mannheim, Kalmitplatz 8, Tel. 25705 (M 24).
- L e c h n e r, Ernst, Marine-Maschinenbaumeister i. R., Baurat E. h., Köln-Bayenthal, Oberländer Ufer 118, Tel. 95682 (FM 1899).
- L e d g a r d, Percy, Schiffbau-Ingenieur, Middlesex, „Slaveley“ 12, Stallam Gardens, Statch End. (FM 39).

- Lehmann, Bruno, Stahlwerksdirektor (Adresse unbekannt) (LM 22).
 Lehmann, Günther, Dr.-Ing., Deutsche Werft, Hamburg 13, Rotenbaumchaussee 157 (FM 37).
 Lehmann, Heinz, Dipl.-Ing., MAN, Augsburg, Nibelungenstr. 22 (JM 33 — FM 37).
 Lehmann, Walter, Schiffbau-Ingenieur, Garstedt, Bez. Hamburg, Hempberg 8 (FM 38).
 Lemke, August, Techn. Reg.-Oberinspektor, Berlin W 35, Kurfürstenstr. 42 (FM 42).
 Leisner, Adolf, Schiffbau-Oberingenieur, Rotterdam, Claes de Vrieselaan 126b (FM 14).
 Lempelius, Ove, Dipl.-Ing., Vorstandsmitglied der Flensburger Schiffbau-Gesellschaft, Flensburg, Gertrudenstr. 1, Tel. 21 (FM 09).
 Lenz, Richard, Direktor der Rheinmetall-Borsig A.G., Berlin-Charlottenburg 9, Ahornallee 17, I (M 20).
 Leopold, Heinrich, Dipl.-Ing. Referent, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 24 (FM 40).
 Lerbs, Hermann E., Dr.-Ing., Stellvertr. Direktor der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg 33, Schlicksweg 21, Tel. 595089 (FM 34).
 Lesch, Guntram, Dr.-Ing., Direktor der Brown-Boveri & Cie. A.G., Mannheim-Freudenheim, Ziethenstr. 79 (M 32).
 Leunenschloß, Otto, Dr., Erster Bibliothekarsrat, Vorstand d. Bibliothek d. Technischen Hochschule, Hannover 11, Cranachstr. 8 (M 35).
 Levati, Rinaldo, Schiffbau-Ingenieur, Pegli bei Genua, Via de Nicolay 10 (LFM 22).
 Levin, Friedrich, Maschinenbaudirektor beim Erprobungskommando für Kriegsschiffsneubauten, Danzig-Neufahrwasser (FM 18).
 Lewerenz, Alfred, Kaufmann i. Fa. Deurer u. Kaufmann, Hamburg 1, Barkhof 3, Tel. 325393 (M 12).
 Leymann, Hermann, Dipl.-Ing., Magdeburg, Sternstr. 30 (FM 19).
 Liehr, Ernst, Ingenieur, Danzig, Schichaugasse 13 (M 39).
 Lienau, Otto, Dr.-Ing. E. h., Professor an der Technischen Hochschule, Danzig-Oliva, Cöllner Straße 16, Tel. 45386 (FM 08).
 Lillie, Arthur, Oberingenieur und Vereidigter Sachverständiger der Handelskammer zu Danzig, Danzig-Langfuhr, Ferberweg 12 (FM 18).
 Limpricht, Paul, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. Rheinmetall-A. Borsig A.G. Tegel, Berlin-Hermsdorf, Waldseeweg 39 (M 30).
 Lindberg, Elis, Marinebaumeister (Adresse unbekannt) (LFM 21).
 Lindemann, Ehrich, Schiffbau-Ingenieur, Lübeck, Körnerstr. 12 (FM 17).
 Lindenau, Harald, Dipl.-Ing., Memel, Schiffswerft (JM 33 — FM 39).
 Lindenau, Paul, Ingenieur und Schiffbauer, Memel, Schiffswerft, Tel. 4547 (FM 13).
 Linder, Ernst, Dipl.-Ing., beratender Ingenieur, Stettin 10, Hans-Sachs-Weg 4 (FM 11).
 Lindquist, Erik, Dr.-Ing. (Adresse unbekannt) (LM 22).
 Lindstedt, Hilda S., Bibliothekarin der Königl. Technischen Hochschule, Stockholm (Schweden), Tel. 116544 (M 34).
 Link, Robert, Dipl.-Ing., Hamburg 21, Goethestraße 21 (FM 36).
 Jungman, Andreas, Dipl.-Ing., Direktor a. D., Stockholm (Schweden), Östermalmsgatan 42, Tel. 112236 (LM 16).
 Jungzell, Nils J., Schiffbau-Ingenieur, Professor-Vikar an der Königl. Technischen Hochschule, Stockholm (Schweden), Malmskillnads-gatan 42, Tel. 110177 (LFM 22).
 Löfgren, Johan, Ingenieur, Karlskrona (Schweden), Tegnérleden 7, Tel. 1396 (FM 22).
 Löflund, Walter, Schiffbaudirektor und Vorstandsmitglied der Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel, Esmarchstr. 2 (FM 08).
 Loesdau, Kurt, Marinebaurat z. D., Delmenhorst, Linoleumstr. 16, Tel. 2081 (FM 14).
 Loesener, Robert E., Schiffreederei (Adresse unbekannt) (LM 1899).
 Lorenz, Max, Dipl.-Ing., Potsdam, Moltkestr. 27, Tel. 2434 (FM 14).
 Lorenz, Paul, Dipl.-Ing., Studien- und Baurat an den Technischen Staatslehranstalten, Bergedorf b. Hamburg, Greves Garten 5 (FM 30).
 Lorenzen, L., Ingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 13, Bundesstr. 31 (FM 10).
 Lorenzen, Övind, Dipl.-Ing. (Adresse unbekannt) (LFM 19).
 Lotsch, Ernst-Georg, Vorstandsmitglied der Danziger Werft A. G., Danzig, Werftgasse 8 (M 41).
 Lottmann, Hermann, Ministerialdirektor, Amtsgruppenchef im Oberkommando d. Kriegsmarine, Berlin-Charlottenburg, Sachsenplatz 7 (FM 08).
 Luber, Max, Oberingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Siegburger Str. 12 (FM 42).
 Ludasi, Viktor, Oberingenieur der Ganz & Co., Budapest X, Kőbányai ut 31 (FM 17).
 Ludwig, Emil, Oberingenieur, Hamburg 20, Ericastr. 58, Tel. 526682 (FM 1899).
 Ludwig, Karl Walter, Dipl.-Ing., Direktor a. D., Hamburg 30, Liliencronstr. 5, Tel. 553419 (FM 20).
 Lübecker Flender-Werke A.G., Lübeck, Postschließfach 280 (KM 39).
 Lübecker Maschinenbaugesellschaft, Lübeck (KM 36).
 Lüders, Otto, Dipl.-Ing., Berlin NW 87, Lesingstr. 41 (FM 37).
 Lüders, Wilhelm Martin Christian, Fabrikant, Hamburg 8, Norderelbstr. 31, Tel. 352854 (M 02).
 Lüdike, Hermann Friedr. & Co. G. m. b. H., Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 31 (KM 40).
 Lühring, Conrad, Schiffswerft und Trockendock, Brake, Oldenburg (KM 41).
 Lütgen, Erich, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Rostock, Bismarckstr. 9/I (FM 38).
 Lürssen, Yacht- und Bootswerft, Vegesack-Bremen (KM 39).
 Lütgens, Karl, Dipl.-Ing., Hamburg 26, Griesstraße 83, pt. (FM 37).
 Lux, Fritz, Ing.-Chemiker, Berlin-Wilmersdorf, Prinzregentenstr. 72 (M 11).
 Lyhme, Hans Hermann, Marine-Oberingenieur, Wilhelmshaven, Herbartstr. 95 (FM 39).
 Maart, Hans Heinrich, Techniker, Hamburg 43, Alter Teichweg 179, I (M 37).
 Maas, Rudolf, Dr., Dipl.-Ing., Hamburg 13, Klosterallee 5 (M).
 Mackels, Bruno, Landesbaurat, Vorsitzender des Vorstandes der Stettiner Vulkan-Werft A.G., Stettin, Gauamtsleiter, Stettin, Landeshaus, Tel. 25611; privat: Stettin, Hans-Sachs-Weg 6 (FM 42).
 Macklin, Theodor, Oberingenieur in F. Schichau G. m. b. H., Elbing, Emil-Schaper-Str. 24 (FM 40).
 Madelung, Georg, Dr.-Ing., o. Professor a. d. Technischen Hochschule, Flugtechnisches Institut, Ruit über Eblingen a. Neckar (M 26).
 Maeder, Fritz, Dipl.-Ing., Marineoberbaurat, unbek. verzogen (FM 24).
 Mahn, John, Reeder, Wesermünde-G., Hindenburgstr. 15a (M 39).
 Maier, Erich R. F., Geschäftsführer der Maierform-Gesellschaft, Bremen, Markusallee 25 (FM 31).
 Majus, Werner, Dipl.-Ing., Kiel, Holtener Straße 105 III (FM 41).
 Mangold, Waltherr, Marinebaurat a. D., Augsburg, Frölichstr. 12 (FM 24).

- Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf, Berger Ufer, Tel. 20211 (KM 34).
- von Manteuffel, Baron Manfred Zoegel, Oberingenieur, Berlin-Steglitz, Kniephofstr. 62 (M 38).
- Manthey, Hans, Schiffbau-Ingenieur, Königsberg, Kraus-Allee 84 (FM 38).
- Marcard, Walter, Dr.-Ing., Honorar-Professor, Marine-Oberbaurat, Hannover, Alleehof 5 (FM 39).
- Marowski, Kurt, Schiffbau-Ing., Danzig, Drehergasse 19 (FM 39).
- Martin, Carl Otto, Dipl.-Ing. i. Fa. Turbinenfabrik Brückner, Kanis & Co., Dresden-N. 6, Radeberger Str. 15 (M 34).
- Martin, Wilhelm, Direktor d. Preß- und Walzwerk A.G., Düsseldorf-Reisholz, Buchenstr. 42, Tel. 711314 (M 32).
- Maschinenbau A.G. Balcke, Bochum i. W., Marienplatz 5 (KM 36).
- Maschinenbau und Bahnbedarf A.G., Berlin SW 61, Tempelhofer Ufer 23/24 (KM 36).
- Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.G., Augsburg, Stadtbachstr. 7, Tel. 8111 (KM 31).
- Matsuyama, Takehide, Ober-Marinebaurat, No. 16, Nijukki-Cho, Oshigome-Ku, Tokio (Japan) (FM 34 — LFM 36).
- Matthaei, Wilhelm Otto, Dr.-Ing., Kapitänleutnant a. D., Berlin-Charlottenburg, Galvanistraße 7 (FM 08).
- Matthias, Franz, Dr.-Ing., Beratender Ingenieur, Hamburg, Eilenau 21 (FM 10).
- Matthies, Bruno, Schiffbauingenieur, Blungrunewald, Plönerstr. 17 (FM 42).
- Matzkait, Edgar, Dipl.-Ing., Schiffbaudirektor der Deutsche Werke Kiel A.G., Werk Gotenhafen, Gotenhafen, Adolf-Hitler-Platz 14, Tel. 33 93 (FM 22).
- Mau, Wilhelm, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Kriegsmarinewerft, Wiesbaden, Rheinstr. 7/II (FM 08).
- Maulick, Paul, Direktor der Stahlwerks-Verein A.G., Düsseldorf, Stahlhof, Bastionstr. 39, Tel. 20213 (M 27).
- Mauthner, Rudolf, Dipl.-Ing., Marinebaurat, Chemnitz, Ostmarktstr. 18 (FM 39).
- Maybach, Karl, Dr.-Ing. E. h., Direktor, Friedrichshafen a. B., Zeppelinstr. 21, Tel. 936 (M 18).
- Maywald, Hans, Maschinenbau-Ing., Abt.-Leiter b. Howaldtwerke A.G., Hamburg 20, Woldsenweg 12 (FM 37).
- Mechau, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur, Buenos Aires, A. d. Mayo 548 (FM 26).
- Medelius, Oscar Th., Betriebsingenieur, Göteborg (Schweden), Mek. Verkstad (FM 08).
- Meenen, Karl, Amtsrat (Schiffbau-Ingenieur), Berlin-Steglitz, Flemmingstr. 6 (FM 42).
- Mehrkens, Carl, Leiter der Deutsche Afrika-Linien, Generalvertretung Berlin G. m. b. H., Berlin NW 7, Neustädtische Kirchstr. 15, Tel. 1119 03 (M 33).
- von Meibom, Henning, Direktor der Hamburg-Amerika Linie, Berlin W 8, Unter den Linden 8, Tel. 11 67 81 (M 30).
- Meinreiß, Waltherr, Ministerialrat im Reichskriegsministerium (Marine), Berlin-Friedenau, Wiesbadener Str. 8 (FM 24).
- Meier, Bernhard, Schiffbau-Ingenieur i. R., Elmschenhagen b. Kiel, Bahnhofstr. 17 (FM 08).
- Meier, Max Paul, Vorstandsmitglied der Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.G., Dortmund, Westfalendamm 251 (M 37).
- Meier, Otto Herbert, stellvertr. Vorstandsmitglied der Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf-Meererbusch, Rothdornstr. 3 (M 36).
- Meier, Walter, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 23, Papenstr. 84 III (FM 38).
- Meier-Lürsdorf, Bruno, Schiffbau-Oberingenieur i. R., Neustrelitz i. Meckl., Elisabethstr. 9 (FM 09).
- Meincke, Richard, Kaufmann, Bremen, Altenwall 13 (M 37).
- Meisner, Erich, Marinebaurat a. D., Fabrikant, Berlin-Schlachtensee, Wannsee-Str. 29, Tel. 8438 08 (FM 17).
- Meißner, Konteradmiral a. D., Leiter der Militärabteilung der Fa. Carl Zeiss, Berlin-Zehlendorf, Onkel-Tom-Str. 85 (M 35).
- Melan, Herbert, Dr.-Ing., Techn. Ingenieur i. Fa. Siemens-Schuckertwerke A.G., Berlin-Charlottenburg, Nußbaumallee 21 (M 34).
- Meller, Karl, Direktor der Siemens-Schuckertwerke A.G., Berlin-Schöneberg, Nymphenburger Str. 10 I (M 33).
- Melzer, Martin, Ingenieur, Kiel, Scharnhorststraße 3 (FM 40).
- Menadier, Adolf, Dipl.-Ing., Marinebaurat a. D., Zivilingenieur, Rahlstedt b. Hamburg, Ohlendorfstraße 17, Tel. 271759 (FM 12).
- Mendelssohn, Franz, Dipl.-Ing., Marineoberbaurat, Referent beim EKK, Kiel, Admiral-Scheer-Straße, Fp.-Nr. 01099 H (FM 15).
- Menke, Hermann, Ingenieur, Hamburg 39, Blumenstr. 38a (FM 08).
- Menz, Gustav, Marine-Oberbaurat, Dipl.-Ing., Berlin-Steglitz, Paulsenstr. 39 (FM 42).
- de Meo, John, Dr.-Ing., Consulting Naval Architect & Mech. Eng., Genua, P. Le G. Mazzini 2/4 (Italien) (FM 31).
- Merkel, Hermann, Werftdirektor, Wesermünde-Lehe, Hafenstr. 62 (M 40).
- Merkle, Erich, Dipl.-Ing., Geschäftsführer der Nordseewerke Emden G. m. b. H., Emden, Zepelinstr. 41 (FM 37).
- Methling, Hans, Ministerialdirigent und Chefingenieur im Hauptamt der Marinewaffenämter beim OKM, Dozent a. d. Techn. Hochschule, Berlin-Steglitz, Sedanstr. 12, Tel. 7252 63 (FM 07).
- Metzmeyer, Erwin, Dipl.-Ing., Berlin-Schmargendorf, Dievenowstr. 22 (M 40).
- Meuß, Hans, Dipl.-Ing., Berlin-Pichelsdorf, Rudererweg-Lankestrand 22 (FM 39).
- Meyer, Alfred, Maschinen-Ingenieur, Stettin-Braunsfelde, Dirschauer Str. 10 (FM 14).
- Meyer, Arthur, Ausbildung-Ingenieur, Lübeck, Schwartauer Allee 67a/II (M 37).
- Meyer, Carl, Oberingenieur i. R., Wellingsbüttel b. Hamburg, Saarstr. 28, Tel. 59 75 29 (FM 08).
- Meyer, Franz Joseph, Schiffbau-Ingenieur, Werftbesitzer, staatl. gepr. Bauführer, Papenburg, Adolf-Hitler-Str. 6, Tel. 312 (FM 02).
- Meyer, Friedrich, Maschinenbau-Oberingenieur, Bergedorf b. Hamburg, Sanderstr. 16 (FM 37).
- Meyer, Georg, Marineoberbaurat, Kiel, Esmarchstraße 66/II, Postanschrift: Hamburg 6, Weidenallee 27 V (M 37).
- Meyer, Hans, Betriebsführer, Bremen, Kl. Waagestr. 1, Tel. 25592 (FM 24).
- Meyer, Heinrich, Dr.-Ing., Werftbesitzer der Schiffswerft G. Renck jun., Harburg-W'burg 1, Chestorferweg 166 (FM 08).
- Meyer, Joseph-Franz, Dipl.-Ing., Papenburg/Ems, Kirchstr. 107 (FM 37).
- Meyer, Paul, Schiffbau-Ing., Danzig, Hohe Seigen 1b, III (FM 39).
- Meyer, Wilhelm, Schiffsbesichtiger des Germanischen Lloyd, Kiel, Graf-Spee-Str. 15 (FM 36).
- Michaelli, Erich, Dipl.-Ing., Marineoberbaurat d. R., Bitterfeld, Bismarckstr. 8, Tel. 31 41 (FM 14).
- Michel, Friedrich, Dr.-Ing., Obering., Vertreter des Technischen Direktors der Hamburg-Amerika Linie, Hamburg 1, Alsterdamm 25 (FM 37).
- Middendorff, Heinrich, Korvetten-Kapitän a. D., Vorsitzender des Vorstandes der Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel, Bismarckallee 4, Tel. 4272 (M 33).

- M i e r z i n s k y, Hermann, Dipl.-Ing., Wehrwirtschaftsführer, München 22, Königinstr. 21, Tel. 27 536 (FM 11).
- M i n i m a x Aktiengesellschaft, Berlin NW 7, Schiffbauerdamm 20 (KM 37).
- M i s c h, Ernst, Oberingenieur i. R., Berlin-Lichterfelde, Baseler Str. 76, Tel. 73 44 60 (FM 1899).
- M i t t e l d e u t s c h e Stahl- und Walzwerke Friedrich Flick K.G., Brandenburg a. Havel, Postfach 177, Tel. 3401/05 (KM 30).
- M i t t e l s t a e d t, Max, Oberingenieur und Betriebsleiter i. Fa. Fritz Caspary A.G., Berlin-Marienefelde, Benzstr. 1, Tel. 75 64 46 (M 27).
- M i t z l a f f, Georg, Marinebaurat a. D., Direktor der Brown, Boveri & Cie A.G., Wehrwirtschaftsführer, Mannheim, Prinz-Wilhelm-Str. 12, Tel. 42 4 09 (FM 28).
- M l a d i a t a, A. Johannes, Schiff- und Maschinenbau-Ingenieur, Oberst-Ingenieur, Mitglied des Schiffahrtsrates im Kgl. ungar. Handelsministerium, unbek. verzogen. (FM 09).
- M o d e r s o h n, Fritz, Dr.-Ing., Fabrikdirektor, Berlin-Frohnau, Zerndorfer Weg 26, Tel. 47 02 65 (M 30).
- M o d u g n o, Francesco, Generalingenieur d. Ministro Marina Roma, Berlin W 35, Standartenstraße 9 (FM 37).
- M ö l l e r, Alfred, Schiffbau-Ing., Danzig-Langfuhr, Westerzeile 20 (FM 39).
- M o e l l e r, Bruno, Dipl.-Ing., Werftdirektor, Nordseewerke Emden, Emden (M 39).
- M ö l l e r, Max, Betriebsingenieur der Osram G. m. b. H., Werk B, Berlin-Frohnau, Senheimer Straße 53 (M 32).
- M o e l l e r, Max, Dr.-Ing., Direktor der Siemens-Apparate und Maschinen G. m. b. H., Berlin SW 11, Askanischer Platz 4, Tel. 19 50 51 (M 33).
- M o e l l e r, Richard, Dipl.-Ing., Vorstand des AEG-Büro, Bremen, Elsasser Str. 93 (M 34).
- M ö r c k, Max, Direktor d. Kampnagel Akt.-Ges. (vormals Nagel & Kaemp), Hamburg 39, Agnesstraße 1, Tel. 22 17 56 (M 34).
- M ö t t i n g, Emil B., Zivilingenieur und beeid. Sachverständiger, Bremen, Contrescarpe 186, Tel. 82423 (FM 02).
- M o h r, Hans, Dr., Direktor der Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Bremen 1, Georg-Gröning-Str. 69 (FM 08).
- M ö h r, Johan Hagelsteen, Stellvertr. Direktor, Bergen (Norwegen), Welhavensgate 42a (FM 35).
- M o h r, Karl, Dr.-Ing., Abteilungsdirektor der Fried. Krupp Germaniawerft A.G., Kiel, Schillerstr. 5 (M 37).
- M o m s e n, Hans Günther, Dipl.-Ing., Kapt. z. See (E) im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Zehlendorf-Mitte, Claszeile 25, Tel. 84 09 82 (FM 22).
- M o n f o r t s, Joseph, Ingenieur und Maschinenfabrikant, A. Monforts Maschinenfabrik und Monforts Eisengießerei, München - Gladbach, Kronprinzenstr. 21, Tel. 21460 (LM 17).
- M o r i n, Max, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Berlin W 57, Yorckstr. 46, Tel. 27 31 38 (M 31).
- M o t o r e n w e r k e M a n n h e i m A. G., Mannheim, Carl-Benz-Straße (KM 30).
- M r a z e k, Jaroslav, Ingenieur, Cantieri Riussiti dell'Adriatico, Triest, Tel. 61—41 (FM 17).
- M ü l l e r, Bernhard, Obermarinebaurat a. D., Vertreter d. Fried. Krupp Germaniawerft A.G., Berlin-Charlottenburg 9, Reichsstr. 97a, Tel. 99 40 27 (FM 27).
- M ü l l e r, Carl, Ing., Direktor der AEG, Abt. Schiffbau, Hamburg, Steinhöft 9, Tel. 36 67 40 (FM 36).
- M ü l l e r, Eberhard, Dipl.-Ing., Bauaufsichtsführer, Hamburg, Alsterterrasse 9a, beim BAF-See (JM 33 — FM 39).
- M ü l l e r, Emil, Oberingenieur der Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Bremen, Am Dobben 49 (FM 11).
- M ü l l e r, Ernst, Dipl.-Ing., Professor, Bremen, Hohenzollernstr. 61 (FM 1900).
- M ü l l e r, Hermann, Schiffbau-Oberingenieur beim OKM, Babelsberg II, Fürstenweg 18 (FM 24).
- M ü l l e r, Otto, Oberingenieur i. R., Berlin-Lankwitz, Langkofelweg 9a (M 09).
- M ü l l e r, Paul H., Dr.-Ing., Hannover 10, Rumannstr. 29, Tel. 39272 (LM 09).
- M ü l l e r, Richard, Geh. Oberbaurat i. R., Ministerialdirigent i. R. vom Reichskriegsministerium, Berlin-Wilmersdorf, Südwestkorso 19 (FM 1899).
- M ü l l e r - T h o m a m ü h l, Dagobert, stud. arch. nav., Susak (Jugoslawien), Pecine 14 (JM 35).
- M u l t m e i e r, Franz, Oberingenieur, Kiel-Dielrichsdorf, Grenzstr. 7, I (FM 37).
- M u n d t, Robert, Werftdirektor und Schiffbau-Ingenieur, Bayerische Schiffbau G. m. b. H. vorm. Anton Schellenberger, Erlenbach a. Main, Tel. Klingenberg a. Main 403 (FM 20).
- M u n d t, Robert, Dr.-Ing. habil., Direktor, Vereinigte Kugellagerfabriken A.G., Schweinfurt a. Main, Tel. 1201 (M 35).
- M u s s, Gerhard, Maschineninspektor d. Poseidon-Schiffahrt-A.G., Königsberg/Pr. 1, Am Ziegelhof 6 (FM 37).
- N a g l o, F. P. W., Dipl.-Ing., Werftbesitzer, Bln.-Spandau, Weinmeisterhöhe, Waräger Weg 17, Tel. 37 60 31 (FM 17).
- N a m o r s c h, Anton, Schiffbau-Ing., Linz a. D., Landstr. 8/9 (FM 41).
- N e e f f, Fritz, Dipl.-Ing., Direktor der Deutsche Schiff- u. Maschinenbau A.G., Bremen, Orleansstraße 42, Tel. 45063 (FM 13).
- N e e s e n, Arthur, Dipl.-Ing., Oberst-Ingenieur im Reichsluftfahrtministerium, Berlin-Steglitz, Flemmingstr. 4, Tel. 79 50 86 (FM 17).
- N e k i, Yuitiro, Korvetten-Kapitän des Schiffbaues b. d. Kaiserl. Jap. Marine, Berlin-Wilmersdorf, Kaiserdamm 182/183 (FM 39).
- N e ß, Artur, Ingenieur, Hamburg 22, Hamburger Straße 164 (FM 39).
- N e u b e r t, Hermann, Dr., Direktor, Dresden, Fürstenstr. 1, Tel. 61574 (M 30).
- N e u d e c k, Martin, Kaufmann, Kiel, Esmarchstraße 18, Tel. 5882 (M 12).
- N e u e D e u t s c h - B ö h m i s c h e E l b s c h i f f f a h r t A. G., Dresden-N., Georgenstr. 6 (KM 30).
- N e u f e l d t, H., Ingenieur und Fabrikbesitzer, Heikendorf über Kiel, Kitzberg 43 (M 02).
- N e u h a u s, Fritz, Dr.-Ing. E. h., Baurat, Berlin W 15, Pariser Str. 33, Tel. 92 06 69 (M 06).
- N e u m a n n, Bernhard, Schiffbau-Ingenieur, Valdivia (Chile), Casilla 124 (FM 18).
- N e u m a n n, Hans, Dipl.-Ing., Berlin-Steglitz, Lepsiusstr. 63 (JM 33).
- N e u m a n n, Walter, Schiffbau-Ingenieur i. R., Schönebeck (Elbe), Pfännerstr. 35 (FM 22).
- N e u m a n n & B o r m, Apparatebau-Gesellschaft, Berlin W 57, Bülowstr. 56, Tel. 27 71 11 (KM 34).
- N i c k s t a d t, Richard, Ingenieur, Werftleiter, Breslau 1, Einundfünfziger Str. 17, Tel. 51 7 00 (FM 39).
- N i c o l a, Kurt, Schiffbau-Betriebsleiter d. Werft Nobiskrug, Audorf b. Rendsburg, Kieler Landstraße 178 (FM 38).
- N i e d e r q u e l l, Wilhelm, Direktor a. D., Düsseldorf, Goethestr. 87 (M 20).
- N i e l e b o c k, Walter, Maschinenbau-Ingenieur, Nowawes b. Berlin, Yorckstr. 6, Tel. 7379 (M 35).
- N i e l s e n, Nils Knud, Direktor des Schiff- u. Maschinenbauwesens Orlogsværftet, Kopenhagen (FM 37).
- N i l s s o n, Nils Gustaf, früher Direktor d. Schwedischen Schiffsvermessungsamtes, Vertreter des Germanischen Lloyd, Stockholm (Schweden), Wittstocksgatan 3, Tel. 627705 (FM 15).
- N i s s e n, Hans G., Zivilingenieur u. vereid. Sachverständiger für Dieselmotoren, Berlin-Steglitz, Südenstr. 9, Tel. 72 05 16 (FM 23).

- Noack, Ulrich, Dipl.-Ing., Baurat u. Abt.-Leiter a. d. Ingenieurschule der Hansestadt Bremen, Bremen, Friedrich-Wilhelm-Str. 49, Tel. 54 56 73 (FM 14).
- Noé, Ludwig, Dr.-Ing., Professor, Generaldirektor a. D., Komm. Admiral, Paris, 72 Avenue Henri Martin (M 08).
- Nolte, Ernst, stud. arch. nav., unbek. verzogen (JM 35).
- Noltenius, Friedrich Hermann, Konsul, Direktor d. Atlas-Werke A.G., Bremen, Contrescarpe 138c, Tel. 84021 (M 09).
- Norddeutsche Seekabelwerke A.G., Nordenham a. d. Weser (KM 39).
- Norddeutscher Lloyd (Zentralabteilung), Bremen (KM 30).
- von Nordeck, Willi, Admiral, Oberwerftdirektor der Marinewerft, Wilhelmshaven, Marktstr. 7, Tel. 120 (M 35).
- Norderwerft A.G., Schiffswerft und Maschinenfabrik, Hamburg 8, Tel. 351471 (KM 31).
- „Nordsee“ Deutsche Hochseefischerei Bremen-Cuxhaven A.G., Cuxhaven (KM 34).
- Nordseewerke Emden G. m. b. H., Emden (KM 39).
- Nordström, Hugo Fredrik, Techn. Dr., Professor, Direktor der „Statens Skeppsprovvningsanstalt“, Göteborg (Schweden), Palmstedsgatan 3c, Tel. 16 22 38 (LFM 18).
- Noske, Ernst, Dipl.-Ing., Altona, Arnoldstr. 26/30, Tel. 420260 (M 23).
- Notar, August, Marine-Oberbaurat, Marineabnahmeamt, Hamburg, Jungfernstieg 2 (FM 42).
- Notholt, Alfred, Dipl.-Ing., Altona, Feuerbachstraße 21 (FM 27).
- Nover, Wilhelm, Dr.-Ing., Laboratoriumsvorstand der Atlas-Werke A.G., Bremen, Metzger Straße 6, Tel. 84021 (M 26).
- Nowakowski, Bruno, Schiffbautechniker, Danzig-Oliva, Stralsunder Str. 12 (FM 39).
- Nowka, Gustav, Ingenieur und Werftbesitzer, Müllrose (FM 38).
- Nüßlein, Georg, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Hamburg 24, Immenhof 19, Tel. 233223 (FM 14).
- Oberländer, Paul, Oberregierungsrat, Dipl.-Ing., Marinebaurat a. D., Berlin-Zehlendorf, Am Heidehof 3 (FM 22).
- Odoj, Wilhelm, Konstrukteur, F. Schichau G. m. b. H., Danzig-Langfuhr, Obbergenweg 14 (FM 40).
- Oebius, Olaf, Dipl.-Ing., Zoppot, Frantziusstraße 53 (FM 40).
- Oehlmann, Kurt, Schiffbau-Ing., SA-Obersturmführer, techn. Leiter d. SA-Berufsschule „Nordsee“, Westerstede i. Oldenburg (FM 41).
- Oelken, Heinrich, Marineoberbaurat, Berlin-Schlachtensee, Marinesteig 16 (FM 42).
- Oelkers, Johann, Schiffswerft und Maschinenfabrik, Hamburg-Wilhelmsburg, Nippoldstr. 8 (KM 39).
- Oeltjen, Gerd, Dipl.-Ing., N. V. Holland Nautic, Postanschrift: Einsatz Westen durch Deutsche Dienstpost Niederlande, Haarlem (JM 33—FM 39).
- Oertel, Wilhelm, Oberingenieur, Danzig, Frauengasse 46 (FM 42).
- Östman, Erik, Schiffbau-Ingenieur, Stockholm (Schwed.), Skeppargatan 37, Tel. 606467 (FM 23).
- Ofterdinger, Ernst, Technischer Direktor der Deutsche Levante-Linie Hamburg A.G., Hamburg, Ferdinandstr. 56, Tel. 323186 (FM 11).
- Ohl, Albert, Oberingenieur der Teltowkanal A.G., Berlin-Steglitz, Am Eichgarten 17, Tel. 79 73 17 (M 33).
- Ohms, Alfred, Oberingenieur, Wesermünde-Lehe, Von-Glahn-Str. 36 (FM 41).
- Oldenbüttel, Peter, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 13, Werderstr. 41 (FM 39).
- Olsson, Henning, Ingenieur, Göteborg (Schweden), Sylvestergatan 7 (M 13).
- Onasch, Lothar, Dipl.-Ing. i. Fa. Rickmers Werft, Wesermünde-Lehe, Hafenstr. 13 (FM 32).
- Orlamünder, Hans, Dipl.-Ing., Betriebs-Ing., Danzig-Langfuhr, Adolf-Hitler-Str. 55 (JM 35).
- Ornell, Niels, Schiffbau-Ingenieur, Germanischer Lloyd, Inspektor, Oberlehrer im Schiffbau an Bergens Tekn. Skole, Bergen (Norwegen), Tel. 14720 (FM 17).
- Osiander, Rudolf, Dipl.-Ing., Schwabach b. Nürnberg, Forsthofer Str. 2 (FM 40).
- Ostendorf, Wilhelm, Ministerialrat im Oldenburgischen Ministerium des Innern, Oldenburg i. Old., Ministerialgebäude, Tel. 6291 (M 26).
- Ostermann, Willy, Ingenieur, Hamburg 11, Röhlingsmarkt 32, Tel. 365672 (M 34).
- Ottens, Wilhelm, Ingenieur, Berlin-Niederschöneweide-Oberspree, Hartriegelstr. 11 (FM 37).
- Otto, Walter, Dipl.-Ing., Ministerialrat im Reichsfinanzministerium, Berlin-Dahlem, Lentzeallee 16, Tel. 89 47 23 (FM 17).
- Overbeck, Paul, Schiffbaudirektor a. D., Bremen, Kronprinzenstr. 43, Tel. H 42780 (FM 01).
- Paatzsch, Gustav, Betriebs-Ingenieur, Hamburg 19, Ottersbeckallee 27 p (FM 18).
- Paeck, Hermann, Marinebaurat a. D., Vorstandsmitglied der Howaldtswerke A.G., Altona-Großflottbek, Baron-Voght-Str. 138, Tel. 492298 (FM 18).
- Pätz, Herbert, Schiffmaschinenbau-Ing., Hamburg-Fu., Lübecker Str. 39 (FM 39).
- Pagenstecher, Arnold, Dipl.-Ing., Zweigbüro der Atlas-Werke A.G., Altona-Gr. Flottbek, Cranachstr. 89 (M 32).
- Pandesoff, Nikola, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Adolf-Hitler-Str. 20 I (FM 42).
- Parow-Souchon, Ulrich, Dr.-Ing., Zivil-Ing., Berlin W 15, Kaiserallee 205 (M 41).
- Pasquay, Wilhelm, Korvettenkapitän a. D., Bochumer Verein f. Gußstahlfabrikation, Bochum; Hanomag, Hannover; Ruhrstahl A.G., Witten; Essen-Stadtwald, Dandermannsteg 8, Tel. 45369 (M 35).
- Pauss, Sigurd, Ingenieur, Direktor, Oslo (Norwegen), Nylands Verkstad, Tel. 23856 (M 30).
- Peters, Bruno, Amtsrat, Berlin-Lankwitz, Calandrellistr. 39 (FM 42).
- Peters, Claudius, Ingenieur, Direktor, Hamburg 1, Glockengießerwall 2, Wallhof, Tel. 324151 (M 34).
- Peters, Heinrich, Dipl.-Ing., Berlin NW 7, Schadowstr. 1b (M 37).
- Peters, Karl, Amtsrat im Oberkommando der Kriegsmarine, Schiffbau-Ingenieur, Berlin-Lichterfelde, Hortensienstr. 19 I (FM 42).
- Petersen, Fr. Albert, Obering., Dorfmark/Hannover.
- Petersen, Hans W., Dipl.-Ing., Reg.-Baumeister, Mitinhaber d. Firma Zipperling, Kessler & Co., Altona-Nienstedten, Elbchaussee 141 (FM 20).
- Petersen, Joachim Otto, Marine-Oberbaurat a. D., Lübeck, Roekstr. 40 (FM 1899).
- Petersen, Karl, Oberingenieur, Danzig, Schichaugasse 31 (FM 37).
- Petersen, Otto, Dr.-Ing., Dr. mont. E. h., Geschäftsführendes Vorstandsmitglied des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27, Tel. 10151 (M 17).
- Petersen, Wilhelm, Amtsrat, Berlin-Friedenau, Fregestr. 72 II (FM 42).
- Pfeiffer, Ernst, Dipl.-Maschinen-Ingenieur, Chef des Zugförderungsdienstes der Schweizer Bundesbahnen, Zürich 2, Rainstr. 72 (M 31).
- Pfenniger, Carl Ludwig, Dr.-Ing. E. h. (unbekannt verzogen) (M 07).
- Pflaum, Walter, Dr.-Ing., Professor a. d. Technischen Hochschule, Berlin-Wannsee, Hermannstraße 9 (FM 38).

- Pfleiderer, Carl, Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule, Braunschweig, Tel. 5344 (M 12).
- Pichon, Walter, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. d. „Weser“ Flugzeugbau Ges. m. b. H., Bremen, Hans-Thoma-Str. 35, Tel. 44498 (FM 09).
- Pieper-Pascha, Waldemar, Konteradmiral a. D., Wagner-Hochdruck-Dampfturbinen Kom.-Ges. Hamburg, Berlin-Zehlendorf, Limastr. 21a (M 33).
- Pierburg, Wilhelm, Generaldirektor a. D., Berlin-Charlottenburg 9, Kaiserdamm 67, Tel. 935571 (M 22).
- Platzmann, Hermann, Betriebs-Ingenieur, Stettin I, Bogislavstr. 17 pt. (FM 42).
- von Plato, Felix, Dipl.-Ing., Betriebsführer d. Ostdeutschen Sperrholzwerkes, Bromberg, Fordoner Str. 95, Tel. 1483 (FM 12).
- Pötter, Wilh., Direktor, Triton-Belco A.G., Hamburg 22, Alter Teichweg 13/27, Tel. 231212 (M 12).
- Pogatschnig, Pet. Jos., Schiffbau-Ingenieur, bevollmächtigter Bauleiter der F. Schichau G. m. b. H., Abt. Danzig, Zoppot, Hubertusallee 4, Tel. 51518 (FM 13).
- Pohl, Anton, Ingenieur, Werftdirektor a. D., Schulensee über Kiel, Kleiner Eiderkamp, Tel. Kiel 1302 (FM 13).
- Pohlmann, Ludwig, Kaufmann i. Fa. Pohlmann & Saggau, Hamburg 36, Gänsemarkt 33, Tel. 346641 (M 21).
- Pollnow, Johannes, Ingenieur, Rhenania-Ossag Mineralölwerke A.G., Altona-Othmarschen, Dahlmannstr. 29 (FM 25).
- Polter, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Fuhlsbüttel, Nußkamp 4 (FM 38).
- Pophanken, Erich, Dr.-Ing., Staatl. Ingenieurschule Stettin, Stettin, Schillerstr. 1 (FM 13).
- Posse, Lage, Marinebaumeister (Adresse unbekannt) (LFM 22).
- Praachtl, Guido, Dr.-Ing., Wirtschaftsprüfer, Berlin W 30, Viktoria-Luise-Platz 5, Tel. 243205 (FM 20).
- Prandtl, Ludwig, Dr.-Ing. E. h., Dr. phil., Professor an der Universität Göttingen, Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts f. Strömungsforschung, Göttingen, Calsowstr. 15, Tel. 2581 (M 13).
- Prentzel, Wilhelm, Admiral z. V., Berlin-Zehlendorf, Heimdallstr. 64 (M 28).
- Presze, Paul, Dr.-Ing. E. h., Geheimer Oberbaurat, Ministerialdirektor a. D., Berlin-Wilmersdorf, Konstanzer Str. 56, Tel. 922490 (FM 1899).
- Priebe, Werner, Ingenieur, Stettin, Unterwiek 9a, ptr. r. (FM 41).
- Pries, Walter, Ingenieur, selbständiger Konstrukteur, Neumünster, Dietrich-Eckart-Str. 28 (FM 41).
- Prinzing, Otto, Dipl.-Ing., Hamburg-Altona, Am Koch-Buddig-Platz 1 II (FM 37).
- Probst, Friedrich, Dipl.-Ing., Regierungsrat, Berlin-Friedenau, Stubenrauchstr. 30 (FM 30).
- Probst, Martin, Dr.-Ing., Oberingenieur, Deschimag, Bremen, König-Albert-Str. 11 a (FM 02).
- Pröll, Arthur, Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule, Hannover, Militärstr. 18, Tel. 39976 (FM 10).
- Prohaska, Carl Wilhelm, Professor, Schiffbau-Dipl.-Ing., Kopenhagen-K., Solvgade 82 (FM 40).
- Puck, C., Direktor, Mathies Reederei A.G., Hamburg 11, Steinhöft 9 (M 04).
- Purucker, Erich, Direktor u. Geschäftsführer, Wehrwirtschaftsführer, Berlin-Grünwald, Warmbrunner Str. 38/40, Tel. 892920 (M 34).
- Quittenbaum, Gustav, Oberingenieur der Atlas-Werke A.G., Lesum b. Bremen, Hermann-Göring-Straße (M 35).
- Rabien, Wilhelm, Marinebaurat, Berlin-Zehlendorf, Sundgauerstr. 91 (FM 42).
- Rachals, Ekkehard, Schiffbau-Ingenieur, Preuß. Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- und Schiffbau, Berlin-Steglitz, Johanna-Stegen-Str. 2 (FM 33).
- Raeder, Erich, Dr. h. c., Großadmiral, Admiralinspekteur der Kriegsmarine, Berlin W 35, Tirpitz-Ufer 76 (M 28).
- Ranfft, Alfred, Dr.-Ing., Stellv. Direktor des Germanischen Lloyd, Düsseldorf, Schadowstraße 14, Tel. 14607 (M 35).
- Rappard, C., Direktor van's Rijkskerf, Zentroog (Holland), Scheepshouw, Departm. van Defence (FM 23).
- Rasch, Georg, Hüttendirektor i. R., Berlin-Dahlem, Am Erlenbusch 12, Tel. 670604 (M 20).
- Rasch, Otto, Schiffingenieur, Hohen-Neuendorf bei Berlin, Klarastr. 21 (FM 39).
- Raschen, Hermann, Ingenieur, Detmold, Fürstengartenstr. 5 (M 05).
- Rasenaack, Walter, Marinebaurat a. D., Direktor der Askaniawerke A.G., Berlin-Lichterfelde, Karwendelstr. 13 (FM 28).
- Rasmussen, Henry, Ingenieur, Werftbesitzer d. Abeking & Rasmussen, Lemwerder i. O., Tel. Vegesack 502 (FM 17).
- Rauert, Otto, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Abt.-Leiter Kriegsmarinewerft, Kiel-Ellerbeck, Wischhofstraße 50 (FM 13).
- Ravené, Louis, Geh. Kommerzienrat, Dr., Berlin O 17, Alt Stralau 4 (LM 02).
- Ravené, Peter Louis, Kgl. schwed. Konsul, Berlin O 17, Alt Stralau 4 (LM 16).
- Rechter, Jürgen, Ingenieur, Stettin 10, Kattowitzer Str. 98 (FM 41).
- Reddingius, Karl, Ingenieur, Königsberg/Pr., Steindammerwall 48/49 I (FM 41).
- Rehder, Alfred, Reeder, Hamburg, Dovenfleth Nr. 12—14 (M 39).
- Rheder, Hans, Amtmann, Berlin-Zehlendorf, Pfalzstr. 14 (FM 42).
- Rehfuß, Wilhelm, Dr.-Ing., Stuttgart-N., Feuerbacher Heide 66, Tel. 22033 (M 10).
- Reibeholz, Hermann, Schiffsmaschinen-Ingenieur, Hamburg 20, Heidestr. 18 (FM 38).
- Reich, Franz, Ministerialrat, Berlin-Lichterfelde-West, Astenplatz 2 (FM 42).
- Reichardt, Peter, Schiffbauer, Berlin SW 68, Neuenburger Str. 42 (JM 36—FM 37).
- Reim, Chr. J., Ingenieur, Porsgrunds mek. Verksted, Porsgrunn (Norwegen), Tel. 49, 278 (M 30).
- Reimann, Erwin, Dr.-Ing., Berlin-Charlottenburg 9, Lyckallee 46 (FM 37).
- Reincke, Hans, Oberingenieur, Frankenthal-Pfalz, Mozartstr. 15 (FM 35).
- Reiners, Carl, Oberingenieur u. Prokurist der Stettiner Oderwerke A.G., Stettin-Wussow, Stettiner Str. 14 (FM 36).
- Reinhardt, Johannes, Marine-Oberbaurat, Hamburg 39, Leinpfad 4 I (FM 42).
- Reiter, Kurt, Dr.-Ing., Zoppot, Schwedenhofstraße 9 (FM 41).
- Relstab, Ludwig, Dr., Direktor im Siemenskonzern, Berlin-Nikolassee, An der Rehwiese 31, Tel. 805194 (M 08).
- Rembold, Viktor, o. Professor an der Technischen Hochschule, Danzig-Oliva, Lessingstraße 24, Tel. 45409 (FM 11).
- Rennen, Hermann, Oberingenieur, Köln-Deutz, Kölner Werft, Auenweg 173, Tel. 10191 (FM 35).
- Renner, Felix, Dipl.-Ing., Inhaber der Fa. Dipl.-Ing. Felix Renner, Hamburg-Bergedorf, Wentorfer Str. 127 (FM 1900).
- Renning, Ernst, Schiffbau-Ing., Königsberg, Continerweg 40 (FM 39).
- Repke, Gerhard, Betriebs-Ingenieur, Königsberg/Pr., Philosophendamm 1 F (FM 41).
- Resch, Gerhard, Dipl.-Ing., Obering., Leiter d. Schiffbau-Konstr.-Büros, Danzig-Langfuhr, Ferberweg 11, I (FM 38).
- Rese, Alfred, Ingenieur, Bremen, Schaffenrathstraße 3 (FM 39).
- Retemeyer, Oskar, Oberingenieur i. R., Bln.-Wannsee, Petzower Str. 5, Tel. 806812 (FM 36).

- Reusch, Paul, Dr.-Ing. E. h., Dr. rer. nat. h. c., Kommerzienrat, Generaldirektor der Gutehoffnungshütte, Oberhausen (Rhld.), Tel. 24441 (M 05).
- Reuter, Alfred, Korvettenkapitän a. D. und Direktor der Demag A.G., Ingenieurbüro Berlin, Berlin-Charlottenburg 2, Berliner Str. 24, Tel. 315196 (M 33).
- Reuter, Wolfgang, Dr.-Ing., Generaldirektor der Demag A.G., Duisburg, Tel. 26471 (M 02).
- Rheinmetall-Borsig, Aktiengesellschaft, Werk Borsig, Berlin-Tegel, Berliner Str. 19—37 (KM 36).
- Richter, Adolf, Dipl.-Ing., Hamburg-Langenhorn 1, Heinfeldstr. 4, Tel. 364085 (FM 27).
- Richter, Alfred, Kaufmann und Konsul, C. Louis Strube A.G., Magdeburg, Lennéstr. 11, Tel. 41255 (M 34).
- Richter, Otto, Abteilungsdirektor i. R. der Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel, Lorentzen-damm 3/III (FM 11).
- Rick, Peter, Ingenieur, Bremen, Geestemünder Straße 49 (FM 39).
- Rickmers, P., Generaldirektor der Rickmers Reederei und Schiffbau A.G., Bremerhaven (LM 17).
- Riebensahm, Ernst, Schiffbau-Ing., Wilhelmshaven, Helgolandstr. 44 (FM 40).
- Rieck, John, Dipl.-Ing., Technischer Aufsichts-beamter der Großhandels- und Lagereiberufsgenossenschaft, Hamburg-La 1, Dobbenstrich 16 (FM 13).
- Riecke, Fritz, Ministerialrat, Berlin-Südende, Oehlerstr. 25/II (FM 17).
- Riedel, Otto, Marineoberbaurat, Berlin-Charlottenburg, Gustloffstr. 26 II (FM 42).
- Riemeyer, Julius, Marineoberbaurat d. R., Bremen, Osterdeich 80, Tel. 41359 (FM 17).
- Riese, Georg, Dipl.-Ing., Hamburg-Fuhlsbüttel, Fehrsweg 83 (FM 37).
- Rieseler, Hermann, Oberingenieur, Stuttgart-N., Hermann-Kurz-Str. 33 (FM 11).
- Rindfleisch, Walter, Leitender Ing. u. Prokurist, i. Fa. Schiffbau-Ges. Unterweser A.G., Wesermünde-W, Weserstr. 237, bei C. Schlotterhose (FM 37).
- Ripken, Julius, Amsrat, Berlin-Mariendorf, Ringstr. 107 I (FM 42).
- Ritter, Th., Direktor der Woermann-Linie, Hamburg 39, Willistr. 15 (M 08).
- von Rittern, Friedr., Schiffbau-Ing., Blumenthal/Unterweser, Heimstättenweg 9 (FM 39).
- Rode, Carl Heinz, Dipl.-Ing. (Schiffbau), Marinebaurat, Wilhelmshaven, Hindenburgstr. 60 (FM 38).
- Rodin, Woldemar, Dipl.-Ing. Betriebsführer d. F. Schichau-Kbg. G. m. b. H., Königsberg/Pr., Kronprinzenstr. 9, Tel. 21018 (FM 21).
- de Rodrigo, Fernando, Korvettenkapitän, Baurat der Spanischen Kriegsmarine, Servicio Nacional de Comunicaciones Maritimas, Ministerio de Industria y Comercio, Bilbao (Spanien) (FM 32).
- Roeser, Kurt, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Marineoberbaurat, OKM, Berlin-Wilmersdorf, Nassauische Straße 47 (FM 17).
- Roesler, Leonhard, Sekt.-Chef, Dipl.-Ing., Zehnthof bei Neubruck, Post Scheibbs, Niederdonau (FM 11).
- Roester, Hermann, Dr.-Ing., Direktor bei der Vegesacker Werft, Vegesack, Bremer Str. 45, Tel. 1020 (FM 22).
- von Roeszler, Ernst, Direktor der Ungarischen Fluß- und Seeschiffahrts A.G., i. R., unbek. verzogen (LFM 18).
- Rohlfss, Carl, Ingenieur und techn. Aufsichts-beamter der See-Berufsgenossenschaft, Altona, Eggessallee 17, Tel. 426333 (FM 11).
- Rohlfss, Willy, technischer Direktor der See-reederei „Frigga“, Hamburg 26, Sievekings-allee 6/II, Tel. 267658 (FM 13).
- von Rohr, Joachim, Ministerialrat im Reichs- und Preuß. Verkehrsministerium, Berlin-Zehlendorf, Spanische Allee 19 (FM 23).
- Rolle, Hans Hermann, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 20, Naumannsweg 3 II (FM 37).
- Rollmann, Max, Admiral z. D., Berlin-Zehlendorf, Chamberlainstr. 23/24 (M 08).
- Romberg, Friedrich, Geh. Regierungsrat, Professor, Berlin-Nikolassee, Teutonenstr. 20, Tel. 805296 (FM 06).
- Roscher, Ernst K., Dipl.-Ing., berat. Ingenieur, Wandsbek b. Hamburg, Lydiastr. 4, Tel. 285385 (FM 31).
- Rose, Conrad, Oberingenieur, Lübeck, Travemünder Allee 6 (FM 13).
- Rose, Fritz, Marinebaurat a. D., Betriebs-Ingenieur, Bremen, Legion-Condor-Str. 18 (FM 37).
- Rosenberg, Max, amtl. Schiffs- und Maschinenbesichtigter, Wesermünde-M., Bogenstraße 13 II (FM 13).
- Rother, Bernd, Dipl.-Ing., unbek. verzogen (JM 38).
- Rottgardt, Karl, Dr., Physiker, Vorstandsmitglied der Telefunken Ges. f. drahtl. Telegraphie m. b. H., Berlin SW 11, Hallesches Ufer 12, Tel. 195091 (LM 17).
- Rottmann, Erich, Alleiniger Lizenzinhaber der Star Contra Patente für Deutschland, Altona-Gr. Flottbek, Baurstr. 18, Tel. 492575 (FM 26).
- Roux, Max, Fabrikdirektor und Vorstand der Askania-Werke A.G., Berlin-Friedenau, Kaiser-allee 87/88, Tel. 837011 (FM 21).
- Royer-Hoffmann, Klaus, Dipl.-Ing., Bremen, Ritter-Raschen-Str. 4 (JM 33 — FM 41).
- Rücker, Wilhelm, Dipl.-Ing., Schiffbaudirektor d. Fa. F. Schichau G. m. b. H., Elbing, Roonstr. 6, Tel. 3146 (FM 13).
- Ruhrstahlaktiengesellschaft, Witten-Ruhr, Auestr. 4, Tel. 1643 (KM 30).
- Rullhosen, Wilhelm, Schiffbau-Ing., Bremen, Germaniastr. 47 (FM 39).
- Rump, Wilhelm, Inhaber der Firma Wilhelm Rump, Hamburg 11, Admiralitätsstr. 38, Tel. 363441 (M 29).
- Ruprecht, Ernst, Dipl.-Ing., Obering., Danzig-Langfuhr, Ernsthausenstr. 10 (FM 26).
- Rusch, Karl, Baurat, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg 2, Englische Str. 8 (FM 42).
- Ruschevayh, Otto, Dipl.-Ing., Maschinenbaudirektor bei der Flensburger Schiffbau-Gesellschaft, Flensburg (FM 32).
- Ruth, Gustav, Chemische und Lackfabriken, Wandsbek, Feldstr. 136/142 (M 21).
- Ruthof, Josef, Werftbesitzer d. Schiffswerft Cl.r. Ruthof, Mainz-Kastel (LFM 13).
- Rutschmann, Hans, Oberingenieur beim Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 69 (M 30).
- Rzepka, Rudolf, Direktor, Zoppot, Horst-Wessel-Str. 86 (M 39).
- Saacke, Carl, Inhaber von Carl Saacke Ölfeuerung, Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstr. 10, Tel. 316008 (M 33).
- Sachse, Walter, Kapitän und Reederei-Oberinspektor a. D., Altona-Blankenese, Kastanienweg 33, Tel. 461400 (M 04).
- Sachsenberg, Gebrüder, Dessau-Roßlau (KM 39).
- Sachsenwerk Licht- und Kraft-Aktiengesellschaft, Niedersedlitz (Sachsen) (KM 39).
- Salberg, Jan Hendriks Cornelis, Direktor der Nederlandsche Dockmaatschappij, Amsterdam-Noord (Holland) (LFM 22).
- Salewski, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur i. Fa. Gebr. Sachsenberg A.G., Abl. Schiffswerft, Zerbst (Anhalt), Am Geisthof 41 (FM 37).
- Salge, Willy, Inhaber d. Techn. Gesellschaft W. Salge & Co., Berlin W 62, Budapester Str. 1, Tel. 259621 (KM 30 — M 40).

- v Sanden, Kurt, Dipl.-Ing., Professor, Direktor der Fried. Krupp Germaniawerft, Kiel-Gaarden (FM 37).
- Sanders, Andreas, Ingenieur, Prüffeld der Deschimag, Bremen, Friesenstr. 12a (FM 39).
- Saniter, Hans Otto, Marinebaurat beim U.A.K., Kiel, Graf-Spee-Str. 37 (FM 39).
- Santomá, Luis Casamor, Teniente Coronel de Ingenieros de la Armada, Barcelona (Spanien), Via Layetana No. 4 (FM 30).
- Sass, Friedrich, Dr.-Ing., beamteter außerplanmäßiger Professor an der Technischen Hochschule Berlin, Vorstandsmitglied des Germanischen Lloyd, Berlin-Charlottenburg 9, An der Heerstraße 84a (FM 12).
- Sbozesny, Walter, Dr.-Ing., Bibliotheksrat, Reg.-Baumstr. a. D., Techn. Hochschule, Darmstadt (M 41).
- Schade, Henry A., Dr.-Ing., Naval Constructor, U. S. Navy, Newport News Shipbuilding and Drydock Co., Newport News, Virginia (U. S. A.) (FM 35).
- Schadloffsky, Emil, Dr.-Ing., Regierungsrat im Reichspatentamt, Berlin-Steglitz, Kellerstr. 2 (FM 31).
- Schäfer, Dietrich, Dr.-Ing., Professor, Wirtschaftsprüfer, Ministerialrat i. e. R., beedigter Sachverständiger der Industrie- und Handelskammer, Berlin-Steglitz, Am Fichtenberg 22, Tel. 762055 (FM 12).
- Schäfer, Paul, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.G., Augsburg 8, Körnerstr. 11 (FM 20).
- Schätzle, Josef, Obergeringieur i. R., Garmisch-Partenkirchen, Schußangerweg 10 (FM 09).
- Schaffran, Karl, Dr.-Ing., Hamburg 20, Husumer Str. 18, Tel. 53 30 32 (FM 05).
- Schalin, Hilding, Ingenieur, Göteborg (Schweden), Västra Hamngatan 2, Tel. 39463 (LFM 08).
- Scharbert, Julius, Werftdirektor der Firma Ganz & Co., Budapest V, Medergasse 9, Tel. 908-69 (M 35).
- Scharowsky, Günther, Dipl.-Ing., Direktor, Stellv. Mitgl. d. Vorst. d. Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Charlottenburg, Marienburger Allee 40/41 (M 39).
- Schat, Ane Pieter, Fabrikant, Utrecht (Holland), H. d. Keyser-Str. 66/68 (FM 34).
- Schat, Davit, Gesellschaft m. b. H. in Deutschland, Hamburg 39, Jarrestr. 36 (KM 41).
- Schattsneider, Max, Direktor d. Brown, Boveri & Cie. A. G. Mannheim, Heidelberg, Moltkestr. 35, Tel. 46 90 (FM 33).
- Schatzmann, Edwin, Ministerialrat im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Charlottenburg, Droysenstr. 5 (FM 41).
- Schauenburg, Eduard, Ingenieur, Hamburg-Langhorn 1, Höpen 4 (M 36).
- Scheidler, Dietrich, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ing., Vegesack, Weserstr. 69/70 (FM 35).
- Scheld, Theodor Ch., früher Technischer Leiter d. Firma Th. Scheld, Hamburg 39, Winterhude-Süd, Hölderlinsallee 4 (LM 05).
- Schellenberger, August, Schiffbau-Ingenieur, Wörth a. Main, Oderwaldstr. 6/I (FM 39).
- Schellenberger, F. J., Direktor der Bayerischen Schiffbaugesellschaft vorm. Anton Schellenberger, Erlenbach a. M. (FM 21).
- Schellenberger, Karlheinz, Dipl.-Ing., Bln.-Charlottenburg 2, Guerickestr. 31 II, bei Welsch (FM 41).
- Schenck, Max, Vorstand der Fa. Schenck & Liebe-Harkort A.G., Büberich, Kreis Düsseldorf, Apelter Weg 9 (M 10).
- Schenk, Rudolf, Schiffbau-Ing., Linz a. D., Maurus-Lindemayestr. 6 (FM 41).
- Scherbath, Franz, Schiffbau-Dipl.-Ing., Stettin, Grabower Str. 12, Tel. 28143 (FM 08).
- Scherf, Harry, Dipl.-Ing. im Germanischen Lloyd, Berlin-Frohnau, Königsbacher Zeile 41 (FM 37).
- Scheunemann, Georg, Obergeringieur, Techn. Mitglied der Seeschiffsvermessungs-Behörde zu Stettin, Stettin 10, Freiligrathsteig 14, Tel. 21861 (FM 13).
- Schewski, Kurt, Dipl.-Ing., Obergeringieur, Danzig-Langfuhr, Ferberweg 3 (FM 39).
- Schiavon, Ivo, Schiffbau-Ingenieur, Triest (Italien), Via Udine 6 (LFM 30).
- F. Schichau G. m. b. H., Elbing (KM 36).
- Schick, Kurt, Dipl.-Ing. im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin NW 21, Bochumer Str. 10 (FM 39).
- Schieß-Defries Aktiengesellschaft, Düsseldorf, Kölner Str. 114, Tel. 20911 (KM 30).
- Schilling, Walter, Dr.-Ing., Erfurt, Hohenzollernstr. 38/39, Tel. 28740 (FM 26).
- Schinkel, Otto, Obergeringieur und Prokurist, Hannover, Bödekerstr. 64, Tel. 62664 (M 20).
- Schirmer, Georg, Marine-Oberbaurat, Marineverft, Wilhelmshaven, Königstr. 102 (FM 18).
- Schkade, Heinz, Marineoberingieur, Berlin-Halensee, Ringbahnstr. 10 (FM 42).
- Schlaak, Walter, Obergeringieur, Königsberg i. Pr.-Juditten, Brünneckallee 25 (FM 37).
- Schlaffer, Franz, Dipl.-Ing., Danzig-Brösen, Danziger Str. 5 (FM 42).
- Schleiermacher, Walter, Dipl.-Ing., Siemens-Schuckertwerke, Elbing, Wilhelmstr. 37 (FM 41).
- Schleufe, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Wesermünde-G, Elsässer Str. 18/II (FM 38).
- Schlicht, Walter, Marine-Oberstabsingenieur, Berlin-Lichterfelde, Hortensienstr. 20 (FM 42).
- Schlichting, Hermann, Dr., Techn. Physiker, Braunschweig, Hans-Berr-Str. 30/I (M 34).
- Schlichting, Otto, Ministerialrat i. R., Berlin-Steglitz, Wrangelstr. 10, Tel. 724413 (FM 08).
- Schlichting, Rudolf, Schiffbau-Ingenieur i. Fa. Johannes Schlichting, Travemünde, Priwall 10, Tel. 898 (M 34).
- Schliephake, Heinrich Wilhelm, Dipl.-Ing., Altona (Elbe)-Gr. Plottbek, Horst-Wessel-Allee 16 (FM 37).
- Schlöh, Rudolf, Ingenieur, Ahlbeck, Kr. Uecker-münde (FM 41).
- Schlottfeldt, Hans Heinrich, Maschinen-Inspektor der Argo-Reederei Richard Adler & Co., Bremen, Langenstr. 104-106 (FM 39).
- Schlueter, Fr., Marinebaurat a. D., Berlin-Lankwitz, Bruchwitzstr. 14 (FM 1899).
- Schlüter, Heinrich, Maschinenbau-Ingenieur, Berlin-Niederschöneweide-Oberspree, Köllnische Straße 41 (FM 37).
- Schmerenbeck, Hans, Dipl.-Ing., Maschinenbaudirektor und Vorstandsmitglied der Howaldtswerke A.G., Hamburg 20, Alsterkrugchaussee 290 (FM 37).
- Schmidt, Edmund, Dipl.-Ing. Direktor der AEG, Abt. Schiffbau, Berlin-Nikolassee, Westhofenerweg 45 (M 36).
- Schmidt, Emil, Fabrikbesitzer C. Aug. Schmidt Söhne, Hamburg 20, Heilwigstr. 115, Tel. priv. 520282, Firma 224954 (M 18).
- Schmidt, Erhard, Admiral à la suite des Seeoffizierskorps, München 27, Steinbacher Str. 2, Tel. 480500 (M 02).
- Schmidt, Gerhard, Mitinhaber und Geschäftsführer der Electroacoustic G. m. b. H., Kiel, Werk Ravensburg, Tel. Kiel 6606 (M 22).
- Schmidt, Harry, Geh. Marinebaurat a. D., Schiffbaudirektor a. D., Berlin-Lichterfelde-W., Berner Str. 15 (FM 1899).
- Schmidt, Heinrich, Ministerialrat i. R., Berlin-Charlottenburg 9, Brombeerweg 2 (FM 08).
- Schmidt, Joachim, Obergeringieur, Abteilungsleiter für Schiffhilfsmaschinen, Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel, Wehdenweg 59, Tel. 7894 (M 27).
- Schmidt, Reinhold, Dr.-Ing., Werftdirektor, Beratender Ingenieur, Hamburg 1, Altstädterhof, Tel. 33 61 97, Danzig-Zoppot, Friedrichstr. 11, Tel. 52 022 (FM 13).

- Schmidt, Rudolf, Dr.-Ing., Ingenieur, Bremen, Wachmannstr. 53 (FM 36).
- Schmidt, Wilhelm, Dr.-Ing., Ministerialrat im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Lichterfelde, Feldstr. 41/42, Tel. 73 83 68 (FM 42).
- Schmidt, Wilhelm, Ingenieur, Kassel-Wilhelmshöhe, Rasenallee 3 (M 13).
- Schmidt'sche Heißdampf-Gesellschaft m. b. H., Verwertung eigener Patente, Kassel-Wilhelmshöhe, Rolandstr. 2, Tel. 31841 (KM 30).
- Schmieske, Carl, Maschinenbaudirektor, Deschimag A.G. Weser, Bremen, Wangerooger Str. 12, Tel. Weser 81325 (FM 27).
- Schmitt, Gustav, Dipl.-Ing., Berlin-Reinickendorf-West, Auguste-Viktoria-Allee 63/64, Tel. 49 57 64 (JM 34 — FM 40).
- Schmudemeyer, Arnulf, Dipl.-Ing., Wien XV/101, Robert-Hamerling-Gasse 9/I/10 (FM 42).
- Schnabel, Ernst, Dipl.-Ing., Obergeringenieur und Prokurist der Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Bremen, König-Albert-Str. 11a (FM 34).
- Schnadel, Georg, Dr.-Ing., o. Professor a. d. Technischen Hochschule, Vorstandsmitglied des Germanischen Lloyd, Berlin-Charlottenburg, Oldenburgallee 6a (FM 23).
- Schnapauff, Meno, Schiffbau-Ing., Rostock, Voßstr. 3a (FM 40).
- Schneider, Arthur, Leiter der Waried Tankerschiff Rhederei G. m. b. H., Hamburg 36, Neuer Jungfernstieg 21, Tel. 311008 (M 26).
- Schneider, Bernhard, Dipl.-Ing., Aumund b. Bremen, Mühlenstr. 4 (FM 39).
- Schneider, Edgar, VDI, Zivilingenieur, Mannheim, Haydnstr. 7, Tel. 42771 (FM 23).
- Schneider, Friedrich, Dr.-Ing., Marineoberbaurat, Bremen, Schubertstr. 21, Tel. 42017 (FM 38).
- Schneider, Heinrich, Dipl.-Ing., Beloit, USA., River Side Drive (M 14).
- Schneider, Paul, Direktor der Voigt & Haeffner A.-G., Frankfurt a. M., Eysseneckerstr. 50, Tel. 55014 (FM 35).
- Schneider, Rudolf, Dipl.-Ing., Bevollmächtigter des Bureau Veritas für Deutschland, Hamburg 22, Finkenau 21, Tel. 225397 (FM 23).
- Schneider, Theodor, Schiffbau-Ingenieur, Reichswerke A.G. Hermann Göring, Straßburg-Neudorf, Straßburger Werft (FM 38).
- Schneider, Walter, Dr.-Ing., Stellv. Vorst.-Mitgl. d. Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf, Berger Ufer 1b (FM 39).
- Schnitger, Lübke, Direktor der Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Werk A.G. „Weser“, Bremen, Hohenzollernstr. 7, Tel. H 44868 (FM 22).
- Schöbel, Karl, Obergeringenieur bei der Werft Blohm & Voß, Hamburg-Blankenese, Zur Fernsicht 12 (FM 37).
- Schöber, Herbert, Maschinenbau-Obergeringenieur, Bauaufsicht d. Kriegsmarine, Flensburg, Westerallee 16 (FM 38).
- Schoeme, Waldemar, Dipl.-Ing., Obergeringenieur der Atlas-Werke A.G., Bremen, Gabriel-Seidl-Straße 2, Tel. Hansa 43181 (M 34).
- Schöne, Otto, Dr., o. Professor der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg (FM 37).
- Schoenrich, Hugo, Dr.-Ing., Oberregierungsrat, Mitglied d. Reichspatentamtes, Berlin-Spandau, Plantage 16 (FM 18).
- Schönherr, Bernhard, Marinebaurat, Dipl.-Ing., Referent, U-Bootsabnahmekommando in Kiel, Kiel-Dörf, Moorblöcken 1 (FM 39).
- Schönig, Wilhelm, Amsrat, Berlin-Tempelhof, Schönburgstr. 4 (FM 42).
- Schoenian, Hans, Dipl.-Ing., Direktor d. Voßwerke A.G., Sarstedt b. Hannover, Hamburg 24, Schürbeckerstr. 1, Tel. Hamburg 235579 (M 16).
- Scholtzen, Wilhelm, Dr., den Haag, W. Witsenplein 6 (FM 40).
- Scholz, Dr., Dipl.-Ing., Werftdirektor, Vorstandsmitglied der Deutsche Werft A.G. Hamburg, Hamburg 1, Postfach 889, Tel. 38/7441 (Privatanschrift: Altona-Kleinflottbek, Holztwiete 14, Tel. 49/2289) (FM 08).
- Schor, Albert, Obergeringenieur d. F. Schichau G. m. b. H., unbek. verzogen (FM 37).
- von Schorno, Ferdinand, Dipl.-Ing., Kontroll-Ingenieur für Schifffahrt beim Eidg. Eisenbahndepartment, Bern, Mittelstr. 36 (FM 33).
- Schriever, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, z. Z. z. Technischen Amt Hamburg kommandiert (Berlin, NW 87, Levetzowstr. 16a (FM 36).
- Schröder, Georg, Obergeringenieur, Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Bremen, Schumannstr. 6, Tel. Weser 84081 (M 35).
- Schröder, Hermann, Dipl.-Ing., Techn. Direktor, Danzig-Langfuhr, Torgauer Weg 8 (FM 19).
- Schröder, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Studienrat a. d. Schulverwaltung der Hansestadt Hamburg, Hamburg 19, Emilienstr. 55 (FM 14).
- Schroeder, Richard, Betriebsingenieur der F. Schichau-Schiffswerft Danzig, Danzig-Langfuhr, Hindenburgallee 36, Tel. 26895 (FM 08).
- Schroedter, Albert, Werftdirektor der Fried. Krupp Germaniawerft A.G., Kiel, Düsterbrookweg 160, Tel. 5106 (M 24).
- Schrödter, Otto, Werftdirektor der Deschimag, Werk Seebeck, Wesermünde-M., Deichstraße 15, Tel. 1855 (FM 34).
- Schröter, Richard, Kaiserl. Marine-Stabsing. a. D., Technischer Direktor der Köln-Düsseldorfer Rheindampfschiffahrt, Düsseldorf, Berger Ufer 1, Tel. 12442 (FM 25).
- Schubert, Fredi, Marineoberbaurat, Berlin NW 40, Thomasiusstr. 11 (FM 42).
- Schuchard, Eduard, Maschinenbau-Ing., Danzig-Langfuhr, Hochschulweg 3, III (FM 39).
- Schürer, Friedrich, Dr.-Ing. E. h., Ministerialdirigent im Oberkommando der Kriegsmarine, Bln.-Lichterfelde, Lukas-Cranach-Str. 6 (FM 08).
- Schütze, Carl, Dipl.-Ing., Berlin-Friedenau, Körnerstr. 48 (FM 39).
- Schütze, Siegfried, Dipl.-Ing., Fried. Krupp Germaniawerft Kiel, Bremen, Georg-Gröning-Straße 28 (FM 31).
- Schulte, Adolf, Vorstandsmitglied der Finow Kupfer & Messingwerke A.G., Finow (Mark), Tel. Eberswalde 538 (M 32).
- Schulte & Bruns, Schiffswerft, Emden, Postfach 207 (KM 39).
- Schultes, Karl-Heinrich, Schiffsmaschinenbauer, Dipl.-Ing., unbek. verzogen (JM 53 — FM 36).
- Schultz, Alwin, Obergeringenieur, Lübberstedt, Bez. Bremen, Tel. Hambergen 30 (FM 1899).
- Schultz, Richard, Kapitän zur See (Ing.) a. D., Hamburg 4, Armgartstr. 18, Tel. 255 227 (M 30).
- Schultze, Julius, Dr. jur., Vorstandsmitglied der Oldenburg-Portugiesischen Dampfschiffsreederei, Hamburg, Mönckebergstr. 27 (FM 20).
- Schultze, Moritz, Bankdirektor i. R., Berlin W 62, Kurfürstenstr. 115, Tel. 25 82 88 (M 08).
- Schulz, Carl, Obergeringenieur der F. Schichau G. m. b. H., Elbing, Bismarckstr. 15, Tel. 2602 (FM 13).
- Schulz, Carl, Obergeringenieur d. Wilton-Fijenoord N. V. Schiedam (Holland), Willem de Zwygerlaan 9, Tel. 69808 (FM 08).
- Schulz, Christian, Ministerialdirektor i. R., Schwerin, Graf-Heinrich-Str. 141 (FM 18).
- Schulz, E. H., Prof. Dr.-Ing., Direktor des Forschungsinstituts der Kohle- und Eisenerforschung, G. m. b. H., Dortmund, Alte Radstr. 15 (M 38).
- Schulz, Werner, Dr. rer. pol., Direktor d. M. Pech G. m. b. H. für sanitären Bedarf und Hygiene, Berlin W 35, Am Karlsbad 15 (privat: Weinmeisterhöhe b. Spandau, Höhenweg) (M 31).
- Schulze, Alwin, Marineoberbaurat, Berlin-Steglitz, Forststr. 19 (FM 38).

- Schulze, Richard, Schiffbau-Oberingenieur, Germanischer Lloyd Berlin, Bln.-Friedenau, Fröaufstraße 7 (FM 35).
- Schulze-Hellwig, Friedrich-Franz, Ingenieur, Werftdirektor i. R., Ehrensensator der Universität Breslau, Hamburg 21, Hofweg 22, Tel. 223225 (FM 1899).
- Schumacher, Hugo, Ingenieur, Konstrukteur, Kiel-Dietrichsdorf, Eckberg 15 (FM 41).
- Schumann, Erich, Ministerialrat, Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 174/75 (FM 42).
- Schwaborn, Hans, Oberingenieur d. Schieß-Defries A.G., Düsseldorf, Berlin-Charlottenburg, Kranzallee 49 (M 30).
- Schwartzau, Walter, Ingenieur (Schiffsmaschinenbau), Hamburg 42, Schmachthaegerstr. 57 (FM 40).
- Schwarz, Robert, Dipl.-Ing., Direktionsassistent, Emden, Upstalsboomstr. 4 (FM 36).
- Schwebsch, Alfred, Dipl.-Ing., Fried. Krupp Germaniawerft A.G., Raisdorf/Holstein (M 09).
- Schwerd, Friedrich, o. Professor, Dipl.-Ing., Dr.-Ing. E. h., Technische Hochschule Hannover, Podbielskistr. 13, Tel. 37121, priv.: 60415 (M 18).
- Schwerdt, Paul, Direktor der AEG, Büro Hamburg, Hamburg 20, Heilwigstr. 37 (M 37).
- Schyberg, Ole, stud. arch. nav., unbek. verz. (JM 33).
- Sebb, Heinrich, Schiffbau-Ing., Danzig, Am Holzraum 13a (FM 39).
- Seeborn, Fritz, Dipl.-Ing., Hamburg 39, Rondeel 12 (JM 33 — FM 38).
- Seefisch, Dipl.-Ing., Marine-Oberbaurat, Bauaufsichtigung b. d. Germaniawerft Kiel (JM 34 — FM 37).
- Seehaus, Ernst, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Berlin W 50, Nachodstr. 22/23, Tel. 253915 (FM 31).
- Seide, Otto, Ingenieur, Bremen 8, Oldesloer Straße 8 (FM 08).
- Seiermann, Ludwig, Dr., Syndikus, stellvertr. Hauptgeschäftsführer der Reichsverkehrsgruppe Binnenschifffahrt und des Zentralvereins für deutsche Binnenschifffahrt e. V., Berlin-Schlachtensee, Spanische Allee 75 (M 30).
- Seifert, Rudolf, Professor u. Direktor d. Preuß. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin NW 87, Schleuseninsel im Tiergarten, Tel. 313431, priv.: 976117 (FM 29).
- Selman, George S., in Firma The Manganese Bronze & Brass Comp., London SW 1, Westminster, Caxton House (M 30).
- von Selve, Walther, Dr.-Ing., Rittergutsbesitzer, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 139 (LM 1900).
- Senst, Fritz, Dipl.-Ing., Schiffbaudirektor, Obk. d. Kriegsmarine, Berlin W 35, Tirpitzufer 72-76, Tel. 227921 (FM 23).
- Seysen, Friedrich, Marineoberbaurat, Berlin-Schlachtensee, Marinesteig 6 (FM 42).
- Shigemitsu, Atsumu, Direktor der Technisko Schiffbau-Versuchsanstalt, der Da. Mercantile Marine Bureau, Ministry of communications, Tokio (LFM 22).
- Siebel, Werner, Fabrikant der Siebelwerk G. m. b. H., Düsseldorf-Rath, Tel. 36361 (M 03).
- Siemann, Richard, Dr.-Ing., Baurat an der Staatl. Ingenieurschule in Bremen, Bremen, Kurfürstenallee 108, Tel. Hansa 46826 (FM 21).
- Siemens Apparate und Maschinen Gesellschaft m. b. H., Berlin SW 11, Askaniischer Platz 4, Tel. 195051 (KM 33).
- Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft, Berlin-Siemensstadt (KM 39).
- Sippell, Karl W., Dr.-Ing., Betriebsleiter, Kattowitz, Holteistr. 72 (FM 41).
- Sitte, H., Direktor i. R., Caputh b. Potsdam 2, Bahnstr. 2 (M 16).
- Six, Georg, Dipl.-Ing., Obering. i. F. Schichau G. m. b. H., Danzig-Langfuhr, Friedrichallee 5, I (FM 39).
- Skalweit, Richard, Dipl.-Ing., Germanischer Lloyd, Berlin-Wilmersdorf, Brabanter Str. 23, Tel. 875068 (FM 30).
- Söngens, Franz, Schiffbau-Ing., Danzig, Alt-schottland 6a, I (FM 37).
- Sörensen, Emil, o. Professor, Augsburg, Sebastianstr. 29 g (FM 37).
- Sohrweide, Hans, Amtsrat, Berlin-Steglitz, Grunewaldstr. 27 (FM 42).
- Sohst, Heinrich, Kaufmann i. Fa. F. A. Sohst, Hamburg, Schöne Aussicht 12 (M 38).
- Sombek, Cornelis, Stellv. Direktor d. Germanischen Lloyd i. R., Dierhagen i. M. (Ostseebad) (FM 1899).
- Sommer, Aloys, Dipl.-Ing., A.G. Weser, Bremen, Steinhäuserstr. 12 (FM 19).
- Sonntag, Kurt, Dr. jur., Rechtsanwalt und Notar, Berlin W, Kurfürstendamm 36 (M 32).
- Sonntag, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur, Lübeck, Travemünder Allee 13, pt. (FM 39).
- Sorge, Otto, Maschinen-Ingenieur d. Firma Otto Sorge, Berlin SW 29, Gneisenaustr. 115, Tel. 666385 (M 04).
- Spannhake, Wilhelm, Dipl.-Ing., Professor a. d. Technischen Hochschule, Karlsruhe-Rüppurr, Holderweg 36, Tel. 1526 (M 08).
- Sparringa, Arthur, Marine-Oberingenieur, Berlin-SW 61, Katzbachstr. 15 (FM 42).
- Specht, Gerhard, Dipl.-Ing., Hamburg 21, Heibelstr. 2 (FM 37).
- Spetzler, Carl, Dr.-Ing., Marinebaurat, Kriegsmarinewerft Wilhelmshaven, Roonstr. 113 (LFM 06).
- Spieckermann, Hinrich, Maschinenbau-Ingenieur, Bremen-Horn, Rowzeienstr. 87 (FM 36).
- Spieß, Ernst, Marinebaurat a. D., Bremen-Horn, Schwachhauser Heerstr. 272 (FM 08).
- Spitzer, Julius, Ingenieur, Direktor der Witkowitz Bergbau- und Eisenhüttenwerke-Gesellschaft, Eisenwerk Witkowitz, Mähren (M 17).
- Sporleder, Ernst, Dipl.-Ing., Vorstandsmitglied der Berliner Maschinenbau A.G. vorm. L. Schwartzkopff, Berlin N 4, Chausseestr. 23 (M 36).
- Sprengel, Heinz, Schiffbau-Ing., Hamburg 39, Dreistücken 5 p. (FM 41).
- Springer, Ferdinand, Dr. med. h. c., Dr. phil. h. c., Verlagsbuchhändler, Berlin W 9, Linkstraße 22—24 (M 36).
- Springer, Julius, Verlagsbuchhandlung, Berlin W 9, Linkstr. 22-24 (KM 40).
- Springorum, Ernst, Dipl.-Ing., Direktor der Firma G. & J. Jaeger G. m. b. H., Wuppertal-Elberfeld, Mettmanner Str. 79/99, Tel. 30271 (priv.: Wuppertal-Sonnborn, Zur Waldesruhe 68) (M 28).
- Springorum, Kurt, Dr. jur., Direktor d. Firma Admos Allgemeines Deutsches Metallwerk G. m. b. H., Berlin-Schlachtensee, Klopstockstr. 44/46, Tel. 841057 (M 34).
- Stache, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, i. Fa. H. C. Stülcken Sohn, Hamburg 11, Steinwärder (FM 37).
- Stachelhaus, Hermann, Reeder-Kaufmann, Heidelberg, Beethovenstr. 5, Tel. 3450 (M 04).
- Stage, Walter, cand. arch. nav., Danzig-Langfuhr, Friedenstr. 4 (JM 41).
- Stammell, Paul, Zivilingenieur, Hamburg 11, Steinhöft 3, Tel. 362129, privat 492365 (FM 17).
- Stangen, Carl, Major, Landwirt, Fabrikbesitzer, Kaufmann, Althärbäum, Post Eulenburg, Kreis Neustettin, Tel. Eulenburg (Kreis Neustettin) 51 (LM 18).
- Stapelfeldt, Franz, Generaldirektor d. Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Bremen 13, AG. Weser, Tel. Weser 84071, privat: Parkallee 95, Tel. Hansa 46500 (M 22).
- Stark, Gerhard, Dipl.-Ing. Obering., Leiter der Lübecker Flenderwerke, Scharbentz, Lübecker Bucht, Hansastr. 7 (FM 38).

- von Stauss, Emil Georg, Dr., Vizepräsident des Reichstages, Preuß. Staatsrat, Berlin W 8, Mauerstraße 39, Tel. 11 00 43 (M 10).
- Stegmann, Erich, Schiffbau-Oberingenieur in Firma F. Schichau G. m. b. H., Elbing, Talstr. 13, Tel. 3686 (FM 04).
- Stein, Erhard, Fabrikant, Gesellschafter u. Geschäftsführer der Fama & Famin G. m. b. H., Hannover, Schackstr. 8, Tel. 24215 (M 17).
- Stein, Richard, Fabrikant der Fama & Famin G. m. b. H., Fußbodenfabrik, Hannover, Haarstraße 4, Tel. 84313 (M 17).
- Steinbrück, Kurt, Dipl.-Ing., Marinebaurat, Berlin-Schmargendorf, Berkaerstr. 44 (Feldpost-Nr. 11004/IV) (FM 39).
- von den Steinen, Carl, Dr.-Ing., Marinebaurat a. D., Oberbaurat, Leiter der Forschungsstelle für Stabilität und Schwingungen der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg-Bergedorf 1, Grüner Weg 2 (FM 17).
- Steiner, Franz, Schiffbau-Oberingenieur im Marinekonstruktionsamt des Reichkriegsministeriums, Berlin-Wilmersdorf, Detmolder Str. 4 (FM 12).
- Steinmüller, L. & C., Röhrendampfkessel- und Maschinenfabrik, Gummersbach (KM 37).
- Stemmer, Henry, Dipl.-Ing., Marineoberbaurat, Wilhelmshaven, Bismarckstr. 118 (FM 28).
- Stephan, Kurt, Mitinhaber und alleiniger Geschäftsführer der Axt & Stephan G. m. b. H., Osthofen, Worms a. Rh., Renzstr. 27, Tel. Worms 5215 u. Osthofen 244 (FM 33).
- Stern, Fritz, Oberingenieur und Prokurist der Fa. Schulte & Bruns, Emden, Bentinksweg 2, Tel. 2506 (FM 18).
- Stettiner Oderwerke, Aktiengesellschaft für Schiff- und Maschinenbau, Stettin-Grabow (KM 39).
- Stewart, Edwin Lawson, Naval Architect, Standard Shipping Co., New York, 651 North Terrace Ave, Nount Vernon (FM 33).
- Stieghorst, Hermann, Dipl.-Ing., Prokurist der Howaldtwerke A.G., Wesermünde, Hartwigstraße 1 (FM 21).
- Hugo Stinnes G. m. b. H., Reederei, Mühlen-Ruhr, Schloßstr. 52—54 (KM 39).
- Stockder, Arnold, Dipl.-Ing., Oberingenieur d. F. Schichau G. m. b. H., Abt. Danzig, Hansaplatz 13 I (FM 29).
- Stockhuse, Carl, Schiffbau-Oberingenieur, Kiel-Neumühlen-Dietrichsdorf, Moorblöcken 10 (FM 1899).
- Stocks, Theodor, Dr., Professor Dr. rer. nat., Kustos am Institut und Museum für Meereskunde, Berlin NW 7, Georgenstr. 34/36 (M 38).
- Stoeker, Rolf, Dr.-Ing., Oberingenieur, Deutsche Werke Kiel A.G., Gotenhafen, Hermann-Löns-Str. 14 (FM 36).
- Stoebel, Helmut, Marinebaurat, Kiel, Seeblick 3 (FM 42).
- Strache, Arnold, Marine-Oberbaurat a. D., Dresden-Loschwitz, Calberlastr. 12 (FM 1899).
- Strasser, Oswald, Geh. Reg.-Rat, Senatspräsident beim Reichspatentamt, Berlin W 15, Fasanenstr. 64, Tel. 923387 (M 05).
- Srehlow, Bernhard, Dipl.-Ing., Oberingenieur d. Fried. Krupp Germaniawerft, Kiel, Forstweg 13 (FM 08).
- Strelow, Waldo, Dr.-Ing., Schiffs- u. Maschinenbau-Ingenieur, Altona-Kleinflottbek, Novalisstr. 5 (FM 11).
- Striepe, Kurt, Kaufmann, Industrie-Vertr., Hamburg-Gr. Flottbek 1, Gutzkowstr. 6 (M 36).
- Strohbusch, Erwin, Dr.-Ing., Wilhelmshaven, Strandhaus Seestern (FM 32).
- Strube, A., Dr., Generalkonsul a. D., Eystrup a. d. Weser (M 01).
- Stühlen, Peter, Dr.-Ing., Fabrikbesitzer, Köln-Kalk, Schließfach 13, Tel. 12689 (M 30).
- Sturm, Karl, Direktor der See-Berufsgenossenschaft, Hamburg 8, Zippelhaus 18, Tel. 312296 (M 29).
- Sturm, Otto, Ingenieur, Besichtiger des Germanischen Lloyd, Zoppot, Cecilienstr. 5 (FM 39).
- Sturtzel, Wilhelm, Professor a. d. Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg, Berlin SW 29, Fontanepromenade 11 (FM 42).
- Sudhaus, Wilhelm, Dipl.-Ing., Mar.-Hilfsbaurat, Kiel-Dietrichsdorf, Groß Ebbenkamp 5 Feldpost-Nr. 21916 (FM 39).
- Süchting, Wilhelm, Dipl.-Ing., Dr.-Ing. E. h., Direktor der Kom.-Ges. Blohm & Voß, Schiffswerft u. Maschinenfabrik, Flugzeugbau, Hamburg 1, Postschließfach, privat: Hamburg-Blankenese, Falkensteiner Ufer Nr. 74, Tel. 52 26 49 (FM 09).
- Süss, Johann Georg, Konstruktions-Ingenieur, Berlin-Reinickendorf-Ost, Graf-Haeseler-Str. 9 (M 14).
- Sütterlin, Georg, Oberingenieur und Prokurist der Kom.-Ges. Blohm & Voß, Hamburg-Blankenese, Caprivistr. 6 (FM 05).
- Sylvester, Emilio, Valparaiso (Chile), Cas. 816 (M 01 — LM 36).
- Tanaka, T. Rear Admiral, Kawasaki Dockyard, Kobe (Japan) (FM 30).
- Taphorn, Fritz, Regierungsbaumeister a. D., Direktor der Dortmund-Hörder Hüttenverein A.G., Technisches Büro Berlin, Berlin W 62, Budapester Str. 15, privat: Grunewald, Beymestraße 19 (M 30).
- Teichel, Hans, Dr.-Ing. ehr., Den Haag (Holland), Kneuterdijk 8, Tel. 11 32 25, Hamburg-Gr. Flottbek, Schenkendorfstr. 2 (FM 1899).
- Technischer Überwachungsverein Essen, Dienststelle Duisburg, Duisburg, Börsenstr. 10, Tel. 23 1 47—49 (KM 34).
- Techow, Alfred, Marine-Oberbaurat i. R., Wattenbeck über Neumünster (Holstein), Tel. Büro: Kiel 19 00, privat: Bordesholm 101 (FM 22).
- Tecklenborg, Fritz, persönlich haftender Gesellschafter der Bremer Tauwerk-Fabrik F. Tecklenborg & Co., Grohn-Vegesack, Tel. Vegesack 9 (M 37).
- Telfer, Edmund V., D. Sc. Ph. D. Naval Architect, Consul, Newcastle on Tyne, 12 Mosley Street (FM 25).
- Temmler, Theodor, Fabrikant, Temmler-Werke, Berlin-Karlshorst, Waldowallee 86/88 (M 16).
- Temple, Robert, Dipl.-Ing., Direktor der Degendorfer Werft und Eisenbau G. m. b. H., Degendorfer, Dr.-Pfahler-Str. 248/4 (FM 39).
- Teschner, Alexander, Dipl.-Ing., unbek. verz. (M 33).
- Tetens, Fritz, Dr. jur., Direktor und Rechtsanwalt, Berlin W 62, Landgrafenstr. 18, Tel. 24 93 76 (M 07).
- Tetzlaff, Lebrecht, Dr.-Ing., Stettin, Hellwigstraße 8 (JM 34 — FM 39).
- Teubert, Wilhelm, Dr.-Ing., Regierungs- und Baurat a. D., Inhaber d. Fa. Wilhelm Teubert-Windkraft-Zentrale, Berlin NW 87, Claudiusstr. 3, Tel. 39 14 07 (FM 13).
- Textor, Johannes, Fabrikant, unbekannt ver-zogen (M 24).
- Thal, Otto, Dipl.-Ing., Deschimag, A.G. Weser, Bremen, Ellhornstr. 45/II (JM 33 — FM 37).
- Thierry, Julius, Dipl.-Ing., Oberregierungsrat im Reichspatentamt, Kleinmachnow, Post Berlin-Zehlendorf, Märkische Heide 93 (FM 18).
- Thilo, Adolf, Schiffbau-Ingenieur, Reichswasserstraßen-Maschinenamt, Danzig-Land, Post Weißlinken, Tel. 28 3 97 (FM 21).
- Thomas, Eugen, Amtsrat im Oberkommando der Kriegsmarine, Bln.-Friedenau, Taunusstr. 31 II 1 (FM 42).
- Thürmel, Erich, Dr., Direktor der Siemens & Halske, A.G., Berlin-Siemensstadt, Kabelwerk Gartenfeld (M 32).

- Thulin, P. G., Generalkonsul, Nordström & Thulin, Stockholm, Tel. 231740 (M 03).
- Tiefen, Ernst, Schiffbau-Techniker, Danzig-Langfuhr, Hildebrandtsweg 19 (FM 39).
- Tietjen, Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Danzig-Langfuhr, St. Michaelsweg 83b/II (FM 39).
- Tietjens, Oskar, Dr. o. Professor an der Techn. Hochschule Wien, Berlin-Schmöckwitz, Lindenstraße 24 (FM 42).
- Tigler, Hermann, Direktor i. Firma Demag A.G., Duisburg, Angermund, Auf der Krone 105, Tel. Duisburg 60735 (M 26).
- Tiller, Artur, Zivilingenieur und Konstruktionsbüro für Jachtbau, Berlin-Halensee, Markgraf-Albrecht-Str. 9, Tel. 97 71 34 (FM 30).
- Tillmann, Max, Dr.-Ing., Zivilingenieur, Hamburg 24, Eilenau 13, Tel. 253513 (FM 12).
- Többicke, Karl Heinz, Dipl.-Ing., Wilhelms-haven, Herbartstr. 90 I (JM 34).
- Tölke, August, Amtsrat, Berlin-Friedenau, Rubensstr. 42 (FM 42).
- Tollert, Walter, Marineoberingenieur d. R., Potsdam, Schützenstr. 21 (FM 42).
- Tomschi, Franz, Oberingenieur, Linz a. D., Hafenstr. 61 (FM 41).
- Torner, Herbert, Dipl.-Ing., Abt.-Leiter d. F. Schichau G. m. b. H., Elbing, Clausewitzstr. 13, Tel. 42 64 (FM 37).
- Totz, Richard, Professor an der Technischen Hochschule, Direktor der I. Donaudampfschiffahrtsgesellschaft und Marine-Ober-Ingenieur i. R., Wien XVIII, Gersthofstr. 126, Tel. B 48774 (FM 04).
- Toussaint, Heinrich, Oberwerftdirektor a. D., Berlin - Grunewald, Wangenheimstr. 29 (FM 1899).
- Tradt, Max, Dipl.-Ing., Schiffbaudirektor und technisches Vorstandsmitglied der Danziger Werft A.G., Danzig-Langfuhr, Prinzenweg 27 (FM 08).
- Trauboth, Walther, Direktor d. Mix & Genest A.G., Berlin-Friedenau, Südwestkorso 69, Tel. 835052 (M 08).
- Trautmann, Carl, Ingenieur, Königsberg/Pr., Spandienen III, 1776 Nr. 21 (M 39).
- Troost, Laurens, Ir., Direktor der Schiffbauversuchsanstalt, Wageningen (Holland), Haagsteeg 2, Tel. 2391 (FM 30).
- Türk, Otto, Oberingenieur, Berlin-Charlottenburg 9, Mecklenburgallee 22a, Tel. 99 22 97 (M 32).
- Türk, Richard, Betriebsdirektor in Reederei „Braunkohle“ G. m. b. H. & Co., Köln, Wesseling, Bez. Köln, Auf dem Sonnenberg 15 (FM 21).
- Tuschka, Fritz, Dipl.-Ing., Askania-Werke A.G., Berlin-Friedenau, Kaiserallee 88 (M 37).
- Uittenbogaart, Franziskus, Wilh., Schiffsreeder, Wassenaar Holland, Persyiaan 3 (FM 38).
- Ulfers, Otto, Ministerialrat im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Halensee, Paulsbörner Str. 8, Tel. 97 73 33 (FM 13).
- Ullmann, Eduard, Dipl.-Ing., Wilhemshaven, Kaiserstr. 67 (FM 39).
- Ulrichs, Carl, Dipl.-Ing., Direktor der Deutschen Schiffs- und Maschinenbau A.G., Bremen, Gröpelinger Heerstr. 413, Tel. Weser 80121 (FM 18).
- Umlauf, Fritz, Dipl.-Ing., Marinebaurat, Dienststelle Feldpost-Nr. 09012 (JM 33 — FM 39).
- von Umlauff, Carl A., Dipl.-Ing., Chefkonstrukteur u. Abteilungsleiter bei der I. Donaudampfschiffahrtsgesellschaft, Wien 27, Handelskai 204 I/10 (FM 36).
- Unger, Leopold, Oberingenieur, Danzig-Langfuhr, Brunshöferweg 7 (FM 39).
- Vaas, Wilhelm, Dr. sc. pol., Inhaber der AGIL Schweißverfahren, Dr. Vaas Kom.-Ges., Berlin-Oberschöneweide, Tabbertstr. 14 (M 35).
- Vedeler, Georg, Ingenieur, Westfal-Larsen & Co. A/S. Schiffsreederei, Bergen (Norwegen), Kalfarli 21, Tel. 10305 (FM 28).
- Vender, Bruno Carl, Maschinenbau-Ing. bei der Schiffs- und Maschinenbau A.G., Mannheim-Lindenhof, Kalmitstr. 51, Feldpost-Nr. 11004/IV (M 37).
- Verein Deutscher Schiffswerften e. V., Hamburg 1, Mönckebergstr. 7, Tel. 336755 (KM 30).
- Vereinigte Aluminium-Werke A.G., Hauptverwaltung, Berlin W 8, Behrenstr. 14—16, Tel. 1174 21 (KM 33).
- Vereinigung der Deutschen Dampfkessel- und Apparate-Industrie, E. V., Düsseldorf, Sternstr. 33, Tel. 36406 (KM 30).
- Verhovsek, Rudolf, Dipl.-Ing., Rendsburg, Seestadt Wismar, Rostocker Str. 2 (FM 38).
- Vettin, Günther, Student, Danzig-Langfuhr, Hindenburgallee 23 (JM 39).
- Veverka, Karl Fr., Schiffbau - Ingenieur, Lübeck, Arndtstr. 16 I (FM 41).
- von Viebahn, Friedrich Wilhelm, Dr.-Ing., Wehrwirtschaftsführer, Direktor der Daimler-Benz A.G., Stuttgart-Untertürkheim (FM 10).
- Vinnen, Werner, Reeder i. Fa. F. A. Vinnen & Co., Bremen, Contrescarpe 20 (M 37).
- Voerste, Otto, Direktor der Hanseatischen Zweigniederlassung der Siemens - Schuckertwerke, Hamburg, Semperhaus, Spitalerstr. 10, Tel. 327134 (M 08).
- Vögler, Albert, Dr.-Ing., Dortmund, Postfach 211, Tel. 20301 (M 11).
- Völker, Helmuth, Dr.-Ing., Leiter der Rheinwerft Walsum der Gutehoffnungshütte A.G., Duisburg, Saarstr. 10 (M 34).
- Vogel, Hans, Direktor der A.G. Weser, Bremen, Kronprinzenstr. 68 (FM 22).
- Vogt, Paul, Oberingenieur, Werftdirektor a. D., Verein Bremer Seeversicherungs-gesellschaften, Bremen, Hartwigstr. 2, Tel. 46363 (FM 18).
- Voigt, Rudolf, Dipl.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule, Berlin-Siemensstadt, Schuckertdamm 346 (FM 38).
- J. M. Voith, Maschinenfabrik, Heidenheim a. d. Brenz, Tel. SA 2041 (KM 33).
- Voith, Walter, Dr.-Ing. h. c., Fabrikant, J. M. Voith, Maschinenfabrik St. Pölten, Maria-Theresia-Str. 23, Tel. St. Pölten 132 (M 33).
- Vollbett, Otto, Oberingenieur der Deschimag A.G. Weser, Bremen, An der Weide 34, Tel. Domsheide 25870 (M 13).
- Vollmer, Franz, Schiffbau-Ingenieur, vereidigter Sachverständiger bei der Industrie- und Handelskammer Stettin, Stettin, Jessenstr. 18, Tel. 33481 (FM 08).
- Vopel, Wilhelm, Schiffbau-Ing., Aken/Elbe, Elbestraße 6 (FM 39).
- Vorkauf, Heinrich, Dr.-Ing., Gesellschaft für La Mont-Kessel, Berlin NW 7, Schadowstr. 1b, Tel. 11 06 67 (M 35).
- Vos, Bernhard, Dipl.-Ing., Beratender Ingenieur, Ryswyk, Zuid-Holland, Nassaukade 41, Post an: Beim Wehrbeauftragten Amsterdam, über Luftgaupostamt Amsterdam, durch dt. Dienstpost Niederlande (FM 17).
- Vob, Jochen, Dipl.-Ing., Wilhemshaven, Roonstraße 7, III (JM 33 — FM 39).
- Vobnack, Ernst, Professor für Schiffbau, Technische Hochschule, Delft (Holland), Tel. 441 (FM 1899).
- Vrede, Anton, Dipl.-Ing., Wesermünde-G., Boriesstr. 20 I (FM 13).
- Waas, Heinrich, Dipl.-Ing., Marine-Oberbaurat im OKM, Berlin-Nikolasssee, Westhofener Weg 18 (M 35).
- Wach, Hans, Dr.-Ing., Kirchberg-Zürich, Seestraße 57 (FM 09).
- Wächter, Franz, Ingenieur, Zoppot, Schäferstraße 18 (FM 16).
- Wälde, Rudolf, Dipl.-Ing., ordentl. Professor an der Technischen Hochschule, Darmstadt, Wittmannstr. 53, Tel. 4058 (FM 20).

- Wagenführ, Felix, Oberstleutnant a. D., Geschäftsführer der Arado-Flugzeugwerke G. m. b. H., Berlin-Grünwald, Teplitzer Str. 4, Tel. 89 60 54 (M 30).
- Wagner, Alfons, Direktor der Siemens-Schuckert Werke A.G., Siemensstadt, Berlin-Dahlem, Brümmerstr. 10, Tel. 76 24 64 (M 30).
- Wagner, Theodor Hinrich, Ingenieur, Köln-Thielenbruch. Im Thurner Feld Nr. 33 (FM 39).
- Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m. b. H., Dortmund, Dortmunder Feld 2 (KM 39).
- Wahl, Gustav, Schiffbaudirektor i. R., Kiel, Adolfplatz 6, Tel. 13828 (FM 13).
- Walcher, Ernst, Marine-Waffenbau-Direktor, Kiel, Kirchenstr. 3 (FM 19).
- Waldmann, Ernst, Dr.-Ing., Studien- und Baurat, Hamburg, Rahlstedt, Hermannstr. 37 (FM 12).
- Wallmann, Carl, Hüttendirektor d. Deutsche Röhrenwerke A.G., Mülheim-Ruhr, Ruhrstr. 5, Tel. 44314 (M 22).
- Wallwitz, Franz, Werftdirektor i. R., Altona-Gr. Flottbek, Neuding 4, Tel. Hamburg 491602 (FM 28).
- Waltenbauer, Hans, Dipl.-Ing., 1. Sachbearbeiter d. Versuchsstelle der Luftwaffe, Peenemünde a. U. 2, Boelcke-Ring 6a (JM 33 — FM 39).
- Walter, Hellmuth, Ingenieur, Kiel, Düppelstraße 14b (M 31).
- Walter, Johann Martin, Ingenieur und Direktor, unbek. verzogen (FM 07).
- Wandel, Fritz, Ingenieur, Abteilungsleiter bei Schichau, Elbing, Friedrich-Wilhelm-Platz 16 (FM 13).
- Wandesleben, Hermann, Dipl.-Ing., Essen, Ladenspelderstr. 68 (FM 10).
- Wangerin, Albert, Dipl.-Ing., Marinebaurat, Bln.-Charlottenburg, Uhlandstr. 20 II r. (FM 42).
- Waninger, Carl, Direktor d. Rheinmetall, Bln.-Frohnau, Lodystr. 33 (M 29).
- Wanted Tankschiff Rhederei G. m. b. H., Hamburg, Neuer Jungfernstieg 21 (FM 39).
- Weber, Heinrich, Dipl.-Ing., Marineoberbaurat, Warnemünde, Parkstr. 32 (FM 14).
- Weber, Moritz, Dr.-Ing., ordentl. Professor der Mechanik, Technische Hochschule Berlin, Berlin-Nikolassee, Lückhoffstr. 19, Tel. 80 54 05 (FM 13).
- Weber, Paul, Reederei-Ingenieur, Teilhaber der Fa. Th. Weber & Söhne, Köln, Am Leystapel 39, Tel. 226154 (M 34).
- Wedekindt, Herbert, Marine-Oberingenieur a. D., Besichtigter des Germanischen Lloyd, techn. Aufsichtsbeamter der See-Berufsgenossenschaft, Königsberg-Lawsken, Verlängerte Apfelbaum-Str. — Ecke Str. 1056. Ruf: 21376 (FM 38).
- Wegener, Erich, Dipl.-Ing., Schiffsbesichtigter des Germanischen Lloyd, Bremen, Kronprinzenstraße 60, Tel. 45512 (FM 22).
- Wehber, Friedrich, Zivil-Ingenieur, Kiel, Lautziusstr. 13 (FM 18).
- Wehland, Heinrich, Ingenieur, Bremen, Richtenhofenstraße 42 (FM 39).
- Wehr, Bernhard, Dipl.-Ing., Patentanwalt, in Fa. Patentanwälte Wehr & Seiler, Berlin SW 61, Belle-Alliance-Platz 6a, Tel. 17 20 28/29 (M 34).
- Wehrli, Harry, Oberingenieur, Berlin-Lichterfelde, Mittelstr. 6, Tel. 73 37 17 (M 12).
- Weichardt, Rudolf, Marinebaurat a. D., in Fa. Kraft & Weichardt, Bremen, Domshof 24/25, Tel. 20517 (FM 11).
- Weidhoff, Georg, Dr.-Ing., Dipl.-Ing. im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin-Charlottenburg, Gutenbergstr. 2 (FM 13).
- Weidhoff, Hans-Georg, cand. arch. nav., Feldpost-Nr. 45235/V, Kriegsmarine, Matrose II (JM 39).
- Weidemann, Alex, Direktor und Vorstand der Lloyd Dynamowerke A.G., Bremen, Osterdeich 253, Tel. 44061 (M 24).
- Weidler, Hans, Maschinenbau-Ingenieur, Kiel, Lautziusstr. 38 (M 34).
- Weinblum, Georg, Dr.-Ing., a. o. Professor, i. Fa. Gebr. Sachsenberg, Dessau-Roßlau, Werft Sachsenberg (FM 27).
- Weingart, Wilhelm, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Deutschen Werft, Hamburg-Großflottbek, Adickesstr. 179 (FM 37).
- Weinmar, Reinhold, Dipl.-Ing., Vorstand des Techn. Büros d. SSW, Bremen, An der Weide 14 (M 40).
- Weir, Lord, The Rt. Hon. G. C. B., Chairman of Directors, in Fa. G. & J. Weir Ltd., Glasgow, Holm Foundry, Cathcart (FM 25).
- Weiss, Georg, Dipl.-Ing., Marinearsenal, Kiel-Mönckeberg, Mülzenberg (FM 35).
- Weiss, Julius, Dipl.-Ing., Direktor, Köln, Apostelnkloster 21/25 (M 21).
- Weisser, Albert, Dipl.-Ing., Fried. Krupp-Germaniawerft A.G., Kiel, Gutenbergstr. 16 (FM 32).
- Weissshun, Friedrich, Kaufmann, i. Fa. Farbenfabrik Hansa G. m. b. H., Kiel, Eisenbahndamm 12, Tel. 1857/61 (M 24).
- Weitbrecht, Hans Martin, Dr.-Ing., Oberregierungs- u. -baurat, Preuß. Versuchsanstalt f. Wasser-, Erd- u. Schiffbau, Berlin NW 87, Schleuseninsel im Tiergarten, Tel. 31 34 31 (FM 12).
- Welin, Axel, Ingenieur, Stockholm, Bellmangatan 15, Tel. 416979 (M 01).
- Wellhöner, Karl, Marine-Ingenieur, Kiel, Clausewitzstr. 14 (FM 41).
- Wels, Wilhelm, Ingenieur, Grevenkügel über Kiel, Tel. Flintbek 277 (FM 25).
- Wempe, Friedrich, Direktor d. Maschinen- u. Armaturenfabrik vorm. C. Louis Strube A.G., Magdeburg-Buckau, Porsestr. 15, Tel. 42162 (M 24).
- Wendel, Johannes, Werftdirektor, Mannheim, Werftstr. 6—24 (FM 38).
- Wendenburg, Hermann, Baurat und Werftdirektor a. D., Bremen, Hohenlohestr. 11a (FM 1899).
- Wendler, Hermann, Dipl.-Ing. b. Blohm & Voß, Wandsbek, Waldstr. 15, Tel. 288537 (M 08).
- Wenske, Wilhelm, Ingenieur, Direktor a. D., Vertreter erster industrieller Werke, Frankfurt a. M., Westendstr. 92 (M 14).
- Werft Nobiskrug G. m. b. H., Rendsburg, Neue Kielerlandstr. 61 (KM 39).
- Werneke, Paul, Oberingenieur, Leiter des Verkaufsbüros Hamburg der Motoren-Werke Mannheim A.G., Wellingsbüttel b. Hamburg, Buchenweg 18, Tel. Hamburg 596456 (FM 13).
- Werner, Erich, Amtsrat (Schiffbauingenieur), Berlin-Friedenau, Ringstr. 19 (FM 42).
- Werner, Julius, Gesellschafter und Geschäftsführer der Deutschen Bitunamelgesellschaft m. b. H., Hamburg 20, Kugelfang 16 (LM 20).
- Werner, Rudolf, Dipl.-Ing., unbek. verzogen (FM 38).
- Weschenfelder, Karl, cand. ing., Berlin-Friedenau, Moselstr. 91 (JM 42).
- Wesemann, Adolf, Oberingenieur, i. Fa. Ottensener Eisenwerk A.G., Hamburg, Abt. Schiffswerft, Tel. 26 86 97, Hamburg 26, Cimbernweg 5 I (FM 37).
- Westphal, Eberhard, Dr.-Ing., in Firma F. Schichau G. m. b. H., Elbing, Königsberger Straße 44, Tel. 3200 (FM 30).
- Wiebe, Eduard, Maschinenbaudirektor bei F. Schichau A.G., Elbing (Westpreußen), Sonnenstraße 67 (FM 1899).
- Wiebe, Walther, Oberingenieur, Bremen I, Dietrich-Schaefer-Str. 20 (FM 37).
- Wiechmann, Harry, Oberingenieur, Bremen, Bülowstr. 15a (FM 37).
- Wiedemann, Fritz, Dr., Prokurist des Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikats, Essen, Richard-Wagner-Str. 23, Tel. 50300 (M 35).
- Wiegel, Richard, Marine-Oberbaurat, Maschinenbaudirektor i. R., Zeitz, Rasberger Str. 3 (FM 24).

- Wiemann, Fritz, Fabrikant, in Fa. Gebr. Wiemann, Brandenburg a. Havel, Packhofstr. 29, Tel. 2027 (M 17).
- Wiemann, Karl, Ingenieur, in Fa. Gebr. Wiemann, Brandenburg a. Havel, Packhofstr. 29 (FM 33).
- Wilhöft, Eduard, Schiffbau-Ing., Danzig, Kniprodeweg 48 (FM 39).
- Wilke, Otto, Ingenieur und Maschineninspektor des Germanischen Lloyd, Oldenburg i. O., Friederikenstr. 8 (FM 36).
- Wilken, Heinrich, Kaufmann, Betriebsführer i. Fa. Becker, Bauer & Co., Hamburg 20, Lenhartzstr. 9/III (M 21).
- Will, Julius, Reedereiinspektor der Reederei H. Schuldt, Hamburg, Alsterdamm 8 (M 36).
- Wimmer, Julius Heinrich, Direktor des Bremer Vulcan, Vegesack, Weserstr. 88 (M 38).
- Winkler, Kurt, Dr.-Ing., Fabrikdirektor, Frankenthal, Vierlingstr. 6 (M 36).
- Winter, Heinrich, Stadtamtmann a. D., Berlin-Friedenau, Rubensstr. 11 (M 42).
- Winter, Johann, Obergeringieur der Seeverfugengesellschaft, Hamburg, Zippelhaus 18, Tel. 312295 (FM 24).
- Winter-Güntner, Berthold, Dr.-Ing., Geh. Baurat, Nürnberg, Vestnertorgraben 31 (M 08).
- Winterhoff, Fritz, Dr.-Ing., Hüttendirektor, Mülheim-Ruhr, Lembkestr. 32 (M 39).
- Wirtz, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Direktor d. Deutsch-Luxemburgischen Bergwerk- und Hütten A.G., Direktor der Friedrich-Wilhelm-Hütte, Mülheim-Ruhr, Aktienstr. 15 (M 04).
- Wischer, Herbert, Dipl.-Ing., Ministerialrat im OKM, Berlin-Lichterfelde-West, Gerichtstr. 11, Tel. 737854 (FM 18).
- Wiss, Ernst, Dr.-Ing. E. h., Fabrikdirektor i. R., vorm. bei I. G. Farbenindustrie A.G., Oberursel (Taunus), Oberhöchstatter Str. 69, Haus Wiß (M 07).
- Witt, Friedrich, Obergeringieur, Hamburg, Bismarckstr. 116 (FM 19).
- Wittenburg, Hermann Friedrich, Inhaber der Fa. Rud. Otto Meyer, Hamburg 23, Pappelallee 23/29, Tel. 287851 (M 17).
- Wittholt, Walter, Ing., Bremen, Steffensweg 164, II (FM 39).
- Wölk, Hermann, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Marinebaurat und Referent im OKM, Bln.-Friedenau, Benningsenstr. 2, Tel. 836504 (FM 18).
- Woermann, Günther, Dipl.-Ing., Direktor, Danzig, Hindenburgallee 58 (FM 41).
- Woermann-Linie A.G., Deutsche Ost-Afrika-Linie, Reederei, Hamburg 8, Gr. Reichenstraße 25/27, Tel. 361009 (KM 31).
- Wörner, Karl, Dipl.-Ing., Deschimag, Bremen-Horn, Vorstr. 40 (FM 42).
- Wojan, Waldemar, Ingenieur, Inhaber der Fa. A. & W. Wojan Schiffswerft, Danzig-Troyl (FM 37).
- Wolf, Friedemann, Dipl.-Ing., Berlin-Zehlendorf, Johannistisch 4 (FM 37).
- Wolff, Gerhard, Amtmann, Berlin-Wilmersdorf, Sodenerstr. 32 (FM 42).
- Wolfenstetter, Josef, Dipl.-Ing., Direktor der Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Bremen, Hohenzollernstr. 37b, Tel. 45034 (M 08).
- Wolff, Werner, Dipl.-Ing., Kiel-Gaarden, Heischstr. 6 (JM 34 — FM 38).
- Wolfrum, Siegfried, Dipl.-Ing. Direktor beim Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 65, Tel. 1011 (FM 17).
- Wolmann, Karl, Dr.-Ing. E. h., Dipl.-Ing., Allgemeine Holzimprägnierung G. m. b. H., Berlin W 35, Viktoriast. 31, Tel. 212341, privat: Grunewald, Schinkelstr. 4, Tel. 506982 (M 35).
- Worsoe, Wilhelm, Ingenieur i. R., Essen, Am Bernerwäldchen 1 (FM 1900).
- Wragge, Friedrich, Dipl.-Ing., Stettin 1, Klosterhof 1a (FM 37).
- Wriedt, Hans F., Kaufmann, Fairlawn, Totteridge Herts. (M 19).
- Wrisenberg, Hans, Ingenieur, Bremen 4, Erlenstr. 66/II, Fp.-Nr. 37455 (FM 42).
- Wrobbe, Gustav, Dr.-Ing., Professor, Berlin W 15, Meierottostr. 4 (LFM 13).
- Wünsch, Guido, Direktor der Askania-Werke, Berlin-Wannsee, Kylemann-Ecke Herwarthstr. (FM 31).
- Wurm, Erich, MarineOberbaurat a. D., Abteilungschef im Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin W 15, Meierottostr. 5, Tel. 920753 (FM 14).
- Wustrau, Harry, MarineOberbaurat a. D., Bln.-Grunewald, Wilmannstr. 19/I (FM 05).
- Yamamoto, Yoshio, Schiffbau-Ingenieur, Professor a. Tokyo Imperial University, Naval Architecture Department, Faculty of Engineering, Tokio (Japan) (FM 33).
- Yang, S., Direktor, Shanghai, 212 Kiangse Rd. Kinchong Building, Bank Room 201 (FM 30).
- Zangen, Wilhelm, Generaldirektor der Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf, Mannesmannhaus (M 36).
- Zapf, Franz, Dipl.-Ing., Referent im Reichsluftfahrtministerium, unbek. verzogen (FM 31).
- Zapf, Georg, Dr.-Ing. E. h., Dr. phil. h. c., Generaldirektor i. R., Schluitfeld, Post Wessling, Obb. (M 03).
- Zeidler, Günther, Ingenieur, Berlin-Zehlendorf, Goethestr. 35 (FM 37).
- Zeise, Peter Theodor, Fabrikbesitzer i. Fa. Theodor Zeise, Altona, Friedensallee 7/9, Tel. 426085 (LM 22).
- Zeller, Oscar, Dr.-Ing., Dr. jur., Dipl.-Ing. Patentanwalt, Ratsherr, Hamburg 5, Große Allee 30, Tel. 242723 (M 26).
- Zeltz, Wilhelm, Dipl.-Ing., Baurat im techn. Schuldienst, Ing.-Schule Bremen, Bremen, Prager Straße 10 (FM 37).
- Zetzschke, Siegfried, Amtsrat, Bln.-Friedenau, Cranachstr. 15/III (FM 42).
- Zeyss, Georg, Dr.-Ing., Kriegsmarinewerft, Kiel, Waitzstr. 32 (FM 13).
- Zickero, Karl, Schiffbau-Obergeringieur, Betriebsleiter der Deschimag Werk Seebeck, Wesermünde-G., Verbindungsstr. 1 (FM 09).
- Zieger, Erich, Vizeadmiral (Ing.), Schiffsmaschinen-Inspektion, Wilhelmshaven (M 40).
- Ziegler, E. T., Ingenieur i. R., Remda, Landkreis Rudolstadt (Thüringen) (M 14).
- Ziegler, Heinz, Ingenieur, Berlin-Niederschönhausen, Am Iderfenngraben 22 (M 42).
- Zilm, Helmut, Dipl.-Ing., Marinebaurat, Potsdam-Babelsberg, Sauerbruchstr. 5 (JM 33 — FM 41).
- Zimmermann, Erich, Dr.-Ing., MarineOberbaurat d. R., Bremen, Brahmstr. 24, Tel. Hansa 46103 (FM 12).
- Zimmermann, Karl, MarineOberbaurat, Kiel, Hohenbergstr. 13 (FM 38).
- Zinnius, Hans, Dipl.-Ing., Berlin-Charlottenburg, Osnabrücker Str. 17 (FM 37).
- Zoelly-Weillon, Heinrich, Dr.-Ing. h. c., Alterspräsident der A.G. Escher Wyss & Co., Zürich 2 (Schweiz), Scheideggstr. 45, Tel. 35504 (LFM 06).
- Zöpf, Theodor, Maschinenbau-Ingenieur i. R., Thorn, Ludendorffstr. 28 (FM 1899).
- Züblin, Carl, Dipl.-Ing., Berlin-Waidmannslust, Zabel-Krüger-Damm 19 (FM 13).
- Zürn, Walter, Geschäftsführer d. W. Zürn G. m. b. H., Berlin SW 11, Schöneberger Str. 23, I, Tel. 197777/78 (M 11).
- Zwiebler, Gerhard, Seefahrtsschuldirektor, Stettin, Kaiser-Wilhelm-Str. 9/II (FM 42).

F. Zusammenstellung der Körperschaftlichen Mitglieder:

- Allgemeine Electrizitätsgesellschaft, Berlin.
Atlas-Werke A.G., Maschinenfabrik, Gießereien, Schiffbau, Bremen.
Baltik-Werft G.m.b.H., Stolzenhagen bei Stettin.
Bayrischer Lloyd-Schiffahrtsgesellschaft, Regensburg.
Berliner Kraft- und Licht (Bewag)-A.G., Berlin.
Bibliothek der Technischen Hochschule Dresden, Dresden A 24, Bismarckplatz 18 (KM 41).
Blohm & Voß, Schiffswerft und Maschinenfabrik, Hamburg.
Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A. G., Bochum i. W.
Bremer Vulkan, Schiffbau und Maschinenfabrik, Vegesack.
Brown-Boveri & Cie. A.G., Mannheim.
Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Neptun“, Bremen.
Danziger Werft A.G., Danzig.
Deutsche Gesellschaft für Elektroschweißung E.V., Berlin.
Deutsche Lufthansa A.G., Berlin.
Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Schiffswerft und Maschinenfabrik, Bremen.
Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.G., Schiffswerft und Maschinenfabrik, Werk: Seebeck, Wesermünde-G.
Deutsche Schiffspfandbriefbank A.G., Berlin.
Deutsche Vacuum Oel A.G., Hamburg.
Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co. (Verlag der Zeitschrift „Schiffbau, Schifffahrt und Hafenbau“), Berlin.
Deutsche Werft, Hamburg.
Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel.
Deutscher Transport-Versicherungs-Verband, Berlin.
Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.G., Dortmund.
Elsflether Werft A.G., Schiffswerft und Reparaturanstalt, Elsfleth.
Fachgruppe Reeder, Hamburg.
Felten & Guillaume Carlswerk A.G., Köln-Mülheim.
Finow, Kupfer- u. Messingwerke A.G., Finow (Mark).
Flensburger Schiffsbau-Gesellschaft, Flensburg.
Friese, C., Möbelfabrik, Kiel.
von Galkowsky & Kielbock, Metallwerke A.G., Finow (Mark).
Fried. Krupp Germaniawerft A.G., Kiel-Gaarden.
Germanischer Lloyd, Schiffsklassifikations-Gesellschaft, Berlin.
Gesellschaft der Freunde und Förderer der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg.
Rud. Christ. Gribel, Reederei, Stettin.
Gutehoffnungshütte Oberhausen A.G., Oberhausen (Rhld.).
Hafenbautechnische Gesellschaft, Berlin.
Hamburg-Amerika Linie, Reederei, Hamburg.
Hitzler, Theodor, Schiffswerft, Hamburg.
Howaldtswerke A.G., Hamburg.
Hüttenwerke Siegerland A.G., Siegen.
I. G. Farbenindustrie A.G., Frankfurt a. M.
N. V. Ingenieurskantoor voor Scheepsbouw, Den Haag (Holland).
C. H. Jaeger & Co., Pumpen- und Gebläse-Werk, Leipzig.
Dr.-Ing. Kieback & Peter, Meßgeräte und Regler, Berlin-Britz, Jahnstr. 33.
Kjellberg Elektroden & Maschinen G.m.b.H., Finsterwalde (N.-L.).
Klößner-Humboldt-Deutz A.G., Köln-Deutz.
Königlich-Ungarische Fluß- und Seeschiffahrts A.G., Budapest.
Laeisz, F., Reederei, Hamburg.
Lübecker Flender-Werke A.G., Lübeck.
Lübecker Maschinenbaugesellschaft, Lübeck.
Lüdicke, Herm. Fr., & Co., G.m.b.H., Berlin-Teltow.
Lühring, Conrad, Schiffswerft, Brake/O.
Lürßen, Yacht- und Bootswerft, Vegesack-Bremen.
Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf.
Maschinenbau A.G., Bochum i. W.
Maschinenbau u. Bahnbedarf A.G., Berlin.
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.G., Augsburg.
Minimax Aktiengesellschaft, Berlin.
Mitteldeutsche Stahlwerke A.G., Stahl- und Walzwerke Friedrich Flick K.-G.
Motorenwerke Mannheim A.G., Mannheim.
Neue Deutsch-Böhmische Elbschiffahrt A.G., Dresden.
Neumann & Borm, Apparatebau Gesellschaft, Berlin.
Norddeutsche Seekabelwerke A.G., Nordenham a. d. Weser.
Norddeutscher Lloyd (Zentralabteilung), Bremen.
Norderwerft A.G., Schiffswerft und Maschinenfabrik, Hamburg.
„Nordsee“, Deutsche Hochseefischerei Bremen, Cuxhaven.
Nordseewerke Emden G. m. b. H., Emden.
Oelkers, Johann, Schiffswerft und Maschinenfabrik, Hamburg-Wilhelmsburg, Nippoldstr. 8.
Reichsbund Deutscher Seegeltung E.V., Berlin.
Rheinmetall-Borsig AG., Werk Borsig, Berlin-Tegel.
Ruhrstahlaktiengesellschaft, Witten.
Sachsenberg, Gebrüder, Dessau-Roßlau.
Sachsenwerk Licht- und Kraft-Aktiengesellschaft, Niedersedlitz (Sachsen).
Schat-Davit G. m. b. H. in Deutschland, Hamburg.
F. Schichau G. m. b. H., Elbing.
Schieß-Defries A.G., Düsseldorf.
Schmidt'sche Heißdampf-Gesellschaft m. b. H., Kassel-Wilhelmshöhe.
Schulte & Bruns, Schiffswerft, Emden.
Siemens-Apparate- und Maschinengesellschaft m. b. H., Berlin.
Siemens-Schuckertwerke A.G., Berlin-Siemensstadt.
Springer, Julius, Verlagsbuchhandlung, Berlin.
L. & C. Steinmüller, Röhrendampfkessel- und Maschinenfabrik, Gummersbach.
Stettiner Oderwerke, A.G. für Schiff- und Maschinenbau, Stettin-Grabow.
Hugo Stinnes G.m.b.H., Reederei, Mülheim-Ruhr.
Technischer Überwachungs-Verein Essen, Dienststelle Duisburg.
Verein Deutscher Schiffswerften e. V., Hamburg.
Vereinigte Aluminium-Werke A.G., Hauptverwaltung, Berlin.
Vereinigung der Deutschen Dampfkessel- und Apparate-Industrie E. V., Düsseldorf.
J. M. Voith, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Heidenheim a. d. Brenz.
Wagner & Co., Werkzeugmaschinenfabrik m.b.H., Dortmund.
Waried Tankschiff Rhederei G.m.b.H., Hamburg.
Werft Nobiskrug G. m. b. H., Rendsburg, Neue Kielerlandstr. 61.
Woermann-Linie A.G., Deutsche Ostafrika-Linie, Reederei, Hamburg.

II. Bericht über das 43. Geschäftsjahr 1941 und über das 44. Geschäftsjahr bis 1. Mai 1942

A. Veränderungen in der Mitgliederliste

Im 43. Geschäftsjahr und im 44. Geschäftsjahr bis 1. Mai 1942 sind 132 neue Mitglieder eingetreten:

a) Fachmitglieder:

Alberts, Walter, Dr., Bochum.
Antrack, Alexander, Marine-Oberingenieur, Berlin.
Baer, Otto, Amtsrat, Berlin.
Beier, Bruno, Amtsrat, Berlin.
Berghahn, Herbert, Oberingenieur, Hamburg.
Berndt, Erwin, Ministerialrat, Berlin.
Borczyk, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur, Lübeck.
Brandt, Günther, Dipl.-Ing., Baurat, Berlin.
Brühl, Walter, Dipl.-Ing., Dr. techn., Schiffbau-Ingenieur, Bremen.
Brussatis, Reinhold, Maschinenbau-Direktor, Gotenhafen.
Bublitz, Ernst-Johannes, Amtsrat, Berlin.
Buch, Rudolf, Direktor, Dr.-Ing., Berlin.
Budig, Max, Techn. Reg.-Oberinspektor, Berlin-Schöneiche.
Burmeister, Harald, Amtsrat, Berlin.
Butenschön, August, Amtsrat, Berlin.
Cordès, Carl, Amtsrat, Berlin.
Dettmer, Wilhelm, Marine-Oberingenieur, Berlin.
Dietrich, Ernst, Amtsrat (Schiffbau-Ingenieur), Berlin.
Döhring, Gustav, Amtsrat, Berlin.
Drape, Hans, Ingenieur, Königsberg i. Pr.
Ebeling, Helmut, Amtsrat, Berlin.
Ehlers, Adolf, Amtmann, Berlin.
Ehrenberg, Hellmut, Marine-Baurat, Kiel.
Eichelbrenner, Ernst-August, Ingenieur, Hamburg.
Eichler, Kurt W., Baurat, Dipl.-Ing., Wedel-Schulau b. Hamburg.
Einberg, Hans, Ing. techn., Reval (Ostland).
Fahr, Erhard, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg.
Falcke, Carl, Amtsrat, Berlin.
Fatur, Josef, Dipl.-Ing., Berlin.
Fischer, Franz, Marine-Oberbaurat, Dipl.-Ing., Gotenhafen.
Fischer, Kurt, Marine-Oberbaurat, Dipl.-Ing., Berlin.
Geiß, Heinrich, Ingenieur, Königsberg i. Pr.
Genzmer, Kurt, Ingenieur, Rheinbrohl.
Gerig, Wilhelm, Amtsrat, Berlin.
Geyer, Hermann, Amtsrat, Berlin.
Gloth, Fritz, Dipl.-Ing., Berlin.
Göbert, Karl, Amtsrat, Berlin.
Grabowski, Ernst, Ingenieur, Königsberg i. Pr.

Gronwald, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg.
 Haase, Karlheinz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg.
 Hansen, Johannes, Professor, Danzig-Langfuhr
 Harms, Wilhelm, Amtmann, Berlin.
 Heger, Herbert, Dipl.-Ing., Zlin (Mähren).
 Hennecke, Arthur, Preußischer Provinzialrat, Hüttendirektor, Brandenburg.
 Hennig, Franz, Marine-Oberbaurat, Berlin.
 Herber, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., Danzig.
 Herrmann, Arthur, Amtsrat, Berlin.
 Herrmann, Klaus, Dipl.-Ing., Dessau-Roßlau.
 Heyden, Ernst, Ingenieur, Jasenitz.
 von Heyn, Ernst, Ingenieur, Königsberg i. Pr.
 Holm, Gustav, Direktor, Königsberg i. Pr.
 Holst, Ludwig, Amtmann, Berlin.
 Janßen, Johannes, Heinrich, Amtmann, Berlin.
 Johannßen, Otto, Amtsrat, Berlin.
 Kassebeer, Heinrich, Marine-Baurat, Berlin.
 Kleindienst, Werner, Ingenieur, Berlin.
 Köster, Heinz, Ingenieur, Königsberg i. Pr.
 Krause, Heinrich, Techn. Reg.-Oberinspektor, Berlin.
 Kruse, Werner, Ingenieur, Werftleiter, Urstetten.
 Kruse, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur, Amtsrat, Berlin.
 Kummetat, Horst, Marine-Oberingenieur, Berlin.
 Künstler, Eberhart, Ingenieur, Königsberg i. Pr.
 Lemke, August, Techn. Reg.-Oberinspektor, Berlin.
 Lubert, Max, Oberingenieur, Berlin.
 Mackels, Bruno, Landesbaurat, Gauamtsleiter, Vorsitzender des Vorstandes
 der Stettiner Vulkan-Werft, Stettin.
 Majus, Werner, Dipl.-Ing., Kiel.
 Matthiessen, Bruno, Schiffbau-Ingenieur, Berlin.
 Meenen, Karl, Amtsrat (Schiffbau-Ingenieur), Berlin.
 Menz, Gustav, Marine-Oberbaurat, Dipl.-Ing., Berlin.
 Namorsch, Anton, Schiffbau-Ingenieur, Linz.
 Notar, August, Marine-Oberbaurat, Hamburg.
 Oehlmann, Kurt, Schiffbau-Ingenieur, Westerstede (Oldenburg).
 Oertel, Wilhelm, Oberingenieur, Danzig.
 Oelfken, Heinrich, Marine-Oberbaurat, Berlin.
 Pandesoff, Nikola, Dipl.-Ing., Danzig.
 Peters, Bruno, Amtsrat, Berlin.
 Peters, Karl, Amtsrat, Berlin.
 Petersen, Wilhelm, Amtsrat, Berlin.
 Plaßmann, Hermann, Betriebs-Ingenieur, Stettin.
 Rabien, Wilhelm, Marine-Baurat, Berlin.
 Rechtern, Jürgen, Ingenieur, Stettin.
 Reddingius, Karl, Ingenieur, Königsberg i. Pr.
 Rheder, Hans, Amtmann, Berlin.
 Reich, Franz, Ministerialrat, Berlin.
 Reinhardt, Johannes, Marine-Oberbaurat, Hamburg.
 Reiter, Kurt, Dr.-Ing., Zoppot.
 Repke, Gerhard, Betriebs-Ingenieur, Königsberg i. Pr.
 Riedel, Otto, Marine-Oberbaurat, Berlin.
 Ripken, Julius, Amtsrat, Berlin.
 Rusch, Karl, Baurat, Dipl.-Ing., Berlin.
 Schellenberger, Karlheinz, Dipl.-Ing., Berlin.
 Schenk, Rudolf, Schiffbau-Ingenieur, Linz.
 Schkade, Heinz, Marine-Oberingenieur, Berlin.
 Schlaffer, Franz, Dipl.-Ing., Danzig.

Schleiermacher, Walter, Dipl.-Ing., Elbing.
Schlicht, Walter, Marine-Oberstabsingenieur, Berlin.
Schmidt, Wilhelm, Dr.-Ing., Ministerialrat, Berlin.
Schmudermeyer, Arnulf, Dipl.-Ing., Wien.
Schönig, Wilhelm, Amtsrat, Berlin.
Schubert, Fredi, Marine-Oberbaurat, Berlin.
Schumann, Erich, Ministerialrat, Berlin.
Seysen, Friedrich, Marine-Oberbaurat, Berlin.
Sippell, Karl W., Dr.-Ing., Betriebsleiter, Kattowitz.
Sohrweide, Hans, Amtsrat, Berlin.
Sparringa, Arthur, Marine-Oberingenieur, Berlin.
Sprengel, Heinz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg.
Stoeßel, Helmut, Marine-Baurat, Kiel.
Sturtzel, Wilhelm, Professor, Berlin.
Thomas, Eugen, Amtsrat, Berlin.
Tietjens, Oskar, Dr., o. Professor, Berlin.
Tölke, August, Amtsrat, Berlin.
Tomschi, Franz, Oberingenieur, Linz.
Tollert, Walter, Marine-Oberingenieur, Potsdam.
Wangerin, Albert, Dipl.-Ing., Marine-Baurat, Berlin.
Werner, Erich, Amtsrat (Schiffbau-Ingenieur), Berlin.
Wörner, Karl, Dipl.-Ing., Bremen.
Wolff, Gerhard, Amtmann, Berlin.
Wrissenberg, Hans, Ingenieur, Bremen.
Zetzschke, Siegfried, Amtsrat, Berlin.
Zwiebler, Gerhard, Seefahrt-Schuldirektor, Stettin.

b) Mitglieder:

Diener, Walter, Marine-Ingenieur-Anwärter., Konstanz.
Frisch, Albert, Fabrikbesitzer, Berlin.
Heinsohn, Heinz, cand. mach. nav., Berlin.
von Hennig, Heinrich, Konteradmiral, Kiel.
Sbozesny, Walter, Dr.-Ing., Bibliotheksrat, Reg.-Baumeister a. D., Darmstadt.
Stage, Walter, cand. arch. nav., Danzig.
Weschenfelder, Karl, cand. ing., Berlin.
Winter, Heinrich, Stadtammann a. D., Berlin.
Ziegler, Heinz, Ingenieur, Berlin.

c) Körperschaftliche Mitglieder:

Bibliothek der Technischen Hochschule Dresden, Dresden.
Lühring, Conrad, Schiffswerft und Trockendock, Brake (Oldenburg).
Schat-Davit-Gesellschaft m. b. H. in Deutschland, Hamburg.

d) Verstorbene Mitglieder:

Im Jahre 1941 und im Jahre 1942 bis zum 1. Mai starben folgende 36 Mitglieder:

Gefallen für Führer und Vaterland:

Bültemann, Ernst August, Marine-Baurat, Dipl.-Ing., Dresden.
Schlüter, Heinrich, Marine-Oberbaurat, Wilhelmshaven.

Verstorben:

Benkert, Hermann, Dipl.-Ing., Direktor, Hamburg.
Borbet, Walter, Dr.-Ing. E.h., Generaldirektor, Bochum.
Busch, Carl, Kaufmann, Berlin.

Busse, Paul, Reichsbahnratsrat, Bibliothekar, Berlin.
 Dammann, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, Gewerbelehrer, Hamburg.
 Dieckhoff, Hans, Professor, Hamburg.
 Dreves, Rudolf, Obergeringenieur, Hamburg.
 Früh, Karl, Dipl.-Ing., Berlin.
 von der Goltz, Rüdiger, Freiherr, Korvettenkapitän a.D., Berlin.
 Grube, Edwin, Werftdirektor a.D., Danzig-Langfuhr.
 Henkel, Gustav, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Stadtrat, Kassel.
 Kallmeyer, Ferdinand, Obergeringenieur, Direktor a.D., Berlin.
 Kollbohm, Ludwig, Direktor a.D., Lübeck-Travemünde.
 Krüger, Hans, Marine-Oberbaurat, Düsseldorf.
 Lans, Otto, Konteradmiral a.D., Berlin.
 Ludwig, Friedrich, Bremen.
 Matschoss; Conrad, Dr.-Ing. E.h., Dr. phil. h.c., Professor, Berlin.
 Meister, Carl, Reederei- und Werftdirektor a.D., Handelsrichter, Mannheim.
 Mustelin, Bruno, Dipl.-Ing., Obergeringenieur, Åbo (Finnland).
 Ohlerich, Heinrich, Marine-Oberbaurat, Kiel.
 Overhoff, Walter, Dipl.-Ing., Linz.
 Rohde, Paul, Berlin.
 Schmedding, Franz, Marine-Baurat a.D., Hamburg.
 Schmidt, Erich, Dipl.-Ing., Duisburg.
 Schmidt, Karl, Direktor, Berlin.
 Schnaas, Eugen, Direktor, Stettin.
 Schwerin, Otto, Marine-Obergeringenieur i.R., Berlin.
 von Siemens, Carl Friedrich, Ingenieur, Berlin.
 Smitt, Erik, Ingenieur, Göteborg (Schweden).
 Storck, Otto, Direktor, Hamburg.
 Viereck, Karl, Korvettenkapitän (Ing.), Lütjensee (Holstein).
 Wilson, Arthur, Schiffbau-Obergeringenieur, Stettin.
 Zapp, Adolf, Ingenieur, Düsseldorf-Rath.
 Zimmermann, H., Obergeringenieur i.R., Berlin.

B. Wirtschaftliche Lage

A. Der Schiffbautechnischen Gesellschaft

Vermögensrechnung am 31. Dezember 1941

Vermögensbestände:	RM	RM		RM	RM
Bücherei			Rückstellung		
Bewertung am 1. 1. 1941 .	1,—		Jahrbuch 1941		11 000,—
Aufwendungen	634,02		Kapital-Konto		
	635,02		Bestand am 1. 1. 1941 .	83 250,41	
Abschreibung	634,02	1,—	Überschuß 1941	15 889,98	99 140,39
Büroeinrichtung					
Bewertung am 1. 1. 1941 .	1,—				
Aufwendungen	125,—				
	126,—				
Abschreibungen	125,—	1,—			
Wertpapiere					
Hypothekenspfandbriefe u.		89 931,83			
Reichsschatzanweisungen					
Kasse					
Barbetrag	32,51				
Postscheckguthaben	16 634,73				
Bankguthaben	3 539,32	20 206,56			
		110 140,39			110 140,39

Gewinn- und Verlustrechnung am 31. Dezember 1941

Aufwendungen:	RM	RM	Erträge:	RM
Verwaltungskosten			Mitgliederbeiträge und RDT ..	52 241,60
Gehälter und soziale Aufwendungen.....	11 954,59		Zinsen aus Bankguthaben und Wertpapieren	3 725,08
Bürokosten	3 179,07		Forschungshefte und Sonderdrucke	276,75
Post und Telefon	1 183,60			
Bankspesen	68,65			
Verschiedenes	1 140,26	17 526,17		
Beitragsabgabe an den NSBDT und Beiträge an andere Vereine...		5 298,55		
Zuschuß zur Hauptversammlung		896,66		
Versammlungen und Sitzungen		1 415,93		
Fachausschuß und Forschungsarbeiten		3 457,12		
Jahrbuch 1941 (Rückstellung).....		11 000,—		
Abschreibungen				
Bücherei	634,02			
Büroeinrichtung	125,—	759,02		
Überschuß.....		15 889,98		
		56 243,43		56 243,43

Vorstehende Bilanz nebst Gewinn- und Verlustrechnung habe ich mit dem Ausweis der Bücher der Schiffbautechnischen Gesellschaft übereinstimmend befunden.

Berlin, den 11. Juni 1942.

gez. Kositz
Wirtschaftsprüfer

Schiffbautechnische Gesellschaft
gez. Schnadel gez. Brauckhoff

**B. Der Veith-Berghoff-Stiftung
Vermögensrechnung am 31. Dezember 1941**

Vermögensbestände:	RM	Kapital-Konto	RM	RM
Wertpapiere		Bestand am 1. 1. 1941 ...	54 630,92	
Hypothekendarlehen und Reichsschatzanweisungen.....	51 890,—	Überschuß 1941	1 158,98	55 789,90
Bankguthaben	3 899,90			
	55 789,90			55 789,90

Gewinn- und Verlustrechnung am 31. Dezember 1941

Aufwendungen:	RM	Erträge:	RM
Unterstützungen.....	900,—	Zinsen aus Bankguthaben und Wertpapieren	2 096,93
Depotgebühren.....	37,95		
Überschuß	1 158,98		
	2 096,93		2 096,93

Vorstehende Vermögensrechnung nebst Gewinn- und Verlustrechnung habe ich mit dem Ausweis der Bücher der Veith-Berghoff-Stiftung übereinstimmend befunden.

Berlin, den 12. Juni 1942.

gez. Kositz
Wirtschaftsprüfer

Schiffbautechnische Gesellschaft
gez. Schnadel gez. Brauckhoff

C. Tätigkeit der Gesellschaft im 43. Geschäftsjahr 1941 und im 44. Geschäftsjahr bis zum 1. Mai 1942

a) Allgemeines

Ebenso wie im Jahre 1940 hatte der NSBDT auch im Jahre 1941 und im Jahre 1942 seinen Mitgliedsvereinen auferlegt, von der Veranstaltung der in Friedenszeiten üblichen großen Tagungen Abstand zu nehmen, dafür aber kleinere örtliche Tagungen und Vortragsabende durchzuführen, und zwar in möglichst großer Anzahl. Diesem Wunsche ist die Schiffbautechnische Gesellschaft selbstverständlich und gern nachgekommen. Sie hat daher in der Berichtszeit in Kiel, Stettin, Danzig, Elbing, Hamburg und Berlin örtliche Sprechabende oder Tagungen veranstaltet. Der über Erwarten große Besuch, den diese Vortragsabende überall fanden, hat dem Vorstände die Bestätigung gegeben, daß auch in der Kriegszeit den Bestrebungen und der Arbeit der STG das erwartete Interesse entgegengebracht wird und daß die Auswahl der Vorträge, die zu Gehör gebracht wurden, die richtige war. Einzelheiten über die Veranstaltungen sind unter b) auf den Seiten 39 bis 40 zu ersehen.

Von der Durchführung einer Hauptversammlung in dem in Friedensjahren üblichen großen und festlichen Rahmen wurde abgesehen. Statt dessen wurde am 14. April 1942 in Hamburg eine eintägige örtliche Tagung veranstaltet, über die auf den Seiten 40 bis 43 unter c) und d) berichtet wird. Leider war es nicht möglich, diese Tagung auch auf die Bezirke Bremen, Kiel und Lübeck auszuweiten, wie es beabsichtigt war.

Über die umfangreiche Arbeit, die in einem Teil der Fachausschüsse geleistet wurde, sind nähere Angaben unter e) auf den Seiten 44 bis 47 gemacht worden.

Die Arbeiten des Zentralvereins für die Binnenschifffahrt wurden mit einem Betrage von 2500 RM unterstützt. Herr Professor Dr.-Ing. Horn und Herr Professor Dr.-Ing. Erbach erhielten für die Durchführung ihrer Forschungsaufgaben ebenfalls geldliche Beihilfen.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft hat in der Berichtszeit zweimal getagt.

Aus dem Vorstand ist Herr Direktor Buchsbaum, der in den Ruhestand getreten ist, ausgeschieden.

Auf einstimmigen Beschluß des Vorstandes verlieh die STG ihrem Mitglied Professor Dr.-Ing. Hermann Föttinger (Berlin) am 9. Februar 1942 anlässlich seines 65. Geburtstages für seine Verdienste um die Entwicklung des deutschen Schiffsmaschinenbaus und um die Einführung der Strömungslehre in die Technik ihre höchste Auszeichnung: die „Goldene Denkmünze“.

Bei Festtagen und Todesfällen unserer Mitglieder hat der Vorstand seine Anteilnahme bezeugt.

Die Mitgliederzahl der Schiffbautechnischen Gesellschaft betrug am 1. Januar 1941: 1461. In der Berichtszeit, d. h. bis zum 1. Mai 1942, verstarben 34 Mitglieder, auf dem Felde der Ehre fielen 2, mithin verloren wir durch den Tod insgesamt 36 Mitglieder. Ausgetreten sind in der Berichtszeit 13, gestrichen wurden 2 Mitglieder, dagegen sind neu eingetreten 131 Mitglieder. Wir haben demnach den in der Kriegszeit besonders erfreulichen Zuwachs von 116 Mitgliedern zu verzeichnen.

Die Schiffbautechnische Gesellschaft bildete bisher zusammen mit der Hafentechnischen Gesellschaft — HTG — und der Gesellschaft der Freunde und Förderer der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt — GFF — den Arbeitskreis „Schiffahrtstechnik“, der der Fachgruppe Bauwesen des NSBDT eingegliedert war. Der NSBDT wünschte eine Änderung dieser Eingliederung, und im besonderen wünschte er die Herausnahme der Schiffbautechnischen Gesellschaft aus der Fachgruppe Bauwesen. Die Verhandlungen über diese Organisationsänderungen, die sich über einen längeren Zeitraum erstreckten, sind jetzt abgeschlossen. Nunmehr bildet die STG zusammen mit der HTG und der als Arbeitskreis angeschlossenen GFF einen neuen Fachverband „Schiffahrts-

technik“, der in die Fachgruppe „Mechanische Technik“ des NSBDT eingegliedert ist. Zusammen mit dem VDI bildet der Fachverband „Schiffahrtstechnik“ die Fachgruppe „Mechanische Technik“.

b) Sprechabende und Vortragsveranstaltungen

Der erste Sprechabend des Jahres 1941 fand in Kiel am 5. Mai statt. Es sprach Dr.-Ing. E.h. Hans Techel über „Übersicht über den heutigen Stand der Theorie des Schiffes“.

Mit diesem Vortrag, zu dem auch die Mitglieder des Bezirksvereins Kiel des VDI eingeladen waren, gab Dr. Techel unseren Kieler Mitgliedern einen zusammenfassenden Überblick über die Entwicklung und den jetzigen Stand der Forschung auf diesem Gebiet.

Der zweite Sprechabend wurde ebenfalls in Kiel veranstaltet. Es sprach am 17. November 1941 Marinebaurat Dipl.-Ing. Wilhelm Hadel über „Die Entwicklung einiger ausländischer Schlachtschiffe und Flugzeugträger seit dem Weltkriege“.

Der gleiche Vortrag, der auf den Seiten 256 bis 290 dieses Jahrbuchs veröffentlicht wird, wurde am 9. Dezember 1941 in Danzig unseren dortigen Mitgliedern zu Gehör gebracht und nochmals am 9. Februar 1942 unseren Mitgliedern und Freunden in Stettin.

In Hamburg wurde am 28. November 1941 ein Vortragsabend veranstaltet, auf dem unser Vorstandsmitglied Direktor Dipl.-Ing. Berthold Bleicken das Thema „Drehstrom an Bord von Handelsschiffen“ behandelte. Dieser Vortragsabend wurde gemeinsam mit dem Bezirksverein Hamburg des VDI und den Schiffsingenieuren der Ingenieurschule durchgeführt.

In den ersten Monaten des Jahres 1942 war die Tätigkeit der STG in der Veranstaltung von Vortragsabenden besonders lebhaft.

In Kiel hielt vor unseren Mitgliedern und vor dem dortigen Bezirksverein des VDI am 25. Januar 1942 Dr.-Ing. S. Berg einen Vortrag über das Thema „Gestaltsfestigkeitsversuche mit Schwingern“ und am 22. März 1942 Dr.-Ing. H. Keller über das Thema „Kunststoffe im Maschinen- und Schiffbau“. Der Wortlaut des Vortrags Keller ist auf den Seiten 98 bis 119 dieses Jahrbuchs abgedruckt.

In Danzig wurde eine ganze Vortragsreihe, die sich mit der Elektrizität im Schiffbau, Schiffsbetrieb und Hafenbetrieb beschäftigte, gemeinsam mit dem VDE, Bezirk Danzig-Westpreußen, veranstaltet. Es sprachen

- am 13. Januar Dipl.-Ing. Hentze über:
„Elektroschweißung im Schiffbau“,
- am 26. Januar Direktor Bleicken über:
„Systemfragen im elektrischen Schiffsantrieb“,
- am 10. Februar Ministerialrat Breitenstein über:
„Elektrische Schiffsantriebe auf Schiffen“,
- am 24. Februar Dr. O. Müller und Dr. Pflieger über:
„Meßanlagen auf Schiffen“,
- am 10. März Oberingenieur Wille über:
„Hochfrequenztechnik im Schiffsbetrieb“,
- am 24. März Professor Dr.-Ing. Cranz über:
„Elektrizität im Hafenbetrieb“.

Unser Vorstandsmitglied, Direktor Dipl.-Ing. Bleicken, wiederholte seinen in Danzig gehaltenen Vortrag am 27. Januar 1942 vor unseren Mitgliedern in Elbing. Zu dieser Veranstaltung hatte auch der VDI seine Elbinger Mitglieder eingeladen. Der Vortrag ist auf den Seiten 79 bis 97 veröffentlicht.

Gemeinsam mit dem Bezirksverein des VDI in Düsseldorf und mit den beiden anderen im Fachverband Schiffahrtstechnik vereinigten Gesellschaften, d.h. der

Hafenbautechnischen Gesellschaft und der Gesellschaft der Freunde und Förderer der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, wurde am 14. März 1942 in Düsseldorf eine eintägige Tagung abgehalten. Von seiten unserer Gesellschaft hielt unser Vorstandsmitglied Direktor Bleicken einen Vortrag über „Entwicklungsrichtungen im Schiffsmaschinenbau“.

Der letzte Vortragsabend wurde am 9. April 1942 in Berlin veranstaltet. Der Vortragende war Dr.-Ing. Micali, Oberingenieur der Ansaldo-Werke in Genua. Er gab unseren Berliner Mitgliedern in seinem Vortrag „Entwicklung des Schiff- und Maschinenbaus in Italien“ ein Bild über die technische Entwicklung, den der Kriegs- und Handelsschiffbau sowie der Schiffsmaschinenbau bis in die jüngste Zeit in Italien genommen hat. Auf den Seiten 209 bis 255 des vorliegenden Jahrbuchs ist der Wortlaut dieses Vortrages zum Abdruck gekommen.

Insgesamt sind in der Berichtszeit demnach 15 Vortragsabende von der STG veranstaltet worden, eine Zahl, die auch nicht annähernd in früheren Jahren erreicht worden ist.

c) Arbeitstagung in Hamburg am 14. April 1942

Zum erstenmal seit ihrem Bestehen mußte die STG davon absehen, in ihrem 43. Geschäftsjahr eine Hauptversammlung, zu der die Mitglieder im gesamten Reichsgebiet eingeladen werden, durchzuführen. Der Vorstand entschloß sich jedoch, im Anfang des 44. Geschäftsjahres eine größere örtliche Tagung mit vorausgehender geschäftlicher Sitzung zu veranstalten. Auf der geschäftlichen Sitzung (die Niederschrift ist auf den Seiten 42 bis 43 abgedruckt) sollte wenigstens einem Teil unserer Mitglieder der Bericht über das Geschäftsjahr 1941 gegeben werden. Außerdem mußte u. a. dem Vorstand und der Geschäftsführung Entlastung für das Geschäftsjahr 1940 erteilt werden.

Als Tagungsort wurde Hamburg gewählt; einmal, weil in Hamburg ein besonders großer Teil unserer Mitglieder seinen Wohnsitz oder in der Kriegszeit seinen Arbeitsplatz hat, und zweitens, weil die Vorträge über die Stabilität, die auf dem Tagungsprogramm standen, über den engeren Kreis unserer Mitglieder hinaus besonders für die Nautiker von Interesse und Bedeutung waren.

Die Tagung wurde am Vormittag des 14. April 1942 nach der vorausgegangenen geschäftlichen Sitzung im großen Saal des Hotels „Atlantik“ vom Vorsitzenden Professor Dr.-Ing. Schnadel durch folgende Ansprache eröffnet:

„Meine Herren!

Ich eröffne die heutige Versammlung und begrüße Sie auf das herzlichste. Ich begrüße insbesondere auch die Vertreter des Amtes für Technik der Gauleitung Hamburg, die Reichskommissare vom Prisenhof und vom Seeamt, ferner die Vertreter der Industrie- und Handelskammer, der befreundeten Verbände, insbesondere des VDI, sowie die zahlreichen Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens, die sich heute hier eingefunden haben. Ich möchte sie nicht einzeln nennen, aber ich freue mich, daß sie so zahlreich erschienen sind und Anteil an unserer Arbeit nehmen.

Aus bekannten Gründen waren wir nicht imstande, in diesem Jahre eine Hauptversammlung im üblichen Rahmen abzuhalten. Aber ich kann mit Befriedigung feststellen, daß die Teilnahme an der Ortstagung in Hamburg so groß ist, daß sie sich kaum von einer Hauptversammlung unterscheidet. Damit hat sich auch die Richtigkeit unserer Maßnahme bestätigt, diese Versammlung nach Hamburg zu legen. Wir gingen von dem Grundsatz aus, daß die Themen, die in den heutigen Vorträgen behandelt werden sollen, insbesondere die Wasserkante und die Nautiker neben den Schiffbautechnikern angehen. Wir hoffen, daß eine eingehende Erörterung der Vorträge zur Aufklärung wichtiger Fragen der Stabilität beiträgt. Wir haben daneben noch zwei weitere Vorträge über die Geschichte der Modellwissenschaft und über elektrische Schweißung. Ins-

besondere der geschichtliche Vortrag wird auch hier an der Wasserkante großes Interesse finden, weil er neue Einblicke in den Werdegang eines der wichtigsten Gebiete des Schiffbaus gibt.

Der Krieg ist auch an den Mitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft nicht spurlos vorübergegangen. Wir haben viele Opfer zu beklagen, und wir fühlen uns tief verbunden mit denen, die die schwersten Opfer für diesen Krieg bringen. Insbesondere aber hat die Schiffbautechnische Gesellschaft und die gesamte deutsche Technik durch den Tod des Reichsministers Dr. Todt (die Versammlung erhebt sich) einen schweren Verlust erlitten. Dr. Todt hat sich in dem Bewußtsein, daß die wichtige Stellung der deutschen Industrie und die Zukunft unseres Volkes auf der wissenschaftlichen Forschung beruht, an die Spitze der wissenschaftlichen Verbände gestellt, unbeirrt die wissenschaftlichen Verbände gedeckt und ihnen die Weiterarbeit ermöglicht. Wir können sein Vermächtnis am besten dadurch erfüllen, daß wir in derselben Weise weiterarbeiten, wie das bisher geschehen ist. Das ist die wichtigste Aufgabe, die wir zu erfüllen haben, wenn wir den Krieg siegreich beenden wollen. Wir erfüllen damit auch die Pflicht, die uns der Führer auferlegt hat.

Sie haben sich zu Ehren des Dahingeshiedenen erhoben. Ich danke Ihnen und erteile nunmehr das Wort Herrn Direktor Gödecken als Vertreter des Amtes für Technik der Gauleitung Hamburg zur Begrüßung.“

Direktor Gödecken: „Im Auftrage des Gauamtsleiters des Amtes für Technik und des Gauwalters des NSBDT, Pg. Schweitzer, der heute vormittag am Erscheinen verhindert ist, begrüße ich Sie in Hamburg herzlichst und übermittle Ihnen die besten Wünsche für den Verlauf dieser Tagung.

Als die Schiffbautechnische Gesellschaft, durch die Kriegsverhältnisse bedingt, sich entschließen mußte, davon Abstand zu nehmen, die zur Tradition gewordene große Jahresversammlung im November v. J. in Berlin abzuhalten, und beschloß, eine Ortstagung in Hamburg durchzuführen, begrüßten wir diesen Entschluß im Amt für Technik mit besonderem Interesse. Wir sind überzeugt, daß gerade in Hamburg als der größten Hafenstadt und der Stadt mit der größten Werftindustrie Deutschlands die Tagung der Schiffbautechnischen Gesellschaft auf besonders fruchtbaren Boden fällt. Die Zusammensetzung des Teilnehmerkreises, der sich hier aus Schiffbauern, Vertretern der Werften, der Reedereien, aus Nautikern und verschiedenen Vertretern der Firmen, die mit Schifffahrt und Schiffbau verbunden sind, rekrutiert, verbürgt eine enge Verbundenheit mit den Zielen der Gesellschaft. Ich gebe dem Wunsche Ausdruck, daß die Schiffbautechnische Gesellschaft noch häufig Gelegenheit finden möge, eine Ortstagung in Hamburg abzuhalten.“

Professor Dr.-Ing. Schnadel: „Ich danke Herrn Direktor Gödecken für die freundlichen Begrüßungsworte und möchte der Gauamtsleitung von Hamburg für die Unterstützung danken, die wir bei den Vorbereitungsarbeiten zur Tagung genossen haben. Die Zusammenarbeit zwischen der Gauamtsleitung Hamburg und der Schiffbautechnischen Gesellschaft ist besonders intensiv und hat stets gute Früchte getragen. Das möchte ich an dieser Stelle besonders betonen.

Nun kommen wir zu den heutigen Vorträgen, und ich erteile Herrn Direktor Dr.-Ing. Süchting das Wort. Ich möchte dabei bemerken, daß die Vorträge zum großen Teil die Arbeit des Fachausschusses für Stabilitäts- und Schwingungsforschung betreffen. Der Vortrag von Herrn Hebecker betrifft jedoch auch Fragen, die nicht im Fachausschuß behandelt werden. Herr Dr. Hebecker spricht also zum großen Teil über seine eigenen Arbeiten und auf eigene Verantwortung.“

Es begann nunmehr der wissenschaftliche Teil der Tagung. Die Redner und die Themen ihrer Vorträge, die am Vormittag zu Gehör gebracht wurden, waren:

Direktor Dr.-Ing. E. h. Wilhelm Süchting, Blohm & Voß, Hamburg:

„Die Stabilität beim Schiffsentwurf und an Bord. Erfahrungen und Vorschläge.“

Professor Dr.-Ing. Fritz Horn, Technische Hochschule, Berlin:

„Heutige praktische Aufgaben der Stabilitätstheorie.“

Dipl.-Ing. Ernst Klindwort, Blohm & Voß, Hamburg:

„Die Ausgestaltung der Werftunterlagen als Hilfsmittel für die Stabilitätsbehandlung an Bord.“

Studienrat Dr. phil. Otto Hebecker, Hamburg:

„Stabilitätsgefahren im Bordbetrieb und die Bedeutung der Stabilität als Unterrichtsfach an den Seefahrtsschulen.“

Anschließend an diese Vorträge wurde ein Film, den die Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt zur Verfügung gestellt hatte, vorgeführt, der den Titel „Nach dem Untergang der Rau III“ führte. Dieser Film, der die mit einem Modell der „Rau III“ in der HSVA vorgenommenen Versuche zeigt, läßt die Ursache des Unterganges dieses Schiffes erkennen.

Am Nachmittag des Tagungstages folgten die beiden Vorträge:

Professor Dr.-Ing. Moritz Weber, Technische Hochschule Berlin:

„Der Schiffswiderstand vom Standpunkt der Ähnlichkeitsmechanik geschichtlich-kritisch dargestellt unter besonderer Würdigung der Verdienste Friedrich Reechs, des Schöpfers der Hauptmodellgesetze des Schiffbaus.“

Dr.-Ing. Waldo Strelow, Hamburg:

„Neuere Entwicklung von Schweißelektroden und ihre Anwendung im Schiffbau.“

Diese beiden letzten Vorträge und der Wortlaut der Erörterung sind in den Abschnitten VII und VIII auf den Seiten 120 bis 208 des Jahrbuchs wiedergegeben. Die vier Vorträge über Stabilitätsprobleme sowie der Wortlaut der sich anschließenden umfangreichen Aussprache werden dagegen erst in dem nächsten Jahrbuch (Band 44) veröffentlicht. Ausführliche Auszüge sind bereits in den Heften 10, 11 und 12 unseres Organs, der Zeitschrift „Schiffbau, Schifffahrt und Hafenaufbau“, erschienen.

Der Vorsitzende schloß den wissenschaftlichen Teil der Tagung mit einem Sieg-Heil auf den Führer. Ein kameradschaftliches Beisammensein in den schönen Räumen des Hotels „Atlantik“ gab den Tagungsteilnehmern Gelegenheit zu einem regen und abschließenden Gedankenaustausch.

d) Niederschrift über die geschäftliche Sitzung in Hamburg am 14. April 1942

Zu der geschäftlichen Sitzung der Schiffbautechnischen Gesellschaft e.V. in Berlin SW 68, Neuenburger Straße 8, hatten sich heute im Hotel „Atlantik“, Hamburg, Holzdammer 3, die Mitglieder des Vereins unter Vorsitz des Herrn Professor Dr.-Ing. Georg Schnadel zu Berlin-Charlottenburg, Oldenburgallee 6a, eingefunden. Eine große Anzahl von Mitgliedern war anwesend.

Um 8.30 Uhr eröffnete der Vorsitzende des Vereins, Herr Professor Dr.-Ing. Schnadel, die Versammlung und übernahm den Vorsitz. Er stellte fest, daß die Berufung der heutigen geschäftlichen Sitzung durch die Geschäftsstelle länger als vierzehn Tage vorher durch Zusendung der Tagesordnung an die Gesellschaftsmitglieder bekanntgegeben ist und daß die Vorschläge zur Abänderung der Satzung über vier Wochen vorher der Geschäftsstelle schriftlich mitgeteilt worden sind.

Die Tagesordnung lautet:

1. Vorlage und Genehmigung des Jahresberichtes 1941.
2. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des Jahres 1941.
3. Veränderungen in der Mitgliederliste.

4. Wahl der Rechnungsprüfer für das Jahr 1942.
5. Wahl der beiden zur gesetzlichen Vertretung berufenen Beisitzer.
6. Satzungsänderungen.
7. Verschiedenes.

Nach Erörterungen des Gegenstandes der Verhandlung wurden folgende Beschlüsse gefaßt:

Zu Punkt 1 der Tagesordnung:

Vorlage und Genehmigung des Jahresberichtes 1941.

Herr Dipl.-Ing. Brauckhoff erstattete den Jahresbericht. Derselbe wurde einstimmig durch Zuruf genehmigt.

Zu Punkt 2 der Tagesordnung:

Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des Jahres 1941.

In Berichtigung der Tagesordnung teilt der Vorsitzende mit, daß der Bericht der Rechnungsprüfer und die Entlastung des Vorstandes für das Geschäftsjahr 1940 und nicht, wie in der Tagesordnung angegeben, für das Geschäftsjahr 1941 erfolge. Der Bericht der Rechnungsprüfer und die Entlastung des Vorstandes für das Geschäftsjahr 1941 könne erst später erfolgen, da infolge eines Brandes in der Geschäftsstelle Unterlagen für die Prüfung der Rechnungsprüfer für das Geschäftsjahr 1941 erst wieder beschafft werden müßten.

An Stelle der am Erscheinen verhinderten Rechnungsprüfer, Herren Baurat Berghoff und Ministerialrat Schmidt, verliet der Geschäftsführer, Herr Dipl.-Ing. Brauckhoff, den vorgelegten Bericht der Rechnungsprüfer und beantragt für diese für das Jahr 1940 dem Vorstande und der Geschäftsführung Entlastung zu erteilen. Dieser Antrag wurde einstimmig durch Zuruf angenommen.

Zu Punkt 3 der Tagesordnung: Veränderungen in der Mitgliederliste.

Der Vorsitzende teilt mit, daß 30 Mitglieder gestorben seien. Die Versammlung erhob sich zu Ehren der Verstorbenen von den Sitzen.

Zu Punkt 4 der Tagesordnung:

Wahl der Rechnungsprüfer für das Jahr 1942.

Der Vorsitzende schlug vor, die Herren Marinebaurat a.D. Otto Berghoff (Berlin) und Ministerialrat a.D. Heinrich Schmidt (Berlin) zu Rechnungsprüfern zu ernennen. Die Wahl wurde einstimmig durch Zuruf beschlossen.

Zu Punkt 5 der Tagesordnung:

Wahl der beiden zur gesetzlichen Vertretung berufenen Beisitzer.

Auf Veranlassung des Vorsitzenden wurden einstimmig durch Zuruf als zur gesetzlichen Vertretung berufene Beisitzer gewählt: 1. Direktor Dr.-Ing. Carl-Theodor Buff (Berlin); 2. an Stelle des im letzten Geschäftsjahr ausgeschiedenen Direktor Georg Buchsbaum (Berlin) Herr Direktor Berthold Bleicken (Hamburg).

Zu Punkt 6 der Tagesordnung: Satzungsänderungen.

Der Vorsitzende beantragt, den § 21 der Satzung durch folgende Bestimmung zu ergänzen, die im Absatz 1 als zweiter Satz einzufügen ist: „Der Vorsitzende wird ermächtigt, die Höhe des Mitgliedsbeitrages den anderen Mitgliedsvereinen des NSBDT anzupassen.“ Der Antrag wurde einstimmig durch Zuruf angenommen.

Zu Punkt 7 der Tagesordnung: Verschiedenes.

Der Vorsitzende teilt mit, daß zu diesem Punkte der Tagesordnung der Vorstand nichts zu bemerken hätte. Er stellte fest, daß auch aus der Versammlung Anfragen nicht gestellt werden.

Die Ergebnisse der Abstimmungen wurden von dem Vorsitzenden verkündet. Die Versammlung wurde um 8.55 Uhr von dem Vorsitzenden geschlossen.

gez. Dr. de Chapeaurouge, Notar.

e) Fachausschüsse

In einem Teil der Fachausschüsse der Schiffbautechnischen Gesellschaft wurde eine sehr umfangreiche Arbeit geleistet. Es war trotz der Kriegsschwierigkeiten möglich, in der Reihe der Schifffahrtstechnischen Forschungshefte zwei weitere Hefte herauszubringen. In dem Heft 11 „Der Teppich von Bayeux, ein Zeuge nordisch-germanischer Schiffbaukunst“ berichtet Professor Dr.-Ing. Lienau über ein Teilgebiet der umfassenden Arbeit des Fachausschusses für die „Geschichte des deutschen Schiffbaus“. Das Heft 12, das den Titel „Verwendung von Drehstrom für die Hilfsanlagen von Handelsschiffen“ trägt, berichtet über die Arbeit des Fachausschusses „Schiffselektrotechnik“. Ein weiteres Heft, das sich mit dem „Peter von Danzig“ beschäftigt, ist in Vorbereitung.

Von den Schifffahrtstechnischen Forschungsheften, die von den Fachausschüssen in zwangloser Folge herausgegeben werden, liegen nach dem Erscheinen dieser beiden Hefte nunmehr insgesamt 12 vor, und zwar:

- Heft 1: „Stabilität in Wasser und Luft.“
- Heft 2: „Das Ähnlichkeitsproblem in der Widerstandsbestimmung von Wasser- und Luftfahrzeugen.“
- Heft 3: „Forschungsaufgaben vom Schiffsmaschinenwesen.“
- Heft 4: „Forschung tut not.“
- Heft 5: „Arbeiten der STG-Fachausschüsse.“
- Heft 6: „Arbeiten der STG-Fachausschüsse.“
- Heft 7: „Arbeiten der STG-Fachausschüsse für ‚Stabilität und Schwingungsforschung‘ und ‚Widerstand und Vortrieb‘ im Jahre 1936.“
- Heft 8: „Probleme der Überhitzung in Hochdruckdampfanlagen.“
- Heft 9: „Erfahrungen in Hochdruckdampfanlagen, Schaltung von Hilfsmaschinen, mechanische Rostfeuerung, Feuerraumstrahlung.“
- Heft 10: „Widerstandsforschung an Modellfamilien, Rauigkeit der Schiffsoberfläche, Genauigkeit von Stabilitätsberechnungen.“
- Heft 11: „Der Teppich von Bayeux, ein Zeuge nordisch-germanischer Schiffbaukunst.“
- Heft 12: „Verwendung von Drehstrom für die Hilfsanlagen von Handelsschiffen.“

Das Heft Nr. 4 kann zum Preise von 0,40 RM, das Heft Nr. 11 zum Preise von 2 RM, die übrigen Hefte können zum Preise von je 1 RM von der Geschäftsstelle bezogen werden.

Der Fachausschuß für „Stabilitäts- und Schwingungsforschung“ und seine drei Unterausschüsse haben eine ganze Reihe von Arbeitssitzungen abgehalten. Die vier Vorträge auf der Tagung am Vormittag des 14. April in Hamburg sind das Ergebnis dieser Ausschubarbeit.

Der Fachausschuß für „Küsten- und Flußschiffbau“ ist im Jahre 1941 gegründet worden. Er ist hervorgegangen aus dem früheren Fachausschuß für „Flußschiffbau und Jachtbau“. Dieser neue Ausschuß hat eine umfangreiche Arbeit in Angriff genommen, die sich mit der Typisierung der Küstenschiffe befaßt; er hat wiederholt Sitzungen abgehalten. Über die Arbeiten, die sich noch in vollem Fluß befinden, kann noch nicht berichtet werden.

Der Fachausschuß für Schiffsverbrennungsmaschinen tagte zweimal, der Fachausschuß für Schiffshilfsmaschinen, der umgestaltet wurde und jetzt unter der Leitung unseres Vorstandsmitgliedes Direktor Blaum steht, tagte einmal.

Die bisherigen Arbeitsgruppen des Fachausschusses für „Schiffsmaschinenwesen“ wurden vom Vorsitzenden zu selbständigen Fachausschüssen umgewandelt, so daß nunmehr die STG neun Fachausschüsse hat.

Die Zusammensetzung dieser Fachausschüsse ist z. Z. die folgende:

Fachausschuß für Schiffsfestigkeit:

Obmann: Prof. Dr.-Ing. Georg Schnadel, Berlin

- | | |
|---|--|
| Burkhardt, Ministerialrat, Dir. d. Schiffbauressorts der Marinewerft W'haven. | Horn, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Berlin. |
| Föttinger, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Berlin. | Kempff, Dr.-Ing., Prof., Direktor d. Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg. |
| Goedecken, Dipl.-Ing., Dir. der Hamburg-Amerika Linie, Hamburg. | Lienau, Dr.-Ing., Prof., Danzig. |
| Gütschow, Dr.-Ing., Obering. im Germ. Lloyd, Berlin. | Süchtling, Dipl.-Ing., Dir. bei Blohm & Voß, Hamburg. |
| Heberling, Dnpl.-Ing., Stellv. Dir. d. Germ. Lloyd, Berlin. | Weinblum, Dr.-Ing., a. o. Prof., Fa. Gebr. Sachsenberg, Dessau. |

Fachausschuß für Küsten- und Flußschiffbau:

Obmann: Dr.-Ing. H. Völker, Rheinwerft Walsum, Duisburg

- | | |
|---|---|
| Behrendt, Elsflether Werft A.G., Elsfleth. | von Rohr, Ministerialrat, Reichsverkehrsministerium, Berlin. |
| Berninghaus, Dipl.-Ing., Duisburg-Buchholz. | Schellenberger, Dir. d. Bayer. Schiffbauges. m. b. H., Erlenbach/Main. |
| Beschoren, Dipl.-Ing., Dir. d. Bayer. Lloyd Schiffahrts A.G., Regensburg. | Schneider, Schiffbau-Ing., Herman-Göring-Werke, Straßburger Werft, Straßburg. |
| Blomerius, Dir. I. Donau-Dampfschiffahrtsges., Wien. | Stern, Obering., Prokurist d. Schiffswerft Schulte & Bruns, Emden. |
| Drawe, Ministerialrat, Dipl.-Ing., Reichswirtschaftsministerium, Berlin. | Temple, Dir. d. Degendorfer Werft, Degendorf. |
| Graff, Obering., Meidericher Schiffswerft, Duisburg. | Wendel, Dir. d. Schiffs- und Maschinenbau A.G., Mannheim. |
| Hitzler, Franz, Werftbesitzer, Lauenburg, Elbe. | Wiemann, F., Fabrikant, Brandenburg a. d. Havel. |
| Hitzler, Theodor, Werftbesitzer, Hamburg. | Winter, Obering., Seeberufsgenossenschaft, Hamburg. |
| Klaus, Ing., Germ. Lloyd, Berlin. | Wustrau, Marineoberbaurat i. R., Berlin. |
| Kremer, Werftbesitzer, Elmshorn. | |
| Landsberg, Oberbaurat a. D., Berlin. | |
| Lühring, Conrad, Schiffswerft C. Lühring, Brake/Oldenburg. | |

Fachausschuß für Widerstand und Vortrieb:

Obmann: Dr.-Ing. Horn, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Berlin.

- | | |
|---|---|
| Betz, Prof., Kaiser-Wilhelm-Institut f. Strömungsforschung (Aerodynamische Versuchsanstalt), Göttingen. | Schultz-Grunow, Dr.-Ing., Kaiser-Wilhelm-Institut f. Strömungsforschung, Göttingen. |
| Gebers, Dr.-Ing., Dir. der Schiffbautechnischen Versuchsanstalt, Wien | Seewald, Prof. Dr.-Ing., Leiter d. Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin. |
| Gutsche, Dr.-Ing. Regierungsbaurat, Preuß. Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- und Schiffbau, Berlin. | Seifert, Dr.-Ing., Prof., Direktor d. Preuß. Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- u. Schiffbau, Berlin. |
| Helmoldt, Aerodynamiker, Warnemünde. | Troost, Ir., Dir. d. Niederländischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Wageningen. |
| Kempff, Dr.-Ing., Prof., Direktor d. Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg. | Weinblum, Dr.-Ing., a. o. Prof., Fa. Gebr. Sachsenberg, Dessau. |
| Lerbs, Dr.-Ing., Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg. | Weingart, Obering., Deutsche Werft, Hbg. |
| Mueller, Dr.-Ing., J. M. Voith, Heidenheim, Brenz. | Weitbrecht, Dr.-Ing., Oberreg- und -baurat, Preuß. Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- und Schiffbau, Berlin. |
| Schlichting, Prof. Dr. phil., Techn. Hochschule, Braunschweig. | Ein Vertreter der Kriegsmarine. |

Fachausschuß für Stabilitäts- und Schwingungsforschung:

Obmann: Dr.-Ing. E. h. Süchtling, Dir. bei Blohm & Voß, Hamburg.

- | | |
|--|--|
| Börner, Marineoberbaurat, Schiffbauressort d. Kriegsmarinewerft, Wilhelmshaven. | Horn, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Berlin. |
| Burkhardt, Ministerialrat, Dir. d. Schiffbauressorts der Marinewerft, Wilhelmshaven. | Hort, Dr. phil., Siemens-Apparate und Maschinen GmbH, Berlin. |
| Busch, Kapitän, Seeberufsgenossenschaft, Hamburg. | v. d. Steinen, Dr.-Ing., Marinebaurat a. D., Oberbaurat, Leiter der Forschungsstelle für Stabilität und Schwingungen der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, Hamburg. |
| Erbach, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Danzig. | Teichel, Dr.-Ing. E. h., Dir. d. Ingenieurs Kantoor for Scheepsbouw, Den Haag/Holland. |
| Gaedtgens, Schiffbau-Obering., Hamburg. | Tiller, Zivilingenieur, Berlin. |
| Goedecken, Dipl.-Ing., Stellv. Dir. d. Hamburg-Amerika Linie, Hamburg. | Weinblum, Dr.-Ing., a. o. Prof., Fa. Gebr. Sachsenberg, Dessau. |
| Hebecker, Dr. phil., Studienrat, Hamburg. | Weiß, Dipl.-Ing., Obering., Marinearsenal, Kiel. |
| Heberling, Dipl.-Ing., Stellv. Dir. d. Germ. Lloyd, Berlin. | |

Fachausschuß für Schiffsdampfmaschinen:

Obmann: Ministerialrat a. D. Heinrich Schmidt, Berlin.

- | | |
|---|---|
| <p>Bauer, Dr.-Ing. E. h., Prof., Dir. der Deschimag, Bremen.
 Berendt, Dipl.-Ing., Dir., Blohm & Voß, Hbg.
 Blau, Dir. und Vorstandsmitglied der Atlas-Werke, Bremen.
 Bleicken, Dipl.-Ing., Dir. d. Hamburg-Amerika Linie, Hamburg.
 Flügel, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Danzig.
 Föttinger, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Berlin.
 Gleichmann, Dipl.-Ing., Obering. u. Prok. d. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.</p> | <p>Hartmann, Dr.-Ing. E. h., Dir. d. Schmidt-schen Heißdampf-Gesellschaft, Kassel.
 Hofer, Dr.-Ing., Stellv. Dir. d. Germ. Lloyd, Berlin.
 Jahn, Dipl.-Ing., Maschinenbaudir. d. Fried. Krupp Germaniawerft, Kiel.
 Jehens, Dir. d. Wagner Hochdruck-Dampfturbinen Kom.-Ges., Hamburg.
 Kraft, Prof. Dr., Dr.-Ing., Dir. d. AEG, Berlin.
 Schäfer, Dr.-Ing., Prof., Ministerialrat, Bln.
 Vorkauf, Dr.-Ing., Gesellschaft für La-Mont-Kessel, Berlin.</p> |
|---|---|

Fachausschuß für Schiffselektrotechnik:

Obmann: Geh. Oberbaurat Grauert, Ministerialrat i. R., Stettin

- | | |
|---|---|
| <p>Bahl, Dr.-Ing., Obering. d. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.
 Bleicken, Dipl.-Ing., Dir. d. Hamburg-Amerika Linie, Hamburg.
 Buch, Dr.-Ing., AEG, Berlin.
 Breitenstein, Ministerialrat im OKM, Berlin.
 Buff, Dr.-Ing., Dir. der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.
 Föttinger, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Berlin.
 Goos, Dr.-Ing. E. h., Hamburg.
 Hofer, Dr.-Ing., Stellv. Dir. d. Germ. Lloyd, Berlin.</p> | <p>Lesch, Dr.-Ing., Prokurist d. Brown-Boveri & Cie. A.G., Mannheim.
 Lütgens, K., Dipl.-Ing., Obering. b. Blohm & Voß, Hamburg.
 Mitzlaff, Marinebaurat a. D., Dir. b. Brown-Boveri & Cie. A.G., Mannheim.
 Müller, Carl, Obering., Dir. der AEG, Hbg.
 Reimann, Dr.-Ing., Obering. d. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.
 Schmidt, Edmund, Dipl.-Ing., Dir. d. AEG, Berlin.
 Schneider, Dir. d. Nordd. Lloyd, Bremen.
 Türk, Obering. d. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.
 Wörner, Dipl.-Ing., Deschimag, Bremen.</p> |
|---|---|

Fachausschuß für Schiffshilfsmaschinen:

Obmann: Dir. R. Blau, Atlas-Werke, A.G., Bremen.

- | | |
|---|---|
| <p>Bahl, Dr.-Ing., Obering. d. Siemens-Schuckertwerke, Berlin.
 Berendt, Marineoberbaurat, Oberkommando der Kriegsmarine, Berlin.
 Blau, Eddo, Dr.-Ing., Prokurist der Atlaswerke A.G., Bremen.
 Bleicken, Dipl.-Ing., Dir. d. Hamburg-Amerika Linie, Hamburg.
 Buch, Dr.-Ing., Dir. der AEG, Berlin.
 Buff, Dr.-Ing., Dir. der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.
 Flatz, Dr., Dir. Klöckner-Humboldt-Deutz A.G., Köln-Deutz.
 Grauert, Geh. Oberbaurat, Stettin.
 Gütschow, Dr.-Ing., Germ. Lloyd, Berlin.</p> | <p>Heidsiek, Obering. bei Blohm & Voß, Hbg. vom Hoff, Dir. d. AEG, Berlin.
 Jahn, Dipl.-Ing., Maschinenbaudir. d. Fried. Krupp Germaniawerft, Kiel.
 Klemchen, Dipl.-Ing., Dir. d. Dampfschiff-fahrtsges. „Neptun“, Bremen.
 Melan, Herbert, Dr. techn. Ing., Berlin.
 Müller, Carl, Dir. der AEG, Hamburg.
 Reimann, Dr.-Ing., Obering. der Siemens-Schuckertwerke, Berlin.
 Schäfer, Dr.-Ing., Prof., Ministerialrat, Bln.
 Schleiermacher, Dipl.-Ing. d. F. Schichau A.G., Elbing.
 Schneider, Dir. d. Nordd. Lloyd, Bremen.
 Ulrichs, Dipl.-Ing., Dir. Deschimag, Bremen.</p> |
|---|---|

Fachausschuß für Schiffverbrennungsmaschinen:

Obmann: Dipl.-Ing. Bleicken, Dir. d. Hamburg-Amerika Linie, Hamburg.

- | | |
|---|---|
| <p>Baum, Obering. d. Germ. Lloyd, Berlin.
 Becker, Dir. d. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Augsburg.
 Brandes, Ministerialdirektor im Marinekonstruktionsamt, Berlin.
 Flatz, Dr., Dir. Klöckner-Humboldt-Deutz A.G., Köln.
 Imrich, Dr.-Ing., Dir. d. Deutsche Werke Kiel A.G., Kiel.</p> | <p>Jahn, Dipl.-Ing., Dir. d. Fried. Krupp Germaniawerft, Kiel.
 Rembold, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule, Danzig.
 Romberg, Geh. Reg.-Rat, Prof., Berlin.
 Saß, Dr.-Ing., beamt. außerplanm. Prof., Vorstandsmitglied d. Germ. Lloyd, Berlin.</p> |
|---|---|

Fachausschuß für die Geschichte des deutschen Schiffbaus:

Obmann: Prof. Laas, Direktor i. R., Freiburg i. Br.

- | | |
|--|--|
| <p>Defant, Dr., Universitäts-Professor, Berlin.
 Erbach, Professor, Dr.-Ing., Techn. Hochschule, Danzig.
 Freiberg, Marinebaurat, Dipl.-Ing., Berlin.
 Köhler, Ministerialrat i. R., Berlin.
 Lienau, Dr.-Ing. E. h., Professor, Danzig.
 Macklin, Schiffbau-Obering. b. F. Schichau A.G., Elbing.</p> | <p>Reinhardt, Regierungsrat, Berlin.
 Stocks, Dr. rer. pol., Oberleutnant, Museum f. Meereskunde, Berlin.
 Techel, Dr.-Ing. E. h., Den Haag/Holland u. Hamburg.
 Winter, Stadtamtman a. D., Berlin.
 Wüst, Professor Dr., Stellv. Dir. d. Museums f. Meereskunde, Berlin.
 Wustra, Marineoberbaurat i. R., Berlin.</p> |
|--|--|

Das Oberkommando der Kriegsmarine hat die Schiffbautechnische Gesellschaft mit einer wichtigen Forschungsarbeit betraut, und zwar wurde zur Durchführung dieser Arbeiten ein besonderer Ausschuß eingesetzt. Über die Zusammensetzung dieses Ausschusses und über seine Arbeiten darf selbstverständlich nicht berichtet werden. Die Herren, die in diesen Ausschuß berufen wurden, sind ständig an der Durchführung dieser Aufgabe tätig.

f) Veith-Berghoff-Stiftung

Aus den Mitteln der Stiftung erhielt vom 1. Januar 1941 bis zum 31. Dezember 1941 ein Student laufend Unterstützung, ein weiterer vom 1. September bis zum 31. Dezember 1941. Vom 1. Januar 1942 ab erhalten wiederum zwei Studenten bis auf weiteres laufend Unterstützung.

g) Bücherei

Das Verzeichnis der im Jahre 1936 neu geordneten und gesichteten Bücherei ist im 38. Band der Jahrbücher (1937) abgedruckt.

III. Satzungen

A. Satzungen der Schiffbautechnischen Gesellschaft

I. SITZ DER GESELLSCHAFT:

- § 1. Die am 23. Mai 1899 gegründete Schiffbautechnische Gesellschaft hat ihren Sitz in Berlin und ist dort beim Amtsgericht als Verein eingetragen. Sie gehört dem NS-Bund Deutscher Technik an.

II. ZWECK DER GESELLSCHAFT:

- § 2. Zweck der Gesellschaft ist der Zusammenschluß von Schiffbauern, Schiffsmaschinenbauern, Reedern, Offizieren der Kriegs- und Handelsmarine und anderen mit dem Schiffbau und der Schifffahrt in Beziehung stehenden Kreisen zur Erörterung und Förderung wissenschaftlicher und praktischer Fragen der Schiffbau- und Schifffahrtstechnik.
- § 3 Mittel zur Erreichung dieses Zweckes sind:
1. Versammlungen, in denen Vorträge gehalten und besprochen werden.
 2. Drucklegung und Veröffentlichung dieser Vorträge.
 3. Stellung von Preisaufgaben.
 4. Anregung und Förderung von Versuchen zur Entscheidung wichtiger schiffbautechnischer Fragen, insonderheit durch vom Vorstand einzusetzender Fachausschüsse.

III. ZUSAMMENSETZUNG DER GESELLSCHAFT:

- § 4. Die Gesellschaft besteht aus Ehrenmitgliedern, Fachmitgliedern, Mitgliedern, Jungmitgliedern und körperschaftlichen Mitgliedern.
- § 5. Zu Ehrenmitgliedern können vom Vorstand Herren gewählt werden, die sich um die Zwecke der Gesellschaft hervorragend verdient gemacht haben.
- § 6. Reichsdeutsche Fachmitglieder können nur in Großdeutschland technisch Schaffende werden, die deutsche Reichsbürger und arischer Abstammung sind sowie die untenstehenden Bedingungen erfüllen:
1. Wer die Abschlußprüfung (Diplom-Prüfung) an einer deutschen technischen Hochschule oder Bergakademie oder an einer Universität in Chemie oder Naturwissenschaft abgelegt hat.
 2. Wer die Abschlußprüfung an einer Höheren technischen Lehranstalt (Reichsliste Gruppe II der vom NSBDT anerkannten technischen Schulen) abgelegt hat.
 3. Wer die Vorprüfung an einer unter 1. genannten Anstalt abgelegt hat und eine mindestens vierjährige ingenieurmäßige Berufstätigkeit nachweisen kann.
 4. Wer die Abschlußprüfung an einer technischen Lehranstalt (Reichsliste Gruppe III der vom NSBDT anerkannten technischen Schulen) abgelegt hat und eine mindestens fünfjährige ingenieurmäßige Berufstätigkeit nachweist.
 5. Wer, ohne die unter 1. bis 4. genannten Bedingungen zu erfüllen, eine mindestens achtjährige ingenieurmäßige Berufstätigkeit nachweist.
 6. Wer, ohne die unter 1. bis 5. genannten Bedingungen zu erfüllen, auf dem Gebiet schöpferischer technischer Arbeit außergewöhnliche Leistungen nachweisen kann.
- § 7. Reichsdeutsche Mitglieder können alle Herren werden, die vermöge ihres Berufes, ihrer Beschäftigung oder ihrer wissenschaftlichen oder praktischen Befähigung imstande sind, sich mit Fachleuten an Besprechungen über den Bau, die Einrichtung und Ausrüstung sowie die Eigenschaften von Schiffen zu beteiligen. Dabei ist vorausgesetzt, daß sie deutsche Reichsbürger und arischer Abstammung sind.
- § 8. Jungmitglieder können alle Studierenden der Technik nach dem Vorexamen, bzw. während der letzten zwei Semester ihrer Zugehörigkeit zu einer vom NSBDT anerkannten Fachschule werden.
- § 9. Körperschaftliche Mitglieder können rechtsfähige Körperschaften, Handelsgesellschaften jeder Art, Vereine, Firmen — soweit Einzelfirmen in Frage kommen, deren Inhaber — und Behörden mit Rechtspersönlichkeit werden, die die Bestrebungen der Gesellschaft fördern wollen. Sie werden je durch eine von ihnen zu bezeichnende Person, die den Bestimmungen des § 6 oder 7 zu entsprechen hat, stimmberechtigt vertreten.

IV. VORSTAND:

- § 10. Der Vorstand der Gesellschaft setzt sich zusammen aus:
1. dem Vorsitzenden,
 2. dem stellvertretenden Vorsitzenden,
 3. mindestens sechs Beisitzern, von denen die Hälfte Fachmitglieder sein müssen.

Im Sinne des § 26 des Bürgerlichen Gesetzbuches wird die Gesellschaft vertreten durch:

1. den Vorsitzenden und bei dessen Verhinderung den stellvertretenden Vorsitzenden,
2. einen Beisitzer und bei dessen Verhinderung einen ihn vertretenden Beisitzer.

Die zur gesetzlichen Vertretung berufenen Beisitzer werden alljährlich in der ordentlichen Hauptversammlung gewählt.

- § 11. Dem Vorstand steht das Recht zu, einen Ehrenvorsitzenden zu ernennen.
- § 12. Der Vorsitzende der Gesellschaft wird vom Vorstand gewählt und dem Schirmherrn und dem Reichswalter des NSBDT zur Ernennung vorgeschlagen. Sein Amtsantritt erfolgt, nachdem die Zustimmung des Schirmherrn und des Reichswalters vorliegt. Die Amtsdauer des Vorsitzenden beträgt 5 Jahre. Eine Abberufung des Vorsitzenden erfolgt durch den Schirmherrn und den Reichswalter des NSBDT im gegenseitigen Einvernehmen.
- § 13. Der Vorsitzende bringt einen stellvertretenden Vorsitzenden dem Vorstand in Vorschlag. Nach dessen Billigung und nach Zustimmung des Schirmherrn wird der stellvertretende Vorsitzende vom Vorsitzenden berufen. Die Amtsdauer des stellvertretenden Vorsitzenden beträgt 3 Jahre. Eine Abberufung erfolgt durch den Vorsitzenden.
- § 14. Die Mitglieder des Vorstandes werden vom Vorsitzenden nach Anhören des zur Zeit im Amt befindlichen Vorstandes ernannt. Die Amtsdauer der Vorstandsmitglieder beträgt 3 Jahre. Der Vorsitzende hat das Recht, sie auf jeweils weitere 3 Jahre nach Anhören des Vorstandes wieder zu berufen. Eine Abberufung erfolgt durch den Vorsitzenden. Die Mitglieder des Vorstandes stehen dem Vorsitzenden beratend zur Seite.
- § 15. Der Vorsitzende führt den Verein nach Maßgabe der Satzungen und führt die Beschlüsse der Hauptversammlung durch. Er verwaltet das Vermögen und bestimmt über Anstellung und Entlassung eines Geschäftsführers und der Vereinsangestellten; er ist ihr Dienstvorgesetzter. Die Geschäftsführung kann vom Vorsitzenden auch einem Vorstandsmitglied übertragen werden.
Der Geschäftsführer muß zu allen Vorstandssitzungen zugezogen werden.
Das Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.

V. AUFNAHMEBEDINGUNGEN UND BEITRÄGE:

- § 16. Das Gesuch um Aufnahme als Fachmitglied ist an den Geschäftsführer zu richten und hat den Nachweis zu enthalten, daß die Voraussetzungen des § 6 erfüllt sind. Dieser Nachweis ist von einem Fachmitglied durch Namensunterschrift zu bestätigen.
- § 17. Das Gesuch um Aufnahme als Mitglied ist an den Geschäftsführer zu richten, dem das Recht zusteht, den Nachweis zu verlangen, daß die Voraussetzungen des § 7 erfüllt sind. Falls ein solcher Nachweis gefordert wird, ist er von einem Gesellschaftsmitglied durch Namensunterschrift zu bestätigen.
- § 18. Über die Aufnahme als Jungmitglied entscheidet nach Prüfung der einzureichenden Studienausweise usw. der Vorsitzende. Jungmitglieder zahlen ohne Anspruch auf das Jahrbuch einen Jahresbeitrag von 3 RM, mit Jahrbuch 10 RM. Sie werden nach Vollendung des 26. Lebensjahres auf ihren Antrag dem Vorsitzenden zur Aufnahme als Fachmitglied oder Mitglied vorgeschlagen.
- § 19. Körperschaftliche Mitglieder werden in derselben Weise wie Mitglieder aufgenommen.
- § 20. Der Vorsitzende der Gesellschaft ist berechtigt, Anträge auf Neuaufnahme in die Schiffbautechnische Gesellschaft ohne Angabe des Grundes abzulehnen.
- § 21. Jedes Gesellschaftsmitglied zahlt einen jährlichen, vom Vorsitzenden festzusetzenden Beitrag, der im Januar eines jeden Jahres fällig ist. Der Vorsitzende ist ermächtigt, die Höhe des Mitgliedsbeitrages den anderen Mitgliedsvereinen des NS-Bundes Deutscher Technik anzupassen. Körperschaftliche Mitglieder zahlen einen Beitrag nach Selbsteinschätzung, jedoch mindestens in fünffacher Höhe des Mitgliedsbeitrages.
Sollten die Jahresbeiträge bis zum 1. Februar nicht entrichtet sein, so werden sie durch Postauftrag oder Postnachnahme eingezogen.
- § 22. Ehrenmitglieder sind von der Zahlung des Jahresbeitrages befreit.
- § 23. Gesellschaftsmitglieder und körperschaftliche Mitglieder, welche auszutreten wünschen, haben dies vor Ende des Geschäftsjahres bis zum 1. November dem Vorstand durch eingeschriebenen Brief anzuzeigen. Mit ihrem Austritt erlischt ihr Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft.
- § 24. Erforderlichenfalls können Gesellschaftsmitglieder und körperschaftliche Mitglieder auf Beschluß des Vorstandes ausgeschlossen werden. Gegen einen derartigen Beschluß gibt es keine Berufung. Mit dem Ausschluß erlischt jeder Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft.

VI. VERSAMMLUNGEN:

- § 25. Die Versammlungen der Gesellschaft sind:
1. die Hauptversammlung,
 2. außerordentliche Versammlungen.
- § 26. Jährlich soll, möglichst im November, in Berlin die Hauptversammlung stattfinden, in der die geschäftlichen Angelegenheiten erledigt und Vorträge und Besprechungen abgehalten werden.
Der geschäftliche Teil umfaßt:
1. Vorlage des Jahresberichtes von seiten des Vorstandes.
 2. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des vergangenen Jahres.
 3. Wahl zweier Rechnungsprüfer für das nächste Jahr.
 4. Beschlußfassung über vorgeschlagene Abänderungen der Satzung.
 5. Sonstige Anträge des Vorstandes oder der Gesellschaftsmitglieder.
- § 27. Der Vorsitzende kann außerordentliche Versammlungen anberaumen, die auch außerhalb Berlins abgehalten werden dürfen. Er muß eine solche innerhalb vier Wochen stattfinden lassen, wenn ihm ein dahingehender, von mindestens dreißig Gesellschaftsmitgliedern unterschriebener Antrag mit Angabe des Beratungsgegenstandes eingereicht wird.
- § 28. Alle Versammlungen müssen durch die Geschäftsstelle mindestens 14 Tage vorher den Gesellschaftsmitgliedern durch Zusendung der Tagesordnung bekanntgegeben werden.

- § 29. Jedes Gesellschaftsmitglied hat das Recht, Anträge zur Beratung in den Versammlungen zu stellen. Die Anträge müssen der Geschäftsstelle 8 Tage vor der Versammlung mit Begründung schriftlich eingereicht werden.
- § 30. In den Versammlungen werden die Beschlüsse, soweit sie nicht Änderungen der Satzung betreffen, mit einfacher Stimmenmehrheit der anwesenden Gesellschaftsmitglieder gefaßt.
- § 31. Vorschläge zur Abänderung der Satzung dürfen nur zur jährlichen Hauptversammlung eingebracht werden. Sie müssen 4 Wochen vorher der Geschäftsstelle schriftlich mitgeteilt werden und benötigen zu ihrer Annahme Dreiviertel-Mehrheit der anwesenden Fachmitglieder. Satzungsänderungen bedürfen jeweils der Zustimmung des Reichswalters des NS-Bundes Deutscher Technik.
- § 32. Wenn nicht von mindestens zwanzig anwesenden Gesellschaftsmitgliedern namentliche Abstimmung verlangt wird, wird durch Erheben der Hand abgestimmt. Gewählt wird durch Stimmzettel oder durch Zuruf. Es ist durch Stimmzettel zu wählen, sobald der Wahl durch Zuruf auch nur von einer Seite widersprochen wird.
- § 34. Die Geschäftsordnung für die Versammlungen wird vom Vorstande festgestellt und kann auch von diesem durch einfache Beschlussfassung geändert werden.

VII. AUFLÖSUNG DER GESELLSCHAFT:

- § 35 Eine Auflösung der Gesellschaft darf nur dann zur Beratung gestellt werden, wenn sie von sämtlichen Vorstandsmitgliedern oder von einem Drittel aller Fachmitglieder beantragt wird. Es gelten dabei dieselben Bestimmungen wie bei der Abänderung der Satzung.
- § 36. Bei Beschlussfassung über die Auflösung der Gesellschaft ist über die Verwendung des Gesellschaftsvermögens zu befinden. Dasselbe darf nur zum Zwecke der Ausbildung von Fachgenossen verwendet werden. Beschlüsse über die Verwendung des Vermögens bei Auflösung der Körperschaft sowie Beschlüsse über Satzungsänderungen, die die Zwecke der Körperschaft und deren Vermögensverwendung betreffen, sind vor dem Inkrafttreten dem zuständigen Finanzamt mitzuteilen.

VIII. GERICHTSSTAND:

- § 37. Bei Streitigkeiten zwischen der Gesellschaft und einem ihrer Mitglieder ist das Amts- bzw. Landgericht Berlin zuständig.

B. Satzung der Veith-Berghoff-Stiftung

§ 1. Veith-Stiftung.

Der Wirkliche Geheime Oberbaurat Dr.-Ing. Rudolf Veith, dem anlässlich seines 70. Geburtstages von einzelnen Herren und an der Schiffbau-Industrie beteiligten Firmen gewisse Beträge mit der Maßgabe zur Verfügung gestellt worden sind, daß ihm aus der Widmung dieser Summe an die Schiffbautechnische Gesellschaft eine Ehrung erwiesen werden sollte, hat bestimmt, daß die Einzelbeträge zu einem einheitlichen Kapital zusammenzuziehen sind, das unter der Bezeichnung Veith-Stiftung Eigentum der Schiffbautechnischen Gesellschaft ist, jedoch buch- und kassenmäßig von dem sonstigen Vermögen getrennt zu verwalten ist.

§ 2. Berghoff-Stiftung.

Der Marinebaurat Otto Berghoff hat der Schiffbautechnischen Gesellschaft den Betrag von nom. 50 000 RM im Schuldbuch des Deutschen Reiches eingetragener 5prozentiger deutscher Krieganleihe überwiesen. Dieser Betrag ist Eigentum der Schiffbautechnischen Gesellschaft und bildet den Grundstock einer Berghoff-Stiftung, die buch- und kassenmäßig von dem sonstigen Vermögen der Gesellschaft getrennt zu verwalten ist.

§ 3. Verschmelzung.

Die im Jahre 1917 errichtete Veith-Stiftung und die im Jahre 1918 errichtete Berghoff-Stiftung werden auf Beschluß der 34. Hauptversammlung vom 23. November 1933 zusammengelegt, um die Verwertung der Mittel den durch die Entwertung veränderten Verhältnissen besser anpassen zu können.

§ 4. Zweck.

Zweck der Stiftungen ist die Unterstützung von Schiffbau- und Schiffsmaschinenbau-Studierenden deutscher Technischer Hochschulen, an denen diese Fächer geübt werden, und die Förderung von Erfindungen und Forschungen auf den Gebieten, die die Schiffbautechnische Gesellschaft bearbeitet.

§ 5. Unterstützungsberechtigte.

Zur Unterstützung berechtigt sind:

- a) folgende Studierende: in erster Linie die Söhne der Kriegsteilnehmer unter den Mitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft, sodann: die Söhne aller anderen Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft, die in wirtschaftlich beschränkten Verhältnissen leben, endlich die Söhne von Werkmeistern und Arbeitern deutscher Werften;
- b) für die Förderung von Erfindungen und Forschungen gemäß § 4 kann die Stiftung von allen Mitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft in Anspruch genommen werden.

§ 6. Unterstützungsgesuch.

Gesuche um Unterstützungen sind an den Vorsitzenden der Schiffbautechnischen Gesellschaft zu richten. Von Studierenden ist ein Geburtschein, das Abgangszeugnis einer zum Hochschulstudium berechtigten deutschen Lehranstalt und eine Bescheinigung des Dekans über Würdig-

keit beizufügen; bei Fortfall der Bedürftigkeit oder Unwürdigkeit kann die Unterstützung mit Ende des der entsprechenden Mitteilung an den Betreffenden folgenden Monats entzogen werden. Ob der Fall der Entziehung gegeben ist, entscheidet der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft völlig nach seinem Ermessen. Die Beschreitung des Rechtsweges gegen die Entscheidung ist ausgeschlossen.

§ 7. Verwaltung

Die Verwaltung der Stiftung liegt in den Händen eines Verwaltungsrates. Ihm gehören an der Vorsitzende, der stellvertretende Vorsitzende der Schiffbautechnischen Gesellschaft, ein Vertreter der Schiffswerft Blohm & Voß, Herr Baurat Berghoff oder ein von ihm zu benennendes Mitglied der Schiffbautechnischen Gesellschaft und der Geschäftsführer der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

Die Unterstützung eines Studierenden soll 50 RM monatlich und die Dauer von 3 Studienjahren nicht überschreiten.

Der Verwaltungsrat verfügt über die Zinsen der Veith-Berghoff-Stiftung mit der Maßgabe, daß eine Verfügung über einen längeren Zeitraum als 3 Jahre im voraus nicht zulässig ist. Falls die vorhandenen Mittel für die satzungsgemäßen Zwecke im laufenden Jahr nicht aufgebraucht werden, soll auch eine andere sinngemäße Verwendung dem Verwaltungsrat bei einstimmigem Beschluß freistehen.

§ 8. Rechnungslegung.

Die Rechnungslegung erfolgt jährlich im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

§ 9. Beiträge.

Erfinder und Forscher, welche durch Beihilfe der Veith-Berghoff-Stiftung geldliche Vorteile erzielen, mögen sich verpflichtet fühlen, auch ihrerseits zur Erhöhung der Stiftung beizutragen.

§ 10. Sicherstellung.

Sollte sich die Schiffbautechnische Gesellschaft auflösen, so bestimmt der zuletzt amtierende Vorstand, welcher Körperschaft die Veith-Berghoff-Stiftung, die als solche unangetastet bleiben muß, angegliedert werden soll, und welche Persönlichkeit an die Stelle des Verwaltungsrates zu treten hat.

IV. Unsere Toten

Wieder hat die Schiffbautechnische Gesellschaft den Verlust einer großen Zahl ihrer Mitglieder zu beklagen, die der Tod aus ihren Reihen gerissen hat. Es verstarben im Jahre 1941 und bis zum 1. Mai 1942 36 Mitglieder, deren Andenken wir in hohen Ehren halten werden.

In der langen Reihe dieser Toten sind es zwei Männer, deren Tod in der Kriegszeit besonders schmerzlich empfunden wird, mit deren Hinscheiden Deutschland zwei große Ingenieure und Wirtschaftsführer verloren hat.

Carl Friedrich von Siemens
und
Walter Borbet

Der Tod dieser beiden bedeutenden Männer, die wir mit Stolz unsere langjährigen und treuen Mitglieder nennen durften, hat auch uns tief bewegt. Sie bleiben uns unvergessen.

CARL FRIEDRICH VON SIEMENS

In der Nacht zum 10. Juli 1941 ist Carl Friedrich von Siemens verschieden. Als jüngster Sohn des Begründers des Hauses Siemens, des großen Erfinders Werner von Siemens, und seiner zweiten Frau Antonie, geborene Siemens, wurde Carl Friedrich am 5. September 1872 geboren. Seine Studienzeit verbrachte er an der Universität Straßburg und an den Technischen Hochschulen München und Berlin. Nach längeren Auslandsreisen arbeitete er zunächst im Berliner Stammhaus von Siemens & Halske und war dann von 1901 bis 1908 in der Leitung der damaligen englischen Zweigfirma des Hauses, Siemens Brothers in London, tätig. Später trat er an die Spitze der Übersee-Abteilung der Siemens-Schuckertwerke in Berlin; 1909 wurde er Mitglied und 1912 Vorsitzter des Vorstandes dieser Firma. Nach dem Tode seines Stiefbruders Wilhelm von Siemens im Jahre 1919 wurde ihm der Vorsitz der Aufsichtsräte der Siemens & Halske A.-G. und der Siemens-Schuckertwerke A.-G. und damit die oberste Leitung des gesamten Hauses Siemens übertragen.

Jedes größere organisatorische Gebilde, in welchem Menschen zu gemeinsamen Zielen und gemeinsamer Arbeit zusammengefaßt sind, bedarf zu seiner Ausrichtung eines einheitlichen, alle seine Teile beseelenden Geistes, der nur in langen Jahren gewissenhaftester Persönlichkeitsauswahl, Erziehung und Beispielgebung durch die oberste Leitung erwachsen kann. Das Haus Siemens hatte das Glück, seit seiner Gründung im Jahre 1847 stets von Männern geführt zu werden, welche Unternehmertum im besten Sinne des Wortes verkörperten und in klarer, stetiger Aufbauarbeit eine Tradition schufen. Im Vordergrund stand ihnen die schöpferische Leistung zum Besten des Fortschritts der Menschheit; sie bauten darauf, daß auf dieser Grundlage bei klug abwägendem Kräfteinsatz auch der geschäftliche Erfolg, ohne den natürlich ein allein auf sich gestelltes Privatunternehmen nicht zu bestehen und zu gedeihen vermag, nachfolgen müsse, und sie wurden in dieser Erwartung nicht enttäuscht. Im Sinne des bekannten Wortes, daß deutsch sein heiße, eine Sache um ihrer selbst willen tun, gebührt Carl Friedrich von Siemens wie seinen Vorgängern der Anspruch, das Haus in wahrhaft deutschem Geiste geleitet zu haben.

Als Persönlichkeit bedeutete Carl Friedrich von Siemens mehr als den Erben eines großen Namens und eines großen Besitzes und auch mehr als den Träger

der Funktionen, welche die Gesetzgebung dem Aufsichtsrat zuweist. Er war der wirkliche Chef seines Hauses, der mit umfassendem Wissen, klarem Blick, scharfem Urteilsvermögen und schneller Entschlußkraft über richtig und falsch, wichtig und unwichtig entschied, der die Entwicklungsrichtungen bestimmte, die Arbeitsgrundsätze aufstellte und ihre Einhaltung überwachte, die Organisation in ständiger Anpassung an den Wechsel der Erfordernisse lebendig erhielt und der seinen Stab von Mitarbeitern auswählte und ihnen ihre Aufgaben zuwies. Die Führung eines Hauses, dessen Tätigkeitsgebiet den Gesamtbereich der in stürmischer Entwicklung vorwärts drängenden Elektrotechnik umfaßt, ist eine schwere und verantwortungsreiche Aufgabe. Es liegt in der Natur der Dinge, daß den Vorzügen, die dem Großunternehmen wegen der allen seinen Teilen gebotenen vielfältigen Möglichkeiten eigen sind, immer als drohende Gefahren Ressortpolitik, Bürokratisierung und Schwebbeweglichkeit gegenüberstehen werden. Carl Friedrich von Siemens war es gegeben, diese Gefahren zu meistern; während seiner Wirkenszeit blieben die technische Schöpferkraft seines Vaters Werner und das organisatorische Gestaltungsvermögen seines Bruders Wilhelm im Hause lebendig. Mit erstaunlichem Gedächtnis hielt er die vielverzweigten Fäden in seiner Hand zusammen. Mit untrügbarem Blick für das Wesentliche baute er das Unternehmen den Zeiterfordernissen entsprechend aus und sorgte dafür, daß alle seine Glieder blutvoll und geschmeidig blieben. Gewillt und befähigt, sich, wo es die Umstände erforderten, in jede Einzelheit zu vertiefen, verlor er sich doch nie an die Einzelheiten und behielt stets den Blickpunkt des Führenden.

Carl Friedrich von Siemens war, wie gesagt, der wirkliche Chef seines Hauses, aber zugleich auch sein erster Diener. Er betrachtete es als seine vornehmste Aufgabe, das väterliche Unternehmen als eines der wertvollsten Glieder der deutschen Wirtschaft gesund zu erhalten und organisch weiterzuentwickeln. Hierbei zeigte er sich als Meister in der Beschränkung, indem er darauf hielt, daß nur solche Erweiterungen erfolgten und nur solche Arbeitsgebiete aufgenommen wurden, die nach Art und Umfang zu den Aufgaben des Hauses paßten und mit den verfügbaren Kräften bewältigt werden konnten. Sein Leben verging in unermüdlicher Arbeit an seinem Werk, der er bis in die Tage seiner letzten schweren Erkrankung treu blieb. In seiner Bedürfnislosigkeit, Schlichtheit und Bescheidenheit stellte er an die materiellen Güter des Lebens keine größeren Ansprüche, als sie sich aus der Notwendigkeit gelegentlicher Erholung und der Rücksicht auf seine Stellung als Industrieführer ergaben.

Seine Wesensart war durch ein tief eingewurzelttes Gerechtigkeitsgefühl und soziales Empfinden bestimmt. Dies kam zum Ausdruck gegenüber der eigenen Gefolgschaft und gegenüber den Geldgebern, deren Kapital stets als anvertrautes fremdes Gut respektiert wurde. In gleicher Weise wurden bei Angliederungen früher selbständiger Firmen Belange der Gefolgschaftsmitglieder und Aktionäre in der rücksichtsvollsten Weise gewahrt. Mit der Achtung fremder Art verband sich bei Carl Friedrich von Siemens der berechtigte Stolz auf das eigene Wesen. Er dachte und handelte als deutscher Mann und arbeitete mit aller seiner Kraft daran, der deutschen Wirtschaft ihre Unabhängigkeit vom Ausland zu bewahren. Für jede nationale Aufgabe stand er mit seinem Unternehmen und seiner Person zur Verfügung.

Welche Bedeutung das Haus Siemens unter Führung Carl Friedrichs für die deutsche Wirtschaft und die Weltgeltung der deutschen Industrie erlangt hat, ist bekannt. Als Beiträge zur Entwicklung des deutschen Schiffbaus fallen in die Zeit seines Wirkens neben zahlreichen anderen Arbeiten, auf die hier nicht im einzelnen eingegangen werden kann, die nach neuen Konstruktionsgrundsätzen für höchstmögliche Betriebssicherheit durchgestalteten turbo- und dieselektrischen Schraubenantriebe für eine Anzahl großer Seeschiffe der Handelsmarine. Was das Unternehmen für die deutsche Kriegsrüstung geleistet hat, muß der Würdigung einer späteren Zeit vorbehalten bleiben.

Mit Carl Friedrich von Siemens hat Deutschland einen seiner bedeutendsten Wirtschaftsführer verloren, einen Mann von ritterlichem Denken und Handeln, von königlichem Wollen und Können. Alle, die Zeugen seines Wirkens sein durften, werden seiner stets in dankbarer Verehrung gedenken.

Carl Theodor Buff.

WALTER BORBET

Walter Borbet entstammt einer alten westfälischen Industriellenfamilie und wurde am 9. September 1881 in Gelsenkirchen-Schalke als Sohn des Mitinhabers der Firma Funke, Borbet & Co., der späteren Westfälischen Drahtwerke, Langendreer, geboren. Nach praktischer Ausbildung in verschiedenen industriellen Betrieben studierte er an den Technischen Hochschulen in Karlsruhe, Aachen und Freiberg. Einer zweijährigen Tätigkeit im Hochofenbetriebe und den Stahlwerken des Hörder Vereins folgte 1907 die Berufung als Betriebschef zur Georgsmarienhütte, wo er die Inbetriebnahme des neu errichteten Martin-Stahlwerkes durchführte. Am 1. Oktober 1911 trat er beim Bochumer Verein auf Veranlassung des damaligen technischen Direktors F. Scharf ein und fand hier als dessen Stellvertreter ein umfassendes Tätigkeitsgebiet. Dem Neubau des Stahlwerks II, das nach dem kurz zuvor ausgebildeten Roheisenerzverfahren arbeitete, folgte der Ausbau der Hochofenanlage, dessen Vollendung sich infolge der wechselvollen Ereignisse des nächsten Jahrzehnts bis zum Jahre 1927 hinzog. Um feinkörnige Erze für den Hochofenprozeß verwenden zu können, wurde im Bochumer Verein erstmalig in Deutschland eine Dwight-Lloyd-Sinteranlage geschaffen. Im Weltkriege wurde der Bochumer Verein weitgehend auf die Erzeugung von Heeresmaterial umgestellt, wobei Walter Borbet die Herstellung einer SM-Qualität für Geschützrohre gelang, die selbst dem Tiegelstahl überlegen war. Am 1. Juni 1919 wurde er zum Vorstandsmitglied des Bochumer Vereins und technischen Direktor berufen und am 1. Juli 1922 zum Vorsitzenden des Vorstandes, am 14. Mai 1924 zum Generaldirektor ernannt.

In der Nachkriegszeit nahm Dr. Borbet eine wesentliche Erweiterung der Verfeinerungsbetriebe vor und baute den Bochumer Verein als führendes Qualitätswerk weiter aus. Von den zahlreichen großen Neubauten sei die Errichtung des noch heute als modernstes Stahlwerk anerkannten Werks Höntrop genannt. Die Wärme- und Kraftwirtschaft wurde nach neuzeitlichen Gesichtspunkten grundlegend umgestaltet und der Ausbau der Elektrifizierung des Werks in großzügiger Weise fortgeführt. 1926 wurden dem Bochumer Verein als vierte Hütte die Westfälischen Stahlwerke, das heutige Werk Weitmar, angegliedert. Insgesamt wurde der Bochumer Verein von Dr. Borbet fortlaufend in einer Weise ausgebaut, daß er für die Aufgaben, die ihm im letzten Jahrzehnt auf mannigfachen Gebieten gestellt wurden, bestens gerüstet war. Insbesondere sei noch die Übernahme der Betriebsstätten der Westfälischen Drahtwerke in Langendreer genannt. Heute kann im einzelnen noch nicht gesagt werden, wie der in jeder Weise technisch vervollkommnete Bochumer Verein sich dank seiner zielbewußten, tatkräftigen und willensstarken Führung in den Dienst der großen Aufgaben der Gegenwart gestellt hat.

Walter Borbet, der in der Systemzeit in scharfer Kampfstellung gegen die marxistische Klassenverhetzung dem Gedanken der Betriebsgemeinschaft erfolgreich Bahn brach, hat entsprechend der Tradition des Bochumer Vereins seine soziale Gesinnung stets durch die Tat bewiesen. In dieser Hinsicht sei nur an den Bau der mustergültigen Eigenheimsiedlung Höntrop und des Erholungsheims auf der Borbethöhe bei Werdohl, die Heranbildung eines tüchtigen Facharbeiternachwuchses in der vorbildlichen Lehrwerkstatt, den Aufbau des ersten deutschen betriebsgebundenen Berufserziehungswerkes und die zahlreichen sonstigen, dem Wohle der Gefolgschaft dienenden Einrichtungen des Werks erinnert. Ein festes Band des Vertrauens verknüpft seit jeher den Werksführer und seine Gefolgschaft.

Außer dem Bochumer Verein leitete Dr. Borbet als Vorsitzender des Vorstandes die Werke der Ruhrstahl A.-G. sowie der Hanomag, die in den letzten Jahren als Tochtergesellschaft des Bochumer Vereins ebenfalls einen mustergültigen Ausbau erfahren hat. — Seine großen Verdienste um die Förderung des Eisenhüttenwesens sind von der Technischen Hochschule Aachen durch die Verleihung der Würde eines Dr.-Ing. E.h. anerkannt worden.

Dr. Borbet hat seine Arbeitskraft der Allgemeinheit auch in zahlreichen Ehrenämtern zur Verfügung gestellt. Seit langen Jahren gehörte er dem Vorstand des Vereins deutscher Eisenhüttenleute und der „Nordwestlichen Gruppe“ sowie zahlreicher weiterer wirtschaftlicher Organisationen bzw. deren Beiräten und Arbeitsausschüssen an. Er war Vizepräsident der Industrie- und Handelskammer Bochum, Mitglied des Verbandsausschusses des Siedlungsverbandes Ruhrkohlenbezirk und wirkte als Provinzialrat der Provinz Westfalen sowie als Rats Herr der Stadt Bochum.

Dem Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft gehörte er von 1930 bis 1938 an. Die auf seinen Schultern liegende große Arbeitslast zwang ihn im Jahre 1938, aus dem Vorstand auszusteigen; sein Rat und seine Hilfe standen uns jedoch bis zuletzt stets weiterhin zur Verfügung.

Was Borbet vor und im gegenwärtigen Kriege für die drei Säulen unserer Wehrmacht geschaffen hat, kann hier nicht im einzelnen dargelegt werden; das muß einer späteren Zeit vorbehalten bleiben. Die Würdigung seiner wehrwirtschaftlichen Leistungen fand Ausdruck durch seine Ernennung zum Wehrwirtschaftsführer und zum Vorsitzenden des Rüstungsausschusses im Wehrkreis VI. Als einem der ersten verlieh ihm der Führer 1940 das Kriegsverdienstkreuz I. Klasse.

Am Schreibtisch in seinem Arbeitszimmer, der Stätte seines nie rastenden Schaffens, beendete am 4. Januar 1942 ein Herzschlag sein Leben. Die höchste Ehrung, die dem Toten zuteil werden konnte, erwies ihm der Führer mit der Anordnung eines Staatsbegräbnisses.

HERMANN BENKERT

Am 10. April 1942 ist der Fabrikdirektor Hermann Benkert in Hamburg-Harburg im Alter von 77 Jahren von uns gegangen.

Hermann Benkert ist uns als Fachmann für den Schiffs-Kühlmaschinenbau bekannt; ein halbes Jahrhundert hat er auf diesem Gebiete gearbeitet, und große Leistungen hat er hervorgebracht.

Bereits in jungen Jahren hat sich der Verstorbene als Oberingenieur der Firma Haubold in Chemnitz dem Bau der Kühlmaschinen zugewandt, nachdem er seine militärische Ausbildungszeit auf der „Baden“ verbracht hatte. Später widmete er sich als Direktor der Maschinenfabrik Georg Niemeyer in Hamburg fast ausschließlich dem Bau der Schiffskühlmaschinen. Seiner einzigartigen Erfahrung auf diesem Gebiete sind eine große Anzahl technischer Verbesserungen zu verdanken, durch die es ihm stets gelang, die damals scharfe englische Konkurrenz aus dem Felde zu schlagen. Noch im 74. Lebensjahre hat Hermann Benkert als technischer Direktor der Harburger Eisen- und Bronzwerke bewährte Neuerungen herausgebracht, durch die beispielsweise über 50% an Kupferrohren mit entsprechendem Gewichts- und Raumgewinn eingespart wurden.

Ein Herzleiden zwang Hermann Benkert dazu, in den beiden letzten Jahren seines Lebens nicht mehr zu arbeiten, was für diesen Arbeitsmenschen reinster Prägung die härteste Prüfung bedeutete.

Alle Männer, mit denen Hermann Benkert zu tun hatte, werden den Eindruck seiner umfassenden Kenntnisse und sein gewinnendes, aufrechtes Wesen nicht vergessen. „Der alte Benkert“ ist ihnen zum Begriff technischen Könnens und geschäftlicher Geradlinigkeit geworden. Niemals wich er von einem als richtig erkannten Wege ab.

Vierzig Jahre hat der Verstorbene der Schiffbautechnischen Gesellschaft als treues Mitglied angehört.

ERNSTAUGUST BÜLTEMANN

Ernstaugust Bültemann wurde am 12. Juli 1914 als Sohn eines Fabrikdirektors in Weesenstein bei Dresden geboren. In seiner Jugend schon erwachte in ihm der Wunsch, einen Beruf zu wählen, der ihn mit der See und der Schifffahrt in Verbindung brachte. Trotz mancher Schwierigkeiten, die ihm durch verschiedene Umstände bereitet wurden, war es ihm gelungen, sich durchzusetzen.

Nachdem er 1935 seine Reifeprüfung abgelegt hatte, arbeitete er ein Jahr praktisch in der Werkstatt der Hille A.-G. zu Dresden und noch kurze Zeit im Institut für Werkzeugmaschinen an der dortigen Technischen Hochschule. Im Wintersemester 1937 begann er mit dem Studium des Maschinenbaus an der Technischen Hochschule in Dresden und verließ sie im April 1940 als Diplom-Ingenieur. Besonderen Wert hat er auf Fächer gelegt, die den Schiffsmaschinenbau betreffen. Während seiner Ferien hat er als Maschinenpraktikant und später als Assistent durch große Reisen zur See Erfahrungen für seinen späteren Beruf gesammelt.

Auf Grund seiner langjährigen Tätigkeit als Mitglied des Deutschen Amateur-Sende- und -Empfangdienstes wurde er kurz nach seiner Prüfung zur Marine als Funker eingezogen und später nach verschiedenen Kursen nach Norwegen versetzt. Im April 1941 wurde er zum Gefreiten befördert. Seine langen Bemühungen, einen Wirkungskreis zu erhalten, in dem er dem Vaterlande durch seine Kenntnisse und Erfahrungen noch besser dienen konnte, hatten im August 1941 Erfolg. Er wurde nach St. Nazaire befohlen und trotz seiner Jugend sofort zum Marine-Baurat ernannt.

Am 28. März 1942 versuchten die Engländer, den Stützpunkt und die Werft durch einen plötzlichen Angriff zu zerstören. Bei der Explosion eines englischen Zerstörers fiel Marine-Baurat Ernstaugust Bültemann zusammen mit mehreren seiner Kameraden. Wir werden das Andenken dieses jungen Mitgliedes, der sein Leben in Deutschlands größtem Kampf opferte, in hohen Ehren halten.

CARL JOHANN BUSCH

Carl Johann Busch wurde am 24. Juni 1874 in Hamburg geboren. Er besuchte das dortige Gymnasium und ging dann in jungen Jahren nach England, wo er in der Waggonbranche tätig war. Das väterliche Werk, die bekannte Waggon- und Maschinenfabrik A.-G., vorm. Busch, Bautzen, wurde von dem ältesten Bruder, dem Kommerzienrat William Busch, geführt.

Später gründete Carl Busch in seiner Vaterstadt Hamburg ein größeres technisches Büro, das bedeutende technische Werke, u. a. die Firma Siemens & Halske A.-G. (Ozon-Anlagen) vertrat, mit Zweighaus in Berlin. Er widmete sich ferner der Kühlhaustechnik, war Mitbegründer der Kühlhäuser in Hamburg und der Schifffahrts- und Fischereiinteressen. Hier war Carl Busch Aufsichtsratsmitglied verschiedener großer Gesellschaften. Durch zunehmende Kränklichkeit gezwungen, auf dem Lande zu leben, zog sich Carl Busch dann auf sein Gut in der Lüneburger Heide zurück, das er zu einem Mustergut machte, mit Versuchstation für die Futterkonservierungs- (Silage-) Wirtschaft. An einem Werk dieser Branche war Carl Busch führend beteiligt. Diesem für die Volkswirtschaft wichtigen Wirken wurde Carl Busch am 27. März 1942 durch den Tod entrissen.

Unserer Gesellschaft hat der Verstorbene seit 1930 als Mitglied angehört.

FRIEDRICH DAMMANN

Friedrich Dammann wurde im Jahre 1872 geboren. Er besuchte die Technische Staatslehranstalt in Hamburg. Nach Abschluß seiner auf dieser Schule mit großem Fleiß betriebenen Studien wurde er am 1. November 1901 als Schiffbautechniker von der Werft Blohm & Voß eingestellt. Zwanzig Jahre lang blieb er dieser Firma treu, bis er dem Ruf von Prof. Weckwerths, der seine Befähigung zum Lehrer erkannt hatte, folgte, Gewerbelehrer an der Gewerbeschule zu werden.

An dieser Schule wirkte er als Gewerbelehrer für Schiffbau bis zur Erreichung der Altersgrenze am 1. September 1935. Er gönnte sich jedoch nur kurze Zeit Ruhe und Ausspannung; nach bereits drei Monaten trieb es ihn wieder zu neuer Tätigkeit und neuer Arbeit. Als Schiffbauingenieur trat er in die Dienste der Werft H. C. Stülcken & Sohn, bei der er bis kurz vor seinem am 19. Mai 1941 erfolgten Tode verblieb. Ein fleißiger und tüchtiger Ingenieur, ein treues Mitglied, das der STG seit dem Jahre 1908 angehörte, ist mit ihm von uns gegangen.

HANS DIECKHOFF

Am 22. Juni 1941 verstarb im Alter von 74 Jahren der Aufsichtsratsvorsitzende des Germanischen Lloyd, Professor Hans Dieckhoff. Der Verstorbene entstammte einem alten hansischen Geschlecht. Er wurde geboren am 23. November 1866 zu Dzimianen, dem Gut seines Vaters, und besuchte das Gymnasium zu Stargard und später das Konradische Schul- und Erziehungsinstitut in Jenkau bei Danzig. Nach mehrjähriger praktischer Tätigkeit unternahm er größere Seereisen und besuchte darauf die Technische Hochschule zu Berlin-Charlottenburg, um Schiffsmaschinenbau zu studieren. Später trat er bei der Hamburger Werft H. C. Stülcken & Sohn ein, wo er bald zu einer leitenden Stellung aufstieg. Im Jahre 1901 wurde er als ordentlicher Professor für Schiffsmaschinenbau an die Technische Hochschule zu Berlin-Charlottenburg berufen, wo er mehrere Jahre wirkte. Schon 1906 folgte er einer Aufforderung Adolf Woermanns und trat zunächst als technischer Direktor bei den Deutschen Afrika-Linien ein und wurde später Vorstandsmitglied. Hier bemühte er sich vor allem um die Verbesserung der Steuerungsanlagen auf den Afrika-Dampfern. Die Vernichtung der deutschen Afrika-Flotte nach dem unglücklichen Ausgang des Weltkrieges stellte ihm neue große Aufgaben. An dem Wiederaufbau der Flotte der Deutschen Afrika-Linien nach dem Weltkriege war er maßgebend beteiligt. Im Jahre 1930 schied er aus dem Vorstand der Woermann-Linie aus.

Danach widmete er seine ganze Arbeitskraft dem Germanischen Lloyd und der deutschen Schiffsklassifikation. Zum Germanischen Lloyd hatte er schon seit langem eine besonders enge Verbindung. Über 25 Jahre war er Mitglied des Beratenden Ausschusses für die Bauvorschriften für stählerne Seeschiffe und hat wesentlich an der Entwicklung der Bauvorschriften des Germanischen Lloyd mitgearbeitet. Dem Aufsichtsrat des Germanischen Lloyd gehörte er seit 1921 an. Im Jahre 1935 wurde er zum Vorsitzenden des Aufsichtsrates gewählt. In dieser Stellung hat er sich besonders um den Ausbau der deutschen Schiffsklassifikation bemüht, deren Förderung er als seine vordringliche Aufgabe betrachtete. Noch im letzten Jahre, als ihn schon eine schwere Krankheit an das Krankenlager fesselte, hat er mit regem Interesse an allen Vorgängen Anteil genommen, welche mit der Schiffsklassifikation zusammenhängen.

Über sein engeres Fachgebiet hinaus hat sich Dieckhoff mit vielen wissenschaftlich-technischen Aufgaben beschäftigt, die mit dem Schiffbau im Zusammenhang stehen. U. a. verfaßte er ein Lehrbuch über Schiffskessel. Er hat sich stets sein reges Interesse für alle wissenschaftlichen Arbeiten und für die technisch-wissenschaftlichen Vereine bewahrt. In verschiedenen Gesellschaften betätigte er sich aktiv an der Bearbeitung neuer Probleme. Der Schiffbautechnischen Gesellschaft gehörte er seit ihrer Gründung im Jahre 1899 an. Ebenso war er Verwaltungsrat der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt. Er war Mitglied des Deutschen Museums und des Deutschen Schulschiffvereins. Eine besonders wichtige Tätigkeit entfaltete er als Mitbegründer und zeitweiliger Vorsitzender des Handelsschiff-Normenausschusses.

Mit Professor Dieckhoff ist ein Mann von uns gegangen, dessen ganzes Leben der Arbeit für die deutsche Schifffahrt und den deutschen Schiffbau gewidmet war. Die Verdienste, die er sich um die ihm anvertrauten Gesellschaften erworben hat, werden ihm stets ein ehrendes Andenken sichern.

RUDOLF DREVES

Am 1. Januar 1942 verstarb unerwartet nach kurzer Krankheit der Oberingenieur der Firma Blohm & Voß, Rudolf Dreves.

Geboren am 17. April 1879 in Hamburg, besuchte er die dortigen Technischen Staatslehranstalten und trat nach beendetem Studium im Jahre 1899 in die Dienste der Firma Blohm & Voß, bei der er dann ununterbrochen 42 Jahre lang tätig war.

Die ersten Jahre dieser Tätigkeit waren mit Entwurfsarbeiten für dampfbetriebene Schiffs-Hauptmaschinenanlagen ausgefüllt.

Später, als die Firma zusammen mit der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg den Bau von Schiffsölmotoren aufnahm, wechselte auch sein Arbeitsgebiet, das sich in der Folgezeit ausschließlich auf den Schiffsölmotorenbau erstreckte und Auswirkung in dem Bau einer Reihe von Anlagen fand, von denen einige typische Ausführungen wie die Motorschiffe „Rheinland“, „Havelland“, „Monte Sarmiento“, „Milwaukee“, „Caribia“, „Osorno“ und „Wilhelm Gustloff“ hier genannt sein mögen. Auch der Bau einer 15 000-PS-Ölmotore für die Hamburgischen Electricitäts-Werke A.-G. fällt in diese Zeit des Ölmotorenbaues, dem die Lebensarbeit von Dreves galt.

Die Ausführung der Ölmotorenanlagen, insonderheit in Verbindung mit Rädergetrieben, zeitigten eine Fülle neuer Probleme schwingungstechnischer Art, deren Bewältigung sich Rudolf Dreves mit besonderem Verständnis widmete. Durch eine neue graphische Berechnungsmethode schuf er ein übersichtliches Hilfsmittel zur Beurteilung der verwickelten Schwingungsverhältnisse.

Außer dieser Berechnungsmethode, die in der Zeitschrift des VDI, Jahrgang 1918, unter dem Titel „Neues graphisches Verfahren auf statischer Grundlage zur Untersuchung beliebiger Wellen-Massen-Systeme auf freie Drehschwingungen“ erschienen ist, sind mehrere Fachaufsätze auf dem Gebiete der Drehschwingungen von Rudolf Dreves veröffentlicht worden. Als Mitglied der Schiffbautechnischen Gesellschaft hatte er auf der Hauptversammlung der STG im Jahre 1937 in Berlin Gelegenheit, einen Vortrag über „Starrgekuppelte Getriebe-Dieselmotoren im Schiffsantrieb“ zu halten.

Für seine Verdienste wurden ihm die Verdienstkreuze beider Kriege verliehen.

Sein Andenken als ausgezeichneten Fachmann und als Mensch von untadeligem Charakter und unbedingter Zuverlässigkeit wird von allen denen, die persönlich oder beruflich mit ihm zu tun hatten, in Ehren gehalten werden.

KARL FRÜH

wurde am 26. April 1884 in Dinkelsbühl geboren. Nachdem er an der Industrieschule in Augsburg die Abiturientenprüfung bestanden hatte, widmete er sich an der Technischen Hochschule in München dem Studium des Maschinenbaus, und zwar insbesondere dem des Motorenbaus. Nach Ablegung der Diplom-Hauptprüfung im Jahre 1906 diente er als Einjährig-Freiwilliger bei dem Pionier-Bataillon in Speyer.

Bei verschiedenen Firmen war er nunmehr als Ingenieur tätig, u. a. bei den Linke-Hofmann-Werken in Breslau, bei der AEG in Berlin, bei der Germania-Werft in Kiel. Im Jahre 1911 erfolgte sein Eintritt in den Kreis um Professor Junkers in Aachen, wo er hauptsächlich an der Entwicklung des Junkersmotors mitarbeiten konnte. Vom Jahre 1913 ab bis zum Ausbruch des Weltkrieges nahm er im Auftrage von Professor Junkers dessen Interessen in St. Petersburg bei dem Lizenznehmer, der Firma Gebr. Nobel, wahr.

Bei Kriegsbeginn wurde er von der Kaiserlichen Marine nach Kiel berufen, um hier nach kürzerer Betätigung im Torpedoressort als Betriebsdirigent des U-Boot-Ressorts die U-Boot-Reparaturwerkstätten der Kaiserlichen Werft zu leiten.

Nach Beendigung des Krieges trat er wieder in die Dienste von Professor Junkers, der inzwischen seine Betriebe nach Dessau verlegt hatte. In Dessau war er zunächst im Motorenbau tätig, bald aber entschloß er sich, für das damals im Aufbau und Aufstieg befindliche Kaloriferwerk zu wirken. Mehrere Jahre lang stand er in diesem Werk an leitender Stelle, bis er im Jahre 1921 ein eigenes Ingenieurbüro eröffnete, um die Vertretung des Kaloriferwerkes für Norddeutschland und gleichzeitig den Vertrieb der Professor-Junkers-Wasserwirbelbremse für das ganze Reich zu übernehmen. Im Jahre 1928 verlegte Karl Früh sein Büro nach Berlin; hier wird es auch nach seinem am 1. November 1941 erfolgten Tode unter gleicher Firmenbezeichnung weitergeführt.

Karl Früh war unser Mitglied seit dem Jahre 1918.

RÜDIGER FREIHERR VON DER GOLTZ

Freiherr von der Goltz wurde am 10. April 1870 in Berlin geboren. Nach dem Besuch des Gymnasiums in Kiel und der Kadettenanstalten in Ploen und Berlin-Lichterfelde trat er am 13. April 1888 als Kadett in die Kaiserliche Marine ein. Im Mai 1891 wurde er zum Unterleutnant zur See, im April 1894 zum Leutnant zur See befördert.

Als Marineoffizier hat er bis zum Jahre 1907 auf den verschiedensten Kriegsschiffen, die ihn u. a. bis nach Ostasien und in die Südsee führten, Dienst getan. Nur kurze Kommandierungen zur Dienstleistung an Land unterbrachen seine Bordkommandos. Im Jahre 1907 wurde der inzwischen zum Korvettenkapitän beförderte Offizier zum Artilleriedirektor der Kaiserlichen Werft Kiel ernannt; diese Stellung behielt er bis zu seinem Ausscheiden aus der Marine im Jahre 1911 inne.

Freiherr von der Goltz verlegte nunmehr seinen Wohnsitz nach Berlin. Hier wirkte er als Repräsentant für die Firma Rheinmetall, Düsseldorf. Im darauffolgenden Jahre wurde er Mitglied unserer Gesellschaft.

An den Kämpfen des Weltkrieges nahm er zunächst im Jahre 1915 als Offizier beim Ersten Garde-Fußartillerie-Regiment teil. Er machte u. a. die Belagerung von Kowno, die Njemen-Schlacht, die Eroberung von Grodno und die Schlacht bei Wilna mit. Von einer ersten Erkrankung, die er sich Ende 1915 in den Stellungskämpfen an der russischen Front zugezogen hatte, mußte er im Lazarett Heilung suchen. Nach Wiederherstellung seiner Gesundheit wurde Korvettenkapitän Freiherr von der Goltz zum Kommandeur der Marine-Armierungsabteilung in Libau ernannt und in den letzten Kriegsjahren zur Dienstleistung in den Marine-Nachrichtenstellen Arkona, Brüsterort, Rixhöft und Hela kommandiert.

Nach dem Kriege war Freiherr von der Goltz wieder in Berlin kaufmännisch tätig, und zwar im Versicherungswesen bei der Firma Oskar Schunck Komm.-Ges. Hier verstarb er am 18. April 1941. Die Sorge um seinen einzigen in Mittelamerika lebenden Sohn, von dem er durch den Krieg seit 1½ Jahren ohne Nachricht geblieben war, hatte seinen Gesundheits- und Gemütszustand untergraben, so daß er nach kurzer Erkrankung verschied.

Er hat bis zuletzt den Fragen der Schiffbautechnik und im besonderen der Marineartillerie das größte Interesse entgegengebracht. Ein treues Mitglied ist mit ihm von uns gegangen.

EDWIN GRUBE

Der frühere kaufmännische Leiter des Danziger Werkes der Firma F. Schichau G. m. b. H. Werftdirektor i. R. Edwin Grube verstarb nach einem arbeitsreichen Leben am 17. Juli 1941 auf seinem Ruhsitz in Danzig-Langfuhr. Seit 1921 gehörte der Verstorbene zu den getreuesten unserer Mitglieder. Wir werden sein Andenken in Ehren halten.

Edwin Grube wurde am 28. Oktober 1866 in Königl. Schmelz bei Memel als Sohn eines Schneidemühlenbesitzers geboren. Nach dem Besuch des Gymnasiums

in Memel machte er seine kaufmännische Lehrzeit in Elbing von 1882 bis 1884 bei der Elbinger Dampfschiffahrts-A.-G. durch, anschließend war er fünf Jahre bei der Firma Gebrüder Kamarin in Riga tätig.

Am 1. Oktober 1890 trat er in die Dienste der Firma F. Schichau, zunächst bei der Elbinger Dampfschiffahrts-Reederei F. Schichau, dann vom 1. Dezember 1892 ab bei der neu gegründeten Danziger Schichau-Werft. An dem Aufbau des Danziger Werkes hat er von Anfang an hervorragenden Anteil genommen. Im Jahre 1917 wurde er zum Prokuristen, im Jahre 1918 zum kaufmännischen Direktor ernannt. Am 1. Oktober 1930 konnte Grube bei den Schichau-Werken, denen er in rastloser Arbeit mit ganzer Kraft und unwandelbarer Treue gedient hatte, sein vierzigjähriges Dienstjubiläum begehen.

Über seine eigentliche Tätigkeit als Werftdirektor hinaus hat Direktor Grube an der Förderung und dem Aufbau der Danziger Wirtschaft regen Anteil genommen. Lange Jahre hindurch war er Mitglied der Danziger Handelskammer sowie ordentlicher Handelsrichter und stellv. Mitglied des Ausschusses der Bank von Danzig. Große Verdienste, die durch die Verleihung der Bödiker-Denk Münze gewürdigt wurden, erwarb er sich um die Unfallgenossenschaft Danzigs, deren Vorsitzender er von 1927 bis 1934 war.

GUSTAV HENKEL

Gustav Henkel, der am 22. Juni 1856 geboren wurde, gehörte schon in jungen Jahren zu den weitblickenden Technikern seiner Zeit. Frühzeitig erkannte er die Bedeutung und Möglichkeiten der Dampfkraft. Fruchtbare Jahre der Zusammenarbeit verbanden ihn mit Wilhelm Schmidt, dem Vorkämpfer der modernen Heißdampftechnik, dem er in der von ihm 1878 mitbegründeten Fabrik Beck & Henkel die ersten erfolgreichen Heißdampfversuche ermöglichte. Die erste im Jahre 1894 erbaute Heißdampf-Verbunddampfmaschine steht als Zeuge epochemachender Technik Kasseler Ingenieure im Deutschen Museum in München.

Aber auch auf elektrotechnischem Gebiet leistete Gustav Henkel bahnbrechende Arbeit. Mit seinem 1892 errichteten Elektrizitätswerk in Wilhelmshöhe versorgte er die westlichen Stadtteile Kassels mit Strom, und gegen starken Widerstand erbaute er die Herkulesbahn, die dem Habichtswald einem starken Verkehr erschloß und den Abtransport der dort geförderten Braunkohlen wirtschaftlich machte. Darüber hinaus fand der Verstorbene noch Zeit, mit seinen reichen Erfahrungen seiner Vaterstadt jahrzehntelang in segensreicher Arbeit zu dienen. Der Versorgungswirtschaft Kassels und dem Nahverkehrswesen gab er Richtung und Ziel, und besondere Dienste erwarb er sich um den neuzeitlichen Ausbau des Lossewerks.

Der hessische Bezirksverein des VDI ernannte den weitschauenden Industriellen Henkel im Jahre 1926 zu seinem Ehrenmitglied. Ferner war er Ehrenmitglied des hessischen Dampfkessel-Revisionsvereins, den er vom Jahre 1914 bis 1930 als Vorsitzender leitete. Mitglied der Schiffbautechnischen Gesellschaft war er seit dem Jahre 1906.

Direktor Gustav Henkel verstarb am 29. Dezember 1941 im hohen Alter von 85 Jahren. Sein Leben war rastloses Schaffen. Nichts ehrt den Menschen Henkel mehr als die bescheidenen Worte beim Scheiden aus seiner ehrenamtlichen Tätigkeit als Beigeordneter der Stadt Kassel: „Ich habe versucht, meine Pflicht zu tun.“

LUDWIG KOLLBOHM

Direktor Ludwig Kollbohm wurde am 18. August 1880 in Altona (Elbe) geboren. Er besuchte in seiner Vaterstadt die Schule, erfuhr dort seine erste Schulbildung und setzte diese später in Neustadt-Glewe an der Technischen Höheren Staatslehranstalt, Fachrichtung Maschinenbau, fort. Nach Abschluß seines Studiums begann er seine Ingenieur Tätigkeit bei der Maschinenfabrik Hoppe in Berlin. Mit Vorliebe beschäftigte sich Kollbohm mit kraft- und wärmewirtschaft-

lichen Aufgaben. Es gelang ihm sehr frühzeitig, vom Zeichentisch in den Betrieb zu wechseln.

Bei den Stadtwerken der Hansestadt Köln fand er ein reiches Betätigungsfeld auf dem Gebiete der reinen Kraftwirtschaft. Mit dem zunehmenden Ausbau der Kraftwirtschaft an Rhein und Ruhr wurde er in den Dienst des Kommunalen E.-W. Mark gerufen. Dort begann er seine Tätigkeit im Jahre 1907 als Betriebsleiter des Kraftwerkes Herdecke.

Die sprunghafte Entwicklung der Kraftwirtschaft machte den Ausbau der Kraftanlagen im Ruhrgebiet erforderlich, wobei Ludwig Kollbohm durch sein ausgezeichnetes Fachwissen beim Ausbau der Werksanlagen das Unternehmen einer Blütezeit entgegenführte. Als Oberingenieur und späteres Vorstandsmitglied erstellte er die Kraftanlagen in Elverlingsen und Siesel.

Durch seine Tätigkeit in den Fachausschüssen des Verbandes der Elektrizitätswerke wurde er weit über die Grenzen von Rheinland und Westfalen hinaus bekannt und führte in dieser Fachgruppe das Referat für Kraftwerksbau. Maßgeblichen Anteil nahm er an der Entwicklung des Hochdruck-Dampfkesselbaus.

Im Jahre 1927 plante Direktor Kollbohm im Ruhrgebiet das erste Hochdruck-Dampfkraftwerk, welches 1928 dem Betrieb übergeben werden konnte. Das Cunowerk Herdecke war in bezug auf Wärmewirtschaft in Deutschland anerkannt an erster Stelle. Mit zäher Ausdauer und unermüdlichem Fleiß arbeitete er an der Verfeinerung der Hochdruckdampfkessel und Kohlenstaub-Mahlanlagen. Von ihm wurden erstmalig Prallmühlen gebaut, welche durch einen Dampfstrahl die Kohle zerkleinerten, und diese wurden so weit entwickelt, daß zuletzt Kessel mit einer Heizfläche von 1000 qm betrieben werden konnten.

Im Zuge des Umbruches 1933 wurde Ludwig Kollbohm aus dem Vorstand des Kommunalen E.-W. Mark abberufen. Gestützt auf seine überaus reichen Erfahrungen auf dem Gebiete der Hochdruckdampftechnik wandte er sich Arbeiten für die Kriegsmarine zu und begründete im Jahre 1935 in Travemünde das Ingenieurbüro Kollbohm & Scholtes. Hier stellte er seinen reichen Erfahrungsschatz in den Dienst der Kriegsmarine und nahm sehr regen Anteil an der Entwicklung des Hochdruckdampfbetriebes auf Kriegsschiffen, wobei er sich besonders dem Gebiet der automatischen Regelungen widmete. Zusammen mit einer Spezialfirma wurden regeltechnische Aufgaben gelöst. Seine unermüdete Tätigkeit bei den Werften der Kriegsmarine beeinflusste seinen Gesundheitszustand in den letzten Jahren recht ungünstig und zwang ihn nach acht Jahren zäher Arbeit auf das Krankenbett. Auch hier noch leitete Ludwig Kollbohm die von ihm aufgegriffenen Projekte, bis der Tod ihn am 6. Dezember 1941 aus dem Leben gerufen hat.

Ein an Arbeit reich erfülltes Ingenieurleben fand leider zu früh sein Ende.

P. Scholtes.

OTTO LANS

Konteradmiral a.D. Otto Lans wurde am 28. Juni 1870 in Wesel geboren. Nach Ablegung der Abiturientenprüfung trat er im April 1889 in die Kaiserliche Marine ein. Es war sein Wunsch, Seeoffizier zu werden.

Er machte die übliche Ausbildung auf verschiedenen Schulschiffen und Panzerschiffen durch. Nach seiner Beförderung zum Offizier führten ihn verschiedene längere Auslandsreisen nach Westindien, Südamerika und Ostasien. Von 1908 bis 1909 war er Kommandant eines Torpedobootes.

Otto Lans zeigte stets eine stark hervortretende technische Begabung. Diese führte ihn von 1904 bis 1907 als I. Offizier des „Pelikan“ in das Minenversuchskommando, von 1910 bis 1911 in die Schiffsprüfungskommission und von 1911 bis 1914 in die Konstruktionsabteilung des Reichsmarineamts. Krankheitshalber mußte er im April 1914 seinen Abschied nehmen.

Er widmete sich dann als Assistent der Friedrich Krupp A.-G. in Essen der Bearbeitung artilleristischer Fragen bis zum Ausbruch des Weltkrieges. Für die Kriegsdauer wurde Otto Lans in das Marinekabinett als Abteilungschef berufen.

Nach dem Kriege wurde Konteradmiral Lans Bevollmächtigter der Motorenfabrik Deutz in Berlin. Hier konnte er zehn Jahre lang bis 1928 mit großem Erfolg wirken und seine technischen Kenntnisse und Erfahrungen in die Dienste seiner Firma und damit auch seines Vaterlandes stellen. Er starb am 23. März 1942 in München an den Folgen der Gicht, die ihn die letzten dreißig Jahre seines Lebens gequält hatte.

Mit ihm ist ein technisch hochbegabter, vortrefflicher Seeoffizier, ein treues Mitglied der Schiffbautechnischen Gesellschaft von uns gegangen.

JOHANNES KRÜGER

Am 10. September 1941 verschied am Herzschlag auf einer Dienstreise in Brüssel Marine-Oberbaurat und Vorstand des Marine-Abnahmeamts Düsseldorf Johannes Krüger im Alter von 64 Jahren.

Hans Krüger ist in Hagen i. Westf. als Pfarrerssohn aufgewachsen. Aus dem Vaterhause brachte er eine vielseitige allgemeine Bildung und schöne musikalische Fähigkeiten mit, die ihm in der frohen Studentenzeit und später im Berufsleben manche gute Stunde bereitet haben. Vom Herbst 1896 bis 1902 studierte er an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg Schiffsmaschinenbau und diente während dieser Zeit auch als Einjährig-Freiwilliger bei der Matrosen-Artillerie in Friedrichsort. Nach der ersten staatlichen Hauptprüfung wurde er als Marinebauführer bei der damaligen Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven angestellt und dort nach dem Baumeisterexamen 1905 zum Marinebaumeister ernannt.

Trotzdem er in dieser Stellung interessante Arbeit in der Neubau-Betriebsdirektion fand, schien ihm doch in diesen ruhigen Friedensjahren die Beamterlaufbahn zu langsam aufwärts zu führen; er nahm daher seinen Abschied und gründete nach einer kurzen Tätigkeit bei der MAN ein Ingenieurbüro in Hamburg. Nach Ausbruch des Weltkrieges wurde er als Direktor der Frerichswerft nach Osterholz bei Bremen berufen. Hier hatte er einen guten Wirkungskreis als Konstrukteur und Werksleiter gefunden, hier konnte er auch ein harmonisches, durch die Musik veredeltes Familienleben führen und frohe Gäste um sich versammeln. Aber die Frerichswerft fiel schließlich dem wirtschaftlichen Niedergang in den zwanziger Jahren zum Opfer, besonders auch weil die Aufträge aus Übersee auf flachgehende, ohne Werfthilfe an Ort und Stelle zusammensetzbare Flußraddampfer ausblieben, die vor dem Weltkriege gerade das Hauptfach dieser Werft gebildet hatten.

Mit dem wachsenden Ausbau der deutschen Kriegsmarine war inzwischen auch das Abnahmewesen der Marine aus kleinen Anfängen wieder in Gestalt von besonderen Büros in Berlin und Düsseldorf erstanden, und so übernahm Hans Krüger die Leitung der Marineabnahme in Düsseldorf und gestaltete sie zu einer leistungsfähigen Behörde aus. Seine unermüdliche Hingabe an den Dienst wurde bald durch die Ernennung zum Oberbaurat belohnt, leider hat er die bevorstehende Beförderung zum Ministerialrat nicht mehr erleben können.

Unserer Gesellschaft hat Hans Krüger seit 1930 angehört und an ihren Arbeiten stets lebhaften Anteil genommen.

B. Müller.

FRIEDRICH LUDWIG

Friedrich Ludwig wurde am 1. Dezember 1887 in Kiel geboren. Er besuchte das Realgymnasium bis Unterprima und ging 1905 als Volontär auf die Kaiserliche Werft in Kiel. Von 1906 bis 1909 besuchte er die Höhere Maschinenbauschule in Kiel und bestand hier das Examen mit Auszeichnung. Anschließend hörte er auf der Universität ein Semester Physik, Chemie und Mathematik.

Im Jahre 1910 war er auf der Germaniawerft im Dieselmotorenbau, 1911 auf der Kaiserlichen Werft in Danzig tätig; im Jahre 1912 kam er dann nach Bremen auf die Deschimag in den Unterseebootsbau. Im Jahre 1917, mit dreißig Jahren,

wurde er Oberingenieur und Bürochef des Maschinenbaubüros I, Abteilung Unterseebootsbau. Die Werft besitzt mehrere Patente von ihm.

Von 1919 bis 1932 führte Ludwig mit seinem Schwager zusammen die Seifenfabrik seines Schwiegervaters, die er 1933 verließ, um sich als Beratender Ingenieur zu betätigen. Er wurde Experte des Bureau Veritas, Zweigstelle Hamburg, technischer Berater der Industrie- und Handelskammer und beeidigter Sachverständiger für Schiffe und Schiffsmaschinenanlagen. Als solcher wurde er von der Behörde für Schifffahrt angestellt. Er war Mitglied des VBI, des VDI und seit 1917 der STG.

Sein umfassendes Wissen und seine reiche Erfahrung, verbunden mit großer Tatkraft, haben stets die Anerkennung seiner Mitarbeiter und der Behörden gefunden. Sein nimmermüder Fleiß wird durch nichts besser charakterisiert als durch die Tatsache, daß er in seinem arbeitsreichen Leben nicht ein einziges Mal Urlaub genommen hat. Ein schweres Herzleiden, das er sich durch diese Überarbeitung zuzog, bereitete ihm und all den Aufgaben, die noch vor ihm lagen, ein frühes Ende. Er verstarb am 7. September 1941 in Bremen.

CONRAD MATSCHOSS

Professor Dr.-Ing. E.h. Dr. phil. h.c. Conrad Matschoß, der langjährige Direktor des Vereins Deutscher Ingenieure im NSBDT und Altmeister der Technikgeschichte, ist am 21. März 1942 nach kurzer Krankheit verstorben.

Conrad Matschoß stammt aus dem seit 1939 wieder deutsch gewordenen Osten des Reiches. In Neutomischel in Posen wurde er am 9. Juni 1871 als ältester Sohn eines Pastors geboren; in Guben besuchte er das humanistische Gymnasium; an der Technischen Hochschule Hannover studierte er Maschinenbau. Nach Jahren praktischer Ingenieurstätigkeit folgten Jahre als Lehrer an Gewerbeschulen. Schon in dieser Zeit beschäftigte er sich mit der Technikgeschichte. 1901 trat er zum erstenmal mit seinem wissenschaftlichen Buch „Die Geschichte der Dampfmaschine“ an die Öffentlichkeit. Dadurch kam er in engere Beziehung zum Verein Deutscher Ingenieure. Im Auftrag des VDI schuf Matschoß in mehrjähriger gründlicher Forschertätigkeit, die ihn mit allen großen Maschinenfabriken Europas in Verbindung brachte, ein Standardwerk der Technikgeschichte, die „Entwicklung der Dampfmaschine“; 1908 in zwei Bänden erschienen, ist es auch heute noch die grundlegende Veröffentlichung aus der Geschichte des Maschinenbaues.

Im Jahre 1906 war Matschoß ganz in den Dienst des VDI getreten. Im Jahre 1913 wurde er stellvertretender Direktor, von 1916 bis Ende 1937 war er Direktor, seither im Vorstand des Vereins. Was er in diesen Jahrzehnten nicht nur für den VDI, sondern für die Gesamtheit der deutschen Ingenieure geleistet hat, ist schwer in bessere Worte zu fassen, als es der verstorbene Reichsminister Dr. Todt in seinem Glückwunschsreiben zum 70. Geburtstag von Conrad Matschoß ausdrückte: „Historiker und Ingenieur zugleich, sah er in der Gemeinschaftsleistung der Ingenieure ein Fundament des technischen Fortschrittes. Sie zu fördern, wurde ihm Lebensaufgabe. Er lenkte und beseelte die technisch-wissenschaftliche Gemeinschaftsarbeit im Verein Deutscher Ingenieure. Ihr das Ethos freiwilliger Leistung im Dienste des Ganzen zu erhalten, war sein hohes Ziel.“

Mit seinem an der Geschichte geschulten Blick erkannte Matschoß die hohe Bedeutung der Nachwuchsfrage für die Zukunft. Deshalb wendete er sein ganzes Augenmerk auf eine gründliche Ausbildung der jungen Ingenieure. Im Deutschen Ausschuß für Technisches Schulwesen, dem heutigen Reichsinstitut für Berufsausbildung in Handel und Gewerbe, war er seit 1908 Geschäftsführer, später bis 1932 Vorsitzender.

Ebenso erblickte er in der Grundlagenforschung nicht eine Augenblicksaufgabe schlechthin, sondern er sah in der „Physik von heute die Technik von morgen“. Als die maßgebenden Kreise in der Krisenzeit diese weitreichende Aufgaben-

stellung zu übersehen begannen, gründete er zusammen mit anderen Stellen die Bewegung „Forschung tut not“, die in weitesten Kreisen Widerhall fand.

Conrad Matschoß hat auch die deutschen Ingenieure und die deutsche Technik im Ausland oft und stets mit großem Erfolg vertreten und dadurch wesentlich dazu beigetragen, deutscher Leistung und deutscher Ingenieurarbeit hohes Ansehen zu verschaffen.

Seine besondere Liebe galt immer der Technikgeschichte, die er zur Wissenschaft machte. In zahlreichen Büchern und Zeitschriftenaufsätzen hat er wertvolle Arbeiten zur Technik- und Industriegeschichte veröffentlicht. Seit 1909 gab Matschoß die „Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie“, seit 1939 unter dem Titel „Technikgeschichte“, heraus, die bis 1932 das einzige deutsche Organ für diesen jüngsten Zweig der Geschichtswissenschaft waren.

Das Interesse für die Geschichte der Technik brachte Matschoß auch in enge Berührung mit dem Deutschen Museum in München, dessen Vorstand er seit 1917 angehörte. Für die Erhaltung technischer Kulturdenkmale und die ihrer Bedeutung entsprechende Berücksichtigung von Technik und Handwerk in den Heimatmuseen setzte er sich in Wort und Schrift tatkräftig ein.

Matschoß war viele Jahre der einzige deutsche akademische Lehrer für Technikgeschichte. Schon 1909 wurde er Dozent, seit 1915 mit dem Titel Professor, an der Technischen Hochschule Berlin.

In der Schiffbautechnischen Gesellschaft, deren Mitglied er seit 1914 war, hat er besonders in den letzten Jahren im Rahmen des Fachausschusses für die „Geschichte des deutschen Schiffbaus“ tatkräftig und mit großem Erfolg gearbeitet.

Conrad Matschoß wurden zahlreiche Ehrungen zuteil. Im ersten Weltkriege erhielt er für seine kriegswichtigen Arbeiten das Eiserne Kreuz am schwarz-weißen Bande. Er ist ferner Ehrendoktor der Technischen Hochschule Hannover, der Universität Münster, Ehrenmitglied des Vereins Deutscher Ingenieure im NSBDT und zahlreicher anderer wissenschaftlicher Körperschaften des In- und Auslandes.

Mitten aus seinem Schaffen heraus hat ihn der unerbittliche Tod abberufen; sein Tod ist ein empfindlicher Verlust für die deutschen Ingenieure und für die Technikgeschichte.

CARL MEISTER

Reederei- und Werftdirektor i.R. Carl Meister verstarb in Mannheim am 25. Juni 1941. Mit ihm ist eines unserer alten lebenslänglichen Mitglieder — er ist der STG im Jahre 1908 beigetreten — aus unseren Reihen geschieden.

Im Jahre 1900 übernahm er an Stelle seines verstorbenen Schwiegervaters, des Kommerzienrats Johannes Keßler, den Vorsitz im Vorstand der Mannheimer Dampfschiffahrtsgesellschaft bis zu deren Übergang in den Rheinseekonzern im Jahre 1912. Während dieser Zeit war er auch längerjähriger Vorsitzender des Reedereivereins in Mannheim.

Während des Weltkrieges, den Carl Meister als Hauptmann d.L. vom Dezember 1914 bis November 1918 mitmachte, hat er im Jahre 1917 in Kowno den Hafen- und Schiffahrtsbetrieb eingerichtet. Im Jahre 1918 war er in Brüssel zwischen dem dortigen Generalgouvernement und dem Großen Hauptquartier Verbindungsoffizier in Schiffahrtsangelegenheiten. Nach dem Kriege wurde er im Jahre 1921 zum Vorstandsmitglied der Mannheimer Schiffs- und Maschinenbau-A.-G. und im Jahre 1933 nach seiner Pensionierung in den Aufsichtsrat dieser Firma berufen.

Die große Arbeitskraft Carl Meisters ermöglichte es ihm auch noch, eine umfangreiche ehrenamtliche Tätigkeit auszuüben. So war er von 1901 bis 1924 Vorsitzender der Sektion I der Westdeutschen Binnenschiffahrtsgenossenschaft und gleichzeitig bis 1927 Mitglied des Genossenschaftsvorstandes. Über zwanzig Jahre lang war er Handelsrichter in der Kammer für Handelssachen beim Land-

gericht in Mannheim und endlich von 1934 bis 1939 Beisitzer beim Mannheimer Arbeitsgericht.

Gesundheitsgründe zwangen ihn, sich im Jahre 1937 von jeder Berufsarbeit zurückzuziehen. Es war ihm so noch vergönnt, nach einem arbeitsreichen Schaffen einige Jahre im Ruhestand zu verbringen, bis er nunmehr in seinem 74. Lebensjahr vom Tod abberufen wurde.

BRUNO MUSTELIN

wurde am 14. Juli 1890 in Åbo geboren. Nach dem in Finnland üblichen Ausbildungsgang bestand er im Jahre 1900 an der Technischen Hochschule in Helsingfors die Diplomingenieurprüfung. Er ergänzte seine Ausbildung anschließend an der Technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg und arbeitete dann mehrere Jahre lang als Schiff- und Schiffsmaschinenbauingenieur auf schwedischen und finnischen Werften.

Als die finnische Regierung sich entschloß, eine Flotte zu bauen, wurde er 1926 in das finnische Verteidigungsministerium als Chefkonstrukteur berufen, und seiner hervorragenden Tätigkeit ist die glatte, erfolgreiche Durchführung der Schiffsbauten zu verdanken. Mit erstaunlicher Sachkenntnis und Arbeitskraft hat er unter sehr schwierigen Umständen die vielseitigen Aufgaben bewältigt. Es wurden unter seiner technischen Leitung mit bestem Erfolg Küstenpanzerschiffe mit dieselelektrischem Antrieb, U-Boote verschiedener Typen und Schnellboote auf finnischen Werften erbaut, die sich bis dahin nicht mit solchen Aufgaben befaßt hatten.

Mustelin verfolgte mit größtem Interesse alle technischen Neuerungen, und nach Beendigung der Marinebauten führte er während seiner Tätigkeit als Chef des Maschinenkonstruktionsbüros der Werft Crichton-Vulcan, Åbo, den Bau von Schiffsdieselmotoren und die Verwendung des ersten Velox-Kessels auf einem finnischen Schiff ein. Hierüber hat er auf der Tagung der Schiffbautechnischen Gesellschaft im Jahre 1939 einen interessanten Vortrag gehalten.

Am 10. August 1941 wurde Mustelin, der seit 1924 Mitglied der STG war, durch den Tod von einem langen und schweren Leiden erlöst. Ein hervorragend tüchtiger Ingenieur von untadelhaftem Charakter, von seltener Bescheidenheit und menschlicher Güte, von allen Mitarbeitern hoch geschätzt, ist mit ihm dahingegangen. Wir werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

HEINRICH OHLERICH

Heinrich Ohlerich wurde als Sohn eines Kaufmannes und Kommerzienrats am 10. Mai 1898 in Rostock geboren. Durch die Familie mit der Schifffahrt verbunden, weckte naturgemäß die Seestadt frühzeitig seine Liebe zum Schiffbau. Als eifriger Segler schulte er seine seemännische Begabung; es war für ihn selbstverständlich, daß er sich den Kriegsschiffbau als Lebensberuf wählte.

Nachdem Ohlerich das Gymnasium in Rostock Ostern 1916 mit dem Reifezeugnis verließ, arbeitete er als Volontär im Betriebe der A.-G. „Neptun“ in Rostock und anschließend als Schiffbaueleve auf der Kaiserlichen Werft Kiel. Im Juli 1917 trat er als Baueleve in die Kaiserliche Marine ein, wurde ein Jahr auf S.M.S. „König Wilhelm“ in Flensburg-Mürwik ausgebildet und Ende Juli 1918 zur Verfügung des B. d. U. Mittelmeer kommandiert. In Pola machte er als Bootsmannsmaat zunächst Dienst auf Torpedobooten und nahm an U-Boots-Probefahrten teil. Während einer Fernfahrt mit „U-Boot 68“ geriet er im Oktober 1918 in englische Kriegsgefangenschaft, da das Boot in der Nähe von Malta verlorenging. Nach dreizehnmonatiger Gefangenschaft auf Malta, in Gibraltar, Southampton und Northampton kehrte er im November 1919 in die Heimat zurück und wurde im Januar 1920 aus dem aktiven Dienst mit Auszeichnung entlassen.

Sein Schiffbaustudium absolvierte er anschließend an der Technischen Hochschule zu Berlin, bestand November 1924 das Diplomexamen und trat am 1. März

1925 in das Konstruktionsbüro der Firma Blohm & Voß, Hamburg, ein. In diesem Jahre wurde er auch Mitglied der Schiffbautechnischen Gesellschaft. Erst im Sommer 1927 gab ihm der damals anlaufende allmähliche Aufbau der jungen Reichsmarine die Möglichkeit, seine beruflichen Wünsche zu erfüllen.

Im September 1927 trat er als technischer Hilfsarbeiter bei der Marinewerft Wilhelmshaven ein und bestand Ende Juni 1929 die II. Hauptprüfung. Am 1. Juli 1929 wurde er zum Regierungsbaumeister ernannt und hat als solcher in der Stellung eines Abteilungsvorstandes im Reparaturbetrieb für Torpedoboote, Werft- und Betriebsfahrzeuge, beim Neubau von Kreuzer „Leipzig“ und von Spezialschiffen sowie als Mitglied des Schiffsprobungsausschusses Dienst getan.

Im April 1932 wurde Ohlerich auf Grund seiner besonderen Kenntnisse und Fähigkeiten nach Berlin kommandiert, wo er als Referent die Vorentwürfe für Schlachtschiffe und Kreuzer, Stabilitäts- und Schwingungsfragen bearbeitete. Am 1. Juli 1933 wurde er zum Marinebaurat ernannt. Im Oktober 1935 zur Marinewerft Kiel versetzt, wurde ihm zunächst die neueingerichtete Baubeaufsichtigung der Marine bei der Werft F. Schichau in Elbing und kurze Zeit später endgültig die Baubeaufsichtigung bei der Firma Deutsche Werke Kiel A.-G. übertragen. In dieser Dienststellung wurde er im Juli 1938 zum Marineoberbaurat ernannt.

Nachdem Ohlerich die gesteigerten Anforderungen der ersten Kriegsmonate in der Heimat bewältigt hatte, wurde er nach dem Norwegen-Unternehmen Ende Juni 1940 zum Kommandierenden Admiral Norwegen kommandiert. Von Oslo aus leitete er den Einsatz der norwegischen Schiffbauindustrie und zeichnete für alle Bauvorhaben einschließlich konstruktiver Einzelheiten, soweit sie ohne Hilfe der Heimat erledigt wurden, verantwortlich. Dieses große Arbeitsgebiet bearbeitete er nur mit wenigen Fachkräften; seinem Wesen und seiner Berufsauffassung hätte es widersprochen, wenn er bei dieser großen Belastung seinen Posten nicht ausgefüllt hätte. In einem Zustand völliger Überarbeitung schied er am 9. Dezember 1941 plötzlich und unerwartet aus dem Leben.

Mit seinen Angehörigen und seinen Freunden trauern die Baubeamten der Kriegsmarine um einen guten Kameraden; seine hervorragenden beruflichen Fähigkeiten, sein durch eine große Liebe zur Musik beeinflusstes offenes Wesen voll Humor und Lebensfreude wird denen, die mit ihm zusammenkamen, in bester Erinnerung bleiben.

WALTER OVERHOFF

Am 24. September 1879 wurde Walter Overhoff zu Neunkirchen, Niederdonau, als Sohn des Fabrikanten Julius Overhoff geboren. Er absolvierte in Wiener-Neustadt und Wien das humanistische Gymnasium, das er im Juli 1898 mit der Reifeprüfung abschloß. 1898/99 leistete er als Einjährig-Freiwilliger seiner Militärdienstpflicht Genüge, und im folgenden Jahre arbeitete er praktisch in der Maschinenfabrik G. Tophan in Wien.

Sein Studium des Schiffbaufaches an der Technischen Hochschule in Charlottenburg von 1900 bis 1904 schloß er im Dezember 1904 mit der mit Auszeichnung bestandenen Diplomhauptprüfung ab. In den Ferien vervollständigte er seine praktische Tätigkeit bei den Vulcan-Werken in Stettin und beim Stabilimento Tecnico Triestino in Triest.

Nach einer dreimonatigen Tätigkeit im Konstruktionsbüro der Neptunwerft in Rostock wurde er im Konstruktionsbüro der Werft von Joh. C. Tecklenborg in Bremerhaven als Konstrukteur verwendet. Diese Stellung verließ er im Herbst 1907, um in der nach zehnjähriger Stilllegung für den Handelsschiffbau neu einzurichtenden Werft San Rocco bei Triest des Stabilimento Tecnico Triestino als Oberingenieur das technische Büro einzurichten und zu leiten.

1911 bis 1912 wurde ihm die Leitung der Schiffbauabteilung der Linzer Werft, welche kurz vorher vom Stabilimento Tecnico Triestino käuflich erworben worden war, übertragen mit der Aufgabe, das veraltete Werk zu reorganisieren. Noch

vor Abschluß dieses Auftrages wurde Overhoff als Schiffbaudirektor der inzwischen selbständig gewordenen Werft San Rocco bestellt; bis 1918 hat er hier eine große Reihe von Fahrgast- und Frachtdampfern sowie mehrere Hilfsfahrzeuge der k. u. k. Kriegsmarine zur Ablieferung gebracht.

1918 zum Generaldirektor des Stabilimento Tecnico Triestino berufen, hat er dieses größte Schiff- und Schiffsmaschinenbau-Unternehmen der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie über den Zusammenbruch bis 1922 geführt, nachdem 1919 die Aktienmehrheit in die Hände einer Triester Reedergruppe übergegangen war.

Da Overhoff sich nicht entschließen konnte, die italienische Staatsbürgerschaft zu erwerben, legte er 1922 die Generaldirektion des Stabilimento Tecnico Triestino nieder und übernahm noch im selben Jahre die Stellung eines Generaldirektors der Schiffswerft Linz A.-G., welche bei der Nationalisierung des Stabilimento Tecnico Triestino als gesondertes österreichisches Unternehmen ausgeschieden worden war. 1926 wurde dieses Unternehmen mit den Mars-Werken in Liesing zu einer Aktiengesellschaft vereinigt. Overhoff trat in den Verwaltungsrat derselben ein mit dem Sonderauftrag, den Schiffbau in Linz zu führen.

In den Krisenjahren um 1930 stellte sich heraus, daß das Unternehmen in dem verkleinerten Rumpfstaat Österreich besonders deshalb nicht lebensfähig war, weil für die Erzeugnisse der Motorenabteilung kein genügender Markt gefunden werden konnte. Es erfolgte deshalb ab 1932 eine stille Liquidation der Motorenabteilung. Overhoff selbst pachtete zusammen mit zwei Gesellschaftern den Werftteil des Unternehmens in Linz und führte die Werft auf eigene Rechnung bis zur Einverleibung der Ostmark im Jahre 1938.

Es gelang, trotz der schweren Krise und aller Schwierigkeiten, das Unternehmen über Wasser zu halten, so daß für die neuen Aufgaben im Rahmen des Reiches ein ausreichender Stamm an Arbeitern erhalten werden konnte. Dadurch wurde es möglich, daß nach Auflösung des Pachtvertrages die Besitzerin, der Creditanstalt-Bankverein, die Aktiengesellschaft wieder aufleben lassen konnte. Sie nahm nunmehr den Namen Schiffswerft Linz Aktiengesellschaft an, und Overhoff wurde zu ihrem Vorstand bestimmt. Ein großzügiger Ausbau brachte die Werft an die Spitze der Donauwerften, sowohl was Einrichtung als auch Leistungsfähigkeit anbelangt. Im Jahre 1939 wurde Overhoff zum Wehrwirtschaftsführer ernannt, und im Frühjahr 1941 mit dem Kriegsverdienstkreuz II. Klasse ausgezeichnet. Am 25. Juni 1941 verschied Walter Overhoff nach längerer Krankheit.

Der deutsche Schiffbau verliert mit Overhoff einen hervorragenden Ingenieur und wahrhaft deutschen Mann, die Schiffbautechnische Gesellschaft ein langjähriges und treues Fachmitglied.

PAUL ROHDE

wurde am 2. Juli 1878 in Magdeburg geboren. Nach Beendigung seiner kaufmännischen Ausbildung, und nachdem er sich ein gründliches kaufmännisches Wissen und Können durch Betätigung bei verschiedenen Firmen erworben hatte, wurde er im Jahre 1902 Teilhaber der Firma Mansfeld & Co. in Magdeburg.

Im Jahre 1909 wurde Rohde Alleininhaber dieser Firma, deren Hauptsitz er 1918 nach Berlin verlegte. Er baute im Laufe der Jahre dann das Geschäft erheblich aus und gründete insgesamt sechs Zweigniederlassungen im Reichsgebiet.

Als Werksgrundlage diente und dient der Firma Otto Mansfeld & Co. seit langen Jahren das Erzeugungswerk Hagener Gußstahlwerke Remy & Co. G. m. b. H. in Hagen, das von der Firma Mansfeld erworben, erheblich ausgebaut und modernisiert wurde.

Besondere Interessen wirtschaftlicher und persönlicher Art verbanden Paul Rohde mit der Firma Pittler Werkzeugmaschinenfabrik A.-G. in Leipzig, deren Aktienkapital sich überwiegend in seinen Händen befand.

Paul Rohde war außerdem Mitglied bzw. Vorsitzter des Aufsichtsrats einer Reihe namhafter Werke, u. a. der Mauser-Werke A.-G. in Oberndorf, Mundlos Nähmaschinenfabrik A.-G. in Magdeburg, Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken A.-G. in Berlin, Dürener Metallwerke A.-G. in Düren-Berlin, Daimler-Benz A.-G. in Stuttgart-Untertürkheim.

Er verstarb am 17. April 1941 in Berlin.

HEINRICH SCHLÜTER

Am 27. Mai 1941 fand beim Untergang des Schlachtschiffes „Bismarck“ Marineoberbaurat Heinrich Schlüter in Ausübung seines Berufes den Heldentod für Führer, Volk und Vaterland. In einer Zeit stärkster Anspannung aller Kräfte verliert die Kriegsmarine in ihm einen der befähigtesten Baubeamten. Seinem besonderen Können entsprach ein außerordentlich schneller beruflicher Aufstieg, der zu den höchsten Hoffnungen berechtigte.

Am 20. Juni 1906 zu Hamburg geboren, trat Schlüter nach Abschluß seiner Schulzeit mit der Obersekundareife einer Realschule seiner Heimatstadt im Juni 1921 als Schiffbaulehrling bei der Werft von Janssen und Schmilinsky in Hamburg ein und setzte seine Lehre bei der Deutschen Werft fort, wo er 1924 den Lehrbrief als Schiffbauer mit dem Urteil „sehr gut“ erhielt. Den anschließenden Besuch der Technischen Staatslehranstalt in Hamburg schloß er im Februar 1927 mit dem Prädikat „mit Auszeichnung bestanden“ ab. Nach eineinhalbjähriger Tätigkeit in der Privatindustrie entschloß er sich zum akademischen Studium. Ab 1928 besuchte er, zunächst als Hörer, nach Ablegung der Reifeprüfung als Studierender die Technische Hochschule Berlin, wo er im Juli 1933 die Diplomprüfung mit „sehr gut bestanden“ ablegte.

Der außergewöhnliche Ausbildungsgang Schlüters, von der Pike auf als Lehrling beginnend, seine Energie, mit der er aus sich selbst heraus alle notwendigen Examina bis zum Abschluß des akademischen Studiums in ungewöhnlicher und schneller Folge glänzend bestand, sowie nicht zuletzt sein gegenüber jedermann aufgeschlossenes, gewinnendes Wesen hatten ihn inzwischen in Kreisen jüngerer Schiffbauer einen gut bekannten Ruf verschafft. Nach kurzfristiger Tätigkeit in der Privatindustrie bei den Deutschen Werken und der Norderwerft in Hamburg holte ihn daher die Marinewerft heran. Schlüter trat 1934 zunächst als Angestellter beim Schiffbauressort der Kriegsmarinewerft Wilhelmshaven ein, wo ihm die Leitung der schiffbaulichen Messungen und Versuche übertragen wurde. Nach Ablegung der Baumeisterprüfung übernahm er die Abteilung für Elektro- und Autogenschweißerei. 1937 wurde er zum Marinebaurat ernannt. In ungewöhnlich jungen Jahren wurde er dann mit einer großen Aufgabe betraut, dem Bau des neuesten und größten Schlachtschiffes der Kriegsmarine, dem Schlachtschiffneubau „Tirpitz“. Schlüter hatte das seltene Glück, als Schiffbauer den Bau dieses Schiffes von Beginn bis zur Indienststellung verantwortlich leiten zu dürfen und betreute dieses Schiff auch noch nach der Indienststellung während der Erprobungszeit. Auf persönliche Anforderung des Flottenchefs wurde er für eine Unternehmung an Bord des Schlachtschiffes „Bismarck“ kommandiert. Infolge der mit Ausbruch des Krieges ständig wachsenden Anforderungen übernahm Schlüter Mitte 1940 zusätzlich die Betriebsdirektion für Neubauten auf der Kriegsmarinewerft Wilhelmshaven; mit Wirkung vom 1. April 1941 wurde er zum Marineoberbaurat ernannt.

Schlüter zeichnete sich durch Tatkraft und eine bemerkenswerte Frische aus. Seinen Kameraden und seinen Untergebenen war er auf Grund seines fachlichen Könnens, seines kameradschaftlichen Geistes und seiner mitreißenden Führereigenschaften ein leuchtendes Vorbild. Durch seine Arbeitsfreudigkeit, seine heitere Natur, seine Begeisterungsfähigkeit und seinen Schwung spornte er jeden seiner Mitarbeiter zu höchster Leistung an. Zu früh wurde er aus der Höhe seines Schaffens in jungen Jahren abgerufen. Seine hingebungsvolle Arbeit und sein Andenken werden nicht vergessen werden.

ADOLF SCHMEDDING

Adolf Schmedding entstammt einer alten westfälischen Familie. Er wurde am 24. April 1882 zu Frankfurt (Oder) geboren, besuchte die Schulen zu Straßburg und Minden, bis er im Jahre 1892 nach Münster kam. Hier besuchte er das Paulineum bis zu seiner Reifeprüfung. Sein großes technisches Interesse, besonders für den Schiffbau, weckte in ihm den Wunsch, Schiffbau zu studieren. Er entschied sich für den Kriegsschiffbau und meldete sich 1902 als Einjährig-Freiwilliger zur Marine. Auf einem Segelschulschiff, das ihn bis nach Westindien brachte, erhielt er seine erste Ausbildung. 1903 ging er auf die Technische Hochschule zu Berlin, wo er bis zu seinem Diplomexamen im Jahre 1908 blieb. Seine praktische Arbeitszeit leistete er auf den damaligen Kaiserlichen Werften Wilhelmshaven und Kiel. Nach einer dreijährigen Ausbildungszeit als Marinebauführer in Kiel kam er als junger Marinebaumeister nach Wilhelmshaven.

Mit großem Interesse verfolgte er die Entwicklung des Flugzeugbaues. Die Marinefliegerei hat er von ihren ersten Anfängen her mit entwickelt. Nach Ausbruch des Weltkrieges wurde er nach Warnemünde kommandiert. Dem Aufbau dieser ersten Marineflugstation gab er sich mit aller Schaffensfreude und größtem Interesse hin. Als er später das Abnahmekommando für die im Krieg erbauten Flugzeuge für die Marine erhielt, kehrte er doch immer wieder nach Warnemünde zurück. Das E. K. II am weiß-schwarzen Bande wurde ihm für seine verdienstvolle Arbeit im Kriege verliehen.

Adolf Schmedding nahm nach Kriegsende seinen Abschied und ging in die Privatindustrie. Er wurde technischer Leiter der Jacht-Werft von Dr. Max Oertz, dem er bis zu dessen Tode in Freundschaft verbunden war. Die praktische und planende Arbeit, die Organisation des Betriebes lag seinem Wesen ganz besonders. Mit größter Schaffensfreude und Hingabe setzte er seine ganze Kraft für den Aufbau der Werft ein. Er besaß das Vertrauen und die Liebe seiner Gefolgschaft, für deren Interesse er sich warmherzig einsetzte. Seine starke Persönlichkeit ließ ihn alle Schwierigkeiten überwinden, und sein gewinnendes Wesen als Mensch schaffte ihm viele Freunde.

Nach einer vorübergehenden Tätigkeit bei der DVL in Berlin-Adlershof ließ er sich als Zivilingenieur in Hamburg nieder.

Adolf Schmedding war seit längerer Zeit an einem Herzleiden erkrankt und hoffte in den süddeutschen Bergen Gesundung gefunden zu haben. Auf einer Dienstreise nach Berlin erlag er jedoch dort am 29. Januar 1941 einem Herzschlag.

Unserer Gesellschaft, der er vom Jahre 1918 ab als Mitglied angehört hat, ist er stets in Treue verbunden gewesen.

ERICH SCHMIDT

Dipl.-Ing. Erich Schmidt wurde am 10. Juli 1885 in Köln-Deutz geboren. Nach dem Besuch des Gymnasiums in seiner Vaterstadt Köln und nach abgeschlossener Reifeprüfung war er praktisch in der Maschinenbauanstalt Humboldt in Köln-Kalk tätig. Er studierte dann auf der Technischen Hochschule Stuttgart, auf der er auch die Diplomhauptprüfung ablegte. Eine Studienreise führte ihn dann nach England. Seine erste Stellung als Ingenieur hatte er von Oktober 1913 bis zum Ausbruch des Weltkrieges auf der Werft von Blohm & Voß in Hamburg, wo er mit Konstruktionszeichnungen für Kessel- und Maschinenanlagen für Turbinenschiffe beschäftigt war. Nach Beendigung des Krieges war er in gleicher Stellung wiederum bei Blohm & Voß bis Ausgang des Jahres 1921 tätig.

Den Weltkrieg machte er während seiner ganzen Dauer im Eisenbahnregiment Nr. 3 mit, zuletzt war er Kommandant eines Panzerzuges.

Im Herbst 1921 wurde er von der Ruhrorter Schiffsreederei Matthias Stinnes als technischer Beirat eingestellt. Er verblieb in der Stellung, bis ihn im Jahre 1925 die Westdeutsche Binnenschiffahrts-Berufsgenossenschaft als technischen Aufsichtsbeamten übernahm. In dieser Stellung hatte er ein reiches Arbeitsfeld,

in dem er durch sein umfassendes Wissen und seine Erfahrungen erfolgreich wirken konnte. Trotz eines schweren Herzleidens war er unermüdlich tätig, bis ihn der Tod plötzlich auf einer Dienstreise am 30. November 1941 in Helmstedt abrief.

KARL SCHMIDT

Am 8. Mai 1941 ist Karl Schmidt, Generalbevollmächtigter der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und Leiter der Abteilung Schiffbau, Flug- und Heerwesen der AEG, in Konstanz, wo er Erholung suchte, in seinem 67. Lebensjahr verschieden. Zwar wußten seine näheren Freunde, daß seine Gesundheit seit geraumer Zeit erschüttert war, aber die Nachricht von seinem Tod trifft doch alle, die den kraftvollen Mann kannten und schätzten, in ihrer Plötzlichkeit doppelt schwer. Mitten aus rastloser Arbeit hat ihn der Tod seiner Familie, seiner Firma und seinem Lebenswerk entrissen.

Am Beginn der technischen Laufbahn Karl Schmidts stehen zwei Namen, die später Weltruf erlangt haben: Gottlieb Daimler und Maybach bildeten den jungen, aus Stuttgart gebürtigen Praktikanten in ihrer kleinen, damals kaum vierzig Köpfe zählenden Motorenwerkstatt in Cannstatt am Schraubstock und an der Drehbank aus, denn Schmidt gedachte, sich dem Bau von Benzinmotoren zu widmen, deren große Zukunft er voraussah. Bald wurde er auch zur Erprobung von Motoren und Fahrzeugen herangezogen. Die ältesten Motoren des Kraftwagenbaues, die heute als Zeugen des Beginns einer gewaltigen Entwicklung im Deutschen Museum in München stehen, waren die Objekte, an denen der junge Ingenieur die Schwierigkeiten der Motorentchnik kennenlernte. Auch an dem Bau des zehnpferdigen Luftschiffmotors, mit dem Graf Zeppelin seine ersten Versuche durchführte, durfte Schmidt mitarbeiten. Dann gab ein anscheinend nebensächliches Ereignis, ein von seiner Vaterstadt Stuttgart veranstalteter Wettbewerb, seinem Leben die entscheidende Wendung: er sah, wie ein durch Elektrizität fortbewegter „Straßenbahnwagen“ den Benzinwagen, der eine kleine Steigung auf der Straße nicht nehmen konnte, im Wettstreit schlug. Das wurde für Schmidt der Anlaß, sich der Elektrotechnik zu widmen, und er bezog die Technische Hochschule in Darmstadt, um sich die Grundlagen dieser Wissenschaft anzueignen.

Nach Beendigung seiner Studien trat Schmidt, nunmehr auch mit dem erforderlichen theoretischen Rüstzeug versehen, am 1. Oktober 1898 seine erste Stellung in der Apparatefabrik der AEG an. Der AEG hat er durch sein ganzes Leben die Treue gehalten.

Bald nach seinem Eintritt wurde er Assistent bei v. Dolivo-Dobrowolsky, der auf dem Gebiet des Drehstroms bahnbrechende Arbeiten geleistet hat. In dieser Stellung wurden ihm alsbald verantwortliche Aufgaben großen Umfanges übertragen; so hatte er die Inbetriebsetzung der ersten großen Umformerstation für die Berliner Elektrizitäts-Werke zu leiten. Im September 1901 trat Schmidt auf Veranlassung der AEG vorübergehend zur Kaiserlichen Werft Danzig über, wo er Betriebsdirigent für den Entwurf und Einbau der gesamten elektrischen Stark- und Schwachstromanlagen an Bord der Kriegsschiffe wurde. Diese Tätigkeit ist für sein ganzes weiteres Leben bestimmend geworden. Auf der Werft in Danzig bot sich ihm ein weites Arbeitsgebiet großer Mannigfaltigkeit, galt es doch damals, der Elektrizität im Schiffbau die ihr gebührende Stellung zu verschaffen. In Danzig hat Schmidt den Grund zu seinen umfassenden Kenntnissen auf dem Gebiet der Anwendung der Elektrizität an Bord von Schiffen gelegt.

Als die deutsche Kriegsmarine zum Bau schwerer Schlachtschiffe überging, ergaben sich für die Elektrotechnik im Kriegsschiffbau neue große Aufgaben. Zu ihrer Bearbeitung wurde Schmidt Anfang 1905 in die Maschinenbauabteilung des Konstruktions-Departements des Reichsmarineamts nach Berlin versetzt. In dieser Stellung hat er an der Schaffung der „Grundzüge für elektrische Anlagen auf Schiffen“, den maßgebenden Bestimmungen für die deutsche Marine, die auch vielen fremden Flotten als Vorbild gedient haben, mitgewirkt.

Auf Wunsch der AEG und im Einvernehmen mit der Kriegsmarine ist Schmidt am 1. Januar 1907 zu seiner Firma zurückgekehrt, in der er unter Ernennung zum Prokuristen die Leitung der Abteilung Schiffbau übernahm. Was Schmidt in dieser Stellung, die er mehr als 34 Jahre innegehabt hatte, für seine Firma und für sein Vaterland geleistet hat, ist im einzelnen aufzuzählen nicht möglich. Sehr bald wurden der Abteilung Schiffbau auch die Lieferungen für das aktive Heer übertragen, und so sind in der Zeit, in der Schmidt seine Abteilung geleitet hat, elektrische Anlagen, Apparate und Pioniergerät aller Art in größter Mannigfaltigkeit unter seiner Mitwirkung entstanden. Der Ausbruch des Weltkrieges brachte der „Abteilung für Schiffbau und Heerwesen“ Aufgaben bisher nicht gekannten Ausmaßes; sie wurden unter der Leitung von Karl Schmidt glänzend gelöst. Von Lieferungen für Unterseeboote bis zu Großkampfschiffen, von der fliegenden Barackenbeleuchtung bis zum Hochspannungs-Drahtverhau, vom Uniformknopf bis zur Feldhaubitze und schweren Wurfmine wurde alles hergestellt, was in das Gebiet der Bewaffnung und Ausrüstung fiel. Das Vertrauen, das Heer, Marine und Behörden seiner Firma entgegenbrachten, und die reibungslose Abwicklung der riesenhaften Aufträge ist zum größten Teil Schmidts Verdienst. Seine erfolgreiche Tätigkeit wurde von der Marineleitung anlässlich der Skagerrakschlacht mit der Verleihung des Eisernen Kreuzes und von seiner Firma mit der Ernennung zum Direktor anerkannt.

Das Versailler Diktat ließ von der Abteilung für Schiffbau und Heerwesen nur den Rumpf, die Abteilung Schiffbau, bestehen. Aber bald war die Umstellung auf die Friedenswirtschaft vollzogen, und der Wiederaufbau der deutschen Handelsflotte gab neue reichliche Beschäftigung. Schmidts Abteilung erhielt zahlreiche Aufträge auf Lieferung von Schiffsmaschinenanlagen und elektrischen Ausrüstungen für deutsche und ausländische Handelsschiffe, die einen großen Teil des gesamten Geschäftes seiner Abteilung bis zum Ausbruch des gegenwärtigen Krieges ausmachten. Die letzten Vorkriegsjahre brachten ihm auch die Erfüllung eines seiner Lieblingswünsche, die elektrische Kraftübertragung auf Schiffen verwirklicht zu sehen.

Am bedeutendsten aber waren Schmidts Leistungen, als es in den letzten Jahren galt, dem Vaterland die Waffen zu geben, die es für die bevorstehenden schweren Aufgaben brauchte. Wie viele neuartige Aufgaben, auch auf dem Gebiet des Flugwesens, hier ihm gestellt und von ihm gelöst worden sind, wieviel Kriegsgeschütz aller Art unter seiner Leitung entstanden ist, das zu schildern ist noch nicht an der Zeit. Die Dienste, die er seinem Vaterland in seinen letzten Lebensjahren geleistet hat, wurden durch die Ernennung zum Wehrwirtschaftsführer und die Verleihung des Kriegsverdienstkreuzes belohnt.

Die Erinnerung an diesen lebensvollen, aufrechten deutschen Mann, der der STG als Mitglied seit 1908 angehörte, wird bei allen, die mit ihm in nähere Berührung gekommen sind, fortleben.

F. Saß.

EUGEN SCHNAAS

Eugen Schnaas wurde im Jahre 1879 in Köln geboren. Nach dem Besuch der Volksschule und des Gymnasiums seiner Heimatstadt bis zur Primareife ging er zur See. Er fuhr vier Jahre als Matrose, zwei Jahre als Schiffsoffizier und war dann sechs Jahre lang im Hamburger Hafenbetrieb, davon fünf Jahre lang als Leiter im Kai-, Stauerei- und Hafenschiffahrtsbetrieb, tätig.

Im Jahre 1911 wurde Eugen Schnaas zum zweiten Direktor der „Hansa“ Transport A.-G. in Breslau bestellt. Im Jahre 1914 siedelte er nach Stettin über, um die dortige Niederlassung dieser Firma zu leiten und weiter auszubauen. Die Entwicklung der „Hansa“ Transport A.-G. machte seine Übersiedlung nach Berlin im Jahre 1919 notwendig. Hier übernahm er gleichzeitig die Oberleitung der Interessenvertretung des Hansa-Rheinsee-Konzerns. Etwas später wurde er unter Ernennung zum Generaldirektor zum allein zeichnungsberechtigten Vorstand der „Hansa“ Transport A.-G. bestellt. Im Jahre 1926 wurde er General-

direktor der Berliner Spediteur-Verein A.-G., als diese mit der „Hansa“ Transport A.-G. fusioniert wurde.

Im Jahre 1927 trat er in den Vorstand der Berliner Paketfahrt, Speditions- und Lagerhaus-A.-G. ein und wurde mit der Neuordnung der Zusammenarbeit der auf Wunsch der Reichsbahn fusionierten drei Betriebe: Berliner Paketfahrt A.-G., Berliner Speditions- und Lagerhaus-A.-G., Berliner Spediteur-Verein A.-G. beauftragt. In dieser Stellung wirkte er bis zum Jahre 1929.

Von 1930 bis zum Jahre 1934 übte Eugen Schnaas in Hamburg eine umfangreiche Tätigkeit als Sachverständiger auf dem Gebiet der Verkehrswirtschaft aus. Er wurde u. a. auch als Gutachter für die Neuordnung des Hamburger Hafens berufen.

Im Jahre 1935 übernahm er die Leitung des Hamburger Kontors der Nordischen Gesellschaft. Es gelang ihm, dieses Kontor zu einem der aktivsten der Gesellschaft auszubauen. Im Juli 1938 siedelte er nach Stettin über, um das dortige Pommern-Kontor der Nordischen Gesellschaft zu leiten. Hier hat er in mehrjähriger Arbeit das Kontor in sorgfältiger und sicherer Kleinarbeit zu einem der ersten Kontore der Nordischen Gesellschaft gestaltet. Das Pommern-Kontor hat unter seiner Leitung nicht nur die Hauptstädte, wie Stettin und Greifswald, sondern weit hinein das ganze pommersche Land mit der Arbeit der Nordischen Gesellschaft bekanntgemacht. Seine Aufgaben führte Eugen Schnaas immer mit voller Energie und unter dem Einsatz seines persönlichen Könnens durch. Die Nordische Gesellschaft verliert mit ihm einen der tatkräftigsten Kontorleiter, die Schiffbautechnische Gesellschaft eines ihrer treuen, lebenslänglichen Mitglieder. Direktor Schnaas verstarb am 16. Juni 1941 nach kurzer Krankheit in Stettin.

OTTO SCHWERIN

Marine-Oberingenieur Otto Schwerin wurde am 11. November 1869 in Gnoien in Mecklenburg geboren. Nach dem Abschluß seiner Schulausbildung und des Studiums des Schiffsmaschinenbaufachs leistete er seine Militärdienstpflicht bei der Marine ab.

Seine erste Stellung als Ingenieur fand er im Konstruktionsbüro der Kaiserlichen Werft in Wilhelmshaven von 1891 bis 1892. Nachdem er dann ein Jahr lang auf verschiedenen Dampfern gefahren war, trat Otto Schwerin in die Dienste der Schichauwerft in Danzig. Die späteren Dienststellen in seiner Ingenieurlaufbahn waren die Kaiserliche Werft in Danzig, die Kaiserliche Werft in Kiel und die Inspektion des Unterseebootwesens in Kiel. Im Jahre 1912 wurde er in das Reichsmarineamt Berlin berufen, wo er als Marine-Oberingenieur bis 1919 tätig war und mit Entwicklungsarbeiten im Unterseebootbau betraut wurde.

Der unglückliche Ausgang des Weltkrieges setzte seiner Tätigkeit bei der Marine ein Ende. Vorübergehend wurde er im Reichsministerium des Inneren beschäftigt, dann widmete er sein Können und seine Arbeitskraft einem technischen Verbands, als dessen Geschäftsführer er noch bis zum Jahre 1934 tätig war. Im besonderen ließ er sich in dieser Stellung Fragen des Ingenieurnachwuchses angelegen sein.

Otto Schwerin, der seit 1917 Mitglied unserer Gesellschaft war, ist es noch vergönnt gewesen, eine Reihe von Jahren im wohlverdienten Ruhestand verbringen zu können. Am 15. März 1942 setzte der Tod seinem Leben ein Ende.

ERIK SMITT

Erik Smitt wurde am 22. Oktober 1869 in Göteborg als Sohn des Konsuls und Schiffsreeders Ertmann Smitt geboren. Nach dem Besuch des Gymnasiums in Wästervik, Schweden, arbeitete er praktisch auf verschiedenen Werften seines Vaterlandes und studierte dann Schiffbau an der Schiffbauabteilung des Technologischen Chalmers-Institutes in Göteborg bis zum Jahre 1895.

Vom Jahre 1895 bis 1903 war er in Deutschland als Schiffbauingenieur beim Stettiner Vulcan, bei der Germaniawerft in Kiel und bei den Howaldtswerken

in Kiel tätig. Er kehrte dann nach Schweden zurück, um bis zum Jahre 1906 als Marineingenieur der schwedischen Marine zu wirken.

Wieder zog es ihn nach Deutschland. Er trat wiederum in die Dienste des Stettiner Vulcan bis zum Jahre 1911, um dann bis zum Jahre 1919 Leiter der Abteilung für ausländischen Kriegsschiffbau der Vulcan-Werke in Hamburg zu werden.

Im Jahre 1919 ließ sich Erik Smitt in Göteborg als beratender Schiffbauingenieur nieder. Als solcher war er bis zu seinem Tode unermüdlich tätig. Neunzehn Jahre lang gab er in dieser Zeit nebenamtlich Unterricht im Schiffbau auf der Navigationsschule seiner Vaterstadt.

Mit Erik Smitt, der am 17. März 1942 in Göteborg verstarb, ist einer unserer treuesten nichtdeutschen Mitglieder und Freunde — seit 1902 gehörte er der STG an — aus unseren Reihen geschieden.

OTTO STORCK

Otto Storck wurde im Jahre 1879 in Marburg a. d. Lahn als Sohn des Kaufmanns und Stadtrates Storck geboren. Nach Besuch des Gymnasiums in seiner Heimatstadt erhielt er seine kaufmännische Ausbildung auf der Handelsschule in Magdeburg. Er trat dann in die Dienste der Maschinenfabrik Gebrüder Comichau in Magdeburg-Sudenburg, wo er bald zum Prokuristen aufrückte. In den folgenden Jahren war er in London als Korrespondent bei der Im- und Exportfirma Allen Strang & Co. tätig und einige Jahre später in Rotterdam bei der Firma Wm. H. Müller & Co., bei welcher er die Abteilung „Schwedisches Eisen und Stahl“ neu einrichtete und als Abteilungsleiter führte. Im Jahre 1905 gründete Storck am Audorfer See bei Rendsburg die Werft „Nobiskrug“, welche er im Jahre 1909, um die erforderlichen Mittel zu einem weiteren Ausbau zu erlangen, in eine G.m.b.H. umwandelte. Bis zum Jahre 1935 leitete Storck als Direktor diese Werft, welche sich in wenigen Jahren zu einem stattlichen und erfolgreichen Unternehmen entwickelt hatte. Da Storck mit sicherem Weitblick erkannt hatte, daß die Zukunft der Küstenschiffahrt im Motorschoner liegen würde, widmete er seine ganze Tatkraft der Entwicklung dieses Schiffstyps. Es gelang der Werft in kurzer Zeit, auf diesem Gebiet des Schiffbaues eine führende Rolle zu erlangen.

In der Stadt Rendsburg war er seit 1914 ehrenamtlicher Senator der Stadtverwaltung und später wirtschaftlicher Beirat des Bürgermeisters. Die in Rendsburg ansässige Schleswig-Holsteinische Bank wählte ihn zu ihrem Aufsichtsratsvorsitzenden.

Im Jahre 1935 zog sich Storck nach Hamburg zurück, wo er in einem ruhigen Lebensabend die Früchte seines jahrelangen Fleißes genießen wollte. Aber nach seinem arbeitsreichen Leben sagte ihm die Ruhe des Privatmannes nicht zu, und als 1936 der damalige Geschäftsführer der Fachgruppe Schiffbau schwer erkrankte, erklärte sich Storck sofort bereit, ihn zu unterstützen, um bald darauf sein Nachfolger zu werden. So stellte er der Gesamtheit der deutschen Werften seine reichen Erfahrungen auf dem Gebiete des Schiffbaues und der Verwaltung zur Verfügung. In vorbildlicher Pflichttreue und unantastbarer Unparteilichkeit waltete er seines Amtes als Geschäftsführer der Fachgruppe, und seiner Menschenkenntnis und seiner Klugheit gelang es, viele Schwierigkeiten meistern zu helfen.

Im Sommer 1941 hoffte er in Bad Nauheim, welches er seit dreißig Jahren regelmäßig besuchte, um dem Fortschreiten seines Herzleidens Einhalt zu tun, eine Besserung seines Zustandes zu erreichen, jedoch leider vergeblich. Kaum von der Reise zurückgekehrt und im Begriff, seine Dienstgeschäfte wieder aufzunehmen, warf ihn ein zweiter Anfall nieder, von dem er sich nicht wieder erholen sollte. Mehr als unter den Sorgen um seine Gesundheit litt er darunter, daß es ihm sein Gesundheitszustand nicht mehr ermöglichte, jetzt im Kriege, wo jeder Mann gebraucht wird, weiter in dem ihm lieb gewordenen Beruf tätig sein zu können. Jedoch nach kurzer Zeit verschlimmerte sich sein Zustand weiter,

so daß der Tod, der ihn am 27. September 1941 ereilte, zu einer Erlösung aus schwerem Siechtum wurde.

In ihm verlor die Fachgruppe Schiffbau ihren langjährigen, allseitig geschätzten und geachteten Geschäftsführer, die Schiffbautechnische Gesellschaft, der er seit 1917 angehörte, ein treues Mitglied. Dr. Mohr.

KARL VIERECK

Korvettenkapitän a.D. Viereck wurde im Jahre 1873 in Grabow (Mecklenburg) geboren. Nachdem er die Oberrealschule in seiner Vaterstadt bis einschließlich Untersekunda besucht hatte, kam er zu seinem Vater in die Maschinenbau- und Schlosserlehre. Im Jahre 1893 trat er dann nach Abschluß der Lehrjahre als Einjährig-Freiwilliger bei der Kaiserlichen Marine ein. Er entschloß sich jedoch bald, die Ingenieurlaufbahn bei der Marine zu ergreifen.

Karl Viereck verblieb bei der Kriegsmarine bis zum Jahre 1919, in dem er als Korvettenkapitän (Ing.) seinen Abschied nahm. In seiner Dienstzeit sind besondere Merkmale sein zweijähriger Aufenthalt in Ostafrika und Südwestafrika von 1895 bis 1897 mit S.M.S. „Seeadler“ und seine Tätigkeit von 1914 bis 1918 bei der Torpedoboot-Abnahmekommission.

Nach seiner Pensionierung wurde er Leiter der Lakdeskohlenstelle Schwerin-Mecklenburg bis zum Jahre 1924, in dem er sich dann in das Privatleben zurückzog.

Ein Kehlkopfleiden, von dem er im Jahre 1940 befallen wurde, setzte am 17. Februar 1942 seinem Leben ein Ende. Karl Viereck hat der Schiffbautechnischen Gesellschaft seit dem Jahre 1918 angehört.

ARTHUR WILSON

Mit dem am 1. Juli 1941 verstorbenen Oberingenieur i. R. Arthur Wilson ist eines der Gründungsmitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft von uns gegangen. Seit 1899 hat er der Schiffbautechnischen Gesellschaft in unwandelbarer Treue angehört.

Arthur Wilson ist am 16. Februar 1868 in Nottingham in England geboren worden. In England verbrachte er seine Schuljahre und von 1884 bis 1886 seine ersten beiden Lehrjahre im Schiffbaufach bei der Shipbuilding Co., Ltd., Barrow-on-Furness. Im Jahre 1886 ging er zum erstenmal nach Deutschland, um hier auf der Germaniawerft, Kiel, seine Ausbildung fortzusetzen und zu vervollkommen.

Im Jahre 1889 wurde er von der Germaniawerft als Schiffbauingenieur in das Konstruktionsbüro eingestellt. Nach England kehrte er im Jahre 1891 zurück, um eine Stellung im Schiffbaubüro der Naval Construction and Armament Co., Ltd., in Barrow-on-Furness anzunehmen. Vom Jahre 1893 bis 1898 war er bei der Firma Messrs. Wm. Denny & Bros., Leven Shipyard in Dumbarton, beschäftigt.

Zum zweitenmal verließ er England im Jahre 1898. Er wurde von den Stettiner Oderwerken als Schiffbauingenieur eingestellt. Dieser Firma widmete er seine ganze Arbeitskraft und seine Treue. Volle 42 Jahre hat Wilson den Stettiner Oderwerken, die ihn zum Oberingenieur und Prokuristen ernannt hatten, angehört, bis er im Jahre 1940 im hohen Alter von 72 Jahren in den wohlverdienten Ruhestand versetzt wurde.

ADOLF ZAPP

Ingenieur Adolf Zapp entstammt einer alten Fabrikantenfamilie. Außer seinem Vater werden in der Bergischen Industrie sein Großvater und Urgroßvater als Berg-, Hütten- und Hammerwerksbesitzer in Ränderoth (Rheinland) genannt.

Er wurde geboren am 11. März 1869 in Eckesey bei Hagen in Westfalen, wo sein Vater, Robert Zapp, ein Stahlwerk errichtet hatte.

Im Jahre 1872 siedelte seine Familie nach Düsseldorf über, wo er im März 1889 das Gymnasium absolvierte. Anschließend arbeitete er zur Vorbereitung für das technische Studium ein Jahr praktisch bei der Werkzeugfabrik Ernst Schieß in Düsseldorf. Hierauf bezog er das Polytechnikum (jetzt Technische Hochschule) in München bis Herbst 1892.

Vom 1. Oktober 1892 bis 30. September 1893 diente er als Einjährig-Freiwilliger im Badischen Dragoner-Regiment Nr. 21 in Bruchsal. Die Unteroffizier- und Wachtmeisterübung unmittelbar hintereinander anschließend, wurde er bereits am 15. November 1894 zum Leutnant der Reserve dieses Regiments ernannt und am 27. Januar 1905 zum Oberleutnant der Reserve befördert.

Nach der Militärzeit nahm er seine Studien an der Technischen Hochschule zu Berlin-Charlottenburg wieder auf, und zwar hörte er Maschinenbau, Eisenhüttenkunde, Festigkeitslehre und Materialkunde. Im Herbst 1895 trat er in das väterliche Geschäft in Düsseldorf, die Firma Robert Zapp, ein.

Besondere Verdienste erwarb er sich durch Einführung gewisser Stahlsorten in die Industrie und Praxis, z. B. des Kruppschen Geschützrohrstahls (Chromnickelstahl) in die Automobilindustrie für Kurbelwellen, Achsen usw., sowie des Kruppschen nichtrostenden Stahls in den allgemeinen Gebrauch. Auch um den Ausbau sonstiger Stahlsorten hat er sich sehr bemüht.

Adolf Zapp, der am 7. September 1941 verstorben ist, trat bereits im Jahre 1902 in unsere Gesellschaft ein und gehörte somit zu den ältesten Mitgliedern der STG.

Vorträge

V. Systemfragen im elektrischen Schiffsantrieb

Von Dipl.-Ing. B. Bleicken

Auf dem technischen Gebiet wurden die letzten fünfzig Jahre wesentlich durch die Elektrotechnik bestimmt. Es gibt kaum ein Gebiet, das hiervon unberührt geblieben ist. Auch die Schifffahrt hat sich dem nicht entziehen können, wenn auch damit wieder ein Stück Romantik preisgegeben werden mußte. Ich betone dies, weil bis auf den heutigen Tag dieser romantische Nimbus die Schifffahrt umgibt, und weil man bei allen Neuerungen immer wieder das ungemein zähe Festhalten an dem Althergebrachten feststellen muß, selbst wenn es auf anderen Gebieten schon längst überholt und durch Besseres ersetzt ist.

An Bord wurde die Elektrizität anfangs allein für die Lichtanlage benutzt, erst später folgten elektrisch angetriebene Lüfter oder Antriebsmotoren für andere Hilfsmaschinen. Bei großen Fahrgastschiffen waren schon recht erhebliche Leistungen bis zu 1000 kW vorgesehen, wofür Turbodynamos meistens den Strom lieferten. Ein entscheidender Schritt wurde dann gemacht, als nach dem Kriege der Dieselmotor sich bei Schiffen als Antriebsmaschine mehr und mehr durchsetzte. Jetzt war man gezwungen, allgemein für den Antrieb der Hilfsmaschinen den Elektromotor zu wählen, wenn man nicht den Kesselbetrieb bei Motorschiffen beibehalten wollte. Einschneidend wirkte sich das Motorschiff besonders bei den Deckshilfsmaschinen aus. Hier beherrschte die Dampfwinde das Feld, deren Unwirtschaftlichkeit völlig übersehen wurde, weil sie in betrieblicher Hinsicht außerordentlich anpassungsfähig war. Es war für die elektrische Winde nicht leicht, sich gegen die Dampfwinde durchzusetzen. Man wollte immer nur die Mängel sehen, wie z. B. die geringere Regelbarkeit gegenüber den Dampfwinden. Die Winden werden bekanntlich nicht durch ein geschultes Personal bedient. Weiße und farbige Schauerleute werden an Winden gestellt, die sie vorher noch nie gesehen haben. Es handelt sich auch immer nur um wenige Stunden, an denen intensiv gearbeitet werden muß. Wenn eine Winde ausfällt, so fällt gleich eine ganze Gruppe von Schauerleuten aus, die natürlich nicht still bleiben, wenn ihnen der Verdienst verlorenght. Alles dieses fällt ins Gewicht, wenn man eine neue Winde einführen will.

Und doch ist es gelungen, nicht nur auf den Motorschiffen die elektrischen Winden durchzusetzen. Heute werden elektrische Winden auch dann genommen, wenn als Hauptantriebsmaschine eine Dampfanlage vorhanden ist. Dies ist aus zwei Gründen richtig. Einmal ist der Brennstoffverbrauch unverhältnismäßig geringer. Die Messungen an Bord haben ergeben, daß man bei vollem Ladebetrieb bei einem Schiff mit zwanzig Ladewinden mit etwa 300 kg Dieselöl auskommen kann, wobei der gesamte Strombedarf an Licht, Lüftung und Heizung mit eingeschlossen ist. Das ist möglich, weil man die Winden in einfacher Weise mit Stromrückgewinnung ausführen kann. Da die Last nicht nur gehoben, sondern auch gesenkt wird, so kann es vorkommen, daß man besondere Pumpen anstellen muß, um nur den Strom los zu werden. Bei Dampfpladewinden ist immer ein Dampfkessel mit seinen Pumpen, und ferner ein Kondensator mit Zubehör in Betrieb. An Brennstoff kostet das mindestens 9000 kg Kohle. Der Preis des Dieselöls beträgt im Durchschnitt auf dem Weltmarkt 28 RM pro Tonne, der der Kohle etwa 16 RM. Der Brennstoffpreis pro Hafentag verhält sich danach wie 1:17. Aber dieser Preisunterschied allein würde noch nicht genügt haben, da die Dampfwinden selbst etwa nur ein Drittel von dem kosten, was für elektrische Winden gezahlt werden muß. Die Betriebszeiten sind auch, auf das ganze Jahr bezogen,

klein. Man wird höchstens auf hundert Tage kommen, wo die Winden benutzt werden, meistens sogar erheblich weniger. Aber man kann den gesamten Kesselbetrieb absetzen, die Kessel selbst überholen, was als sehr großer Vorteil empfunden wird. Hinzu kommt noch, daß die elektrischen Winden im Winter stets betriebsbereit sind, das Entwässern nicht nötig ist und keine Rohrleitungen nachts einfrieren können. Nachdem viele Kosten und Mühe auf die Winden verwandt sind, ist man, wenn auch nicht zu einer Einheitswinde, so doch zu einheitlichen Betriebsvorschriften für die elektrischen Winden gekommen. Man verlangt heute eine Geschwindigkeit von 2 m/sec für den leeren Haken und 0,3 m/sec für Vollast. Eine große Beschleunigung ist auch erforderlich, da die Hubhöhe selbst oft nur wenige Meter beträgt. Andererseits soll die Last sanft abgesetzt werden können, besonders, wenn sie gleich auf die Waagschale gesetzt werden muß. Dafür soll man möglichst auf 0,25 m/sec herunterkommen können. Durch Leonardschaltung läßt sich das erreichen, während man bei Kontrollersteuerung kaum unter 0,5 m/sec herunterkommen kann. Immerhin, die elektrische Ladewinde hat sich durchgesetzt, nicht nur bei großen Schiffen, auch bei kleinen Schiffen bis zu 1500 t herab.

Ähnlich liegen die Verhältnisse bei den Rudermaschinen. Auch hier sträubte man sich lange, da man auf unbedingte Sicherheit das größte Gewicht legen mußte. Es sind anfangs auch wirkliche Kunstwerke entstanden, wie der Leiter dieser Abteilung bei den Siemens-Schuckert-Werken seinerzeit feststellte, aber eine wirkliche Maschine war es nicht. Neun Motoren mußten einwandfrei zusammen arbeiten. Eine Störung herauszufinden, war nur durch ein gut geschultes Personal möglich. Später hat man sich für die großen Anlagen auf hydraulisch-elektrische Anlagen geeinigt, die sehr viel einfacher sind. Für kleinere Anlagen konnte man besonders bei ausbalanciertem Ruder zur einfachen Druckknopfsteuerung übergehen. Auch die elektrische Rudermaschine hat sich restlos durchgesetzt.

Die Ankerspille hat man bei den Dampfschiffen noch sehr lange mit Dampftrieb belassen, obwohl gerade hier die schnelle Bereitschaft von größter Wichtigkeit war. Heute gibt es bei neueren Schiffen, bei Motorschiffen wie Dampfschiffen, praktisch nur noch elektrische Ankerspille.

Nachdem durch die Einführung der Motorschiffe die Elektrizität auch in der Schifffahrt immer mehr Eingang gefunden hatte, lag es eigentlich nahe, auch für die Hauptantriebsmaschine einen elektrischen Antrieb zu wählen. In verschiedenen Ländern war auch schon ein Anlauf gemacht worden. Oft war die Kriegsmarine hierbei ein treibender Faktor. Aber immer blieb es praktisch bei einem Versuch, für den man bereit war, auch größere Kosten in Kauf zu nehmen. Als erste Reederei, die für ganz verschiedenartige Schiffe den elektrischen Antrieb in umfangreichem Maße eingeführt hat, ist die Hamburg-Amerika-Linie zu nennen. Eine Unterstützung von außen hat sie hierbei nicht erhalten. Wenn sie sich hierfür doch entschlossen hat, so waren andere Gründe vorhanden, und man war überzeugt, daß wesentliche Vorteile mit dem elektrischen Antrieb verbunden sind, die es der Hamburg-Amerika Linie als gerechtfertigt erscheinen ließen, diesen entscheidenden Schritt bei so vielen Schiffen zu tun. Das erste Schiff war die „Potsdam“, ein Schiff von 20 000 t, mit einer Maschinenleistung von 26 000 PSe. Das Schiff ist nicht teurer geworden als eine Anlage mit direktem Dampftrieb. Der Brennstoffverbrauch war bei der „Scharnhorst“ geringer als bei der „Gneisenau“ — zwei Schwesterschiffe, die genau die gleiche Schiffsform hatten, bei derselben Werft gebaut waren, die gleiche Fahrtstrecke fuhren — also selten günstig für einen Vergleich waren. „Scharnhorst“ hatte turboelektrischen Antrieb und „Gneisenau“ direkten Antrieb. Dieses Schiff war das zweite Schiff, die Erfahrungen der „Scharnhorst“ lagen also vor, was sich besonders in der Kesselanlage auswirkte. Als Ergebnis von drei Jahren konnte dann festgestellt werden, daß „Scharnhorst“ einen nicht unerheblich geringeren Ölverbrauch hatte als „Gneisenau“. Es stand dies eigentlich im Gegensatz zu der allgemein vertretenen Ansicht, daß durch diese doppelte Umsetzung die Verluste unbedingt größer wer-

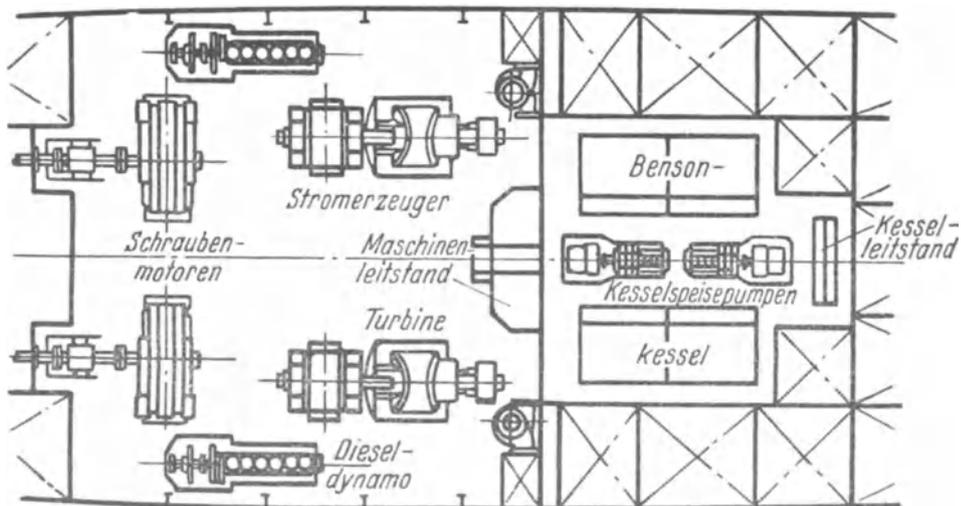
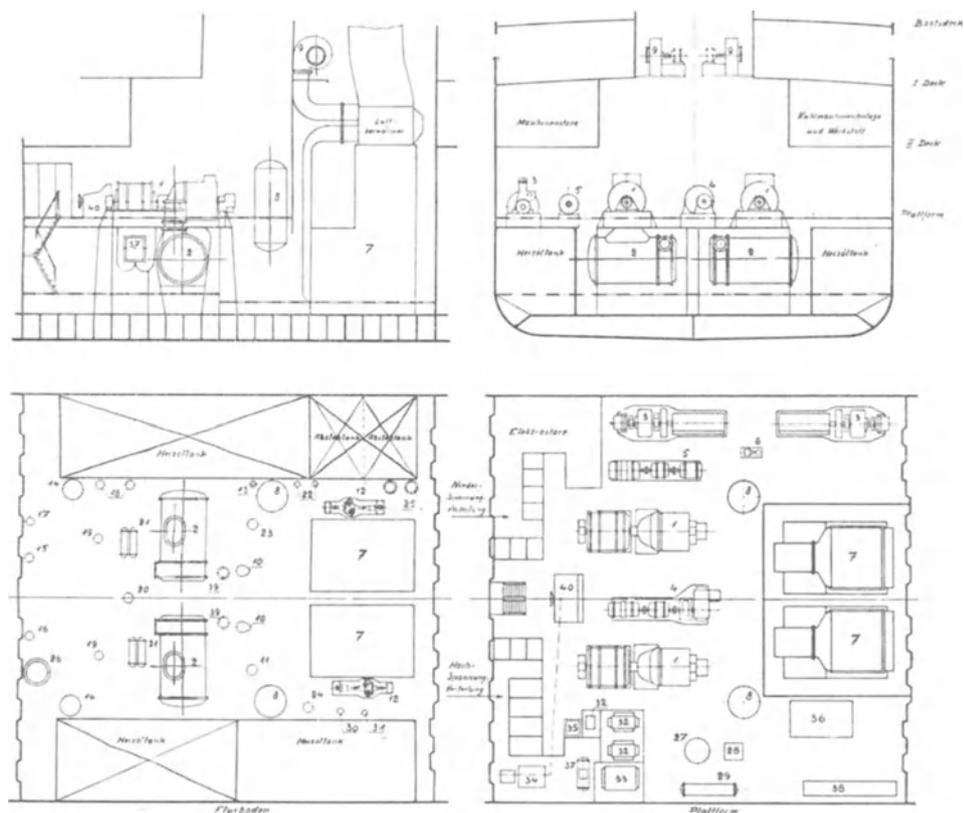


Bild 1. D. „Potsdam“.



- | | | | | |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 = Turbogenerator | 10 = Knorr-Speisepumpe | 19 = Kondensatpumpe | 24 = Süßölpumpe | 33 = Regeltrafo |
| 2 = Kondensator | 11 = Reserve-Speisepumpe | 20 = Reserve-Kondensatpumpe | 25 = Heizölvorwärmer | 34 = Fahrtwender |
| 3 = Hilfsdiesel | 12 = Umwälzpumpe | 21 = Dampfstrahl-Luftpumpe | 26 = Bilgewaterentöler | 35 = Telefonzelle |
| 4 = Turboerregersatz | 13 = Anheizpumpe | 22 = Heizöl-Betriebspumpe | 27 = Verdampfer | 36 = Schwimmertank |
| 5 = Erregersatz | 14 = Kühlwasserpumpe | 23 = Heizöl-Förderpumpe | 28 = Erhitzer | 37 = Luftkühler |
| 6 = Kompressor | 15 = Ballastpumpe | | 29 = Destillierkondensator | 38 = Speisewasservorwärmer |
| 7 = La Mont-Kessel | 16 = Lenzpumpe | | 30 = Umwälzpumpe | 39 = Ölkühler |
| 8 = Dampftrommel | 17 = Deckwaschpumpe | | 31 = Kondensatpumpe | 40 = Leitstand |
| 9 = Kesselgebläse | 18 = Hafepumpe | | 32 = Trafo | |

Bild 2. Turboelektroschiff von 6000 t Tragfähigkeit.

den müßten. Die Wirkungsgrade beim Drehstrom-Synchron-Generator und -Motor sind so hoch, daß als Gesamtverlust im elektrischen Teil etwa 4—5% gerechnet werden können. Demgegenüber läßt sich die Turbine unbedingt wirtschaftlicher gestalten, da sie jetzt nur einen Drehsinn hat die Rückwärtsturbine fällt fort. Auch das Rädergetriebe ist nicht mehr vorhanden, und diese Verluste, wenn sie auch nicht hoch sind, fallen fort. Außerdem kann man die Wellenleitung weitgehend vermeiden, die nach verschiedenen Messungen mehr Kraft verzehrt, als durchweg angenommen wird.

Hinsichtlich des Brennstoffverbrauchs bestehen nach den jetzt vorliegenden Erfahrungen keine Bedenken gegen den elektrischen Antrieb. Die Preisfrage spielte bei den ersten Schiffen ebenfalls keine Rolle, was aber zum Teil auf das weitgehende Entgegenkommen der großen Elektrizitätsfirmen zurückgeführt werden muß. Bei objektiver Prüfung kann man wohl sagen, daß die Maschinenanlage beim elektrischen Antrieb etwa 7% teurer wird. Dem stehen aber auch wesentliche Vorteile gegenüber. Schon daß man volle Freiheit hat, die Hauptturbine aufzustellen, wo man will, ermöglicht eine bessere Raumausnutzung. Ein Bild der Maschinenanlage der „Antilla“-Klasse verdeutlicht dieses. Bei diesen Schiffen war der Preis der turboelektrischen Anlage um 250 000 RM billiger als eine dieselelektrische Anlage und nur unwesentlich teurer als eine direkte Motorenanlage. Die Schiffe waren für Westindien gebaut, wo das Dieselöl 85% teurer war als das Heizöl, so daß wir uns zu einem Heizölschiff mit turboelektrischem Antrieb entschlossen. Der Maschinenraum ist so klein geworden, daß es schwierig war, die 13% vom Schiffsraum zu erreichen, die nötig sind, um den Abzug bei der Vermessung zu erhalten. Übrigens ist dies eine unsinnige Bestimmung, die den Fortschritt direkt unterbindet, die also bei künftigen Friedensverhandlungen unbedingt beseitigt werden muß. Der Propellermotor liegt ganz hinten, also dort, wo das Schiff schon so scharf ist, daß die Räume für die Ladung nicht gut zu benutzen sind. Die anderen Räume im Hinterschiff sind dagegen durch den Fortfall des Wellentunnels ganz erheblich wertvoller geworden. Das wurde nachher von dem Kapitän und den ausländischen Agenten immer wieder hervorgehoben. Die Schiffe „räumten“, wie man sagt, überragend gut. Es scheint mir heute auch sehr fraglich, ob die übliche Lage der Hauptmaschinen mittschiffs die richtige ist. Mir scheint das im Grunde ein Überbleibsel von den kohlegefeuerten Dampfmaschinen zu sein. Bei den Tankern hat man sich hiervon frei gemacht und die Maschine im Hinterschiff angeordnet. Warum bei den anderen Motorschiffen und Heizöldampfern nicht? Die Ölbunker lassen sich im Vor- und Hinterschiff und im ganzen Doppelboden so verteilen, daß jede Trimmlage, auch bei leerem Schiff, erzielt werden kann. Ganz besonders wird sich beim elektrischen Antrieb eine günstige Raumausnutzung erreichen lassen, wie man es bisher nicht für möglich gehalten hat. Ich möchte hier nur ein Projekt zeigen, wo ein Sulzermotor liegender Bauart, wie er neuerdings entwickelt ist, benutzt ist. Die Hauptanlage liegt hier über dem Propellermotor im Hinterschiff, während alle übrigen Räume, abgesehen von den Ölbunkern, frei für die Ladung sind. Beim elektrischen Antrieb liegt es nahe, daß man den Strom für den gesamten Hilfsbetrieb vom Hauptgenerator nimmt. Nur bei ganz großen Fahrgastschiffen wird man lieber unabhängige Kraftzentralen für den Schiffsbedarf aufstellen, wie z. B. bei dem neuesten Schiff, das für den Nordatlantikdienst bestimmt war. Ein Bild dieser Anlage möchte ich auch gleich zeigen, da man auch hieraus den Vorzug hinsichtlich der Rohrleitung erkennen kann. Es ist bekannt, daß gerade die Rohrleitung bei Höchstdruckanlagen der wunde Punkt ist. Je weniger Ventile, je kleiner die Rohrleitung, desto besser. Hier liegen die Hauptmaschinen denkbar günstig, keine Rohrleitung braucht durch eine Schottwand geführt zu werden. Und alle Hilfsmaschinen werden elektrisch angetrieben. Gerade die Rohrleitung für die Hilfsmaschinen ist eine Verlustquelle in wärmetechnischer Hinsicht, wie man es früher kaum geahnt hat. Ferner wird auch die Arbeit an Bord, bei den hohen Dampftemperaturen in verstärktem Maße, in bedenklicher Weise vermehrt. Es ist aber die Aufgabe heute mehr denn je, die Arbeit an Bord so weitgehend zu vermindern,

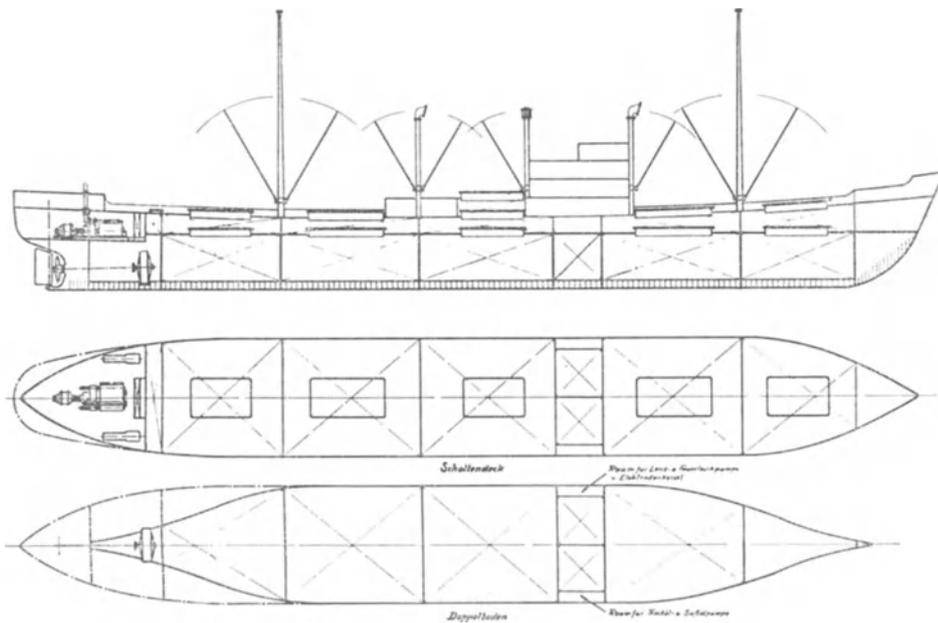


Bild 3. Studienprojekt für 9000 t.

wie es irgend möglich ist. Unsere größte Sorge ist, daß wir genügend Personal erhalten, wenn die Schifffahrt wieder einsetzt. Das war schon vor dem Kriege schwer; ich fürchte, nach dem Kriege wird es noch weit schwieriger sein. Von den 360 Ingenieur-Aspiranten, die wir auf unseren Schiffen bei der Hamburg-Amerika Linie hatten, gingen etwa 180 nach einem Jahre wieder fort. Es hat für junge Leute immer einen Reiz, die Welt auf ein paar Reisen kennen zu lernen. Damit ist uns aber nicht gedient. Wir müssen ein zufriedenes Stammpersonal haben. Was muß hierfür geschehen? Hier trennen sich die Geister. Viele Reeder

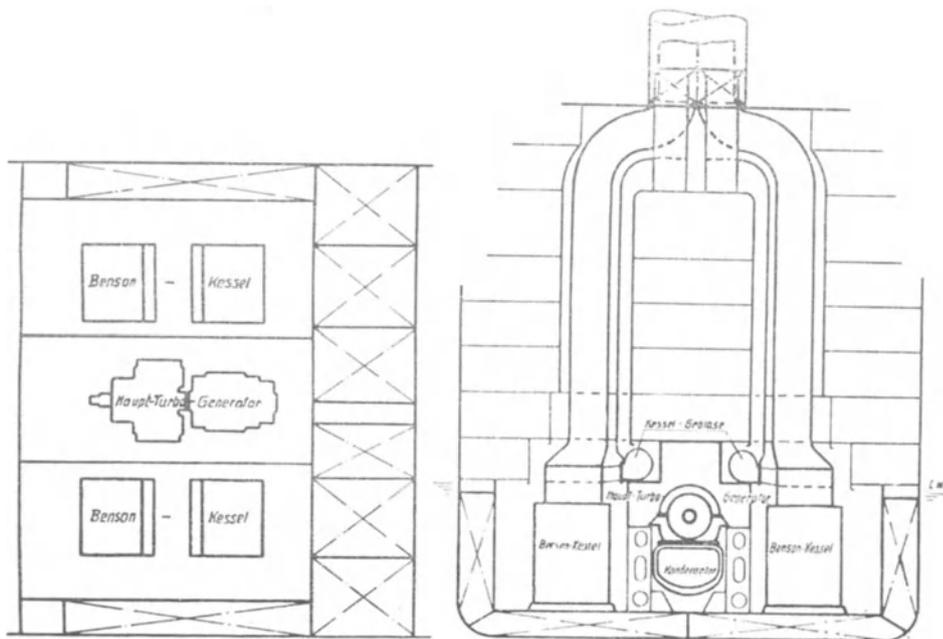


Bild 4. Neubauprojekt.

sind der Ansicht, man müsse die Maschinenanlage so bauen, daß sie mit dem einfachsten Personal bedient werden kann. Also kohlengefeuerte Kessel und Dampfkolbenmaschinen, wobei man damit rechnet, daß für Heizer und Kohlentrimmer farbiges Personal genommen werden kann, wie es früher vielfach geschah. Ich persönlich halte das für einen falschen Weg. Einmal weiß ich nicht, ob wir in der Zukunft damit rechnen können, weiterhin diese farbigen Hilfskräfte zu bekommen. Aber abgesehen davon müssen Wege gefunden werden und lassen sich auch finden, daß man mit einem sehr geringen Personal auskommen kann, ohne diese körperlich übermäßig zu beanspruchen. Und immer stellt sich dabei heraus, daß die Wirtschaftlichkeit erheblich verbessert wird, so daß sich die aufgewendeten Kosten in den 25 Jahren, die man für ein Schiff rechnet, auch amortisieren. Immer wieder habe ich auch feststellen können, mit welcher Lust und Liebe das Personal gerade bei den modernsten Schiffen sich der neuen Anlagen angenommen hat. Von diesen Schiffen ist noch keiner fortgegangen, weil ihn der Betrieb zu anstrengend war. Ein Hauptgrund für die Erleichterung der Arbeit an den Maschinenanlagen ist der, daß alle Hilfsmaschinen elektrisch angetrieben werden, und zwar durch Drehstrommotoren, ein Punkt, auf den ich noch später zu sprechen kommen werde. Der elektrische Antrieb führt zu rotierenden Hilfsmaschinen, besonders zu Zentrifugalpumpen. Diese sind räumlich sehr klein, machen praktisch keine Arbeit und sind erheblich billiger als Kolbenpumpen. An Bord wird neuerdings meistens die vertikale Bauart bevorzugt, da sich die Rohrleitung gut anschließen läßt und der Platzbedarf erheblich geringer ist als bei horizontaler Bauart. Beim elektrischen Antrieb wird man, wie schon erwähnt, den Strom für die Hilfsmotoren über Trafos den Hauptgeneratoren entnehmen, falls man auch für das Bordnetz zum Drehstrom übergeht. Die Hilfsmaschinen sind dann frequenzabhängig von der Fahrt des Schiffes, was bei Handelsschiffen an sich unbedenklich ist, da normalerweise nur eine Geschwindigkeit gefahren wird. Nur auf dem sogenannten Revier, also beim Einlaufen in den Hafen oder auf Flüssen, wo man mit Maschinenmanövern rechnen muß, wird man den Strom von besonderen Hilfsdieselgeneratoren nehmen, die schon vorhanden sein müssen, um während der Hafenzzeit den erforderlichen Strom zu liefern. Auf See soll, das scheint mir das richtige Ziel zu sein, der Betrieb so einfach wie möglich arbeiten. Der Schiffingenieur soll auch in den Tropen mit Stehkragen in der Maschine seinen Dienst tun können, um es einmal kraß auszudrücken. Dann werden wir auch unser Personal halten können, obwohl die Frau zu Hause den Mann immer drängen wird, eine Stellung an Land anzunehmen. Es geht nicht mehr an, daß man den Schiffingenieur in Schmutz und Arbeit versinken läßt, wie es leider nicht allzu selten früher der Fall gewesen ist.

Ich habe bisher nur von der turboelektrischen Anlage gesprochen. Bei den immer höher geschraubten Anforderungen an die Geschwindigkeit wurden die Leistungen für die Dieselmotoren immer größer. Da andererseits die Propellerdrehzahlen nicht beliebig gesteigert werden können, der Wirkungsgrad sogar um so besser wird, je kleiner die Drehzahl ist, wurden die Abmessungen der Dieselmotoren immer gewaltiger. Damit werden aber auch die Überholungsarbeiten erschwert, die Größe, das Gewicht der Kolben und Ventile wächst immer mehr. Andererseits sucht man möglichst mit einer Schraube auszukommen. Trotz der großen Abmessungen muß man dann auch noch die Anzahl der Zylinder erhöhen und kommt bis auf zwölf Zylinder an einer Kurbelwelle. Das bedingt dann einen sehr langen Maschinenraum. Aus diesen Erwägungen heraus habe ich seinerzeit für die „Wuppertal“ einen dieselektrischen Antrieb empfohlen, wobei noch ein weiterer Gesichtspunkt mitbestimmend war. Das Schiff fährt nach Australien, wofür ausgehend die deutschen Schiffe niemals voll beladen waren. Auch fuhr man ausgehend mit 13,5 sm/h, während die Rückreise mit voller Ladung mit 15 sm/h gefahren werden sollte. Dann sinkt die Leistung für die Ausreise auf etwa zwei Drittel der vollen Leistung herab. Beim direkten Antrieb sinkt der effektive Wirkungsgrad des Motors doch erheblich herab. Beim dieselektrischen Antrieb fährt man statt mit drei Dieselgeneratoren nur mit zwei. Man hat dann außerdem

während der Ausreise die Möglichkeit, in aller Ruhe die einzelnen Maschinen nacheinander zu überholen, was sonst immer in der kurzen Hafenzzeit geschehen muß. Wenn es gelingt, gerade während dieser Hafenzzeit dem Maschinenpersonal eine reichliche Freizeit zu ermöglichen, wäre dies ein wirksames Mittel, ein gutes Stammpersonal zu halten.

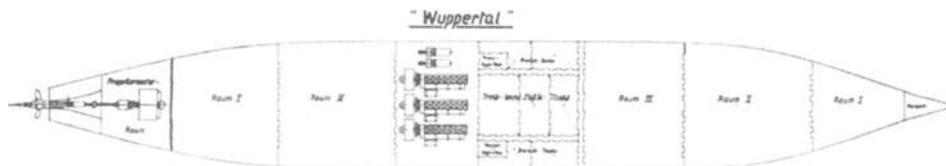


Bild 5.

Die Frage, welcher Antrieb gewählt werden soll, ist nicht einfach zu entscheiden. Heute, wo die deutschen Reedereien nur im Ausland Neubauten vergeben dürfen, muß man sich mehr oder minder damit abfinden, das zu nehmen, was man dort gebaut hat. Doch sollte man gerade die Antriebsfrage für die Zukunft sehr gründlich durchdenken, um mit einem Mindestmaß an Aufwand, an Bedienpersonal, eine höchste Wirtschaftlichkeit für Schiff und Menschen zu erhalten. Wir werden, ob man das wünscht oder nicht, um eine Typisierung auf den Schiffen nicht herumkommen, einfach, weil wir die Menschen nicht haben werden, für jedes Schiff alles neu zu projektieren. Die Maschinenanlagen werden auch, wie ich es aus verschiedenen Gründen vermute, immer mehr von der Landindustrie geliefert werden, während die Werften sich auf die Schiffskörper und die Montage der Maschinenanlagen und Rohrleitungen an Bord beschränken werden. Für eine Typisierung eignet sich aber ein elektrischer Antrieb in hervorragender Weise, da er im Zusammenschalten mehrerer Einzelgeneratoren die denkbar einfachste Kupplung ist. Man kann also für Maschinen ganz verschiedener Leistung die gleichen Antriebsmaschinen bauen, indem man je nach der Leistung 1, 3, 9 oder beliebig viele gleichgroße Aggregate zusammenschaltet. Und noch etwas kommt hinzu. Die Maschinenteknik drängt zu höheren Drehzahlen, um mit einem Mindestmaß an Raum und Gewicht auskommen zu können. Der Elektromotor ist daher besonders geeignet, auch ohne Getriebe den gestellten Forderungen zu genügen. Man wird aber dann zum Drehstrom übergehen müssen, wie wir es bei dem Propellermotor von Anfang an getan haben, was sich auch in jeder Hinsicht bewährt hat. Nach wie vor, darüber bin ich mir durchaus klar, wird die Frage des Schiffsantriebs noch lange Zeit sehr umstritten sein. Auch sie ist von dem Ausgang des Krieges mit abhängig. Die Materialfrage wird von entscheidendem Einfluß sein. Dabei handelt es sich freilich nicht allein um Kupfer, sondern Eisen, Blei, Zinn, Zink, Chrom usw. sind genau so zu beachten.

Auf dem Gebiete der Schiffselektrotechnik wird aber noch ein weiterer Kampf ausgetragen werden müssen, ich meine den Kampf zwischen Gleichstrom und Drehstrom bzw. Wechselstrom. Die Hamburg-Amerika Linie ist seit sechs Jahren ganz zum Drehstrom übergegangen, also nicht nur für die Hauptanlagen, sondern auch für alle Hilfsmotoren, für Heizung und für die Lichtanlage. Tatsächlich sind wir aber auch heute noch die einzige Reederei, die dies, ich darf es ruhig sagen, gewagt hat. Die Vorteile, die der Drehstrom für das Bordnetz bietet, sind so zahlreich, daß ich davon überzeugt bin, daß auch auf Schiffen der Gleichstrom immer mehr verdrängt wird.

Für unsere normalen Schiffsanlagen ist zunächst der Fortfall der Kollektoren zu nennen. Jeder Schiffingenieur oder Elektriker weiß, daß diese an Bord die meiste Arbeit in den elektrischen Anlagen machen. Sie müssen sauber gehalten werden, häufig rundgeschliffen und ausgekratzt werden, die Bürsten müssen versehen werden und vieles mehr. Welche Mühe macht es allein, die richtigen Kohlebürsten für bestimmte Kollektoren zu finden. Wir haben schon von weither Experten kommen lassen müssen, und erst durch allmähliches Ausprobieren haben

wir das Richtige finden können. Wenn beim Drehstrommotor dies alles fottfallen kann, so ist das unbedingt ein großer Vorteil. Wir haben allen Grund, die Arbeit an Bord zu erleichtern. Der Drehstrommotor ist viel einfacher, unempfindlicher und robuster als der Gleichstrommotor.

Die Tatsache, daß der Drehstrommotor unempfindlicher ist, hat bekanntlich an Land dazu geführt, daß dort, wo eine wirkliche Pflege des Motors nicht erwartet werden kann, wie in der Landwirtschaft, im Hotel oder Küchenbetrieb, man ganz zum Drehstrom übergegangen ist. Es ist heute schon schwierig, Gleichstrommotoren für diese Zwecke zu bekommen. Aus diesem Grunde ist übrigens auch auf dem neuesten Schiff der Nederlandschen Stoomvaart Maatschappij, der „Oranje“, im Küchenbetrieb restlos Drehstrom benutzt. Dort ist es bekanntlich sowohl heiß als auch feucht.

Aber nicht nur die Kollektoren mit den Bürsten und Bürstenhaltern fallen fort, auch auf die Anlasser kann man verzichten. Auch diese müssen gewartet werden, verursachen also zusätzliche Arbeit. Die Drehstrommotoren lassen sich anstandslos durch Schalter betätigen. Wollte man beim Gleichstrom einfache Schalter verwenden, so gibt das einen Kurzschluß, der höchstwahrscheinlich umfangreiche Überholungsarbeiten nach sich ziehen würde. Das ist bekanntlich auch die Gefahr, wenn einmal eine E-Maschine an Bord ausgefallen ist und man die Reservemaschine einschalten will. Hat man vorher nicht die einzelnen Pumpen und Lüftermotoren ausgeschaltet, so tritt Kurzschluß ein. Bei einer Drehstromanlage macht das nichts aus.

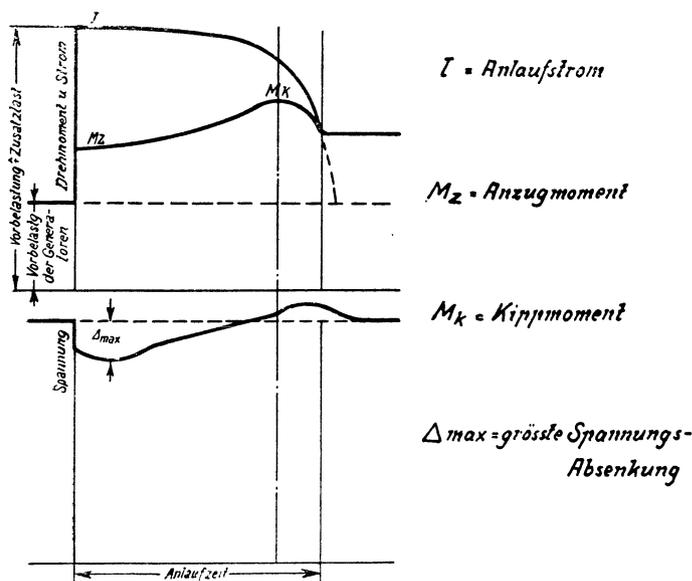


Bild 6. Anlauf eines Drehstrom-Kurzschlußmotors.

Ich möchte hier gleich auf den Anlaßvorgang beim Drehstrom eingehen. Beim direkten Einschalten sinkt beim Drehstrom zunächst etwas die Spannung, doch ist die Zeitdauer nur kurz. Sie kann noch gemildert werden durch Verwendung von Schnellreglern, wie sie neuerdings allgemein vorgesehen werden. Ist die Kippdrehzahl erreicht, so steigt die Spannung sogar über die Nennspannung, jedoch bleibt dies in Grenzen, so daß Glühlampen und ähnliche Stromverbraucher nicht gefährdet werden. Der größte Spannungsabfall findet übrigens beim leerlaufenden Generator beim Einschalten eines Motors statt. Aber bei normal gesättigten Maschinen dauert dies nur $\frac{1}{3}$ Sekunde.

Hinsichtlich des Kurzschlußstroms ist, wie schon angedeutet, beim Drehstrom gegenüber dem Gleichstrom ein entscheidender Unterschied. Während beim Gleichstrom etwa der 10- bis 11fache Strom beim Kurzschluß auftritt, beträgt

er beim Drehstrom nur das 1,5- bis 2fache des Nennstroms. Daher ist es eben möglich, mit einfachen Schaltern auszukommen. Wie aus dem Bild zu ersehen ist, sinkt der Anlaufstrom nach Überschreiten der Kippdrehzahl schnell ab. Kurve 1 stellt die Scheinleistung oder Blindleistung dar. Sie wirkt sich bekanntlich nicht auf die Antriebsmaschine, also auf den Dieselmotor oder die Turbine aus, sondern ist lediglich ein Vorgang innerhalb des Generators.

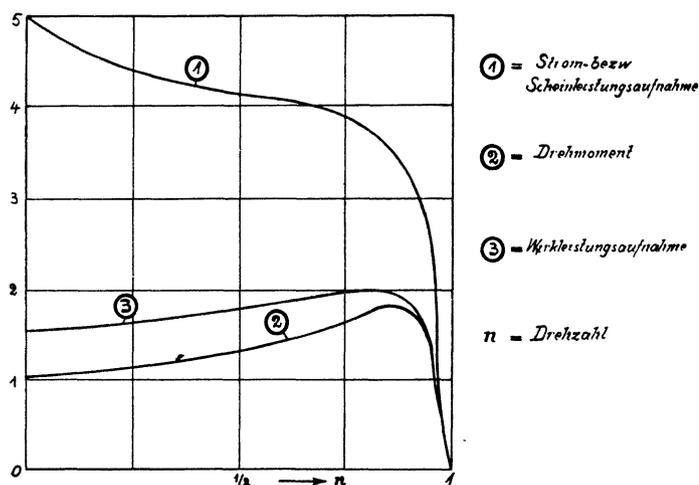


Bild 7. Anlaufkennlinien eines Käfigläufermotors.

Das Drehmoment nimmt beim Drehstrommotor mit dem Quadrat der Spannung ab. Die Drehstrommotoren sind aber entsprechend den Vorschriften des VDE stets so ausgelegt, daß noch bei einem Spannungsabfall von 20% das volle Drehmoment erreicht werden kann. Selbst beim Einschalten eines großen Motors, wobei ein stärkerer Spannungsabfall zu erwarten ist, wird der Drehstrommotor sein normales Anzugmoment erreichen, besonders, wenn man beim Entwurf eine etwas niedrigere Spannung als die Nennspannung zugrunde legt. Der krassste Fall ist wohl der, daß der Generator bereits zwei Drittel belastet ist, und es wird dann ein großer Motor, der das letzte Drittel beansprucht, hinzugeschaltet. Auch dann wird die Antriebsmaschine nur kurzzeitig mit etwa 116—119% der Nennleistung belastet, was eine ganz geringe, völlig unbedenkliche Überlastung ist. Man kann den Anlaufvorgang aber auch dadurch milder gestalten, daß z. B. Stern-dreieckschalter benutzt werden, oder man geht in besonderen Fällen, wenn man die Stromstöße beschränken will, zu Schleifringmotoren über. Die Auswirkung auf das Lichtnetz infolge Spannungsabfalls beim Einschalten eines großen Stromverbrauchers ist bei einem normalen Frachtschiff übrigens ganz unbedenklich, da es nur sehr kurzzeitig ist und im normalen Betrieb eigentlich nur beim Anfahren vorkommt. Derartige Spannungsschwankungen kennen wir bei Gleichstromanlagen auch recht gut. Immerhin sollen die Spannungsschwankungen im Lichtnetz 3,5% nicht überschreiten, während man den Drehstrommotoren und Wärmergeräten unbedenklich 15—20% zumuten kann. Für das Lichtnetz sind außerdem die sogenannten Schnellregler heute so gut ausgebildet, daß auch anspruchsvollen Forderungen voll Genüge geleistet werden kann.

Infolge der einfacheren Bauart ist der Drehstrommotor auch gegen große Erwärmung unempfindlicher. Es ist vorgekommen, daß die Außenseite des Motors, die an einem Kessel angeordnet war, kirschrot anlief und trotzdem der Motor einwandfrei gelaufen hat. Auch wir haben einmal bei einem großen Drehstromgenerator eine derartige Erwärmung gehabt, daß die Isolierung teilweise, man kann sogar sagen zum großen Teil, herausgeflossen ist. Hinterher haben wir ohne Störung die volle Leistung wieder fahren können. Dies soll nur zeigen, wie unempfindlich der Drehstromgenerator war. Derartige Temperaturen wird man natürlich besser vermeiden.

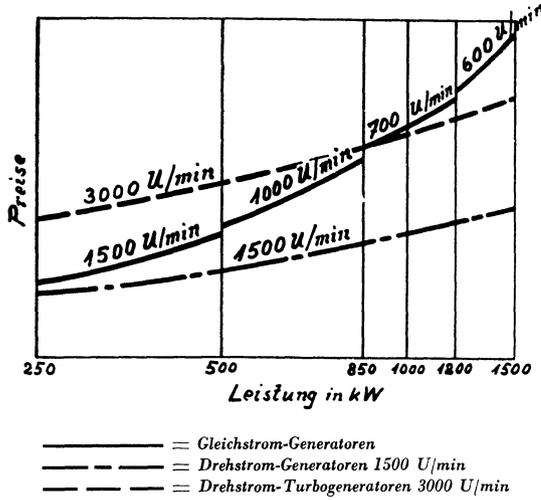


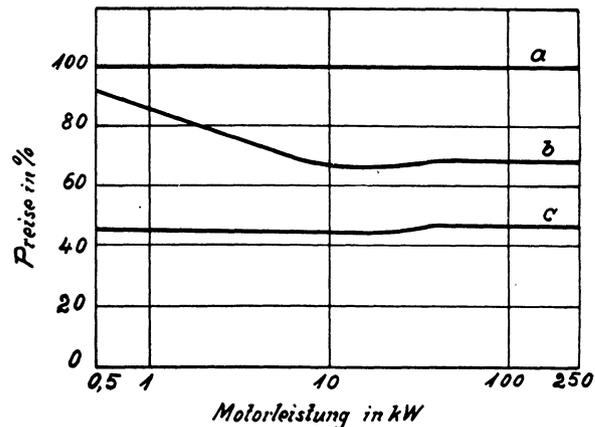
Bild 8.

Vergleich der Preise von Gleichstrom- und Drehstrom-Generatoren zur Kupplung mit Dampfturbinen.

stromgenerator schon bei etwa 1200 kW auf 600 Umdrehungen pro Minute gehen, und nur bis etwa 500 kW kann man bis 1500 Umdrehungen pro Minute gehen. Die Preise gehen daher mit steigender Leistung auseinander, und zwar sehr erheblich. Die Umdrehungen beeinflussen aber nicht nur den elektrischen Teil, bei den Antriebsturbinen wirkt sich das mindestens ebenso aus. Das erkennt man auch aus der dritten Kurve, wo die Preise für Turbogeneratoren mit 3000 Umdrehungen pro Minute, die beim Drehstrom sogar als normal bezeichnet werden können, aufgetragen sind. Bereits bei Leistungen von 850 kW kostet also der Drehstromgenerator mit Antriebsturbinen nicht mehr als der Gleichstromgenerator allein.

Auf dem nächsten Bild ist das Preisverhältnis bei Motoren von 0,5 bis 250 kW zu erkennen. Der Drehstrommotor kostet nicht einmal die Hälfte des Gleichstrommotors. Selbst Schleifringläufer liegen im Preise weit niedriger, besonders bei größeren Leistungen. Vom Standpunkt der Materialbeschaffung aus gesehen, ist es zur Zeit besonders zu begrüßen, daß man keinen Glimmer benötigt, der für die Kollektoren der Gleichstrommaschinen kaum zu erhalten und nur sehr schwer zu ersetzen ist. Der Preis eines Motors wird bestimmt durch die Materialkosten und die benötigten Arbeitsstunden. Heute, wo gerade die Arbeitskräfte so knapp sind und auch sehr lange Zeit knapp bleiben werden, hat man allen Grund, diese Frage sehr ernst zu nehmen.

Das nächste Bild ist ein sehr interessanter Vergleich von Kosten und Gewicht verschiedener Motorenarten, aus dem die Vorteile des Drehstroms klar hervorgehen.



a = Gleichstrom-Motoren (Preise = 100)

b = Drehstrom-Schleifringläufer

c = Drehstrom-Käfigläufer mit Stromdämpfungs- bzw. Wirbelstromläufer

Bild 9.

Vergleich der Preise von Gleichstrom- und Drehstrommotoren.

Ein weiterer Vorteil ist, daß infolge Fehlens der Kollektoren die Drehzahl höher gewählt werden kann, der Motor also entsprechend kleiner wird. Während man bei Gleichstromgeneratoren bei größeren Leistungen mit der Drehzahl heruntergehen muß, besteht dieser Zwang beim Drehstromgenerator nicht. Ein Bild, das ich einer Schrift von Dr. Ufer entnommen habe, die im Auftrage der Siemens-Schuckert-Werke verfaßt und mir mit weiteren Bildern zur Verfügung gestellt ist, veranschaulicht dies gut. Während 1500 Umdrehungen für alle Leistungen bei Drehstromgeneratoren beibehalten werden können, muß man beim Gleich-

Regelung %	25			50		
Motorart	Gleichstrom	Drehstr.-Schleifr.-L.	Drehstr.-Käfig-L.	Gleichstrom	Drehstr.-Schleifr.-L.	polumsch. Drehstr.-Käfig-L.
Regelart	Feld-R.	Schlupf-R.	Drossel-R.	Feld-R.	Schlupf-R.	Polumsch. u. Drossel-R.
Anschaffungskosten in % für Motor u. Zubehör	100	69	42	100	58	49
Gewicht in %	100	79	43	100	62	48

Bild 10. Vergleich der Kosten und Gewichte verschiedener Motorarten für Regelung.

Im nächsten Bild sind Kosten der Tilgung und der Instandhaltung der drei Motorenarten zusammengestellt. Die Lebensdauer der Drehstromläufer ist erheblich größer, daher wird auch hier das Bild für den Drehstrom sehr günstig. Dabei ist auch zu beachten, daß das Ausgangskapital an sich schon erheblich größer beim Gleichstrom als beim Drehstrom ist. Die Bilder sind mir auch von den Siemens-Schuckert-Werken zur Verfügung gestellt.

Motorart	Tilgung in Jahren	Für Tilgung Zinsen und Versicherung jährlich %	Für Ersatzteile und Instandsetzungen jährlich %	Für Wartung und Pflege jährlich %
Gleichstrom	10	14,9	5	4
Drehstr.-Schleifr.-L.	14	12,1	3	2
Drehstr.-Käfig-L.	16	11,3	1,5	1

Bild 11. Tilgung, Instandsetzung usw. für verschiedene Motorarten.

Die höhere Spannung war bei den elektrischen Anlagen für den Propellerantrieb von Anfang an bestimmend. Wir sind hier schon bis 5000 V gegangen. Irgendwelche Schwierigkeiten oder Anstände haben sich nicht ergeben. Bei den Motoren für die Hilfsmaschinen hielt man sich aber anfangs noch in normalen Grenzen. Heute ist aber auch für diese kleineren Motoren zum Antrieb der vielen Hilfsmaschinen eine Spannung von 500 V zugelassen, und die Motoren werden so ausgeführt. Die Erfahrungen, die im Landbetrieb gesammelt sind, haben die Drehstromtechnik in jeder Hinsicht so weit gefördert, daß man heute auch im Schiffsbetrieb die Vorteile des Drehstroms voll ausnutzen sollte. Durch die höhere Spannung wird selbstverständlich das Kabelnetz billiger, man gebraucht weniger Kupfer, das als Sparstoff nicht nur jetzt während des Krieges, sondern auch in der Zukunft knapp bleiben wird.

Man hört ferner häufig, daß das Kabelnetz beim Drehstrom teurer würde als beim Gleichstrom. Das ist nicht ohne weiteres richtig. Handelt es sich um eine zweipolig verlegte Gleichstromanlage, so ist der Kupferbedarf und der Preis für das Leitungsnetz beim Drehstrom sogar kleiner, wenn es sich um Anlagen über 5 kW handelt, also schon bei sehr kleinen Anlagen. Je größer die Anlage, desto günstiger wird die Drehstromanlage. Heute kennen wir freilich in Deutschland bei Handelsschiffen eigentlich nur einpolige Verlegung, wobei der Schiffskörper als Rückleitung dient. Diese wird tatsächlich wohl etwas billiger als normale Drehstromanlagen, wie sie früher üblich waren. Heute benutzen wir aber auch bei Drehstrom die einpolige Verlegung, wobei der als Nulleiter dienende Schiffskörper mit dem Sternpunkt des Stromerzeugers oder Umspanners verbunden ist. Anfangs haben wir noch zweiadrige Zuleitungen für die an eine Phase und den Nulleiter, also mit 220 V Wechselstrom angeschlossenen Verbraucher, wie Glühlampen und Wärmegeräte, verwendet. Bei den neuesten Anlagen sind wir aber

schon zu einpoliger Verlegung übergegangen. Für eine möglichst symmetrische Belastung der drei Phasen kann man bei Schiffsanlagen unschwer sorgen. Wenn man noch weiter berücksichtigt, daß man für Drehstrommotoren schon 500 V Spannung benutzen kann, so wird der Preis für das Leitungsnetz bei Drehstromanlagen m. E. nicht teurer als beim Gleichstrom.

Strom- und Verlegungsart	Spannung Volt	Leistungs- faktor	Kupferverbrauchsverhältnis von :	
			Gleichstr. 1-polig	Gleichstr. 2-polig
Gleichstrom 1-polig	220	—	1	0,5
Gleichstrom 2-polig	220	—	2	1
Drehstrom	380	1	1	0,5
Drehstrom	380	0,85	1,18	0,59
Drehstrom	500	1	0,76	0,38
Drehstrom	500	0,85	0,9	0,45

Bild 12.
Vergleich der Kupfergewichte in Gleichstrom- und Drehstromschaltungen.

Das gleiche trifft auch für die eigentliche Schaltanlage zu: Auf der Tabelle sind die Kupfergewichte der verschiedenen Schaltanlagen zu sehen. Daraus ist zu erkennen, daß zwischen einpoligem Gleichstrom und Drehstrom kein Unterschied besteht. Doppelpoliger Gleichstrom benötigt dagegen das doppelte Kupfergewicht. Wenn $\cos \varphi$ kleiner als 1 ist, so ist freilich bei Drehstrom eine etwas größere Kupfermenge gegenüber dem einpoligen Gleichstrom erforderlich. Bei Schiffsanlagen, wo der Stromanteil für Licht und Heizung verhältnismäßig hoch ist, wird man durchweg mit $\cos \varphi = 0,9$ auskommen können. Geht man jetzt, wie wir es neuerdings schon gemacht haben, auf 500 V beim Drehstrom über, so wird selbst bei $\cos \varphi = 0,85$ die Kupfermenge beim Drehstrom um etwa 10% kleiner als beim einpoligen Gleichstrom. Kupfer ist aber ein seltener Artikel, wir haben allen Grund, mit ihm sparsam umzugehen.

Ich komme jetzt zu einem Punkt, der für Schiffsanlagen von größter Bedeutung ist, das ist die geringere Feuergefährlichkeit. Die Gummiisolierung der Gleichstromkabel hält sich auch nach den 30jährigen Erfahrungen, die man in Holland auf Schiffen gemacht hat, wo man beide Stromarten gleichzeitig brauchte, sehr viel schlechter als bei Wechselstromkabel. Bei der doppelpoligen Verlegung, wie sie vielfach üblich bzw. vorgeschrieben ist, wird die Gummiisolierung durch elektroosmotische Wirkung mit der Zeit zerstört. Das haben wir auch vielfach bei deutschen Schiffen, die zweipolig verlegt waren, erfahren müssen. Es treten dann die gefährlichen Kriechströme auf, die beim Hinzutreten von Sauerstoff vielleicht an einer ganz entfernten Stelle zu einem Brandherd werden können. Wir haben verschiedene Brände gehabt und uns nachher bemüht, den Vorgang durch einen Versuch zu rekonstruieren. Das gelang immer bei Gleichstrom, wie er auch auf den betreffenden Schiffen benutzt wurde. Bei Wechselstrom dagegen versagte der Versuch. Wechselstrom ist in dieser Hinsicht weit ungefährlicher. Legt man ein Leitungsbandel z. B. in nasses Sägemehl, so nimmt der Isolationswert ganz automatisch ab, wenn man Gleichstrom durch die Leitungen schiebt. Bei Wechselstrom bleibt der Isolationswert vollkommen konstant, es ist keinerlei Veränderung festzustellen. Das deckt sich vollkommen mit vielen Erfahrungen an Bord. Vor einigen Wochen haben wir erst ein großes Feuer auf einem Schiff gehabt. Vor einem Jahre war in derselben Abteilung, nur in einem anderen Seitengang, ein Feuer. Es ist ganz sicher, daß auch die Kabel in dem jetzt zerstörten Gang, die an der Decke unter der Verschalung liegen, naß geworden sind. Mit Wasser wird bekanntlich bei einem Feuer an Bord nicht gespart. Irgendeine andere Brandursache konnte trotz genauer Untersuchung nicht gefunden werden.

Die Feuerwache hielt sich nebenbei bemerkt, direkt bei der Brandstelle auf, so daß der Brandgeruch sehr schnell festgestellt wurde. Der Erste Offizier wurde sofort benachrichtigt, der dann die Alarmglocke betätigte. Als er dann herunterkam, war alles sehr stark verqualmt, eine Viertelstunde später fiel die Verschalung schon von der Decke. Das ist der typische Verlauf. Aber noch ein anderer Versuch. Ist in einem Kabel der Draht gebrochen und wird die Leitung dann leise erschüttert, wie es an Bord nie zu vermeiden ist, so flammt es bei Gleichstrom sofort, fast explosionsartig auf. Bei Wechselstrom haben wir stundenlang vergeblich versucht, eine Entzündung der Isolierung zu erhalten. Meine Herren, wenn der Drehstrom sonst gar keine Vorzüge hätte, so sollte schon die geringere Feuergefährlichkeit Veranlassung dazu sein, sehr ernst über die Frage Gleichstrom oder Wechselstrom nachzudenken. Man könnte sich vielleicht darüber wundern, daß man in Holland, wo so gute Erfahrungen mit Drehstrom gemacht sind, nicht allgemein ganz zum Drehstrom übergegangen ist. Das liegt zum Teil an den holländischen Gesetzen, die für Wechselstrom in den bewohnten Räumen nur 72 V zulassen. Der Germanische Lloyd ist glücklicherweise fortgeschrittener. Als kurz vor dem Kriege der Germanische Lloyd um Rat gefragt wurde, welche Stromart man für ein bestimmtes Fahrzeug wählen sollte, schlug er aus Gründen der Sicherheit Drehstrom vor. Bei der Hauptausschußsitzung des Handelsschiff-Normenausschusses haben wir kürzlich eingehend diese Frage besprochen. Von keiner Seite wurde bestritten, daß Gleichstrom hinsichtlich der Brandgefahr gefährlicher ist als Wechselstrom. Trotz genauester Vorschriften für die Verlegung der Leitungen ist man nie sicher, daß nicht doch eine Beschädigung an irgendeiner Stelle erfolgt. Man kann es auch nicht mit absoluter Sicherheit verhindern, daß ein Kabelbündel nachher an Bord einmal naß wird. Häufig ist es die Folge von Rohrleckagen oder auch von undichten Decks. Ist dies aber eingetreten, so kann man nach unseren Erfahrungen bestimmt damit rechnen, daß nach einem halben, spätestens nach einem Jahre ein Brand auftritt, wie es auch in dem erwähnten Fall eintrat. Dagegen hilft auch nicht das Verlegen in imprägnierten Leisten. Das Salzwasser hebt die Imprägnierung auf, und die Gummibekleidung wird zerstört. Dann wird die Kupferader allmählich durch chemischen Einfluß angegriffen, wird dünn und dünner, bis sie schließlich abbricht. Durch die hohe Zündspannung beim Gleichstrom wird dann der Brand eingeleitet. Aber auch Bleikabel sind kein unbedingter Schutz, wie Herr Oberbaurat Seisen auf Grund reicher Erfahrungen bei der Marine feststellte, da es häufiger vorgekommen ist, daß der Bleimantel bei der Verlegung schon irgendwie beschädigt war. Da beim Wechselstrom die hohen Zündspannungen nicht eintreten, steht die Hamburg-Amerika Linie auf dem Standpunkt, daß bei großen Fahrgastschiffen, wo sich große Kabelbündel gar nicht vermeiden lassen, für die Lichtanlage Wechselstrom vorgeschrieben werden sollte. Daß es an Bord möglich ist, haben wir bewiesen. Neun Schiffe fahren schon seit Jahren so. Was dagegen gesagt wird, ist durch keinerlei Erfahrungen erhärtet, und nur darauf kommt es an, nicht auf vorgefaßte Meinungen. Gleichstrom ist gefährlicher, „George Philippar“, „Morro Castle“, „Atlantique“ und andere Schiffe sind warnende Beispiele. Einen weiteren Vorteil des Drehstroms möchte ich noch erwähnen, der sich gerade jetzt im Kriege besonders ergeben hat. An Land wird bei Kaianlagen und am Kai fast ausschließlich Drehstrom benutzt. Man kann also ohne Schwierigkeit von Land Strom erhalten, während man sonst erst große Umformer aufstellen muß, die schwer zu beschaffen sind. Jetzt, wo das Dieselöl knapp ist, haben wir für die großen Wohnschiffe Strom von Land bezogen, wo er durch Kohle erzeugt wird. Aber auch umgekehrt kann man Strom an Land geben, da die Periodenzahl auch durchweg die gleiche, nämlich 50 Perioden ist.

Schließlich sei noch erwähnt, daß dort, wo mit Gasentwicklung gerechnet werden muß, also bei Benzin- und Öltankern, bei Verwendung von Drehstrommotoren keine gefährliche Explosion zu befürchten ist, da die Möglichkeit zur Funkenbildung nicht besteht. Beim Gleichstrom müssen dagegen sehr umfangreiche und kostspielige Maßnahmen getroffen werden, um diese Gefahr zu ver-

hüten, so daß man für die größeren Pumpen durchweg zum Dampfantrieb übergegangen ist. Das bedeutet aber, daß man einen Kessel mit allem Drum und Dran in Betrieb haben muß. Durch geschützte Drehstrommotoren, die nur wenig von den normalen abweichen, würde man eine sehr viel leichtere und billigere Anlage erhalten.

Als Haupthindernis für die Einführung des Drehstroms bzw. Wechselstroms an Bord wird immer seine größere Gefährlichkeit für den Menschen angeführt. Es ist bekannt, daß beim Durchströmen eines Wechselstroms der menschliche Körper krampfartig reagiert. Die physiologische Wirkung des elektrischen Stroms ist außerordentlich verschieden. Sie ist weder von Stromart noch von Spannung oder Stromstärke direkt abhängig. Die Feuchtigkeit der Haut, die Härte der Haut, der Standort, die Durchflußstrecke durch den Körper sind meistens das entscheidende. Es lassen sich hier erstaunliche Beispiele anführen. Zum Beispiel wurden einmal zwölf Pferde durch eine schadhafte Gleichstromleitung mit 24 V getötet. Andererseits ist es bei der Reichsbahndirektion in München vorgekommen, daß ein Heizer auf der Lokomotive stehend mit dem Schürhaken die Oberleitung berührte. Er stürzte mit schwer verbrannten Händen und Füßen ab, kam aber mit dem Leben davon. Der auf 500 A eingestellte Automat hatte ausgelöst. Da die Leitung unter 15 000V stand, ist kurzzeitig eine Leistung entsprechend 9000 PS durch seinen Körper hindurchgegangen. Trotzdem muß zugegeben werden, daß Wechselstrom an sich gefährlicher ist als Gleichstrom. In einer umfangreichen Untersuchung hat der Sachverständige Alvensleben unter Zuhilfenahme eines großen statistischen Materials die Frage der Gefährlichkeit sehr genau geprüft. Wenn sich bei dieser Untersuchung ergab, daß erheblich mehr Unfälle beim Drehstrom bekannt geworden sind, so darf man nicht vergessen, daß die Drehstromanlagen zahlenmäßig weit überwiegen. Es handelte sich fast immer um schadhafte Leitungen. Aber trotz dieser bedauerlichen Unfälle ist an Land die Umstellung auf Drehstrom immer weiter getrieben, weil einmal die Wirtschaftlichkeit das bedingt und andererseits vieles getan wird, was zur Verhütung der Unfälle beiträgt. Das letztere gilt aber vor allem von den Bordanlagen, wo man sich von vornherein bewußt war, daß zunächst eine erhöhte Gefahr bestand, da der Boden, auf dem man steht, vielfach Eisen ist.

Wenn man die Gefährlichkeit von Gleichstrom und Drehstrom vergleicht, so darf man nun nicht einfach diese Stromarten isoliert für sich betrachten. Mir scheint es viel wichtiger zu sein, zu untersuchen, welche Möglichkeiten bestehen, daß man mit dem elektrischen Strom in Berührung kommt. Und da muß man schon sagen, daß der Drehstrommotor dem Gleichstrommotor turmhoch überlegen ist. Die Berührungsgefahr ist unbedingt weit geringer als beim Gleichstrom.

Bei Bordanlagen ist aber im Gegensatz zu der landläufigen Auffassung der Leitungsschutz ungleich sicherer und sorgfältiger durchgeführt als bei den Landanlagen. Auf eine sorgfältige Verlegung der Kabel wird selbstverständlich das größte Gewicht gelegt. Bei den Einleiteranlagen — das ist bekanntlich die weitest aus größte Zahl — sind die Stahldrahtbeflechtungen und die Bleimäntel der Kabel einfach und sicher zu erden. Bei den Schalttafeln ist die Erdung durch besondere Erdungsleitungen sichergestellt. Auch die Armaturen werden geerdet, wenn sie nicht schon durch die Anbringung mit dem Schiffskörper verbunden sind. Darüber hinaus sind auch alle metallenen Leuchten, die mit der Fassung in Verbindung stehen, alle Gehäuse der Stromverbraucher, wie z. B. der Motoren, geerdet. Vor Inbetriebnahme wird geprüft, ob bei allen Stromverbrauchern die Schutzleitung richtig angeschlossen ist. Auch bewegliche Verbrauchsgeräte werden geerdet, wenn sie nicht aus Isolierstoff, wie z. B. die Handlampen nach HNA, hergestellt sind. Für wasserdichte bewegliche Verbrauchsgegenstände werden wasserdichte Steckdosen mit Erdungskontakt eingebaut. Wichtig ist noch besonders, daß alle Schraubfassungen bei Lampen mit Berührungsschutz versehen sind.

Man muß sich wirklich fragen, wie es unter diesen Umständen überhaupt möglich ist, einen elektrischen Schlag zu erhalten. Bei Motoren und Generatoren fehlen ja alle die Teile beim Drehstrom, die beim Gleichstrom die Berührung so

leicht machen, daß diese fast unvermeidbar ist, also die Kollektoren, Bürstenhalter, Bürsten usw. Beim Drehstrom sind diese Berührungsmöglichkeiten praktisch völlig ausgeschaltet. Obwohl bei Landanlagen nicht annähernd die Vorsichtsmaßnahmen getroffen sind und getroffen werden können wie bei Bordanlagen, hat man sich nirgends an der größeren Gefährlichkeit des Wechselstroms gestoßen. Die Zahl der Unfälle ist auch durchaus in engen Grenzen geblieben. Bezeichnenderweise sind 50% dieser Unfälle durch Spannungen bis 250 V gewesen und wiederum die Hälfte davon bei Monteuren, also während des Baues der Anlagen.

Es wird auch leicht so dargestellt, als ob man an Bord dauernd auf Eisen liefe. Das ist bei Fahrgastschiffen bestimmt nicht der Fall. Aber auch bei Frachtschiffen in den Wohnräumen und in den Mannschaftskammern ist stets irgendein Belag, sei es Holz, Steinholz oder Teppich, vorhanden. In den Maschinenräumen, Bade- und Waschräumen usw., wo mit Feuchtigkeit gerechnet werden muß, bietet andererseits die leichte Umspannbarkeit des Wechselstroms den großen Vorzug, daß man eine völlig gefahrlose Klemmspannung von 40 V in einfachster Weise erhalten kann.

Damit möchte ich die Gefahrenfrage des Drehstroms abschließen und zu dem nächsten Punkt übergehen, der dem Drehstrom vorgehalten wird. Das ist die schlechte Regelbarkeit. Es ist richtig, so leicht wie beim Gleichstrom läßt sich die Drehzahl nicht regeln. Es fragt sich nur, ob nicht doch eine genügende Regelung erzielt werden kann. Dazu die erste Frage, was will man eigentlich regeln? Die Drehzahl der Hilfsmaschinen? und welcher? Dabei macht man die eigenartige Feststellung, daß eine Regelung bei weitem nicht allgemein erfolgt, auch wenn man Gleichstromanlagen an Bord hat. Bei der Hamburg-Amerika-Linie haben 80% der Schiffe mit Gleichstrom keine Regelung gehabt. Man begnügte sich damit, bei den Kühlwasserpumpen den Druckschieber zu drosseln und bei dem Gebläse die Klappen in den Kanälen zu verstellen. Lenz-, Ballast- und Sanitärpumpen wurden ebenfalls mit konstanter Drehzahl gefahren. Ja, selbst wenn eine Regelbarkeit vorgesehen war, wurde sie nur in seltenen Fällen ausgenutzt, nur dann, wenn sich zufällig der leitende Ingenieur besonders dafür interessierte. Und wie ist es beim Drehstrom? Normalerweise bleiben die Periodenzahl und damit die Umdrehungen konstant. Wir haben aber bei Lenzpumpen, Ballastpumpen und auch bei Ölpumpen die Möglichkeit, mit der halben Drehzahl zu fahren, da dies durch einen polumschaltbaren Motor in denkbar einfacher Weise erreicht werden kann. Wir sehen diese Regelbarkeit vor, um beim Lenzen eines Tanks, wenn es auf den Rest geht, nicht dauernd den Faden abreißen zu lassen. Im übrigen wird die Regelung durch Schieber und Klappen in ausreichender Weise erreicht. Gewiß, das ist keine verlustlose Regelung. Aber einmal geschieht es nur selten, da die Handelsschiffe normalerweise stets voll fahren und während der längsten Zeit sich in mittleren oder wärmeren Temperaturen aufhalten. Wenn es kalt ist, wird man bei Dampfanlagen das höhere Vakuum meistens gern mitnehmen, oder sich damit begnügen, etwas abzudrosseln, während die Lüftung oft ganz abgestellt werden kann. Die Erfahrung hat jedenfalls gezeigt, daß wir auch dann nicht einmal Schwierigkeiten gehabt haben, wenn wir bei den Elektroschiffen den Strom über Trafos vom Hauptgenerator entnehmen. Dann verhalten sich bekanntlich die Hilfsmaschinen genau so, als wenn sie mit den Hauptmaschinen fest gekuppelt sind, eine Einrichtung, die man bei Motorschiffen neuerdings auch sehr oft findet.

Ebenso liegen die Verhältnisse, wenn man einen Wellengenerator benutzt, wie es heute sehr viel geschieht. Beim Drehstromgenerator kann man sich noch einen besonderen Vorteil dadurch verschaffen, daß man die 50 Perioden so legt, daß sie auf der normalen Fahrt erzeugt werden. Die volle Leistung der Maschine wird heute meistens danach festgelegt, daß die durch sie erzielte maximale Geschwindigkeit etwa 10% höher liegt als die eigentliche Reisegeschwindigkeit. Ist die Umdrehungszahl für den Propeller für die Maximalleistung 110 pro Minute, so fährt man tatsächlich nachher nur 100 Umdrehungen. Die 50 Perioden des Wellengenerators werden dann schon bei 100 Umdrehungen des Propellers er-

zeugt. Wird nachher aus besonderen Gründen mehr gefahren, so steigen die Periodenzahl und damit auch die Leistungen der Hilfsmaschinen automatisch mit. Beim Gleichstrom muß man dagegen jede einzelne Hilfsmaschine erst nachregulieren.

Es bleibt noch die Frage der Deckhilfsmaschinen, von denen ich gleich am Anfang gesprochen habe. Will man höchste Regelbarkeit haben, so muß man zur Leonardschaltung übergehen. Dann ist es preislich gleich, ob Drehstrom oder Gleichstrom an Bord ist. Die Kontrollerwinden sind dagegen billiger, die Regelung bleibt aber grobstufiger. Grundsätzlich stehe ich auf dem Standpunkt, daß bei dem Bau eines Schiffes ein etwaiger Preisunterschied bei den Winden keine entscheidende Rolle spielen darf. Wichtiger ist, daß man später keine Nackenschläge bekommt, daß die Überholungsarbeiten gering bleiben und daß ein reibungsloser Betrieb, der allen Anforderungen entspricht, dauernd erreicht wird.

Es gibt aber bestimmt auch Leute, die sagen, ich brauche diese hochwertigen Winden nicht, entscheidend für mich ist die Billigkeit der Winde. Auch dann läßt sich vielleicht ein Weg finden.

Das Ankerspill arbeitet durchweg mit Leonardschaltung, muß also einen Umformer haben. Macht man diesen gleich etwas größer, so genügt er auch, um den Gleichstrom für die Kontrollerwinden zu liefern. Man behält dann die Vorteile des Drehstroms für alle anderen Stromverbraucher aber bei. Ich bin überzeugt, daß dies nicht der einzige Weg ist. Bei kleineren Schiffen mit geringer Raumtiefe spielt z. B. die Hubgeschwindigkeit keine so entscheidende Rolle. Wenn man die Ansprüche an die Winde etwas herabsetzt, so wird sich bestimmt auch eine billigere Drehstromwinde bauen lassen.

Für die Ankerspille hat der Drehstrom keinerlei Nachteile, da hier, wie gesagt, eigentlich stets mit Leonardschaltung gefahren wird. Bei den Rudermaschinen hat man sich neuerdings darauf geeinigt, für die größeren Anlagen eine hydraulisch-elektrische Anlage zu wählen. Hierbei ist der Kurzschlußläufer für die Pumpe bestimmt kein Nachteil. Bei den kleineren Anlagen hat sich, besonders bei ausbalanciertem Ruder, die Druckknopfsteuerung mit einfachem Kurzschlußläufer gut bewährt.

Ich möchte hier noch die neueste Entwicklung in der Schiffselektrotechnik erwähnen, die zeigt, daß man auch bei Verwendung von Drehstrom die gleichen Vorteile wie beim Gleichstrom mit Leonardschaltung, d. h. weitgehende Drehzahlregulierung, haben kann. Dabei hat man den großen Vorteil, die Spannung beliebig hochhalten zu können. Es handelt sich hier um eine Einrichtung, bei der dem alten Wunsch des Schiffingenieurs Rechnung getragen ist, im Notfall die Leistung der Hilfsmaschinen für den Propellerantrieb ausnutzen zu können. Beim elektrischen Antrieb scheint dies zunächst sehr einfach zu sein. Die praktische Ausführung scheitert aber beim Drehstrom daran, daß die Leistungen bei niedriger Schiffsgeschwindigkeit — um diese kann es sich naturgemäß nur handeln, wenn allein mit den Hilfsgeneratoren gefahren werden soll — zwar klein sind, aber die Drehzahl der Propellerwelle ebenfalls sehr klein ist. Die Hilfsdiesel oder Hilfsturbogeneratoren müssen aber mit voller Drehzahl, also mit hoher Frequenz laufen, wenn sie ihre volle Leistung abgeben sollen. Wollte man polumschaltbare Propellermotoren verwenden, so würde die Polzahl unzulässig groß. Wir haben uns daher entschlossen, den Propellermotor über einen Umrichter, Trafo und Saugdrossel vom Hilfsturbogenerator zu speisen. Wir können dann immerhin noch 6 sm/h machen. Das genügt für den Notfall und auch zum Verholen des Schiffes im Hafen. Es ist das erstmal, daß derartige Steuergitter an Bord benutzt werden. Es ist hierbei durch entsprechende Aufhängung dafür gesorgt, daß eine Schräglage von 30° noch unschädlich ist. Der Trafo erhöht die Spannung von 380 V auf 1000 V. Die gesamte Apparatur ist in einem besonderen Raum untergebracht. Wir glauben, daß wir diesen Versuch um so eher machen dürfen, als einmal statt der bisher für diese Zwecke benutzten etwas zerbrechlichen Glaskörper wir einen Eisenkörper für die Gittersteuerung verwenden und weil uns lediglich ein zusätzlicher Vorteil verlorenginge, falls die Einrichtung versagen würde.

Andererseits kann vielleicht durch diesen Versuch die Bahn für eine ähnlich umfangreiche Anwendung von Gleichrichtern gebrochen werden, wie es an Land immer mehr der Fall ist.

Das Bild muß ich etwas erläutern. Links ist die Hauptanlage mit Turbogenerator, Fahrtwender und Propellermotor und Steuerkollektor. Während der normalen Fahrt wird der gesamte Strombedarf vom Hauptgenerator gedeckt. Die Spannung wird durch den Trafo auf 380/220 V transformiert und der Strom für die einzelnen Verbraucher in üblicher Weise von den Hauptschienen aus verteilt.

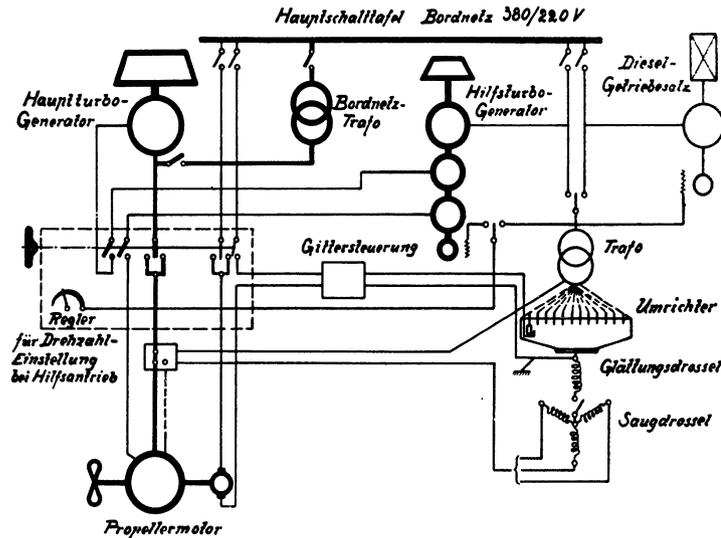


Bild 13. Turboelektrischer Antrieb und Hilfsantrieb über Umrichter.

Auch der jetzt als Motor laufende Hilfsgenerator wird über den Trafo gespeist und treibt jetzt den Erregersatz an. Die Turbine läuft leer mit und erhält nur Stopfbuchsendampf, um das Vakuum zu erhalten und ständig so vorgewärmt zu sein, daß der Turbo sofort die volle Leistung übernehmen kann. Sobald die Drehzahl des Hauptgenerators so weit sinkt, daß die Periodenzahl 40 je Minute unterschritten wird, übernimmt die Hilfsturbine automatisch die Leistung, und der Bordtrafo wird ausgeschaltet. Im Hafen liefert ein Dieselgenerator den erforderlichen Strom, so daß der gesamte Kesselbetrieb ausgeschaltet werden kann. Mit der vorher erwähnten Einrichtung wird der vom Turbogenerator erzeugte Strom über einen Trafo und Umrichter sowie Saugdrassel dem Propellermotor zugeleitet. Der Drehstrom-Synchronmotor wird zum Gleichstrommotor, kann also mit beliebig kleinen Umdrehungen fahren. Man kann also die volle Leistung des Turbogenerators zum Antrieb für das Schiff benutzen. Auch die Maschinenmanöver können mittels des Fahrtwenders genau wie bei der normalen Fahrt ausgeführt werden. Die Leistung genügt auf jeden Fall, um einen Nothafen zu erreichen, falls die Hauptturbine oder der Hauptgenerator aus irgendeinem Grunde ausgefallen sein sollte. Dieser Fall ist sehr unwahrscheinlich und hoffentlich sehr selten, dagegen würde es doch von größerem Vorteil sein, wenn man im Hafen mit dieser Einrichtung auch beim Verholen des Schiffes ohne die Hauptanlage fahren kann, wenn z. B. die Hauptturbine zur Überholung aufgenommen ist.

Ein anderes Gebiet, wo Drehstrom mit großem Vorteil verwendet wird, ist das der elektrischen Heizung. Immer mehr führt sich die Elektrodenheizung ein, da sie doch große Vorteile gegenüber der Widerstandsheizung bietet. Ich denke dabei z. B. an die elektrisch geheizten Kochkessel. Diese werden bekanntlich indirekt geheizt, und der im äußeren Mantel erzeugte Dampf beheizt den eigentlichen Kessel. Im Mantelraum befindet sich die elektrische Heizvorrichtung. Fehlt das Wasser in diesem Raum, so brennen die Widerstände unfehlbar durch. Bei Elektrodenheizung geschieht nichts, da kein Strom abgegeben werden kann. Für

größere Dampfleistungen führen sich die Elektrokessel immer mehr ein, da sie wenig Platz fortnehmen und sich gut einbauen lassen. Bei Wäschereianlagen, die meistens irgendwo hinten im Schiff angeordnet sind, ist die Länge der Dampf- und Kondensatleitung oft sehr störend, so daß man gern einen Elektrokessel benutzen wird. Das gleiche gilt für die Warmwasserbereitung.

Störend wurde oft bei Gleichstromanlagen die Beeinflussung des Magnetkompasses empfunden. Besonders, wenn mehrere Generatoren an verschiedenen Schiffsseiten angeordnet waren, konnte der Einfluß erschreckend stark werden. Bei Wechselstrom treten diese Erscheinungen nicht auf. Das gleiche gilt für die Funkstörungen, die häufig von den Kollektoren kleinster Bauart herrühren. Es genügt unter Umständen ein Kammerlüfter, um empfindliche Störungen im ganzen Funkbetrieb hervorzurufen.

Für die Kommando- und Signalanlagen, wie Maschinen- und Kesseltelegraphen, Ruderlageanzeiger, Docktelegraphen usw. nimmt man auch bei Gleichstromanlagen gern Wechselstrom, da die Apparate einfacher sind und unempfindlicher gegenüber Isolationsfehlern. Man benutzt dann Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer, wie bei den Lüftern. Einfacher ist es natürlich, wenn man schon Wechselstrom hat.

Eins ist nun richtig, die Drehstromanlagen müssen beim Entwurf sorgfältiger durchgerechnet werden, als es beim Gleichstrom nötig ist. Das trifft wenigstens bei Bordanlagen zu, wo die Zentrale im Verhältnis zu den einzelnen Stromverbrauchern klein ist. Das ist der Unterschied gegen Landanlagen, wo die Zentrale so groß ist, daß sie vom Ein- und Abschalten der einzelnen Stromverbraucher kaum beeinflusst wird. Die Generatoren an Bord bewegen sich meistens in den Grenzen von 100 bis 150 kW. Die größten Stromverbraucher haben etwa ein Viertel dieser Leistung. Sie lassen sich aber vorher sehr genau errechnen. Man kennt heute nicht nur z. B. die Kühlwassermenge, sondern auch die zu erwartenden Widerstände. Das gleiche trifft auch für alle anderen Hilfsmaschinen zu, da genügend Erfahrungen vorliegen. Die richtige Bemessung der Motoren kann daher sehr gut errechnet werden.

Als Ergebnis dieser Betrachtungen faßte Herr Dr. Lesch das, was beim Entwurf einer Drehstromanlage an Bord zu beachten ist, wie folgt zusammen:

1. Die Auswahl der Motoren und ihrer Anlaßart muß achtsam vorgenommen werden. Ihr Einfluß auf die Netzspannung, und umgekehrt deren Rückwirkung auf den Motoranlauf, muß Beachtung finden.
2. Der Generator kann nicht einfach in landläufiger Weise für die gleichzeitig zu erwartende Höchstlast ausgelegt und bestimmt werden.
3. Er muß vielmehr besonders für eine kleine plötzliche Spannungsänderung gebaut und im Leistungsfaktor reichlich gebaut werden.
4. Die Erregung muß durch eine geeignete Schnellregelung gesteuert werden.

Werden diese Gesichtspunkte beim Entwurf beachtet, so kann mit einem störungsfreien Betrieb nachher sicher gerechnet werden.

Noch ein kurzes Wort über das Parallelschalten der Generatoren, wie es an Bord üblich ist. Beim Gleichstrom genügt es, die Spannung zu vergleichen. Beim Wechselstrom muß man außerdem die Frequenz und die Phasenlage beachten; gewiß eine Erschwerung. Das Personal hat sich aber sehr schnell daran gewöhnt. Außerdem wirkt sich ein Spannungsunterschied weit weniger beim Drehstrom aus als bei parallel zu schaltenden Gleichstromgeneratoren. Diese müssen für den Leistungsausgleich kräftig zu bemessende Ausgleichleitungen zu den Kompoundwicklungen haben. Sie müssen daher räumlich nahe beieinander stehen. Sind sie auf verschiedenen Schiffsseiten angeordnet, so wird die Ausgleichleitung teuer, und außerdem tritt dann sehr leicht eine unzulässige Beeinflussung des Magnetkompasses auf. Beim Drehstrom ist man dagegen viel freizügiger, was unter Umständen ein großer Vorteil sein kann.

Ich komme zum Schluß.

Ich fasse nochmals die Vorzüge und Nachteile des Drehstroms für das Bordnetz zusammen.

Vorzüge:

1. Hohe Spannungen möglich, daher kleine Kupfermengen,
2. keine Kriechströme, daher geringe Brandgefahr,
3. einfache Konstruktion des Generators und Motors,
4. Fortfall des schwer zu beschaffenden Glimmers,
5. hohe Drehzahlen, geringes Gewicht,
6. niedrige Preise,
7. leichte Beschaffungsmöglichkeit,
8. widerstandsfähig, auch bei rauher Behandlung, widerstandsfähig gegen Erwärmung und Feuchtigkeit,
9. geringe Berührungsmöglichkeit, also geringe Berührungsgefahr,
10. Explosionssicherheit,
11. Freizügigkeit hinsichtlich der Aufstellung,
12. leichte Umspannbarkeit,
13. keine Kompaßbeeinflussung,
14. keine Funkstörungen.

Nachteile:

1. Stärkere physiologische Wirkung auf den menschlichen Körper,
2. geringere bzw. un bequemere Regelbarkeit.

Der Schritt vom Gleichstrom zum Drehstrom bei Bordanlagen ist nach meiner Überzeugung ein Schritt vorwärts und daher nicht aufzuhalten. Die Sicherheit der Schiffe wird dadurch erhöht, die Arbeit an Bord erleichtert. Ich glaube, daß in nicht allzu ferner Zeit immer mehr Leute von den Vorzügen des Drehstroms überzeugt werden. Ich selbst habe die Überzeugung schon heute.

VI. Kunststoffe im Maschinen- und Schiffbau

Von Dr.-Ing. H. Keller

Einleitung

Der deutschen Technik wurde im Vierjahresplan die Aufgabe zuteil, fremde Metalle durch weitgehenden Einsatz heimischer Werkstoffe zu sparen. Dafür kommen nur solche Stoffe in Frage, die den seither benutzten Werkstoffen mindestens ebenbürtig sind. Es darf sich nicht um minderwertige Ersatzstoffe handeln, wie sie vom Weltkrieg her übel beleumundet sind, sondern um hochwertige Austauschstoffe, die entsprechend ihrer Zweckmäßigkeit ausgewählt sein müssen.

Stahl und Eisen, Zinn, Kupfer und deren Legierungen sind dem Konstrukteur, dem Betriebsingenieur und dem Arbeiter seit langem vertraut, der Umgang damit ist uns allen infolge vieler Erfahrungen in Fleisch und Blut übergegangen. Jedoch bei weitem noch nicht ist dies der Fall bei den im folgenden zu besprechenden Kunststoffen, die heute zu den zukunftsreichsten Werkstoffen gehören.

1. Begriffsbestimmung

Unter Kunststoffen sollen nach dem heutigen technischen Sprachgebrauch solche Stoffe verstanden werden, die durch besondere chemische Verfahren entstehen und deren Eigenschaften durch besondere Lenkung dieser Verfahren nach gewünschten Werten hin beeinflußt werden können. In ihrer Mehrzahl sind diese Stoffe synthetisch, d.h. sie gehen auf die Grundstoffe Wasser, Kohle und Luft zurück. Während die natürlichen Werkstoffe, wie Holz oder Stein, geringe Unregelmäßigkeiten des Aufbaus und der Eigenschaften in verschiedenen Richtungen aufweisen, zeichnen sich die Kunststoffe durch besondere Gleichmäßigkeit aus. Sie besitzen auch nicht das kristallartige Gefüge der Metalle. Die sich daraus gerade bei den Metallen ergebenden Möglichkeiten der Formgebung und Wärmebehandlung fehlen ihnen folglich ebenfalls. Dafür können aber Kunststoffe bereits bei der Erzeugung so mannigfach verschiedene Eigenschaften erhalten, wie sie bei den Metallen erst durch besondere Behandlung erzielbar sind.

2. Geschichtliche Entwicklung

Plastische Massen von technischer Bedeutung gab es schon lange vor unseren heutigen Kunststoffen; sie enthielten jedoch als Bindemittel ausschließlich Naturerzeugnisse, wie Gummi, Asphalt, Naturharze, z.B. Schellack, Kolophonium und Bernstein. Die Entwicklung solcher Stoffe wurde von der Elektrotechnik sehr befruchtet, die das Bedürfnis hatte, für die in Massen herzustellenden Isolierteile wirtschaftliche Herstellungsverfahren zu finden. Diese entdeckte man im Preßverfahren, das gestattete, den Gegenstand in einem Gesenk in einem einzigen Arbeitsgang einbaufertig herzustellen. Solche Preßmassen besaßen den Nachteil, daß sie das Preßwerkzeug sehr lange in Anspruch nahmen, da sie im warmen, bildsamen Zustand verpreßt wurden und im Gesenk erkalten mußten. Mit der Entdeckung bzw. Entwicklung der sogenannten härtenden Kunstharze wurde es möglich, die Pressen in zeitlicher und wärmetechnischer Hinsicht besser auszunutzen. Die bereits bekannte Erscheinung, daß bei Einwirkung von Formalin (Fomaldehyd) auf Phenol eine harzähnliche Verbindung entsteht, die in der Wärme schmilzt, eine Zeitlang plastisch bleibt und dann durch innere chemische Umwandlung in den festen Aggregatzustand übergeht, wurde erstmalig im Jahre 1900 von Leo Baekeland ausgewertet. Diese Kunstmassen, die

nach ihrem Erfinder Bakelit genannt wurden, besaßen also nicht mehr die Mängel der natürlichen Harze. Baekeland erhielt das in Fachkreisen bekannte Druck-Hitze-Patent, das der Baekeland-Gesellschaft in Berlin-Erkner den Alleinvertrieb dieser Stoffe bis zum Jahre 1931 sicherte. Erst nach Ablauf dieses Druck-Hitze-Patents erfuhr die Industrie der Kunstharzpreßstoffe eine starke Belebung, indem nicht nur ein starker Preissturz erfolgte, sondern auch bedeutende Verbesserungen durch den nun entstehenden Wettbewerb der Firmen erzielt werden konnten. Durch Zusätze von Katalysatoren gelang es, die Aushärtungszeit, das ist die Zeit, die die Preßmasse zum Übergang vom plastischen in den festen Zustand benötigt, auf Bruchteile von Minuten herabzusetzen. Es entstanden die sogenannten Schnellpreßmischungen. Während es in Deutschland zur Zeit nur elf Firmen gibt, die Kunstharzpreßmassen herstellen, besitzen wir etwa tausend Pressereien, die die Massen jener elf Firmen weiterverarbeiten, nicht ohne ihnen einen besonderen Phantasienamen gegeben zu haben. Es entstand so im Laufe der Zeit ein derartiger Namenwirrwarr, aus dem sich selbst der Fachmann nicht herausfinden und aus dem keinerlei Rückschlüsse auf die Eigenschaften der Preßstoffe gezogen werden konnten. Von einer Vereinigung der namhaftesten Werke zusammen mit dem Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem wurde im Jahre 1922 mit der Einführung der sogenannten „Klasseneinteilung“ die Zahl der Preßmassen wieder außerordentlich beschränkt. Gleichzeitig wurde eine Überwachung durch das Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem in bezug auf mechanische, thermische und chemische Eigenschaften veranlaßt. Die vom Materialprüfungsamt in ihrer Fabrikation laufend überwachten Werke sind berechtigt, das Überwachungszeichen des M.P.B.D. auf ihren Waren zu führen. Dem Verbraucher ist damit weitgehende Gewähr geboten hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Werkstoffe, und er ist frei von dem ganzen Ballast der Phantasienamen. Im Jahre 1936 fand die Typisierung der Kunststoffe ihren vorläufigen Abschluß durch das Normblatt DIN 7701. In diesem Normblatt sind sehr vorsichtige Mindestwerte für Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit, Druck und Zugfestigkeit, Härte, über den Elastizitätsmodul, über Warmfestigkeit und anderes mehr festgelegt.

3. Chemischer Aufbau der Kunststoffe

In Bild 1 sind die Kunststoffe in vier große Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe enthält die Eiweißstoffe, bekannt unter dem Namen Galalith, technisch als Kunsthorn bezeichnet. Diese Stoffe werden aus Kasein hergestellt, das selbst aus Magermilch gewonnen wird. Die teigige Ausgangsmasse wird mit Formaldehyd behandelt, wodurch sie langsam erhärtet.

In der zweiten Gruppe stehen die Zellulosemassen. Ihre von der Zellulose abstammenden Kunststoffe fallen entwicklungsgeschichtlich mit dem Aufbau der Schießpulverindustrie zusammen. Aus explosiver Schießbaumwolle, der Nitro-Zellulose, lassen sich durch bestimmte Zusätze (z. B. Kampfer) plastische Massen herstellen; ähnliche entstehen aus der Azethyl- und Benzylzellulose.

Die dritte und vierte Gruppe der Abbildung enthält die Kohlenwasserstoffverbindungen und die daraus abgeleiteten Produkte. Die Grundlage für die Herstellung dieser Kunststoffe sind einfache organische Verbindungen. Die Kunststoffe selbst aber sind hochmolekulare Verbindungen, was bedeutet, daß aus Stoffen mit kleinem Molekulargewicht solche mit höherem Molekulargewicht entstehen müssen. Zwei Verfahren stehen hierfür zur Verfügung: die Polykondensation und die Polymerisation. Unter der Polykondensation versteht der Chemiker eine stufenweise Bildung von hochmolekularen Verbindungen unter Abspaltung von Wasser. Bei der Polymerisation vereinigen sich eine stattliche Anzahl ungesättigter Verbindungen jeweils mit sich selbst, so daß z. B. 1000 Moleküle zu einem Riesenmolekül zusammentreten. Sowohl bei der Polykondensation als auch bei der Polymerisation spielen Temperatur und Druck eine entscheidende Rolle, wodurch man das Ergebnis dieses chemischen Verfahrens in einem weiten Spielraum verändern kann.

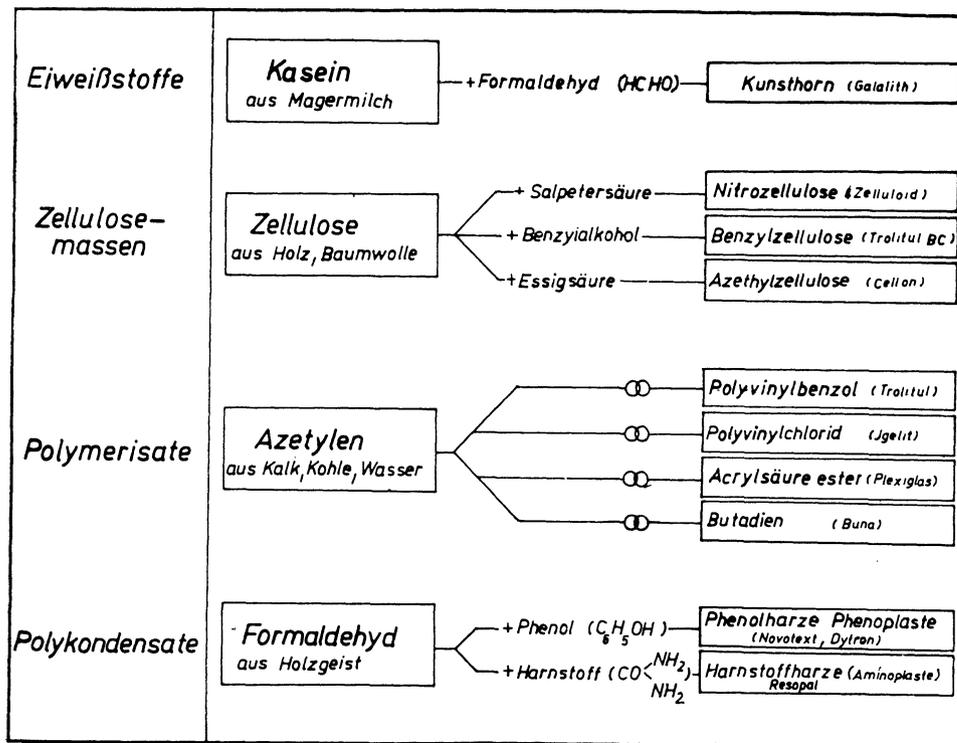


Bild 1. Kunststoff-Schema.

	Füllstoff Gruppe	Typ	Art des Füllstoffs	
Phenolharz	anorganische Stoffe	1 ₁	Gesteinsmehl	
		1 ₂	Asbestfaser	
		M	Asbestgespinst	
	Holzmehl	0	feines	} Holzmehl
		S	grobes	
	Textilfaser	T ₁	kurze Fasern	
		T ₂	Schnitzel	
		(T ₃)	Gewegebahnen <small>G = Grobgewebe F = Feingewebe</small>	
	Zellstoff	Z ₁	Fasern Flocken	
		Z ₂	Papierschnitzel	
(Z ₃)		Papierbahnen (KI I II III)		
Harnstoff- harz	organische Stoffe	K	Zellstoff Textilfasern Textilschnitzel	

Bile 2. Typisierung der Kunstharzpreßstoffe.

4. Technische Einteilung der Kunststoffe

Neben dieser Einteilung nach der chemischen Herkunft der Kunststoffe muß noch kurz ihre technische Einteilung nach der bereits erwähnten Typisierung besprochen werden. Für die Zwecke des Ingenieurs kommen in erster Linie die Phenolharze in Frage. Sie werden weniger in der reinen Form als vielmehr mit gewissen Zusätzen, sogenannten Füllstoffen, verarbeitet. Als solche kommen vorwiegend faserige Stoffe in Betracht, aber auch körnige Füllstoffe, wie Marmormehl, Schwerspatmehl, Talkum usw., spielen noch eine gewisse Rolle. Derartige mit Füllstoffen gemischte Kunststoffe tragen den Namen Preßstoffe und sind in Bild 2 nach der bereits genannten Typisierung zusammengefaßt. Als Grundlage zur Einordnung in diese Typisierungstafel galt neben dem Verhalten der Werkstoffe in mechanischer, thermischer und elektrischer Hinsicht in erster Linie ihre Zusammensetzung. Denn die Eigenschaften der Preßstoffe werden maßgeblich von der Beschaffenheit des Harzes und der des Harzträgers, den Füllstoffen, bestimmt. Man unterscheidet auf Grund der Typisierung die Typen 11, 12 und M in der Gruppe mit anorganischem Füllstoff. Mit Holzmehl als Füllstoff entstehen die beiden Typen 0 (null) und S. Phenolharze mit Textilfaser als Füllstoff fallen unter die Typenbezeichnung T1, T2 und T3, wobei T1 mit kurzen Fasern, T2 mit Gewebeschnitzeln und T3 mit Gewebeklebern hergestellt sind. Die nächste Gruppe Z befaßt sich mit Zellstoff als Füllmaterial in derselben Reihenfolge der Typeneinteilung wie Gruppe T. Die Auswahl der Füllstoffe, die ursprünglich lediglich zur Verbilligung dienten, erfolgt heute mit besonderer Sorgfalt.

5. Eigenschaften der Kunststoffe

Die Eigenschaften der Kunststoffe müssen in mancher Hinsicht anders bewertet werden als die der Metalle. Bild 3 gibt die Mindestwerte der mechanischen Eigenschaften nach dem bereits erwähnten Normblatt DIN 7701 wieder. Die reine Zugfestigkeit hat für Kunstharzpreßstoffe wenig Bedeutung, da

	Typ	Festigkeiten:				Kerb- zähigkeit cmKg/cm ²	Härte Kg/cm ²	E- modul · 10 ³ Kg/cm ²
		Biege = Kg/cm ²	Schlag biege = cmKg/cm ²	Druck = Kg/cm ²	Zug = Kg/cm ²			
Nichtgeschichtete Preßstoffe	1 ₁ 1 ₂	500	35	1200	150 250	1 2	1800 1500	60-150 90-150
	M	700	15	1200	250	15	1500	90-150
	S	700	6	2000	250	15	1300	55-80
	T ₁ T ₂	600	6 12	1400	250	6 12	1300	50-90 70-100
	Z ₁ Z ₂	600 800	5 8	1400 1000	250	3,5 5,5	1300	40-80 60-100
	K	600	5	1800	250	1,2	1500	50-100
	Geschichtete Preßstoffe	II	1300	25	1500	1200		1300
G F		800 1000	25 30	2000	500 800		1300	60-80 70-90
GZ FZ		800	30	1800	500			

Baumwollgewebe: G (grob) u. F (fein) Zellwollgewebe: GZ (grob) und GF (fein)

Bild 3. Mechanische Eigenschaften der Kunstharzpreßstoffe (nach DIN 7701).

die Fertigerzeugnisse nur mittleren Zugbeanspruchungen unterliegen. Es ist zu sehen, daß die Biegefestigkeit bei eingelegten Bahnen, ebenso die Schlagbiegefestigkeit jeweils größer ist als die von Schnitzel- bzw. Fasermaterial. Eine gleiche Tendenz ist auch in der Druckfestigkeit zu erkennen. Die Bruchdehnung von Kunstharzstoffen ist im Normblatt nicht gefordert, sie beträgt etwa 1%. Der E-Modul, der sehr stark von dem Füllstoff abhängt, liegt bei den T2-Typen zwischen 70- und 100 000 kg/cm². Ähnlich wird durch die Art des Füllstoffes auch das dynamische Verhalten der Preßstoffe erheblich beeinflusst. Man kann als Faustregel ein Verhältnis der Dauerfestigkeit zu der statischen Biegefestigkeit von 0,34 angeben. Die Warmfestigkeit von Preßstoffen ist zahlenmäßig bekannt; sie vermag aber dem Verbraucher für Maschinenbauzwecke wenig zu sagen, da sie als diejenige Temperatur bestimmt wird, bei der ein Probe-

	Typ	Wärme- festigkeit °C	Zulässige Höchsttemperatur		Glut- festigkeit Gütegrad	Wärme- dehnzahl $\frac{1}{t} \cdot \frac{1}{10^4}$	Wärme- leitfähigkeit kcal/mh°C
			dauernd °C	Kurzzeit °C			
Nichtgeschichtete Preßstoffe	I ₁ I ₂ M	150	150	215	4	15 - 30	0,6 - 0,7
	S	125	100	135	3	30 - 50	~ 0,3
	T1 T2	125	100	100	2	15 - 30	~ 0,3
	Z1 Z2	125	100	135	3	15 - 30 10 - 30	~ 0,3
	K	100	65	90	3	40 - 50	~ 0,3
Geschichtete Preßstoffe	II					10 - 25	
	G F	125	100	100	2	10 - 25	
	GZ FZ	125	100	135	3	— —	

Bild 4. Thermische Eigenschaften der Kunstharzpreßstoffe nach DIN 7701 (Auszug).

körper unter einer hohen Biegebeanspruchung um einen bestimmten Grad verformt wird. Dauernde Erwärmung kann selbstverständlich nur in den Grenzen ertragen werden, die durch den chemischen Aufbau der Kunstharze gegeben sind.

Die Typen T, S und Z dürfen dauernd nicht über 100° C, die Typen 11 und 12 nicht über 150° C erhitzt werden. Da die Hitze wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeiten nur äußerst langsam ins Innere einzudringen vermag, vermögen kurzzeitig von allen Typen 250° C ertragen werden. Man sieht aus Bild 4, daß die Wärmeleitfähigkeit weniger als 1% der entsprechenden für Metalle beträgt.

Die Wasseraufnahme ist davon abhängig, ob das Füllmaterial quellbar ist oder nicht. Die Typen 11, 12 und M können praktisch als feuchtigkeitsfest angesehen werden. Gut ist die chemische Beständigkeit der Kunststoffe, indem sie nicht nur gegen Wasser und Seewasser fest sind, sondern auch gegen organische Lösungsmittel, wie Spiritus, Benzin, Benzol, Öle und Fette.

6. Verarbeitung der Kunstharze

a) Spanlose Verarbeitung

Der eingangs erwähnte große Vorteil der Kunststoffe, sich in der Wärme in jede beliebige Form bringen zu lassen, bedingt ihre verbreitetste Anwendung als Preßmassen. Für die spanlose Formgebung durch Pressen kommen besonders in Frage die Polymerisationsprodukte, die wärmebildsam bleiben, also erneut umgeformt werden können, und die Kondensationsprodukte (Phenoplaste und Aminoplaste), die in der Form erhärten. Kunstharz und Füllstoffe werden in ungefähr gleichen Teilen (das Mischungsverhältnis kann auch wesentlich schwanken) in Knet- und Mischmaschinen warm vermengt. Die nach dem Mischen zerkleinerten „Preßmassen“ (so lautet ihr Name jetzt) können als Pulver in das Gesenk gebracht werden, wobei sehr genau die erforderliche Menge abzuwiegen ist. Bei kleineren Teilen für Massenartikel wird mit Tabletten gearbeitet, die von

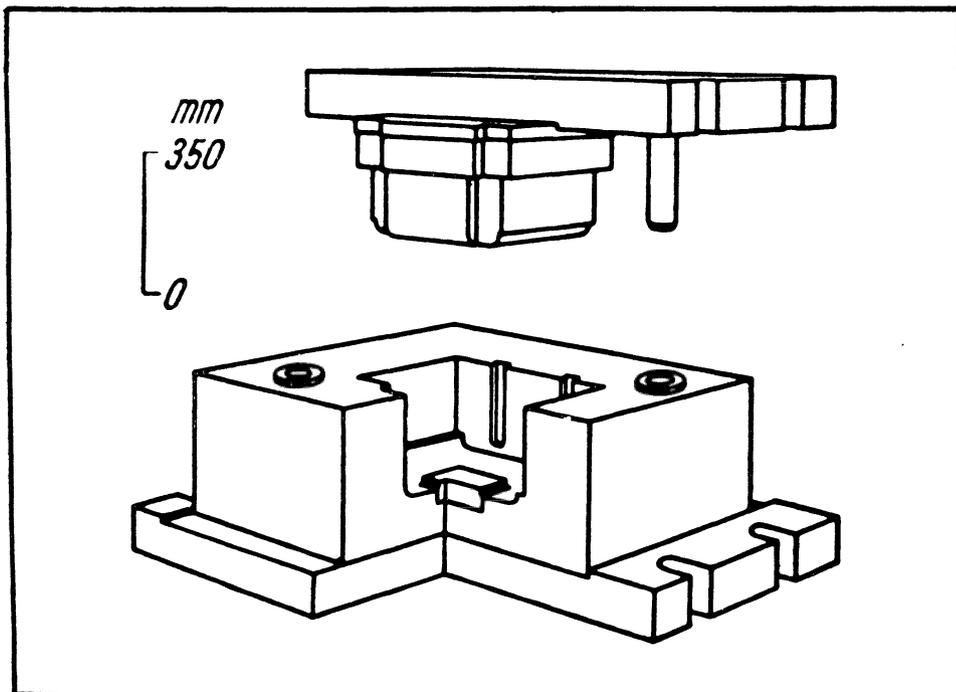


Bild 5. Zweiteilige Kunstharz-Preßform aus vollem Edelstahlblock gearbeitet.

Tablettiermaschinen vorgepreßt werden. Die Preßwerkzeuge müssen mit großer Sorgfalt hergestellt sein und innen hochglanzpoliert werden. Große Werkstücke erfordern Einzelformen, wie eine in Bild 5 wiedergegeben ist. Kleine Teile, die in großen Mengen gebraucht werden, stellt man in Mehrfachformen her, die bis zu 30 Stück, ja bis zu 100 Stück, z. B. bei Knöpfen und Griffen, auf einmal herausbringen. Da Kunstharzpreßstoff infolge seiner Bearbeitungsart im Preßverfahren ein Werkstoff für die Massenfabrikation ist, fällt den Werkzeugkosten eine erhebliche Bedeutung zu. Die Werkzeugkosten werden im allgemeinen dem Besteller voll berechnet und anteilig zurückerstattet, derart, daß vom Lieferpreis der Preßstücke ein bestimmter Betrag, normalerweise 5%, abgesetzt wird. Die Kosten für die Preßwerkzeuge sind garnicht niedrig; man muß sich darüber klar sein, daß ausschließlich Chrom-Nickel-Stähle verwendet werden müssen. Das Gravieren der Form erfolgt durchweg als handwerkliche Präzisionsarbeit. Eine tragbare Preisgestaltung ist also häufig nur durch das Auflegen hoher Stückzahlen ermöglicht. Sobald die gefüllte Form geschlossen wird, beginnt der Preßstoff unter der Einwirkung von Temperatur und Druck flüssig zu werden.

Inzwischen hat der Stempel der hydraulischen Presse seine tiefste Stellung eingenommen. Die Preßtemperatur beträgt bei Phenolharz $165^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, bei Harnstoffharzen $140^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Der Bereich ist also bei den zuletzt genannten Stoffen erheblich enger. Zum Heizen der Form dient Gas oder Elektrizität. Das Schwindmaß von Preßstoffen liegt je nach dem Typ zwischen 0,3 und 1%, daher sitzen Metallteile, die sich gut einpressen lassen, in der erkalteten Preßmasse sehr fest. Sie werden gegen Lockern und gegen die Möglichkeit des Herausziehens dadurch gesichert, daß man sie, wie in Bild 6 gezeigt ist, mit Rändelung, Korde-

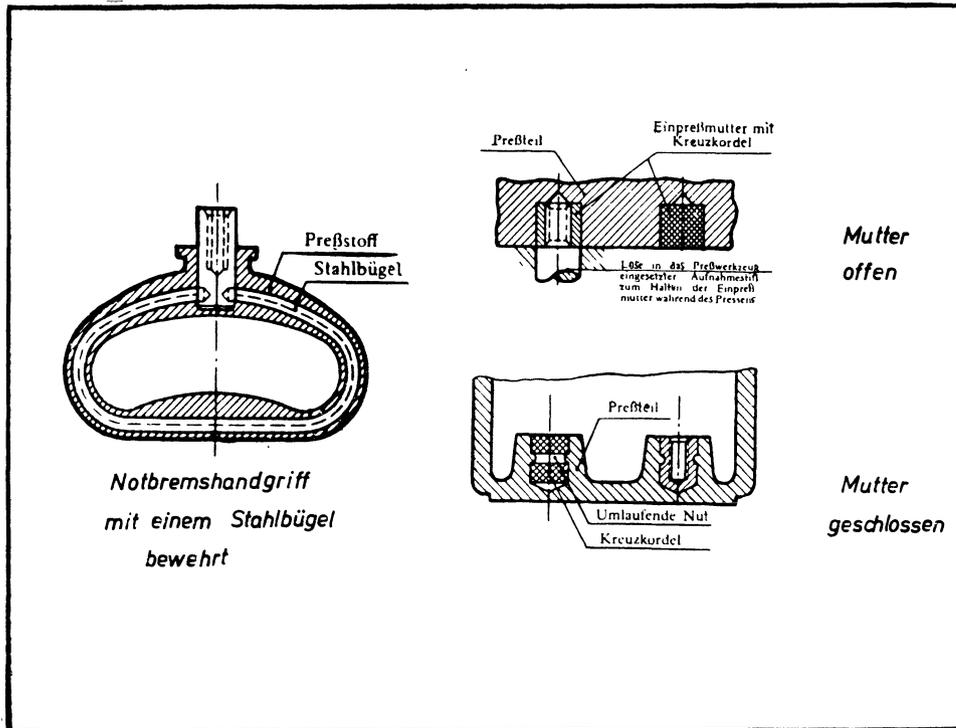


Bild 6. Einpressen von Metallteilen in Kunstharzpreßstoff.

lung oder eingestoßener Nute versieht. Selbstverständlich kann es sich nur um kleine Metallteile im Vergleich zum Preßstück handeln, weil sonst die großen Schrumpfspannungen zum Reißen des Werkstückes führen. Die Preßdrücke liegen für flache Teile bei mindestens 150 kg/cm^2 , bei hochwertigen Preßmassen noch erheblich höher. Hohe und sperrige Teile erfordern mehr Druck, so daß 400 bis 600 kg/cm^2 nicht selten sind. Neben mechanisch angetriebenen Pressen werden hydraulische Pressen, teils mit Wasser, teils mit Öl, verwendet, deren größte Formen bis zu etwa 5000 t gebaut werden.

Es ist schwer zu sagen, welche größten Abmessungen von Preßteilen heute möglich sind, flache Stücke von 1 m Länge sind nichts Außergewöhnliches mehr. Bei der Formgebung von Preßteilen muß sich der Konstrukteur frei machen von den gewohnten Gestaltungsregeln der übrigen Werkstoffe. Ebenso wie man eine Fremdsprache nur dann richtig beherrschen lernt, wenn man in ihr zu denken versteht, muß man beim Gestalten von Kunststoffen lernen, in Kunststoff zu denken.

Wenngleich der Gestaltung von Preßteilen sonst keine Grenzen gesetzt sind, so müssen doch einige Grundregeln aus technologischen Gründen berücksichtigt werden (s. Bild 7 und 8):

1. Ausreichender Anzug, damit die Stücke aus der Form gehoben werden können.
2. Gute Übergänge, Rundungen statt scharfer Kanten.

3. Keine Werkstoffanhäufung, Verzicht auf Unterschnidungen.
4. Damit ein Verziehen nicht stört, sind größere ebene Flächen zu vermeiden.
5. Der Werkstoff verlangt grundsätzlich dünne Wände, also Hohlkörper statt dicker Vollteile. Man erhöht die Festigkeit durch gewölbte Flächen oder durch Verrippung.

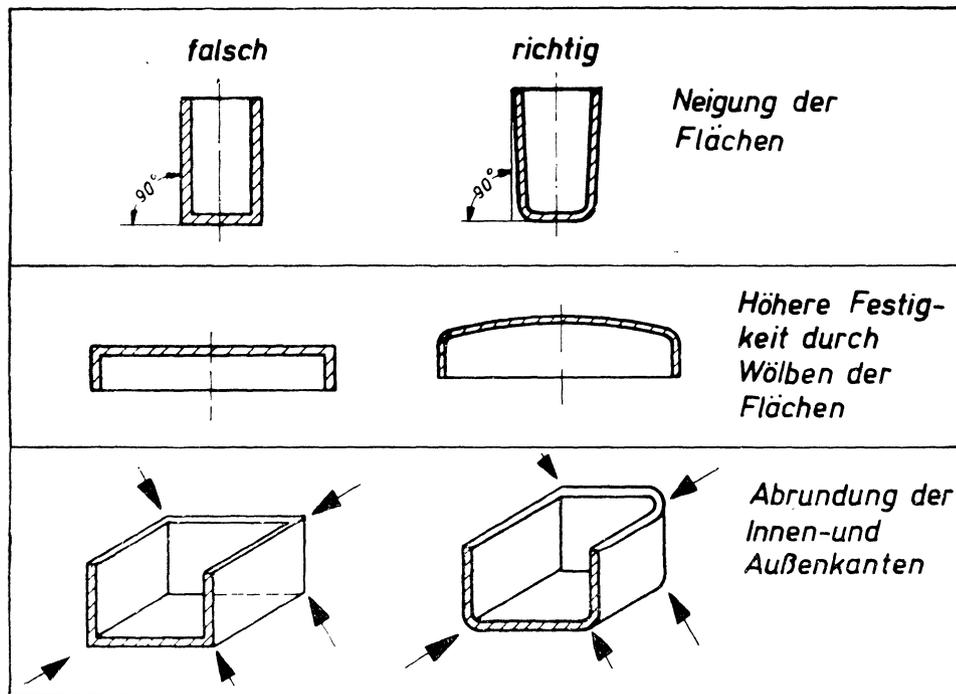


Bild 7. Gestaltungen von Preßlingen aus Kunstharzpreßstoff.

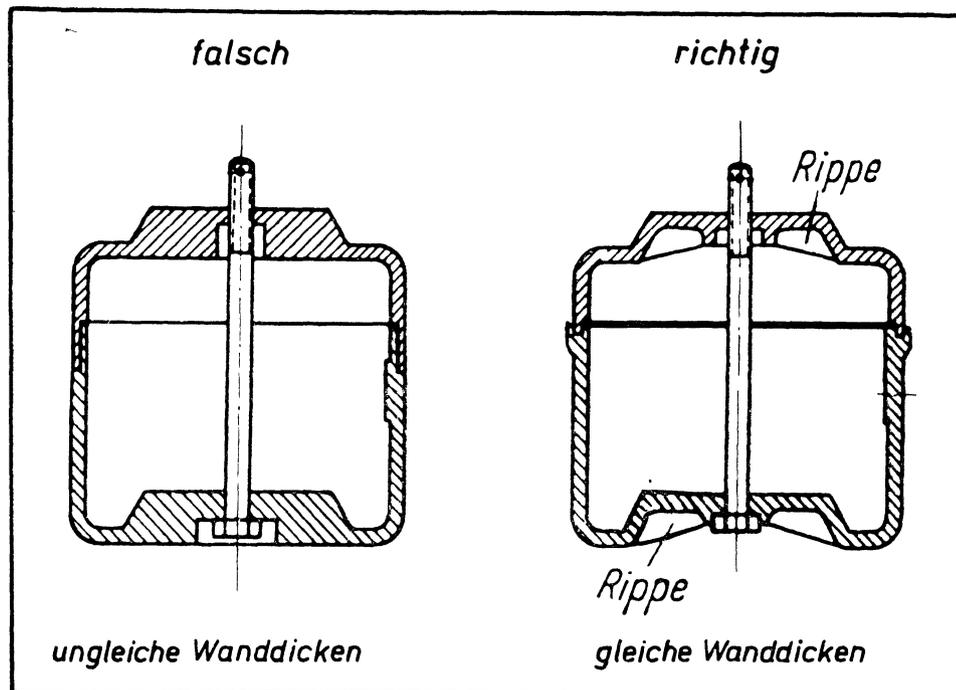


Bild 8. Gestaltungen von Preßlingen aus Kunstharzpreßstoff.

Naturgemäß anders erfolgt die Herstellung von geschichteten Preßstoffen (T3 und Z3, bzw. G, F, GZ und FZ), bei denen also der Füllstoff nicht in regelloser Form als Textilfaser oder -schnittel mit dem Harz gemischt ist, sondern in Form größerer Bahnen eingebettet ist. Die mit einer Kunstharzlösung getränkten Lagen aus Papier oder Gewebe werden nach Verdampfen des Lösungsmittels übereinandergelegt und verpreßt. Rohre werden zuerst gewickelt und entsprechend gepreßt. Formstücke werden ebenfalls gewickelt und gepreßt, seltener aus Platten durch Zerspanen herausgearbeitet. Zum Pressen von Fertigstücken aus Schichtstoffen eignen sich dieselben Maschinen wie zum Pressen von ungeschichteten Preßstoffen.

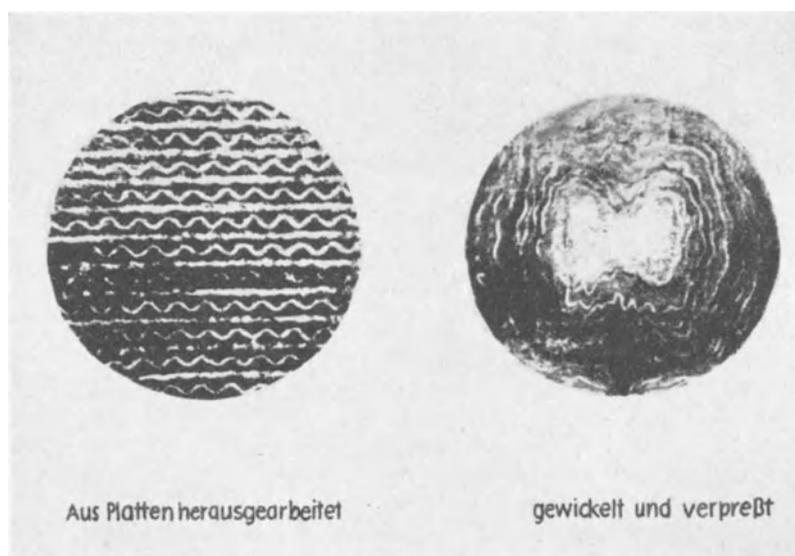


Bild 9. Querschnitt durch Stangen aus Hartgewebe

Bild 9 zeigt einen Ausschnitt aus einer Platte mit geschichteten Textilbahnen und rechts daneben einen Schnitt durch einen gewickelten Stab. Platten mit Papiereinlage werden vorwiegend für elektrotechnische Zwecke verwendet. Bei Hartpapier und Hartgewebe läßt man im allgemeinen der Oberfläche das ihr in der Presse erteilte Aussehen. Man kann je nach Wünschen des Verbrauchers die Oberfläche mannigfaltig ausführen: mattiert, glänzend, mit Würfel- und Eisblumenmuster. Eine reiche Auswahl in der Oberflächengestaltung bilden Maserungen aller Art, die durch photographische Reproduktion auf die als oberste Schicht der Hartpapierplatte verpreßte Papierbahn übertragen werden. Diese Platten haben gegenüber den Naturhölzern den großen Vorzug, daß sie durch die Harzschicht über eine sehr harte Oberfläche verfügen und daher nicht so leicht verschrammt werden können. Die Naturfarbe der Hartplatten ist Braun gemäß der Farbe der Phenolharze, sie sind auch in Schwarz und Rot (Mahagoni) lieferbar. Soweit hellere Töne verlangt werden, greift man auf Platten aus Harnstoffharzen zurück. Da das Harnstoffharz die Papierbahnen noch besser zu durchtränken vermag als das Phenolharz, sind solche Platten außerordentlich homogen, sie sind bedeutend unempfindlicher gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit, gegen Öl, Fett, Spiritus, Seife und sonstige im täglichen Gebrauch vorkommenden Lösungsmittel und Chemikalien. Die Harnstoffplatten, als deren bekannteste Vertreter seien Resolpalplatten genannt, können aus Mehrschichtplatten hergestellt werden, wenn man Papierbahnen verschiedener Färbung übereinanderschichtet und verpreßt. Der Querschnitt solcher Platten zeigt scharf aufeinander abgesetzte, verschiedenfarbige Schichten; trotzdem sind diese

Mehrschichtplatten genau so homogen wie die Einschichtplatten. Diese Sonderausführung dient zum Herstellen von Bezeichnungsschildern. Mittels eines Gravierstichels wird die Außenschicht so tief durchdrungen, bis die andersfarbige Schicht freigelegt ist.

b) Spanabhebende Verarbeitung

Entschließt man sich aus Gründen der Wirtschaftlichkeit zur Bearbeitung mit spanabhebenden Werkzeugen, besonders da, wo es sich um geringe Stückzahlen handelt, so soll man grundsätzlich mit Hartmetallwerkzeugen arbeiten, die immer sehr scharf gehalten werden müssen, um einen glatten Span zu erzeugen. Die Füllmittel der Kunstharzpreßstoffe stumpfen sonst die Schneiden sehr stark ab. Die Struktur der Kunststoffe verlangt, daß man mit hohen Schnittgeschwindigkeiten und kleinen Vorschüben, ähnlich der Bearbeitung von Holz, Messing und Leichtmetall, arbeitet. Die Wärme, die bei der Zerspanung auftritt, ist verhältnismäßig gering, so daß trocken gearbeitet werden kann. Die schneidende Bearbeitung von Hartpapier und Hartgewebe geschieht mit einer Band- oder Kreissäge, deren Zähne im Gegensatz zur Holzverarbeitung ungeschränkt, dafür aber schwach hinterschleifen sein sollen. Zum Bohren der Kunstharzpreßstoffe können die normalen Spiralbohrer benutzt werden. Vorteilhafter sind die sogenannten Hartgummibohrer mit besonders tiefer und schlanker Spirale, die ein schnelles Abführen der Bohrspäne begünstigt. Der Schneidewinkel des Bohrers soll zweckmäßig 60° betragen, man vermeidet dadurch ein Ausbrechen, wenn der Bohrer bei durchgehenden Löchern austritt. Infolge der hohen Elastizität der Kunststoffe sollen die Bohrer ein Übermaß von 0,05 bis 0,1 mm besitzen. Es empfiehlt sich, aus einer Düse Druckluft in das Bohrloch zu blasen, um Werkzeug und Werkstück zu kühlen und Bohrspäne und Staub wirksam zu entfernen. Auch das Drehen geschieht ohne Kühlung mit hohen Schnittgeschwindigkeiten und kleinen Spanquerschnitten, also mit kleinen Vorschüben. Der Spanwinkel ist mit 10 bis 15° kleiner als bei der Metallbearbeitung. Schleifen kann man mittels Karborund, entweder auf Bandschleifmaschinen oder auf umlaufenden Tellerscheiben, die mit Leder belegt und mit Schmirgelpulver verleimt sind. In einem nachfolgenden Polierarbeitsgang kann die Oberfläche verfeinert werden.

7. Anwendung von Kunststoffen im Maschinen- und Schiffbau

Sieht man von der Einführung der gepreßten und gespritzten Kunstharze als Gegenstände des täglichen Gebrauchs ab, so dürfte die älteste Anwendungsform der Kunststoffe im technischen Maßstab das Zahnrad sein. Zahnräder aus Preßstoffen wurden schon vor fast zwanzig Jahren in Deutschland hergestellt und im Kraftwagenbau als Nockenwellenantrieb eingeführt. Im Maschinenbau sollte das Hartgewebezahnrad das empfindliche Rohhautzahnrad ersetzen und auch an den Stellen einspringen, an denen ein geeigneter Stoff zur Schwingungsdämpfung fehlte. Es hat sich auf diesen Gebieten mit Erfolg durchgesetzt. Im allgemeinen werden die Zahnräder aus Platten oder Rundscheiben durch spanabhebende Bearbeitung hergestellt (s. Bild 10), formgepreßte Räder kommen nur für die Reihenherstellung in Betracht. Zahnkranz und Nabe sind möglichst kräftig zu halten; Eindrehungen sollen, um den Zusammenhang der Bahnen nicht zu stören, vermieden werden. Übergänge sind stark auszurunden. Die Befestigung auf der Welle geschieht durch Anflanschung oder durch Keil und Nut, wobei die Nutenbelastung 120 kg/cm^2 nicht überschreiten darf. Als Werkstoff für das Gegenrad, der immer metallisch sein soll, hat sich am besten Gußeisen oder Hartstahl bewährt. Man muß beachten, daß die Zahnbreite des Hartgewebezahnrades nicht größer ist als die des Gegenrades, ebenso ist für gute Schmierung zu sorgen.

Bei sorgfältiger Nachprüfung der Einbaumöglichkeiten wird man immer eine Anzahl Fälle finden, in denen ein Bronzerad durch ein Hartgeweberad ersetzt werden kann. Über die Berechnung von Hartgewebezahnrädern liegen ausreichende Erfahrungswerte, Tabellen und Fluchtlinientafeln vor.

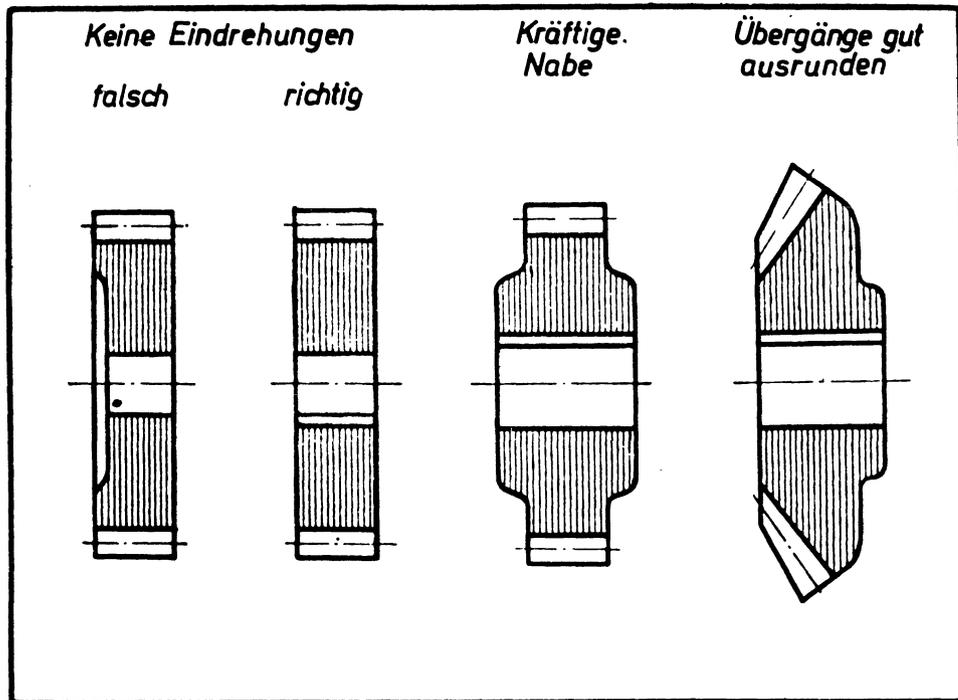


Bild 10. Hartgewebe-Zahnradern aus Rundscheiben.

Große Bedeutung besitzen heute die geschichteten Kunstharzstoffe in ihrer Anwendung als Lager. Ursprünglich fanden sie Eingang als Lager für Walzwerke mit rauen Beanspruchungen, weniger um das früher verwendete Metall zu sparen, sondern weil die Lebensdauer der Preßstofflager mehrfach höher ist als die der bisher verwendeten Metallager. Sehr rasch führten sich Kunststofflager ein als Buchsen im Automobilbau, für Feldbahnwagenlager, in Kranen usw. Auf manchem dieser Gebiete sind die Vorteile so groß, daß eine Rückkehr zur metallenen Lagerschale, selbst wenn wieder genügend Lagermetalle zur Verfügung stehen, nicht mehr erfolgen wird.

Es ist zu betonen, daß Preßstofflager nach besonderen Gesichtspunkten entworfen werden müssen. Eine schematische Übertragung der Konstruktion und Betriebsweise von Metallagern ist nicht zulässig. Der Verein Deutscher Ingenieure hat, um die Einführung von Preßstofflagern zu erleichtern, alle bisherigen Erfahrungen in den „Richtlinien für die Gestaltung von Lagern aus Kunstharzpreßstoffen“ zusammengetragen. Danach ist als Hauptgesichtspunkt die Wärmeabfuhr zu beachten, die bei Einhaltung folgender Regeln aber beherrscht werden kann:

1. Kurze Lager ($l : d = 0,6$ bis 1).
2. Dünne Lagerschalen (etwa 10% des Zapfendurchmessers).
3. Gute Auflageflächen der Lagerschalen, um die Biegebeanspruchung auszuhalten.
4. Keine Kantenpressung.
5. Größeres Lagerspiel, da Preßstoff quillt. Man wählt die obere Passungsgrenze des Isasitzes H8/d10, entsprechend dem bisherigen weiten Schlichtlaufsitze. Im allgemeinen nimmt man als Lagerspiel 3% des Zapfendurchmessers.
6. Harte Zapfen (mindestens 200 Brinell und poliert).

Die Herstellung der Preßstofflagerschalen kann entweder erfolgen in Formen fertig gepreßt oder leicht nachbearbeitet (Ausführungsform A). Weiterhin können die Lager hergestellt werden durch spanabhebende Bearbeitung aus Rohren. Diese werden durch Aufwickeln von mit Kunstharz getränkten Gewebestreifen

1	2	3	4	5
Ausführungsart des Lagers	Kunstharz-Preßstoff nach DIN 7701	Bezeichnung für Lagerpreßstoff und Ausführungsart des Lagers	Beispiele Lagerachsen Lagerbuchsen	Anwendungsbeispiele
A In Formen einbaufertig gepreßt oder leicht nachgearbeitet	Typ T2	T2-A DIN 7703		Für größere Stückzahlen bei normaler Beanspruchung
	Typ T3	T3-A DIN 7703		Für größere Stückzahlen bei starker Beanspruchung
B Durch spanabhebende Bearbeitung hergestellt aus Rohren. Die Hartgeweberohre müssen nach dem Wickeln in Preßformen nachverdichtet und ausgehärtet sein	Hartgewebe Kl. G	G-B DIN 7703		Für kleine und große Stückzahlen für stark beanspruchte Lagerstellen
	Hartgewebe Kl. F	F-B DIN 7703		Für kleine und größere Stückzahlen für normal beanspruchte Lagerstellen
	Typ T2	T2-Bj DIN 7703		
C Durch spanabhebende Bearbeitung aus Blöcken, Vollstäben und Platten hergestellt	Hartgewebe Kl. G	G-C DIN 7703		Hauptsächlich für Einzelanfertigung und für schwer beanspruchte Lagerungen. Viel verwendet für Lagersegmente
	Hartgewebe Kl. F	F-C DIN 7703		
	Typ T2	T2-C DIN 7703		Für Einzelanfertigung bei normal beanspruchten Lagerstellen

Aus den VDI-Richtlinien „Gestaltung u. Verwendung von Gleitlagern aus Kunstharz-Preßstoff“

Bild 11. Ausführungsarten von Kunstharzpreßstoff-Lagern.

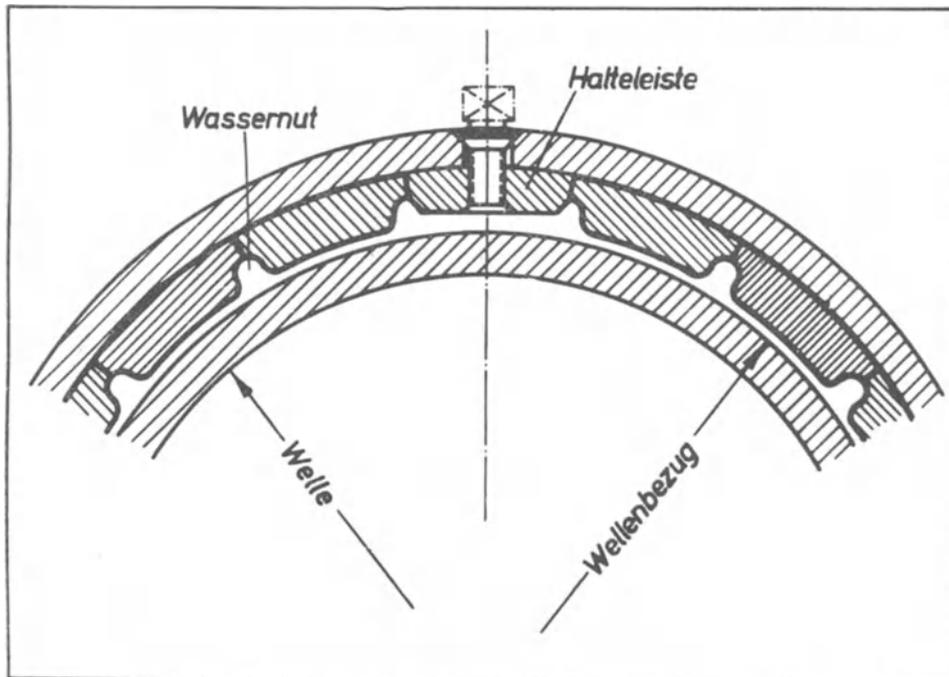


Bild 12. Anordnung der Stäbe eines Stevenrohrlagers.

auf einen Dorn und anschließendes Verfestigen in Preßformen hergestellt. Seltener werden die Lagerschalen durch spanabhebende Bearbeitung aus Blöcken und Vollstäben hergestellt. Bild 11 stellt einen Auszug aus dem Normenblatt DIN 7703 dar und zeigt gleichzeitig die Einteilung der Lager-Ausführung in die Gruppen A, B und C. Dieses Gruppenzeichen ist der Typenbezeichnung anzuhängen.

Als Schmiermittel eignen sich Mineralöle und Fette, bei hoher Belastung auch Wasser-Öl-Emulsionen. Die Lagertemperatur soll nicht mehr als 80 bis 90° C betragen. Bei kleiner Umfangsgeschwindigkeit bis 5 m/sec sind Lagerdrücke bis 100 kg/cm², bei 15 m/sec solche von 60 kg/cm² zugelassen. Preßstofflager besit-

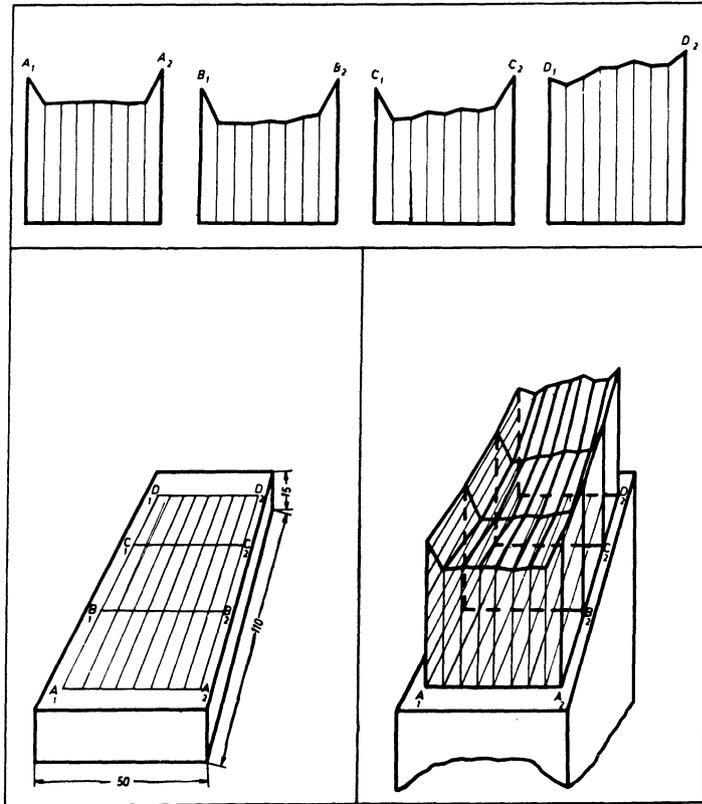


Bild 13. Quellung von Hartgewebe-Stäben Typ F-Z bei 80° C.
Links: Ausgangszustand. Rechts: nach 400 Stunden.

zen den Vorteil, im Anlaufzustand und bei kleiner Zapfengeschwindigkeit besonders niedrige Reibung zu haben. Ferner weisen sie eine hohe Lebensdauer auf und sind gegen Stöße und Erschütterungen unempfindlicher als Metalle. Um die Wärmeabfuhr zu verbessern, ist vorgeschlagen worden, den Preßstoff mit dem Zapfen innerhalb einer metallenen Schale umlaufen zu lassen. Diese Bauart bedingt, daß der Preßstoff fest mit dem Wellenzapfen verbunden ist und sich auch bei Wärmedehnungen nicht lockert. Seit längerer Zeit ist die Verwendung von Preßstoffen für Stevenrohrlager bekannt. Neben Weißmetall wurde hier bisher schon häufig Pockholz benutzt, und es lag nahe, Pockholz durch Kunstharz zu ersetzen. Das Kunstharz-Stevenrohrlager hat, wie Bild 12 zeigt, den Aufbau des Pockholzlagers aus einzelnen Stäben beibehalten. Das Kriegsmarinennormblatt KM 3381 hat die Stäbe auf einige wenige Grundformen beschränkt, so daß sie durch möglichst wenig Bearbeitung auf ihre endgültigen Formen gebracht werden können. Es wurde für Stevenrohrlager teils T3-, teils T2-Material verwendet. Ein wesentlicher Unterschied in der Bewährung war nicht festzustellen,

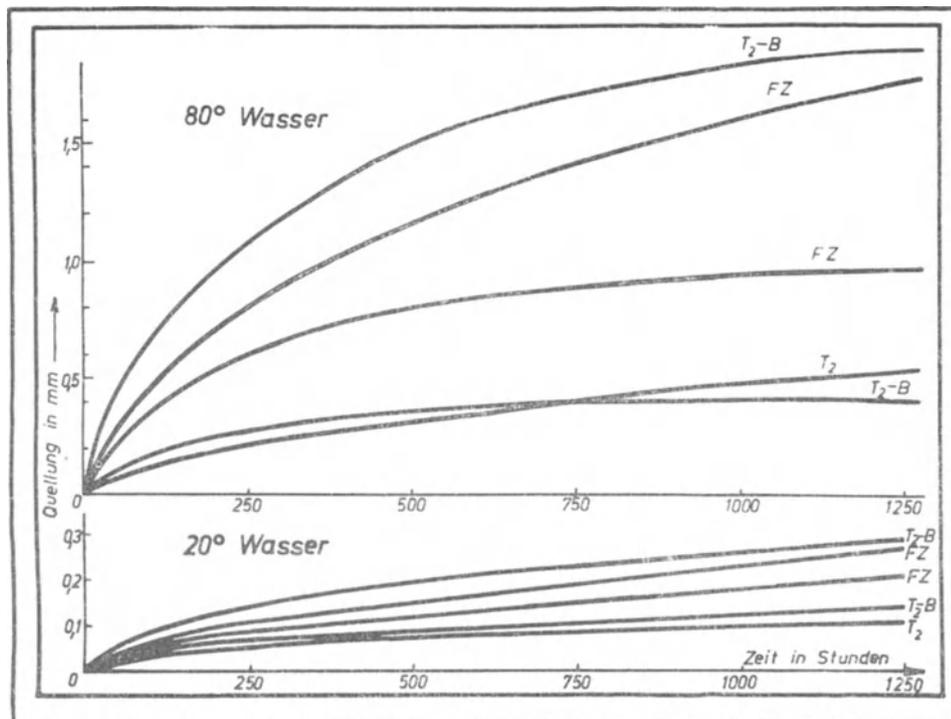


Bild 14. Quellung verschiedener Kunstharzpreßstoffe.

vorausgesetzt, daß bei dem T₂-Material der Schnitzelwerkstoff einwandfrei war. Wenn gerade über Schnitzelmaterial vereinzelt Klagen laut geworden sind, dann konnte dieses Versagen stets auf minderwertige Lieferungen zurückgeführt wer-



Bild 15. Gehäuse einer Kreiselpumpe aus Kunstharzpreßstoff, Typ 2.

den. Diese Stäbe besaßen ein ungewöhnlich starkes Quellvermögen. Bild 13 zeigt, daß die Quellung bei Stevenrohrlagerstäben in erster Linie von den Schnittflächen der Stäbe aus einsetzt. Es empfiehlt sich, vorläufig alle für Stevenrohr-lager angebotenen Qualitäten einer Abnahme, die in einem Quellversuch an einigen Stäben besteht, zu unterwerfen. Da der Konstrukteur weniger Interesse an der Volumenvergrößerung als an der absoluten Dickenzunahme durch den Quellvorgang besitzt, wird hierbei mit einem Mikrotaster die Dicke des Lagerstabs vor und nach der Wasserlagerung erfaßt. Das Verhalten verschiedener Qualitäten bei einem derartigen Quellversuch zeigt Bild 14.



Bild 16a. Ventil aus Kunstharzpreßstoff T2 für Seewasserkolbenpumpen, Außenansicht.

In ähnlicher Weise wie das Stevenrohrlager wird das Wellenbocklager ausgeführt. Nur bei kleineren Wellendurchmessern und in Einzelfällen werden Wellenbock- und Stevenrohrlager aus vollen Buchsen hergestellt. In Erprobung sind z.Z. Durchführungsbuchsen aus Kunstharzpreßstoffen für Fernbetätigungsgestänge. Ein günstiges Versuchsergebnis läßt auf baldigen Austausch der bisher aus Messing hergestellten Durchführungen durch Kunstharzpreßstoff schließen, zumal sich gezeigt hat, daß auch nach einem Brande die angekokelten Buchsen eine Betätigung der Ferntriebe ermöglichen.

Die in der Säureindustrie bereits bewährten Kreiselpumpen aus Kunstharzpreßstoff wurden für Seewasserpumpen übernommen; sie werden nach E. Vierhaus (Kunststoffe, Bd.31, S.252 [1941]) z.Z. im deutschen wie auch im italienischen Schiffbau erprobt. Eine derartige Kreiselpumpe italienischer Herkunft, deren Gehäuse und Läufer aus Phenolharz mit Schnitzelfüllung Typ T2 gepreßt sind, zeigt Bild 15. In Fortführung dieser Entwicklung wurden zunächst

Einzelteile von Ventilen, Ventilplatten und Ventilkegel, schließlich das ganze Ventil aus T2-Material hergestellt, mit Ausnahme von Spindel, Bolzen und Federn, die aus rostbeständigem Stahl bestehen. Die Bilder 16a und 16b zeigen ein solches Ventil von etwa 400 mm Durchmesser, wie es in Italien für Seewasserpumpen zur Kühlung der Schiffsdiesel erprobt wird. Beim Übergang von Ventilkegeln aus Metall auf solche aus Kunstharzpreßstoff mußte natürlich die Form wegen der geringeren Festigkeit des Werkstoffes entsprechend geändert werden (s. Bild 17). Da Befürchtungen laut wurden, daß der Preßstoff nicht genügend

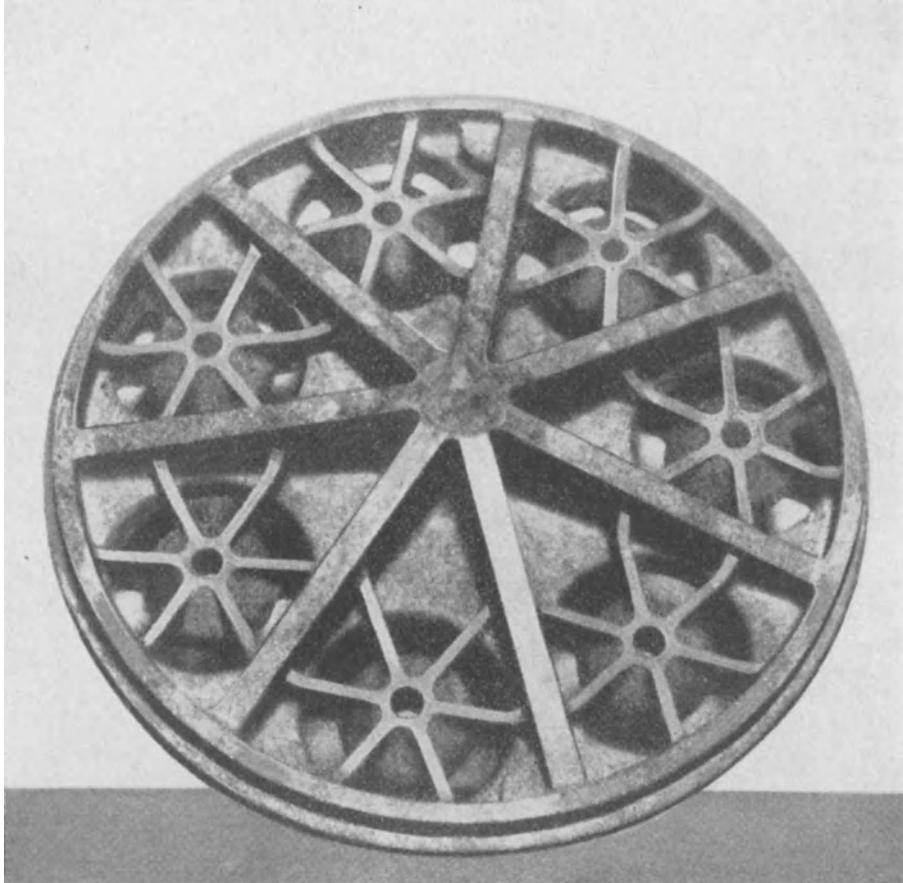


Bild 16 b. Siebenfachventilsitz zum Ventil des Bildes 16 a.

dicht bleiben kann, werden Ausführungen mit eingepreßten Metallringen erwogen. Diese Teile werden zunächst noch aus dem vollen Material herausgearbeitet.

Die Italiener gingen noch einen Schritt weiter, indem sie ganze Absperrventile aus Kunstharzpreßstoff für Seewasserleitungen hergestellt haben (Bild 18). Erfahrungen hiermit sind noch abzuwarten, insbesondere wie sich der Flansch bewährt, auf den die Kräfte der Rohrleitungen bei Wärmeausdehnungen und Bewegungen bei Seegang übertragen werden. Die Firma Amag-Hilpert hat ein Filtergehäuse an einer Pumpe (Bild 19), das früher aus Bronze bestand, 4,5 kg wog und 25 RM kostete, durch ein Preßstoffgehäuse ersetzt, dessen Gewicht 75 g und dessen Preis 8 RM beträgt. Es handelt sich um ein Filter, das vorher bereits an Werkzeugmaschinen für Öl verwendet wurde.

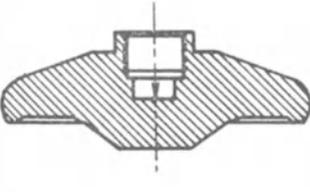
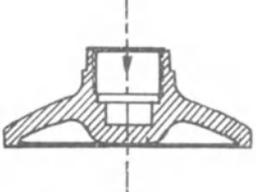
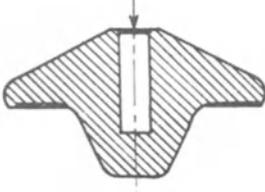
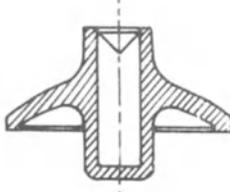
<i>NW 110</i>	<i>Kunststoff</i>	<i>Rotguß</i>
<i>Absperr Ventilkegel</i>		
<i>Rückschlag Ventilkegel</i>		
<i>Gewicht</i>	<i>065 Kg</i>	<i>19 Kg</i>

Bild 17. Vergleich von Ventilkegeln aus Kunststoff und Rotguß.

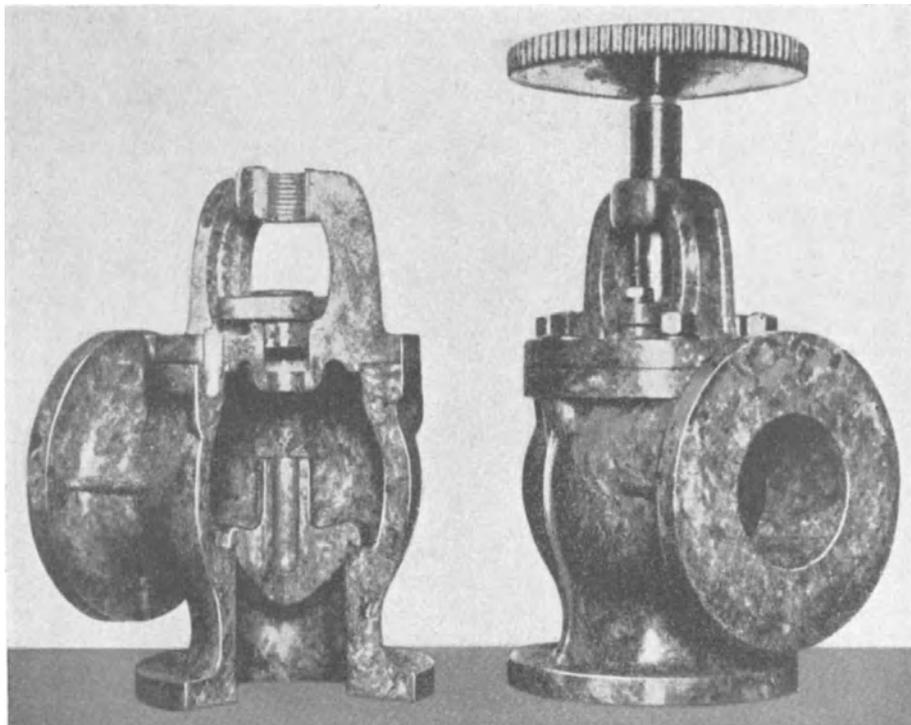


Bild 18. Rückschlagventil aus Kunstharzgreßstoff, Typ T2.

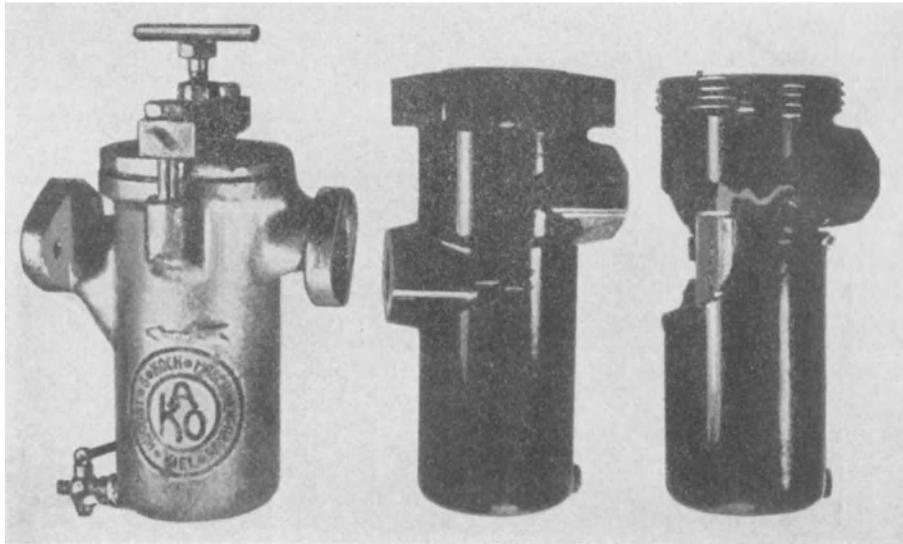


Bild 19. Filtergehäuse für Pumpen.

Links: Bronze. Mitte: Kunstharzpreßstoff T2. Rechts: Durch Fallversuch aus 8m Höhe zerstört.

Bei Leichtmetallhähnen hat man, um das häufig aufgetretene Fressen der Kükten zu vermeiden, diese mit einer Buchse aus Preßstoff überzogen. Ebenfalls aus der chemischen Industrie übernommen wurden die Rohrplatten für Wärme-

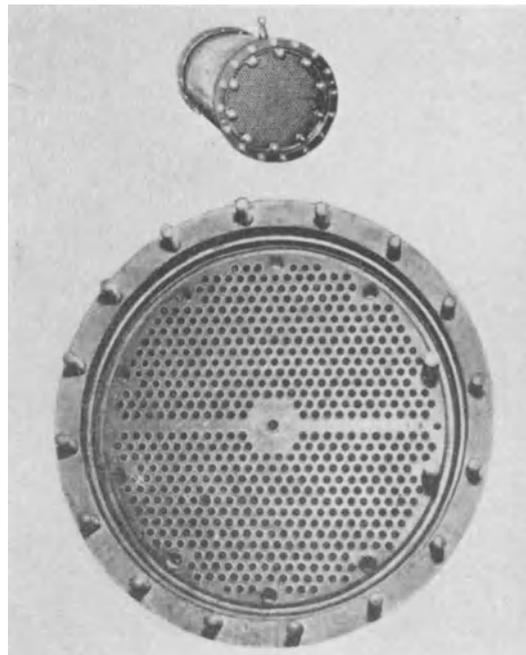


Bild 20. Ölkühler mit Rohrplatten aus Hartgewebe.

austauscher (Luftkühler, Kondensatoren, Ölkühler) aus Hartgewebeplatten. Bild 20 zeigt einen Ölkühler, dessen Platte statt aus Messing aus Kunstharzpreßstoff hergestellt ist. In der abgebildeten Ausführung leidet die Festigkeit des Kühlerbodens durch die große Anzahl der vorhandenen Bohrungen, denn beim

Eindornen der Rohre sind die Stege zwischen den Löchern eingerissen. Hier erscheint es günstiger, Stahlplatten zu nehmen, die auf der Wasserseite mit Kunststoff plattiert sind. Wesentlich besser bewährt haben sich Luftkühler für elektrische Maschinen auf Schiffen mit Rohrplatten aus Hartgewebe. Auch ein Kondensator mit Preßstoffrohrplatten, bei dem auf der Dampfseite hohe und wechselnde Temperaturen auftreten, hat bei einem Prüfstandversuch befriedigt.

Wenn schon im Schiffsmaschinenbau die Kunststoffe wegen ihrer Korrosionsbeständigkeit ein großes Anwendungsgebiet erworben haben, so haben sie insbesondere wegen ihres geringen Gewichts gerade für die Verwendung im Schiffbau einen weiteren Anreiz gegeben. Hier sind es zunächst Einrichtungsgegenstände und Beschlagteile. Ferner genormte Massenteile, wie Türgriffe, Kleiderhaken, schließlich Schilder und ähnliches mehr, die ursprünglich aus Messing, später aus Leichtmetall bestanden und heute schließlich aus Preßstoff hergestellt wer-

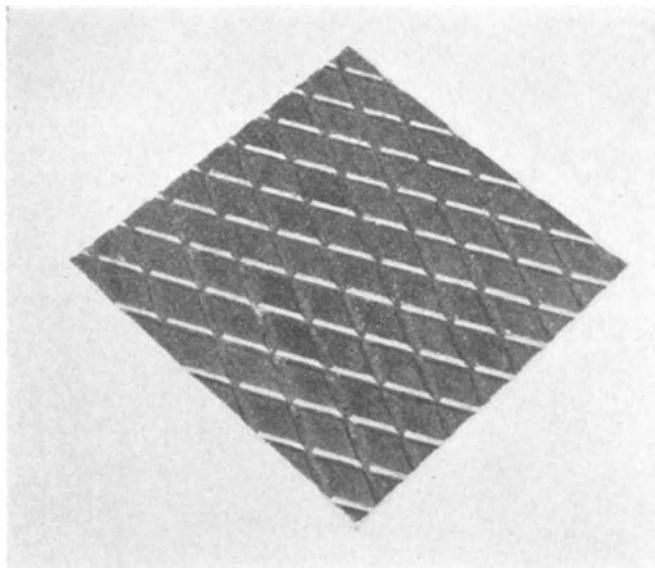


Bild 21. Flurplatte aus Kunstharzpreßstoff (Hartpapier).

den. Bezeichnungsschilder wurden bereits bei der Besprechung der Mehrschichtenplatten erwähnt. Wenn bei diesen gelegentlich Versager durch Ausbrechen der Schraubenlöcher (keine Senkschrauben!) aufgetreten sind, so war das darauf zurückzuführen, daß die Schilder meist auf einer nicht genügend starken Unterlage, z. B. dünnem Blech, befestigt waren. Beim Durchbiegen der Unterlage kam es zu einem Durchbrechen oder Ausbrechen der Schilder.

Mit Flurplatten aus Hartpapier wurden vor einiger Zeit ebenfalls befriedigende Versuche durchgeführt. Die 8 mm dicken Riffelplatten (Bild 21) entsprechen in bezug auf Belastbarkeit und Widerstand gegen Stoßbeanspruchungen den gestellten Forderungen. In Maschinenräumen, in denen Ölbrände auftreten können, ist die Einführung der Kunststoff-Flurplatten nicht zu empfehlen.

Im Handelsschiffbau wurden schon vor Jahren Wandverkleidungen (Wegerungen) aus Kunstharzpreßstoffen hergestellt. Der Kriegsschiffbau, der möglichst wenig brennbares Material an Bord haben möchte, benutzt hierfür Leichtmetalle. Zur Ersparnis von Aluminium, das der Flugzeugindustrie zugeleitet werden soll, wurde jetzt bei einigen Schiffstypen Kunstharzpreßstoff, und zwar Hartpapier auf Phenol- als auch Harnstoffbasis, eingesetzt. Die Befestigung von Hartpapierplatten geschieht nicht wie die von Aluminiumplatten durch Nietten, sondern durch Einlegen der Plattenstöße in Schiebefalze, um

Ausdehnung bei Wärme- und Feuchtigkeitseinwirkungen auszugleichen. In der Umgebung der Heizung wird Leichtmetall vorläufig beibehalten, da an diesen Stellen ein Reißen von Preßstoffplatten beobachtet wurde. Besonders bewährt haben sich die feuchtigkeitsbeständigen Hartpapierplatten auf Harnstoffbasis (Resopal), vor allem in Räumen mit besonders starkem Feuchtigkeitsgehalt, wie in Baderäumen und Aborten.

In der Möbelindustrie vermögen Resopalplatten alle ausländischen Edelhölzer als Furniere zu ersetzen, denen gegenüber sie noch den Vorteil des geringen spezifischen Gewichtes und der Unbrennbarkeit besitzen. Auch für Winkel und Einfassungen, die bisher noch aus Leichtmetall wegen der leichteren Bearbeitung durch Biegen hergestellt wurden, werden bereits Profile aus Kunststoff in verschiedenen Abmessungen erprobt.

Ein Fußbodenbelag, der dem aus Leinöl hergestellten Linoleum gleichwertig ist, konnte in dem Polymerisationsprodukt Mipolam gefunden werden.

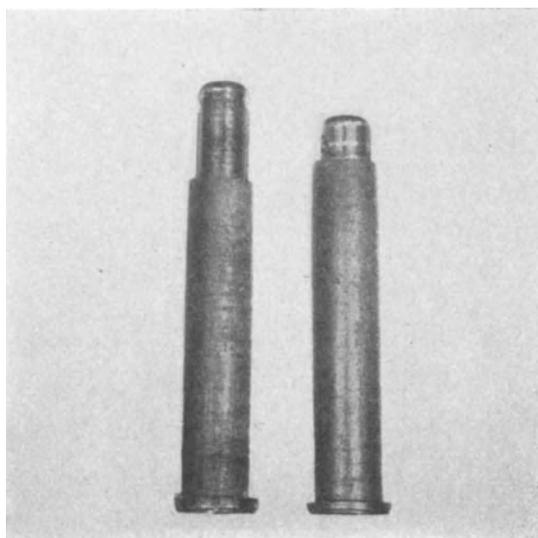


Bild 22.
Scharnierbolzen aus Stahl mit Preßstoffbüchsen bezogen.

Dieses Produkt ist vollkommen alterungsbeständig und wird unter dem Einfluß von Licht und Sauerstoff nicht mürbe und brüchig, wie man das von Linoleum kennt. Es hat vor Linoleum den Vorteil, sehr abriebfest, unentflammbar und unempfindlich gegen Wasser zu sein. Diese Eigenschaften haben den Einsatz von Mipolam im Schiffbau begünstigt.

Eine weitere Anwendung hat Mipolam im Rohrleitungsbau gefunden. Seine Eigenschaft, in der Wärme bildsam zu sein, läßt es zwar nur für kalte Flüssigkeiten gebrauchen, sie gibt dafür aber die Möglichkeit der überraschend leichten Verarbeitung. Rohre aus Mipolam können mit den in der Schlosserwerkstatt üblichen Werkzeugen und nach den Verfahren für Kupfer- und Bleileitungen verarbeitet werden. Rohre aus Mipolam lassen sich nach Erwärmen mit einem besonderen Heißluftgebläse nicht nur biegen, bördeln usw., sondern auch beliebig verschweißen. Als Schweißdraht dient eine Stange des gleichen Werkstoffes.

An Fenstern, Luken und Türen wurden bisher Scharnierbolzen aus Messing (bzw. aus Stahl mit Messingbezug, um ein Festrosten zu vermeiden) hergestellt. Mit gutem Erfolg haben sich hier Stahlbolzen mit einem Kunststoffbezug, als aufgezogenes und aufgekittetes Hartgeweberöhrchen, bewährt (Bild 22).

Für Sprachrohrleitungen wurden lose viereckige Flanschen, ebenso Mundstücke aus Preßstoff, Typ Z, benutzt. Die Mundstücke sind verhältnismäßig oft durch Schlag zerbrochen, die Flansche durch ein zu scharfes Anziehen der Schrauben eingerissen.

Anscheinend schlecht bewährt haben sich Verschlussschrauben aus Schnitzelmaterial an den Geruchverschlüssen in Eisenrohrleitungen gemäß Bild 23. Beim Anziehen mit langem Hebelarm wurde der Sechskant abgewürgt.

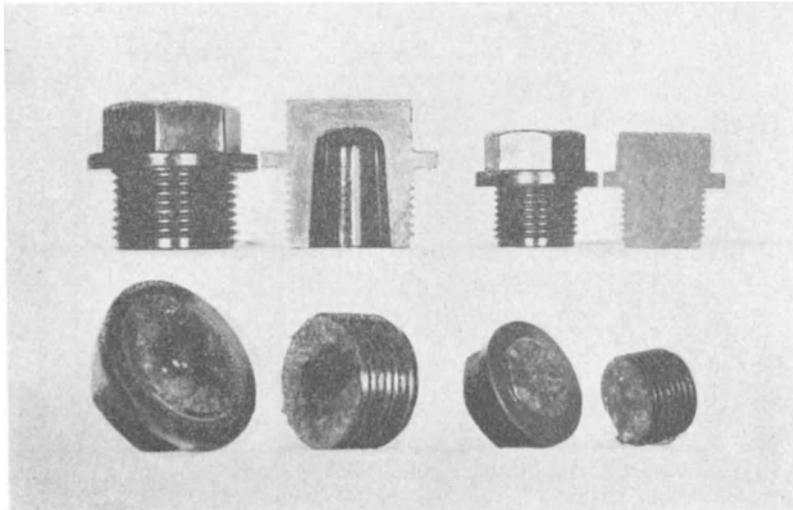


Bild 23. Verschlussschrauben aus Kunstharzpreßstoff Typ T 2.

Rollen für Tauwerk, die früher teils aus Bronze, teils aus Pockholz hergestellt wurden, sind dagegen wieder mit gutem Erfolg aus Kunststoff angefertigt worden. Bild 24 zeigt einen Block, dessen Rollen aus Hartgewebeplatten herausgearbeitet wurden. Bei größeren Stückzahlen würde sich hier empfehlen, diese Rollen aus T2-Material in Formen zu pressen.

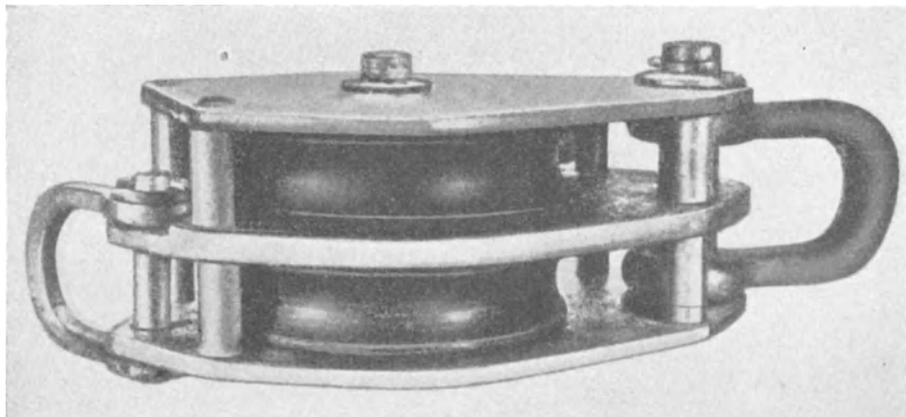


Bild 24. Blockrollen aus Kunstharzpreßstoff, Typ G.

Die von der I.G. entwickelte absolut feuchtigkeitsbeständige PeCe-Faser (Polymerisationsharz aus Polyvinylchlorid) hat den Hanf weitgehend verdrängt, sie wird zu Tauen und Schnüren verarbeitet.

Sehr zu kurz kommt bei diesen Ausführungen die Schiffselektrotechnik, obgleich gerade sie einen wesentlichen Anteil, wie bereits geschildert, an der Ent-

wicklung der Kunstharze besitzt. Da die Elektrotechnik hier dem Schiffbau und Maschinenbau weit vorauselte, sind die Anwendungsfälle auch allgemein bekannt. Es soll aber nicht unerwähnt bleiben, daß gerade die Kunstharze aus Polybenzol, also die Polymerisationsgruppe, einen von keinem Naturprodukt erreichten elektrischen Isolator für hohe und Höchstspannungen abgeben. Sicherungskästen, Schaltergehäuse, Dosen und vieles mehr werden aus den Phenolharzpreßstoffen hergestellt.

Wenn hier zuletzt einige Beispiele über die Anwendungsmöglichkeit von Kunststoffen aufgeführt wurden, so soll damit in erster Linie eine Anregung zu weiteren Umstellungen gegeben werden. Dabei soll man sich darüber klar sein, daß nicht alle Kunststoffe, auch wenn ihre Erzeugungsgrundlage die Bezeichnung heimisch verdient, in beliebiger Menge zur Verfügung stehen. Auch sie dürfen nicht verschwendet werden. Um sich vor Rückschlägen zu schützen, muß man sich immer wieder die Haupteigenschaften der Kunststoffe vor Augen halten. Die Gestalt der Werkstücke hat sich nach diesen Eigenschaften zu richten: was bisher aus Metall gemacht wurde, kann nie ohne Änderung in Kunststoff erzeugt werden. Mit einem Wort: man muß auch hier — vielmehr gerade hier — werkstoffgerecht konstruieren.

VII. Der Schiffswiderstand
vom Standpunkt der Ähnlichkeitsmechanik geschichtlich-kritisch
dargestellt unter besonderer Würdigung der Verdienste
Friedrich Reechs, des Schöpfers der Hauptmodellgesetze
des Schiffbaus

Von **Moritz Weber**, Berlin

Inhaltsübersicht

- I. Die Entwicklungsperioden des Schiffswiderstandsproblems
 1. Die älteste von Euler begründete, rein analytische Periode auf hypothetischer Grundlage
 2. Die Periode der empirischen Formeln für den Schiffswiderstand mit veränderlichen Erfahrungskoeffizienten
 3. Die Lösung des Schiffswiderstandsproblems nach dem Reech-Froudeschen Modellversuchsverfahren und spätere Vervollkommnungen
 4. Theoretische Lösungen

- II. Gegenwärtiger Stand der Erkenntnis vom Schiffswiderstand unter dem Gesichtspunkt vollkommener dynamischer Ähnlichkeit von Haupt- und Modellvorgang
 5. Vollkommene Ähnlichkeit
 6. Erweiterte oder affine Ähnlichkeit. Unvollkommene oder angenäherte Ähnlichkeit
 7. Bertrands allgemeine Maßstabbeziehung als Folge der Trägheit beschleunigter Massen
 8. Anfangsbedingungen. Einheitlichkeit des Kräftemaßstabs
 9. Newtons allgemeines Ähnlichkeitsgesetz der Dynamik als Folge der Trägheit der beschleunigten Massen
 10. Kinematische Ähnlichkeit zweier Bewegungsvorgänge
 11. Die dimensionsfreie Newtonsche Kenngröße
 12. Die besonderen Modellgesetze als zusätzliche Bedingungen zur Erfüllung der erforderlichen Gleichheit des Kräfteverhältnisses
 13. Das auf der beschleunigenden Wirkung der Schwerkraft beruhende Reechsche Modellgesetz und die zugehörige Kenngröße
 14. Das auf der inneren Flüssigkeitsreibung beruhende Reynoldssche Modellgesetz und die zugehörige Kenngröße
 15. Identität der allgemeinen Ansatzgleichungen für H und M als Bedingung vollkommener Ähnlichkeit
 16. Die Kennfunktion für den Schiffswiderstand bei vollkommener Ähnlichkeit. Bei den Modellversuchen zu erfüllende Forderungen
 17. Unvollkommene Ähnlichkeit bei den Schiffmodellversuchen. Maßstabfehler

- III. Begründung der Ähnlichkeitsdynamik durch Isaac Newton. Herleitung des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes aus den Trägheitskräften der Flüssigkeitsströmung
 18. Newtons Begründung der Ähnlichkeitsdynamik unter Voraussetzung vollkommener Ähnlichkeit

19. Newtons Begründung des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes der Dynamik. Deutung der von ihm hierzu aufgestellten Sätze
 20. In den Prinzipien keine Ableitung der auf physikalisch erklärten Kräften begründeten Sondermodellgesetze
- IV. Erstmalige Aufstellung von Modellgesetzen für Schwingungen elastischer Körper durch Cauchy und für Wasserturbinen durch Combes
21. Cauchys Modellgesetz der Elastodynamik
 22. Begründung des technischen Modellversuchswesens und der Modellgesetze für affin arbeitende Wasserturbinen durch Combes
- V. Friedrich Reechs Begründung der Hauptmodellgesetze des Schiffbaus. Weiterentwicklung der Ähnlichkeitsgesetze durch Bertrand und Reynolds
23. Erstmalige Forderung der Erfüllung des Gesetzes entsprechender Geschwindigkeiten für Modellversuche zur Ermittlung des Schiffswiderstandes durch Reech
 24. Der Reechsche Beweis des auf dem Wirken von Trägheit und Schwere beruhenden Modellgesetzes
 25. Reechs Stellungnahme zum Einfluß der Reibungskräfte auf die dynamische Ähnlichkeit
 26. Die allgemeine Maßstabbeziehung Bertrands und das auf sie gegründete Verfahren zur Auffindung der verschiedenen Zeitmodellgesetze. Reechs und Reynolds' Modellgesetze als Beispiele
- VI. William Froudes Lösung für die praktische Durchführung des Modellversuchsverfahrens zur Ermittlung des Schiffswiderstandes unter Beschränkung auf nicht vollkommene Ähnlichkeit
27. Froudes Hauptleistung: Ausscheidung der aus empirischen Sonderformeln zu berechnenden Reibungswiderstände aus den Ähnlichkeitsbeziehungen
 28. Froudes Hypothese 1 von der Ähnlichkeit der Oberflächenwellen unabhängig von der Flüssigkeitsreibung
 29. Froudes Hypothese 2 von der Gleichwertigkeit des Reibungswiderstandes der formbehafteten Schiffs- und Modelloberflächen mit dem von ebenen Platten
- VII. Weiterentwicklung des Froudeschen Modellverfahrens
30. Aufrechterhaltung der Grundgedanken Froudes
 31. Vervollkommnungen in der Durchführung des Froudeschen Grundgedankens betreffend Ersetzung des Reibungswiderstandes der Schiffsoberfläche durch den ebener Platten
 32. Nachprüfung der Forschungsergebnisse an großen Schiffen

I. Die Entwicklungsperioden des Schiffswiderstandsproblems

Die nachstehenden Untersuchungen verfolgen das Ziel, das Problem des Schiffswiderstandes vom Standpunkt der Ähnlichkeitsmechanik geschichtlich-kritisch darzustellen unter Würdigung von Ergebnissen, zu denen die neuesten Nachforschungen geführt haben.

Es ist das Bestreben jeder Naturwissenschaft, die Hauptprobleme ihres Gebietes in sorgfältig auf der Erfahrung aufgebauten, mathematischen Gesetzen zu erfassen und derart sicherzustellen, daß es möglich ist, für jeden neuartigen Einzelfall des betreffenden Naturgeschehens die zu erwartenden Erscheinungen auf mathematischem Wege im voraus zahlenmäßig anzugeben. Dabei durchläuft die Entwicklung des betreffenden naturwissen-

schaftlichen Gebietes in der Regel verschiedene Stufen, und es ist erklärlich, daß die theoretischen Ansätze der späteren Zeitabschnitte die der ersteren in der Regel an praktischer Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit übertreffen.

In der Entwicklungsgeschichte des Widerstandes, welchen das fahrende Schiff im Wasser erleidet, kann man deutlich vier verschiedene Zeitabschnitte unterscheiden, in denen die Erreichung dieses Ziels mit immer neuen Mitteln angestrebt wird; diese Abschnitte lassen sich in folgender Weise kennzeichnen:

1. Die älteste, von Euler begründete, rein analytische Periode auf hypothetischer Grundlage.
2. Die Periode der empirischen Formeln für den Schiffswiderstand mit veränderlichen, dem jeweiligen Einzelfall durch besondere Versuche angepaßten Erfahrungskoeffizienten.
3. Die Lösung des Schiffswiderstandsproblems nach dem Reech-Froudeschen Modellverfahren und spätere Verbesserungen.
4. Theoretische Lösungen.

1. Die älteste von Euler begründete, rein analytische Periode auf hypothetischer Grundlage. Die ältesten Ansätze, den Widerstand eines fahrenden Schiffes aus dessen Form auf theoretischem Wege zu bestimmen, fallen in die Ursprungszeit der Hydrodynamik; und zwar verdanken wir den ersten im Schiffbau wirklich benutzten theoretischen Ansatz über den Widerstand eines fahrenden Schiffes demselben genialen Deutschen Leonhard Euler (1707—1783), der uns als Schöpfer der analytischen Grundlagen der gesamten Hydromechanik bekannt ist. Es wäre ungerecht, die Leistungen Eulers bei einer geschichtlich-abwägenden Würdigung der Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Schiffswiderstandes zu übergehen, etwa mit dem Bemerkten, daß es sich erübrige, Eulers theoretische Ansätze näher zu erörtern, da seine Formeln für die Praxis unbrauchbar und vom heutigen Standpunkt der Wissenschaft aus auch grundsätzlich unhaltbar seien. Eine solche Auffassung würde ein gänzlich falsches Bild von der Bedeutung Eulers für die Entwicklung des Gesamtproblems des Schiffswiderstandes ergeben. Tatsächlich liegen die Verhältnisse so: Während eine von Newton angegebene analytische Widerstandsformel niemals zu praktischen Anwendungen benutzt wurde, hat Euler einen theoretischen Ansatz aufgestellt, der viele Jahrzehnte als Grundlage für die Widerstandsermittlungen gedient hat, dann aber, als neuere Erfahrungen vorlagen, aufgegeben ist. Aber abgesehen hiervon hat Leonhard Euler darüber hinaus zu einer Zeit, als über die Bewegung von Flüssigkeiten noch nichts Brauchbares an theoretischen Ansätzen vorlag, auf dem allgemeinen Gebiete der Flüssigkeitsströmungen und damit auch auf dem Sondergebiete der Schiffswissenschaft bleibende, sichere Grundlagen geschaffen, und er hat seine genialen Erkenntnisse in der Hydrodynamik in meisterhafter Darstellung in einer Reihe von Arbeiten niedergelegt, aus denen dann unsere heutigen Vorstellungen und mathematischen Formulierungen der Strömungsvorgänge unter Hinzunahme neuer physikalischer Erkenntnisse emporgewachsen sind.

Zunächst erschien im Jahre 1749 in Petersburg sein berühmtes Werk über die Schiffswissenschaft „*Scientia navalis seu tractatus de construendis ac dirigendis navibus*“, aus dem er selbst später unter Aufstellung der drei nach ihm benannten Kreisgleichungen die vollständige dynamische Theorie der Rotation und der Drehschwingungen starrer Körper, z. B. von Schiffen, Flugzeugen und Geschossen, um drei zueinander senkrechte Achsen entwickelte. Indem Euler sich bemühte, jene ersten Untersuchungen über das Schiff auch dem praktischen Seemann zugänglich und für ihn brauchbar zu machen, verfaßte er 1773 bei seinem zweiten Aufenthalt in Petersburg eine sehr bedeutsame, in französischer Sprache abgefaßte, dann auch ins Russische, Italienische und Englische, aber nie ins Deutsche übersetzte Schrift

„Théorie complète de la construction et de la manoeuvre des vaisseaux, St. Pétersbourg 1773“. In diesem zweiten Werke schlägt Euler vor, den Widerstand eines fahrenden Schiffes auf differentiellem Wege zu ermitteln: Er rät, die vom Wasser benetzte Schiffswand in so kleine Flächenstücke zu zerlegen, daß man jedes derselben als eine sehr kleine ebene Fläche von der Neigung α gegen die Bewegungsrichtung betrachten könne. Unter Verwendung des quadratischen Geschwindigkeitsgesetzes schreibt Euler, dessen Bezeichnungsweise von der hier benutzten abweicht, die auf ein Element dF der krummen Fläche entfallende Normalkraft dN in der Form

$$dN = \zeta \cdot \gamma \, dF \frac{V^2}{2g} \sin^2 \alpha,$$

worin ζ ein reiner Zahlenbeiwert, γ die Wichte der Flüssigkeit und g die Fallbeschleunigung ist. Offensichtlich ist in diesem Eulerschen Elementargesetz allein die rechtwinklig zum Flächenelement dF stehende Komponente $V \sin \alpha$ der Geschwindigkeit als maßgebend in Rechnung gestellt, und man kann daher in diesem Sinne die Eulersche Gleichung als ein bezüglich der Normalgeschwindigkeit quadratisches Elementargesetz des Widerstandes bezeichnen.

Dieser Ansatz ist die Ausgangsgleichung für viele durch Integration gewonnene spätere Widerstandsformeln geworden, die aber nach unserer heutigen Erkenntnis dem wirklichen Strömungsvorgang nicht gerecht werden und daher auch keine brauchbaren Ergebnisse liefern können. Die obige Gleichung diente aber Euler in dem Werke von 1773 auch dazu, die Wirkungsweise des Steuerruders auf analytischem Wege darzulegen und aus ihr eine im Schiffbau viel benutzte Formel für die Stellung des Ruders für die Bestwirkung herzuleiten. Wie sehr sich Euler im übrigen um die Ermittlung des Schiffswiderstandes bemühte, davon zeugen noch weitere seiner Schriften, von denen die wichtigsten in dem Werke „Théorie du Navire“, Bd. I, Paris 1890, von Pollard et Dudebout angeführt sind.

Dagegen sind sie aus einem anderen Anlaß hervorgegangenen hydrodynamischen Arbeiten Eulers von großer Fruchtbarkeit für alle Strömungsvorgänge der Flüssigkeiten und damit auch für das Schiffswiderstandsproblem geworden. Angeregt durch die Schrift des Göttinger Professors Johann Andreas Segner über ein Reaktionsturbinenrad „Theoria machinae cujusdam hydraulicae et computatio formae atque virum machinae hydraulicae nuper descriptae, Gottingae 1750“ legte Euler, damals Direktor der mathematischen Klasse der Berliner Akademie der Wissenschaften, seine Untersuchungen in mehreren in der Histoire de l'Académie Royale de Berlin erschienenen berühmten Abhandlungen nieder unter den Titeln „Recherches sur l'effet d'une machine hydraulique proposée par M. Segner à Gottingue, 1750“, und „Application de la machine de M. Segner, 1751“ sowie „Théorie plus complète des machines qui sont mises au mouvement par la réaction de l'eau, 1754“, in deren letzter er die uns heute geläufige Hauptgleichung für das Drehmoment der Wasserturbinen und der von Joseph Ressel in Triest (1826) erdachten und erprobten Schiffsschrauben sowie auch die meist nach Daniel Bernoulli benannte Energiegleichung für Flüssigkeiten ableitet. Da wir ihm auch den allgemeinen Impuls- und Impulsmomentensatz der Strömungswissenschaft verdanken, so war durch Leonhard Euler, soweit es sich zunächst um die Stromfadentheorie handelt, alles Grundlegende bereitgestellt.

In der ebenfalls in der Histoire de l'Académie Royale de Berlin erschienenen grundlegenden und berühmten Abhandlung „Principes généraux du mouvement des fluides, 1755“ gab er dann für reibungsfreie Flüssigkeiten die strenge Ableitung der auch heute noch viel benutzten drei hydrodynamischen Bewegungsgleichungen in partieller Differentialform, zu denen er in einer späteren Arbeit (Novi Commentarii der Petersburger Akademie, 1770) noch die Kontinuitätsgleichung für unzusammendrückbare Flüssigkeiten in exakter

Differentialform hinzufügte. Euler machte sich in diesen Arbeiten frei von der älteren unzulänglichen Auffassung, daß der Druck p in einer strömenden Flüssigkeit durch das Gewicht der darüberstehenden Flüssigkeitssäule zu messen sei; er faßte den Druck vielmehr, ganz wie es auch heute noch bei der idealen Flüssigkeit geschieht, als eine von der Richtung unabhängige Größe auf. Leonhard Euler, der Schöpfer der hydrodynamischen Bewegungsgleichungen für ideale Flüssigkeiten, die 1827 von L. Navier und 1845 von G. Stokes durch Hinzufügung des Newtonschen Reibungsgliedes auf die wirklichen zähen Flüssigkeiten erweitert wurden, ist somit zugleich der Wegbereiter für alle späteren exakten hydrodynamischen Ansätze, insbesondere auch für die in dem Abschnitt 4 hier noch zu erörternden theoretischen Lösungen der Wellenerscheinungen an sich und auch beim fahrenden Schiff. Dabei untersuchte Euler bereits Bewegungsformen, bei der die Geschwindigkeitskomponenten partielle Ableitungen einer bestimmten Funktion sind, die später H. Helmholtz als Geschwindigkeitspotential bezeichnete. Durch die Einführung klarer Vorstellungen und scharfer Begriffe in die Hydrodynamik ist Euler der Begründer der heutigen Strömungswissenschaft geworden, und zwar stammen von ihm beide Formen der hydrodynamischen Bewegungsgleichungen, sowohl diejenige 1. Form, welche über Druck und Geschwindigkeit in allen Punkten des Strömungsfeldes Kenntnis geben auf Grund der Betrachtung eines festgehaltenen, von der Flüssigkeit durchströmten Raumelements, als auch diejenige 2. Form, in denen Druck und Geschwindigkeit jedes einzelnen Flüssigkeitsteilchens verfolgt wird und die häufig nach Lagrange benannt werden. Auf seinen Erkenntnissen über die hydrodynamischen Zusammenhänge haben alle seine Nachfolger bis in die Gegenwart aufgebaut, und auch die vorliegende Abhandlung über dynamisch ähnliche Strömungen stützt sich letzten Endes mit auf Eulers tiefgründige Gedankengänge.

Es sei der Vollständigkeit wegen hier auch darauf hingewiesen, daß Euler allen voran in der grundlegenden Arbeit der Elastizitätslehre „*Sur la force des colonnes*, Histoire de l'Académie Royale de Berlin, 1757“ den richtigen Ausdruck der nach ihm benannten kritischen Knicklast aufgestellt hat; auch sonst in der Elastizitätstheorie ist er mit seiner Arbeit „*De curvis elasticis*, Lausanne und Genf 1744“ durch die Ermittlung der elastischen Linien von geraden und gekrümmten Stäben bahnbrechend gewesen. Von seiner fast unvorstellbaren Schaffenskraft und Gedankenfülle zeugen die rund 800 von ihm veröffentlichten Schriften und Werke.

Wir deutschen Schiffbauingenieure sollten immer wieder auf die grundlegenden Vorarbeiten Leonhard Eulers zur Erforschung der Flüssigkeitsbewegungen hinweisen und dafür Sorge tragen, daß der Altmeister des wissenschaftlichen Schiffbaus und geniale Schöpfer der Hydrodynamik und der Kreisbewegung, die beide für Wissenschaft und Anwendung unvergänglichen Wert besitzen, nicht in Vergessenheit gerät.

Das hier beigefügte Bild Leonhard Eulers ist nach einem 1780 von Küttner gemalten Porträt hergestellt; Euler erblindete mit 28 Jahren auf dem rechten Auge und mit 60 Jahren auch auf dem linken.

Als ein verspäteter Nachläufer zur Eulerschen Erstperiode kann in gewissem Sinne ein Ansatz angesprochen werden, den von Loeßl¹⁾ 1896 für die Berechnung des Luftwiderstands gerader und gekrümmter Flächen vorschlug und der auf der Annahme eines bestimmten, vor der angeströmten Widerstandsfläche gelagerten Luftstauhügels beruhte, an dessen kegelförmigen Mantelfläche die ankommenden Luftteilchen elastisch abprallen sollten. Nachdem der künstliche Mechanismus der „Stauhügeltheorie“ kurze Zeit in einigen elementaren Lehrbüchern Beachtung gefunden hatte, verschwand diese Hypothese von Loeßls sehr bald wieder wegen der in vollständigem

1) Fr. v. Loeßl, Die Luftwiderstandsgesetze, Wien 1896.



Leonhard Euler

1707—1783

Begründer des wissenschaftlichen Schiffbaus
und Schöpfer der Hydrodynamik

Widerspruch mit der Wirklichkeit angenommenen Druck- und Strömungsverhältnisse vor und hinter der Widerstandsfläche; sie wurde den auf den Reibungs-, Ablösungs- und Wirbelerscheinungen beruhenden wirklichen Vorgängen in keiner Weise gerecht.

2. Die Periode der empirischen Formeln für den Schiffswiderstand mit veränderlichen Erfahrungskoeffizienten. Das Ziel Eulers, auf rein theoretischem Wege eine Berechnung des Schiffswiderstandes zu ermöglichen, führte nicht zum Erfolg. Es trat daher in der Folgezeit bei den Schiffbauern und auch bei den Mathematikern immer mehr das Bestreben hervor, auf Grund praktischer Versuche und anderer teils einfacher, teils verwickelter analytischer Ansätze empirische Formeln mit jeweils anderen Erfahrungskoeffizienten für die verschiedenen Schiffstypen aufzustellen, sowohl für den Widerstand der Schiffe als auch bei motorischem Antrieb für deren Maschinenleistung. Die einzelnen Forscher hielten dabei oft nur den Reibungswiderstand oder nur den Formwiderstand für wesentlich, oder sie berücksichtigten auch beide; Ähnlichkeitszusammenhänge wurden aber nicht beachtet.

In den Jahren 1769 und 1770 stellte Vizeadmiral Thévenard in dem an der Westküste Frankreichs gelegenen Hafen von Lorient die ersten systematischen Widerstandsversuche mit regelmäßig geformten Körpern an, aber ohne Rücksicht auf Ähnlichkeitsbeziehungen. Von 1775 bis 1778 führten alsdann im Auftrag der französischen Regierung d'Alembert, Bossut und Condorcet in Paris Versuche mit Körpern von zum Teil schiffsähnlichen Formen durch, und es folgten in England von 1793 bis 1798 die viel beachteten Widerstandsversuche von Beaufoy ebenfalls an sehr verschieden gestalteten Körpern geometrisch regelmäßiger und schiffsähnlicher Form; auch alle diese Versuche wurden ohne jede Bezugnahme auf Ähnlichkeit angestellt. Wie wenig aber solche empirischen Formeln, mit immer anderen, jeweils der Sonderform angepaßten Erfahrungskoeffizienten ausgestattet, den allgemeinen und besonders den praktischen Bedürfnissen gerecht wurden, zeigt sich darin, daß anderthalb Jahrhunderte lang immer wieder neue Versuche durchgeführt und immer neue empirische Formeln — oft von den bedeutendsten Schiffbauingenieuren — aufgestellt wurden, um dem Ziele näherzukommen, für jeden Schiffstyp sowie für jede Größe und Geschwindigkeit eine praktisch brauchbare Unterlage zur Berechnung des Schiffswiderstandes zu gewinnen. Es seien hier aus der großen Reihe der in Schiffbaukreisen wohlbekanntesten Forscher dieser zweiten Periode nur genannt: Chapman 1797, Marester 1824, Tredgold 1828, Campaignac 1842, Redtenbacher 1853, Bourgois 1857, Eckhardt 1858, Rankine 1861/70, Dupuy de Lôme 1865, Thornycroft 1869, Merryfield 1869, Nyström 1869 und 1882, Mansel 1879—1896, Kirk 1880, Rauchfuß 1880 und 1886, Middendorf 1880 und 1899, Riehn 1882, Warrington 1898, Afonassief 1900, Bauer 1903, Lorenz 1907; diese Liste ist aber keineswegs vollständig.

Alle diese Versuche und die zur Auswertung benutzten empirischen Ansätze widerlegten zunächst die Eulersche Auffassung betreffend sein Elementargesetz, ohne jedoch über den Einfluß der Wandneigung am Vor- und Hinterschiff und überhaupt an allen einzelnen Stellen der benetzten Oberfläche irgendwelche Klarheit zu schaffen. So war eine besonders auffallende, damals unerklärbare Erscheinung beispielsweise die Tatsache, daß unter sonst gleichen Umständen ein längeres Boot oder Schiff oft weniger Widerstand fand als ein kürzeres.

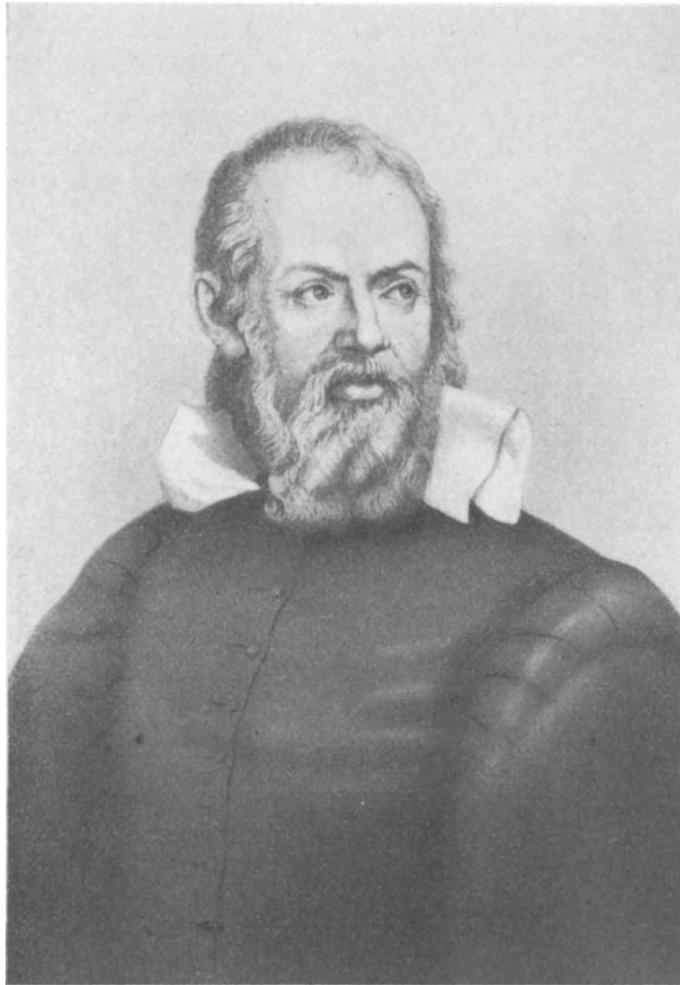
Eine eingehende Würdigung dieser empirischen Formeln, insbesondere der älteren, findet man bei M. Rühlmann, Hydromechanik, Hannover 1880, bei H. Lorenz, Technische Hydromechanik, München und Berlin 1910, ferner bei Rothe, Widerstand und Antrieb von Schiffen, Berlin 1912, sowie bei Johow-Krieger-Förster „Hilfsbuch für den Schiffbau“ sowohl in den älteren

als in den neueren Auflagen. Aber trotz aller Verschiedenartigkeit und Vielheit der empirischen Formeln gelang es auch auf diesem versuchsmäßigen Wege nicht, die Aufgabe zu lösen, einen allgemein gültigen Rechnungsansatz zwecks Ermittlung der Widerstände neuer Schiffstypen ohne neue Versuche aufzustellen. Die von dem einzelnen Forscher angegebene empirische Formel paßte jedesmal gut für das betreffende Schiff, durch dessen Untersuchung die Formel entstanden war; sobald sich aber Form, Größe oder Geschwindigkeit desselben änderte, versagten sowohl der theoretische Formelaufbau als auch die empirischen Koeffizienten, so daß ganz offensichtlich der Weg der empirischen Formeln nicht zum Ziele führte. Es konnte kein Zweifel bestehen: Die den Widerstand bedingenden physikalischen Hauptvorgänge bei der Fahrt des Schiffes waren ihrem ganzen Wesen nach nicht richtig erkannt oder gewürdigt. Auf eine Erfüllung von Ähnlichkeitsbedingungen war nirgends Rücksicht genommen.

3. Die Lösung des Schiffswiderstandsproblems nach dem Reech-Froudeschen Modellversuchsverfahren und spätere Vervollkommnungen. Nachdem bereits Aristoteles in seiner Schrift „Mechanica problemata“ Untersuchungen über das statische Verhalten von Stäben gegen Biegung angestellt hatte, befaßte sich dann Galilei sehr eingehend 1638 in seinen „Discorsi“ (Unterredungen) mit Ähnlichkeitsbetrachtungen über den Festigkeitswiderstand von Konstruktionsgliedern und von statisch arbeitenden Maschinen. In Galilei haben wir den Wegbereiter für alle späteren Forscher im Gebiete der Ähnlichkeitsmechanik zu sehen; er ist der Schöpfer der statischen Ähnlichkeit bei Festigkeitsproblemen, zugleich aber finden wir bei Galilei bereits auch die ersten Ansätze für dynamisch ähnliche Vorgänge. Wegen dieser schöpferischen Leistungen um die Entwicklung der Ähnlichkeitsmechanik ist hier das Bild Galileo Galileis als des Pioniers dieser Wissenschaft beigefügt worden. Es ist die Wiedergabe nach einem Stahlstich in Rühlmanns Werk „Vorträge über Geschichte der Technischen Mechanik, Leipzig 1885“.

Isaac Newton hat dann im Jahre 1687 in seinem großen Werk „Philosophiae naturalis principia mathematica“ in aller Schärfe die Grundvorstellungen und das allgemeine Grundgesetz der dynamischen Ähnlichkeit zweier Vorgänge dargelegt sowie die Bedingungen dafür entwickelt, daß zwei Strömungsvorgänge vollkommen ähnlich ablaufen. Er hat aber noch nicht davon gesprochen, daß diese formalen analytischen Ähnlichkeitsbeziehungen die Möglichkeit gewähren, durch Anstellung von Modellversuchen — also in der Regel von Versuchen im kleinen — zur zahlenmäßigen Lösung eines verwickelten dynamischen Problems zu gelangen. Aufbauend auf den Grundlagen von Newtons Ähnlichkeitsmechanik hat sich dann fast zwei Jahrhunderte später der englische Privatgelehrte William Froude das außerordentliche Verdienst erworben, ein gänzlich neuartiges, sowohl vom rein analytischen Wege als auch vom empirischen Koeffizientenvorgehen abweichendes, für die Praxis bestimmtes „Modellversuchsverfahren“ erdacht und in den Jahren von 1869 bis 1879 zwecks Ermittlung des Widerstandes naturgroßer Schiffe durch zahlreiche eigens hierzu angestellte Versuche und Überlegungen zu wirklich praktischem Gebrauch ausgestaltet zu haben²⁾. Das Froudesche Modellverfahren ist alsdann von vielen Forschern der Schiffbauversuchsanstalten, insbesondere aber auch von L. Prandtl und seiner Göttinger Schule, unter Verwertung der neuen physikalischen Erkenntnisse allmählich bis in die jüngste Gegenwart zu immer größerer Vollkommenheit weiterentwickelt worden, worüber Teil VII dieses Aufsatzes nähere Auskunft gibt.

²⁾ Die Ergebnisse von W. Froudes Versuchen sind größtenteils in den Transactions of the Institution of Naval Architects, ferner auszugsweise in den englischen Zeitschriften „The Engineer“ und „Engineering“, insbesondere in den Jahrgängen 1877 bis 1879, niedergelegt. Eine Zusammenstellung seiner Arbeiten findet man ferner in dem Werk „Froude, The resistance of ships, Naval professional papers, Washington, Government printing office, 1888“ und Z. „Schiffbau“ II. Jahrg., 1900, S. 1.



Galileo Galilei

1564—1642

Begründer der Mechanik
und Wegbereiter der Ähnlichkeitsstatik und -dynamik

Nach Froudes Vorschlag mißt man zunächst den Gesamtwiderstand eines geometrisch ähnlich stark verkleinerten Modellschiffes im praktischen Schleppversuch unter Erfüllung des bekannten durch die Schwerebeschleunigung bedingten Modellgesetzes, nach welchem sich die Geschwindigkeiten von Schiff und Modell wie die Quadratwurzeln aus entsprechenden Längen verhalten müssen. Alsdann wird der aus einer von Froude aufgestellten empirischen Formel berechnete Reibungswiderstand des Modells von dessen Gesamtwiderstand abgezogen und der so verbleibende Differenz- oder Restwiderstand des Modells, das ist dessen Formwiderstand, unter Benutzung von Ähnlichkeitsbeziehungen auf das große Schiff umgerechnet, so daß nun dessen Formwiderstand bekannt wird; der Reibungswiderstand der Hauptausführung wird aus einer besonderen, ebenfalls von Froude aufgestellten empirischen Formel für Großschiffe berechnet, so daß der Gesamtwiderstand des Großschiffs bekannt wird.

Aber Froude ist nicht der erste gewesen, der sich mit Scharfblick in diese und verwandte Gedankengänge vertiefte. Die Erfüllung des Schwere-Modellgesetzes, welches zur Erreichung dynamischer Ähnlichkeit der von Schiff und Modell erzeugten Oberflächenwellen erfüllt werden muß, ist vielmehr auf Grund kürzlich angestellter eingehender Nachforschungen zuerst von dem Elsässer Friedrich Reech in seinem 1843 verfaßten und ein Jahr später veröffentlichten Werke „Rapport à l'appui du projet des machines du Brandon, Paris 1844, chez Betrand“ verlangt worden, nachdem er diese Forderung bereits seit 1831 in seinen Vorlesungen in Lorient erhoben hatte. Von Reech stammt überhaupt die erste Anregung, zur Ermittlung des Schiffswiderstandes Modellversuche auf der Grundlage von Newtons mechanischer Ähnlichkeit anzustellen und die Meßergebnisse dieser Modellversuche nach den Ähnlichkeitsbeziehungen auf das große Schiff umzurechnen. Wir werden Gelegenheit haben, noch weitere Einzelheiten hierüber in dem späteren Teil V kennenzulernen.

Da es bei dem gegenwärtigen Stande unserer theoretischen Erkenntnisse in mathematischer Hinsicht aussichtslos erscheint, die von L. Euler entwickelten hydrodynamischen Ansatzgleichungen für die um das fahrende Schiff sich einstellenden wirklichen Strömungsvorgänge unter voller Berücksichtigung der an der Oberfläche eintretenden Schwerewellen und aller Reibungserscheinungen zu einer zahlenmäßigen Lösung zu bringen, so ist in dem Reech-Froudeschen Vorgehen ein für die Praxis äußerst wertvolles Verfahren zur Ermittlung des Schiffswiderstandes gegeben, von dem heute alle größeren Kulturstaaten der Erde zugleich unter Verwertung der neueren physikalischen Erkenntnisse Gebrauch machen.

Das Vorgehen Reechs und Froudes gründet sich nicht auf eine allgemein gültige Formel und erspart nicht die Anstellung neuer Versuche. Es liegt vielmehr im Wesen des Reech-Froudeschen Modellverfahrens, daß für jede kleinste Änderung der Schiffsform und für jede Geschwindigkeit jeweils ein neuer Modellversuch durchzuführen ist und daß die Meßergebnisse dann auf die Großausführung in der oben angegebenen Weise umzurechnen sind.

Um die Leistungsfähigkeit des Modellverfahrens und seine Bedeutung für die Bestimmung des Schiffswiderstandes sowie die bei seiner praktischen Anwendung auftretenden Schwierigkeiten in vollem Ausmaß würdigen zu können, ist es zunächst notwendig, vom Gesichtspunkt vollkommener Ähnlichkeit aus die Grundlagen der Modellwissenschaft, soweit sie zur geschichtlichen Klarstellung der einschlägigen Fragen erforderlich sind, in ihren Hauptzügen darzulegen. Dieser Aufgabe ist der Teil II der vorliegenden Abhandlung gewidmet.

4. Theoretische Lösungen. Es liegt an sich nahe, den in der Dynamik sonst üblichen Weg zu beschreiten und den Schiffswiderstand auf der Grundlage einer wissenschaftlich anerkannten und durch die Erfahrung be-

stätigten Theorie auf rein analytischem Wege zu ermitteln. Jedoch haben die dahingehenden Bestrebungen lange Zeit nicht zu einem befriedigenden Ergebnis geführt; das beruht darauf, daß die dynamischen Ansatzgleichungen für die Strömungsvorgänge in der Nähe bewegter fester Körper Differentialbeziehungen darstellen, deren mathematische Verfolgung sehr schwierig ist, ja so schwierig, daß sie in den meisten Fällen nicht ein für die Praxis brauchbares Zahlenergebnis liefert. Das gilt insbesondere dann, wenn neben der Schwerkraft die innere Reibung zäher Flüssigkeiten und die äußere Reibung an der benetzten Schiffswand von wesentlichem Einfluß auf den Strömungsvorgang und damit auf den Schiffswiderstand sind.

Der tiefere Grund für das Versagen der Analysis liegt offensichtlich darin, daß die verwickelte Oberfläche des Schiffes nicht in analytischer Form gegeben ist und daß unter der Vorwärtsbewegung dieser Schiffsoberfläche gleichzeitig unendlich viele Flüssigkeitsteilchen mit immer anderen Geschwindigkeiten sowie anderen Normaldrücken und Tangentialspannungen in gegenseitiger Wechselwirkung stehen und an der Bildung des Schiffswiderstandes beteiligt sind. Die große Vielheit der unbekanntlichen Geschwindigkeiten, Normaldrücke und Tangentialspannungen läßt sich nicht in eine einfache mathematische Formel zwingen. Nur bei ganz besonderer Wahl der Voraussetzungen und bei Beschränkung auf die Lösung eines Teilproblems des großen Widerstandskomplexes wird es gelingen, mit rein analytischen Hilfsmitteln brauchbare und exakte Schlußfolgerungen über den Einfluß der Form des Schiffes auf dessen Widerstand zu ziehen.

Wenn sich aber auch — nach dem gegenwärtigen Stande der Hydrodynamik — der Gesamtwiderstand des Schiffes bei gegebener Form, Größe und Geschwindigkeit auf rein theoretischem Wege nicht errechnen, die gestellte Aufgabe sich also in voller Allgemeinheit mit den Hilfsmitteln der Analysis heute noch nicht lösen läßt, so behalten dennoch die allgemeinen Sätze der Dynamik ihre volle Gültigkeit, auch für alle Fragen des Schiffswiderstandsproblems, so daß die allgemeine dynamische Grundgleichung Newtons, die hydrodynamischen Bewegungsgleichungen von Euler und Navier-Stokes, ferner der Impuls- und Impulsmomentensatz von Euler und die Bernoullische Energiegleichung ohne oder mit Verlustglied sowie die Gleichungen der Potentialtheorie und die Wirbelsätze auf viele Fragen Auskunft geben zur Klärung der sehr verwickelten Strömungserscheinungen und Wechselwirkungen zwischen dem fahrenden Schiff und der umströmenden Flüssigkeit sowie dem Propeller.

Seit einigen Jahrzehnten ist aber trotz der unüberwindlich scheinenden Schwierigkeiten von den Analytikern des Schiffbaus und der Hydrodynamik das Widerstandsproblem auf möglichst rein theoretischem Wege ernsthaft in Angriff genommen worden, und es sind auch schon recht beachtliche Ergebnisse auf diesem Wege rein theoretischer Lösung erzielt. Nachdem das Wesen und die Theorie der Wellenvorgänge, vielfach unter Verwertung des sehr wichtigen Begriffs der Gruppengeschwindigkeit — meist unter der Voraussetzung fehlender Reibung —, durch zahlreiche Forscher gefördert worden war, insbesondere durch Gerstner 1802, Cauchy 1815, Poisson 1816, Scott Russel 1844, Stokes 1847, Rayleigh 1876, 1881 und 1883, W. Froude 1877, R. E. Froude 1881 und andere, hat vor allem Lord Kelvin 1887 gezeigt, daß man durch einfache hydrodynamische Gebilde, sogenannte Druckpunkte, das sind örtliche Druckstörungen in der Flüssigkeit, eine erste Annäherung an die Wellenzüge, die ein fahrendes Schiff erzeugt, gewinnen kann. Diese Theorie der Druckpunkte wurde von verschiedenen Wissenschaftlern, vornehmlich Havelock von 1908 ab und von Hogner 1923, zu einem gewissen Abschluß gebracht und stellt heute einen wertvollen Unterbau für die hydrodynamische Theorie der Wellenvorgänge bei Gleitschiffen dar. Von ganz anderen Gesichtspunkten aus hat vor einigen Jahren Herbert Wagner die

Theorie der Gleitvorgänge⁵⁾ behandelt und auf dem von ihm vorgezeichneten Wege für Wasserfahrzeuge Ergebnisse gefunden, die der Wirklichkeit besser angepaßt sind als die aus der Theorie der Druckpunkte abgeleiteten.

Die Theorie des eigentlichen Wellenwiderstandes von Schiffen ist einen etwas andern Weg gegangen. Schon im Jahre 1898 hat der Engländer Michell, ein hervorragender Vertreter der angewandten Mathematik, eine Theorie des Wellenwiderstandes, welchen ideale Schiffsförmigkeiten erfahren, unter zunächst sehr eng erscheinenden Voraussetzungen gegeben, von der später nachgewiesen wurde, daß sie identisch mit dem Ergebnis ist, welches man aus Quellen- und Senkenverteilungen gewinnen kann. Diese Theorie, die für Verdrängungsschiffe kleinen Schärfegrades, also für solche mit einem im Verhältnis zur Breite großen Tiefgang gilt, war längere Zeit in Vergessenheit geraten, bis sie zu Beginn der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts von Havelock und Wigley aufgegriffen wurde. Beide zeigten, daß der Wellenwiderstand vereinfachter mathematischer Körper, der nach Michells Theorie berechnet war, qualitativ und in großen Gebieten von Geschwindigkeitsbereichen auch quantitativ sich gut mit Meßergebnissen deckte.

Weinblum hat dann 1930⁶⁾ mathematisch exakt ausgedrückte Systeme von Schiffslinien entwickelt und gezeigt, daß die Theorie von Michell trotz der in ihr enthaltenen Vereinfachungen sehr weitreichende Folgerungen gestattet. Es gelang ihm unter anderem, analytische Schiffsförmigkeiten geringsten Wellenwiderstandes anzugeben, die mit Ergebnissen von Modellversuchen gut übereinstimmen. Weitere wichtige Arbeiten auf diesem Gebiet wurden von der russischen Schule insbesondere von Stretensky geleistet und erstreckten sich auf die Klärung des Flachwassereinflusses und des Einflusses der Seitenbegrenzungen der Schlepprinnen. Auf Grund dieser Arbeiten konnte Weinblum 1937⁷⁾ in Würdigung einer von O. Schlichting aufgestellten Hypothese Angaben über zweckmäßige Schlepprinnenabmessungen für die Praxis machen.

Wegen der Verwickeltheit des Problems ist jedoch die Theorie des Wellenwiderstandes nicht berufen, das Versuchswesen im Schiffbau überflüssig zu machen, und sie wird in Zukunft wohl auch stets nur von einigen wenigen hervorragenden Analytikern mit Sicherheit gehandhabt werden können. Sie hat aber wesentlich dazu beigetragen, neue Problemstellungen zu finden und mittels ihrer analytischen Ergebnisse die Grundlagen des Versuchswesens zu stützen. Die Theorie des Wellenwiderstandes stimmt darin mit dem Froudeschen Verfahren überein, daß sie den Wellenwiderstand getrennt von dem Reibungswiderstand zu erfassen sucht in der Erwartung, daß die bei wirklichen Flüssigkeiten auftretenden Reibungserscheinungen die Wellenvorgänge in der theoretisch als ideal angenommenen Flüssigkeit nicht wesentlich beeinflussen werden. Das Froudesche Verfahren gewinnt den Formwiderstand erst mittelbar als Differenz- oder Restwiderstand, die Theorie des Wellenwiderstandes errechnet den Formwiderstand aber unmittelbar.

Zweifellos sind dies alles erst Anfänge in der theoretischen Erforschung des Schiffswiderstandes, aber bereits sehr verheißungsvolle; und Forscher, die mit scharfen physikalischen und mathematischen Waffen umzugehen verstehen, glauben, daß die Wissenschaft eines Tages doch noch das Gesamtproblem der Vorausbestimmung der Widerstände von Schiffen neuer Form durch allgemein gültige, theoretisch wohl begründete, wenn auch verwickelte Gesetzmäßigkeiten meistern wird. Auf experimentellem und auf theoretischem

⁵⁾ Herbert Wagner, Über das Gleiten von Wasserfahrzeugen, Jahrb. d. Schiffbau. Ges. 1933, S. 205. — Derselbe, Über Stoß- und Gleitvorgänge an der Oberfläche von Flüssigkeiten, Z. f. angew. Math. u. Mech., August 1932, S. 214.

⁶⁾ G. Weinblum, Über Berechnung des Wellenwiderstandes usw., Z. f. angew. Math. u. Mech. 1930, S. 453. Dort sind auch weitere Schriftumsangaben über Havelock, Hogner, Wigley u. a. zu finden, desgleichen bei G. Weinblum, Anwendungen in der Michellschen Widerstandstheorie, Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1930, S. 398.

⁷⁾ G. Weinblum, Wellenwiderstand auf beschränktem Wasser, Jahrb. d. Schiffbau. Ges. 1938, S. 266.

Wege nähert sich die Schiffbauwissenschaft dank der unermüdlichen Arbeit vieler Forscher immer mehr diesem hohen Ideal.

Eine Übersicht über die wichtigsten Arbeiten zur Theorie der Wellen und des Wellenwiderstandes findet man bei Love 1901 und bei Forchheimer 1905 in Band IV Art. 16 und 20 der Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften und in Lambs Lehrbuch der Hydrodynamik 1931, sowie in den einschlägigen Abhandlungen der Jahrbücher der Schiffbautechnischen Gesellschaft.

II. Gegenwärtiger Stand der Erkenntnis vom Schiffswiderstand unter dem Gesichtspunkt vollkommener dynamischer Ähnlichkeit von Haupt- und Modellvorgang

5. Vollkommene Ähnlichkeit. Die Entwicklung des Modellversuchswesens zeigt, daß die nachzubildenden Vorgänge nicht immer an Modellvorgängen, die denen der Hauptausführung vollkommen ähnlich sind, untersucht wurden; man hat sich oft auf affine Ähnlichkeit zwischen Haupt- und Modellausführung beschränkt, worüber die Nummer 6 Auskunft gibt. In dem vorliegenden Abschnitt 5 wird jedoch „vollkommene Ähnlichkeit“ zweier dynamischer Vorgänge vorausgesetzt.

Die Grundlagen dieses Wissenszweiges sind in den zwei letzten Jahrzehnten wiederholt dargestellt worden, so daß sie hier als bekannt hätten vorausgesetzt werden können. Da jedoch die vorliegende kritische Behandlung in den späteren Abschnitten immer wieder auf die in aller Strenge geltenden Beziehungen der Ähnlichkeitsmechanik zurückgreifen muß und es erforderlich macht, daß die Vorstellungen und Gesetze der Modellwissenschaft einschließlich ihrer dimensionslosen Darstellung sofort voll zur Verfügung stehen, habe ich mich entschlossen, in diesem Teil II die Grundzüge der mechanischen Ähnlichkeit in Kürze den späteren kritischen Betrachtungen vorzuschicken.

Der Strömungsvorgang um die Hauptausführung (H) des fahrenden Schiffes und der entsprechende Vorgang am geometrisch ähnlich verkleinerten Modell (M), welche beide unter der Wirkung der Trägheitswiderstände, der Schwerkkräfte und der Reibungswiderstände des Wassers zustande kommen, heißen dann „vollkommen ähnlich“, wenn entsprechend den drei Grundmaßeinheiten für Längen, Zeiten und Kräfte — m , s , kg — folgende drei Bedingungen zugleich erfüllt sind:

1. wenn geometrische Ähnlichkeit besteht derart, daß für alle entsprechenden linearen Größen von H und M gilt:

$$L = l \cdot \lambda; \quad (1)$$

2. wenn zeitliche Ähnlichkeit besteht derart, daß für alle entsprechenden Zeiten von H und M gilt:

$$T = t \cdot \tau; \quad (2)$$

3. wenn Kräfte-Ähnlichkeit besteht derart, daß für alle entsprechenden Kräfte von H und M gilt:

$$K = k \cdot \varkappa. \quad (3)$$

λ , τ , \varkappa sind die drei Grundübertragungsverhältnisse oder kurz die Grundverhältnisse oder Grundmaßstäbe, und zwar für die beiden dynamisch ähnlichen Vergleichsvorgänge drei feste Zahlenwerte.

Bei diesem Ähnlichkeitsvergleich beziehen sich die großen Buchstaben auf den Hauptvorgang, die kleinen auf den Modellvorgang. Werden, wie es üblich ist, für gewisse Größen griechische Buchstaben gewählt, so sollen sie für H mit einer Klammer, für M aber ohne Klammer benutzt werden; so z. B. wird die Dichte des Wassers bei H mit (ϱ) , bei M mit ϱ bezeichnet. Unter dem Modell ist nicht nur das geometrisch verkleinerte Schiff zu verstehen, sondern auch die gesamte Flüssigkeitsströmung um dasselbe; ebenso bezieht

sich der Hauptvorgang auf das Schiff und zugleich auf die es umgebende Strömung⁸⁾.

Da alle entsprechenden Längen von M und H im Verhältnis von $1 : \lambda$ stehen, so entspricht der Grundeinheit 1 Meter beim M die Länge λ Meter bei H . Ebenso entspricht der Grundeinheit 1 Sekunde beim M die Zeit τ Sekunden bei H . Und daher entspricht einer Geschwindigkeit v von 3 m/s am M eine in m/s gemessene Geschwindigkeit $V = 3 \lambda / \tau$ bei dem ähnlich verlaufenden Vorgang der H . Für das Übertragungsverhältnis entsprechender Geschwindigkeiten von H und M ergibt sich daher: $V/v = \lambda/\tau$; auf Grund gleicher Überlegungen wird das Übertragungsverhältnis für entsprechende Beschleunigungen $B/b = \lambda/\tau^2$.

Es gilt somit folgende allgemeine Übertragungsregel: Bei vollkommener Ähnlichkeit zweier dynamischer Vergleichsvorgänge ist das Übertragungsverhältnis für zwei entsprechende, abgeleitete Größen von H und M in der gleichen Weise aus den Grundübertragungsverhältnissen λ , τ , \varkappa zu bilden, wie die abgeleitete Maßeinheit der betreffenden Größen aus den Grundeinheiten m, s, kg. Nach zahlenmäßiger Festlegung von λ , τ , \varkappa kann somit aus dem Modellmeßergebnis für eine beliebige abgeleitete Größe die entsprechende Größe der vollkommen ähnlichen Hauptausführung nach Zahl und Maß angegeben werden; z. B. ist für zwei entsprechende Leistungen E für H und e für M :

$$\frac{E}{e} = \lambda \tau^{-1} \varkappa, \quad (4)$$

da Leistungen in $\text{m s}^{-1} \text{kg}$ gemessen werden. In Übereinstimmung hiermit müssen zwei entsprechende dimensionsfreie Zahlenwerte von H und M auf das Übertragungsverhältnis 1 führen, daß heißt für H und M gleich groß sein.

6. Erweiterte oder affine Ähnlichkeit. Unvollkommene oder angenäherte Ähnlichkeit. Außer der soeben erklärten vollkommenen Ähnlichkeit gibt es auch eine „erweiterte oder affine Ähnlichkeit“⁹⁾, wie sie bei den Modellversuchen mit Wasserturbinen und Schiffsschrauben oder bei den Modellrinnen der Wasserbauingenieure, z. B. bei der Nachahmung von Ebbe und Flut, gegenüber dem großen Hauptvorgang oder gelegentlich auch bei anderen geeigneten Problemen vorliegt. Die dynamischen Ansatzgleichungen zeigen, daß es nicht immer erforderlich ist, das Modell vollkommen geometrisch ähnlich, z. B. mit nur einem linearen Übertragungsmaßstab λ , nachzubilden. Es ist vielmehr oft sehr vorteilhaft, das Modell und die dabei sich abspielenden Vorgänge affinähnlich zum Hauptvorgang zu gestalten; das heißt, man kann unter geeigneten Umständen für das Modell gleichzeitig verschiedene Übertragungsmaßstäbe benutzen, z. B. für die Höhen λ_H und für die linearen Abmessungen in der Waagerechten λ_L . Die Anwendung erweiterter Ähnlichkeit an Stelle vollkommener bietet bei der Durchführung der Modellversuche des betreffenden Problems den Vorteil, daß der einzelne Modellversuch nicht nur auf vollkommen ähnliche Hauptausführungen, sondern darüber hinausgehend auch auf affin ähnliche Ausführungen, also auf eine sehr viel weiterreichende Verwandtschaftsgruppe innerhalb des Stammproblems übertragen werden kann, und zwar oft ohne wesentliche Beeinträchtigung der Genauigkeit.

Wenn auch bei den Schiffswiderstandsversuchen affine Ähnlichkeit nicht — oder wenigstens bisher nicht — in Betracht kommt, so war es doch erwünscht, den allgemeinen Fall, eben den der erweiterten oder affinen Ähn-

⁸⁾ Nähere Einzelheiten über die Grundlagen der Modellwissenschaft und das allgemeine Ähnlichkeitsprinzip enthalten die Abhandlungen des Verfassers in den Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1919, S. 355, und 1930, S. 274; ferner M. Weber, Das Ähnlichkeitsprinzip der Physik und seine Bedeutung für das Modellversuchswesen, Z. Forsch. Ing.-Wes. 1940, S. 49, sowie W. Herrmann, Anwendung des Ähnlichkeitsprinzips auf zeitlich veränderliche Vorgänge, Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1930, S. 355.

⁹⁾ Ausführliche Darstellung der erweiterten physikalischen Ähnlichkeit bei H. Weber, Über Modellgesetze und Ähnlichkeitsbedingungen bei statischen Elastizitätsproblemen, Diss. T. H. Berlin, 1940.

lichkeit, hier kurz zu erläutern, da bei der überhaupt erstmaligen technischen Nutzbarmachung von Modellversuchen durch Combes zur Lösung eines analytisch zu schwierigen Problems gerade die affine Ähnlichkeit verwandt wurde; über diese Modellversuche von Combes mit Wasserturbinen im Jahre 1840 wird in Nr. 22 Näheres mitgeteilt.

Im Gegensatz zu der vollkommenen und auch der affinen Ähnlichkeit steht die „unvollkommene oder angenäherte Ähnlichkeit“: Bei ihr handelt es sich um den Vergleich zweier Vorgänge, bei denen die zur vollkommenen ähnlichen Nachbildung der Erscheinungen zu beachtenden Modellgesetze nicht alle erfüllt worden sind, oft aus dem Grunde, weil die vollkommene Ähnlichkeit bei der Durchführung in der Praxis auf zu große Schwierigkeiten oder auf Unmöglichkeit führte. In diesem Bereiche der unvollkommenen Ähnlichkeit liegen die Vorgänge bei den Schiffsmodellversuchen, insofern wohl das Schwere-Modellgesetz, aber nicht das durch die innere Flüssigkeitsreibung bedingte Reynoldssche Modellgesetz zugleich erfüllt werden kann.

7. Bertrands allgemeine Maßstabbeziehung als Folge der Trägheit beschleunigter Massen. Bei allen dynamischen Vorgängen wird Masse beschleunigt gemäß Newtons Grundgesetz der Dynamik: resultierende Kraft gleich Masse mal Beschleunigung, also $k = m b$ oder $k - m b = 0$. Hierin wird $m b$ als Beschleunigungskraft und $-m b$ als Trägheitswiderstand bezeichnet. Der Vergleich entsprechender Beschleunigungs- oder Trägheitskräfte des Hauptvorgangs und des vollkommen ähnlichen Modellvorgangs liefert unter Beachtung der Übertragungsregel für entsprechende Beschleunigungen die folgende Beziehung zwischen dem Masseverhältnis $\mu = M/m$ für je ein Masseteilchen von H und M und den drei Grundverhältnissen λ , τ , \varkappa :

$$\begin{aligned}\varkappa &= \frac{M B}{m b} = \frac{\mu m}{m} \frac{\lambda}{\tau^2} \\ \varkappa &= \mu \frac{\lambda}{\tau^2},\end{aligned}\tag{5}$$

eine Gleichung, welche als „Bertrands allgemeine Maßstabbeziehung zwischen den vier Ähnlichkeitsmaßstäben λ , τ , \varkappa , μ “ der Dynamik bezeichnet wird¹⁰⁾.

Hiernach gilt der Satz: Verlaufen zwei dynamische Vorgänge von H und M vollkommen ähnlich, so besteht notwendigerweise zwischen den vier Ähnlichkeitsmaßstäben λ , τ , \varkappa , μ die Bertrandsche allgemeine Maßstabbeziehung $\varkappa = \mu \lambda / \tau^2$.

Bezüglich des Masseverhältnisses $\mu = M/m$ ist folgendes zu beachten: Die Verwirklichung der Nachahmung eines dynamischen Hauptvorgangs durch einen vollkommen ähnlichen Modellvorgang ist in jedem Einzelfall an die Unveränderlichkeit der drei Grundmaßstäbe λ , τ , \varkappa gebunden. Aus der Bertrandschen Maßstabbeziehung folgt sofort auch die Unveränderlichkeit des Massemaßstabs μ für den betreffenden Fall; und weiter geht aus der Gleichung

$$\mu = \frac{M}{m} = \frac{(\varrho)}{\varrho} \lambda^3\tag{6}$$

hervor, daß außer dem festen Verhältnis μ der Massen auch ein unveränderliches Dichteverhältnis $\delta = (\varrho)/\varrho$ für die beschleunigten Masseteilchen von H und M besteht. Die allgemeine Maßstabbeziehung der Gl. (5) kann mit Heranziehung von (6) auch geschrieben werden:

$$\varkappa = \frac{(\varrho)}{\varrho} \lambda^4 \tau^{-2}.\tag{5a}$$

8. Anfangsbedingungen. Einheitlichkeit des Kräftemaßstabs. Offenbar müssen bei den im Vergleich stehenden Bewegungsvorgängen von

¹⁰⁾ J. Bertrand, Note sur la similitude en mécanique, Journal de l'école polytechnique, Paris 1848, Heft 32, Bd. XIX.

H und M , wenn beide im natürlichen dynamischen Geschehen von selbst vollkommen ähnlich ablaufen sollen, bei stationärem Vorgang schon von Anfang der Bewegung an die Koordinaten entsprechender Teilchen von H und M mit dem richtigen Längenmaßstab λ geometrisch ähnlich zueinander sein, und ebenso müssen sich bereits anfangs die entsprechenden Masseilchen von H und M mit dem geforderten festen Dichteverhältnis $\delta = (\varrho)/\varrho$ in gleichen Richtungen und in dem richtigen, durch τ gegebenen Zeitenverhältnis vollkommen ähnlich bewegen. Sind diese Anfangsbedingungen in Übereinstimmung mit den sich alsdann wirklich einstellenden festen Maßstäben λ , τ , \varkappa — oder auch λ , τ , δ — schon bei Beginn des Haupt- und des Modellvorgangs in jeder Hinsicht erfüllt, so werden die Massengruppen der beiden Strömungen fortfahren, sich in proportionalen, also ähnlichen Zeiten mit ähnlichen Koordinaten, also auch in ähnlichen Bahnen, sowie mit ähnlichen Geschwindigkeiten und ähnlichen Beschleunigungen — also kurz kinematisch vollkommen ähnlich — zu bewegen, sofern die beiden Vorgänge tatsächlich unter der Wirkung nur solcher Kräfte stehen, die auf den geforderten einheitlichen festen Kräftemaßstab \varkappa abgestimmt sind; es besteht alsdann somit in jedem Zeitpunkt vollkommene Ähnlichkeit der beiden Strömungen. Durch welche Maßnahmen oder durch welche Modellgesetze die eben angeführte Bedingung über die wirksamen Kräfte bei der Zurichtung der Modellversuche erfüllt wird, soll später dargelegt werden.

9. Newtons allgemeines Ähnlichkeitsgesetz der Dynamik als Folge der Trägheit der beschleunigten Massen. Der Vergleich entsprechender Trägheitskräfte für H und M führt mittels rein logischer Schlüsse auf die folgenden Gleichungen (7) bis (13); in ihnen bedeuten L , l oder D , d zwei beliebige einander entsprechende Längen oder Durchmesser und F , f zwei beliebige entsprechende Flächen von H und M :

$$\varkappa = MB : mb = \frac{M}{m} \frac{\lambda}{\tau^2} = \frac{M}{m} \frac{L}{l} \frac{t^2}{T^2} \quad (7)$$

$$\varkappa = M \frac{L}{T^2} : m \frac{l}{t^2} = M \frac{V}{T} : m \frac{v}{t} = M \frac{dV}{dT} : m \frac{dv}{dt} \quad (8)$$

$$\varkappa = M \frac{L^2}{T^2 L} : m \frac{l^2}{t^2 l} = M \frac{V^2}{L} : m \frac{v^2}{l} = M \frac{V^2}{D} : m \frac{v^2}{d} \quad (9)$$

$$\varkappa = (\varrho) \text{Vol} \frac{V^2}{L} : \varrho \text{vol} \frac{v^2}{l} = (\varrho) L^2 V^2 : \varrho l^2 v^2 = (\varrho) D^2 V^2 : \varrho d^2 v^2 \quad (10)$$

$$\varkappa = (\varrho) L^4 T^{-2} : \varrho l^4 t^{-2} \quad (11)$$

$$\varkappa = \frac{(\varrho) L^2 V^2}{\varrho l^2 v^2} = \frac{(\varrho) D^2 V^2}{\varrho d^2 v^2} = \frac{(\varrho) F V^2}{\varrho f v^2} = \frac{(\varrho) \lambda^4}{\varrho \tau^2} \quad (12)$$

Da \varkappa bei vollkommener Ähnlichkeit für die beiden dynamischen Vergleichsvorgänge von H und M eine feste, für alle einander entsprechenden Kräfte gleiche Zahl ist, so ergibt sich aus Gl. (12) die folgende, als Newtons allgemeines Ähnlichkeitsgesetz bezeichnete Doppelgleichung:

$$\begin{aligned} \text{für den Hauptvorgang: } K &= \varphi \cdot (\varrho) L^2 V^2, \quad | \\ \text{für den Modellvorgang: } k &= \varphi \cdot \varrho l^2 v^2, \quad | \end{aligned} \quad (13)$$

gültig für alle einander entsprechenden Kräfte K , k eines beliebigen dynamischen Ähnlichkeitsproblems und somit auch für die beiden Schiffswiderstände W , w von H und M . Hierin ist φ für H und M ein und derselbe dimensionsfreie Zahlenwert, beim vorliegenden Problem Widerstandsbeiwert genannt; der aus dem betreffenden Modellversuch mittels der Gleichung $\varphi = w/\varrho l^2 v^2$ nach Ausmessung oder Festlegung von w , ϱ , l , v — am Modell — zu

errechnen und in die Gleichung für den Widerstand des Großschiffes $W = \varphi \cdot (\varrho) L^2 V^2$ einzusetzen ist¹¹⁾.

Die Doppelgleichung (13) für K und k , enthaltend Newtons allgemeines Ähnlichkeitsgesetz, kann so ausgesprochen werden: Wenn zwei beliebige dynamische Vorgänge vollkommen ähnlich verlaufen, so sind auf Grund der Massenbeschleunigungen entsprechende Trägheitskräfte und wegen des festen Kräfteverhältnisses \varkappa auch alle anderen einander entsprechenden Kräfte, z. B. die Schiffswiderstände W, w von H und M , verhältnisgleich den Dichten der beschleunigten Stoffe, ferner verhältnisgleich den Quadraten entsprechender Längen sowie den Quadraten entsprechender Geschwindigkeiten. Bei vollkommener dynamischer Ähnlichkeit gilt also für alle entsprechenden Kräfte von H und M ein rein quadratisches Vergleichsgesetz für die Geschwindigkeiten im Sinne der Doppelgleichung (13). Da jedoch der Widerstandsbeiwert φ im allgemeinen von der Geschwindigkeit abhängt, so befolgt weder $W = \varphi(v) \cdot (\varrho) L^2 V^2$ für H allein noch $w = \varphi(v) \cdot \varrho l^2 v^2$ für M allein ein rein quadratisches Geschwindigkeitsgesetz, sondern es gilt wegen Wegfalls von $\varphi(v)$ eben nur die in V und v rein quadratische Verhältnisgleichung

$$K : k = W : w = (\varrho) V^2 L^2 : \varrho v^2 l^2. \quad (13a)$$

Führt man in die der Gl. (12) entsprechende allgemeine Maßstabbeziehung

$$\varkappa = \frac{(\varrho)}{\varrho} \frac{\lambda^4}{\tau^2} \quad (14)$$

das Dichteverhältnis $\delta = (\varrho)/\varrho$ der beiden beschleunigten Massen von H und M ein, so erhält man

$$\varkappa = \delta \frac{\lambda^4}{\tau^2} = \delta \lambda^2 \frac{\lambda^2}{\tau^2}. \quad (14a)$$

Die durch die Gl. (14) und (14a) gegebene Abhängigkeit zwischen den Übertragungsverhältnissen werde als die Newtonsche allgemeine Maßstabbeziehung zwischen den vier Ähnlichkeitsmaßstäben λ, τ, \varkappa und $\delta = (\varrho)/\varrho$ bezeichnet. Aus ihr gewinnen wir bei einer um einen festen Körper sich ausbildenden Flüssigkeitsströmung den wichtigen Satz: Sofern außer Newtons allgemeinem Ähnlichkeitsgesetz keine zusätzlichen Nebenbedingungen — also keine besonderen Modellgesetze für die Geschwindigkeiten — zu beachten sind, würde es freistehen, den Widerstandsbeiwert φ in der Gleichung $W = \varphi \cdot (\varrho) L^2 V^2$ für die resultierende Widerstandskraft des großen Schiffes, für welches $(\varrho), L, V$ gegeben sind, durch einen Modellversuch mit beliebig gewählten Ähnlichkeitsmaßstäben $(\varrho)/\varrho, \lambda$ und τ oder λ/τ , das heißt also mit ganz beliebig gewähltem ϱ, l und v des Modells zu ermitteln; jedoch ist hierbei je nach Wahl von $(\varrho)/\varrho, \lambda$ und τ oder auch λ/τ oder, was auf dasselbe hinauskommt, von ϱ, l und v das Kräfteübertragungsverhältnis \varkappa entsprechend der Gl. (14) immer ein anderes. Diese vollständige Freiheit im Verfügen über ϱ, l und Modellgeschwindigkeit v besteht aber nur in den seltenen Fällen, in denen z. B. wegen völligen und tiefen Untertauchens Schwerewellen an der Oberfläche nicht in Betracht kommen und in denen ausnahmsweise auch die innere Flüssigkeitreibung nicht zu beachten ist; sie besteht aber nicht, wenn noch eine oder gar mehrere Sonderbedingungen in der Form von zusätzlichen Modellgesetzen zu beachten sind, und das ist praktisch immer der Fall, insbesondere bei dem Strömungsvorgang um das Schiff. Diese beim Modellversuch zu beachtenden Sondergesetze werden in späteren Abschnitten behandelt.

Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, daß Newton bei den Ähnlichkeitsbetrachtungen nicht, wie wir heute, an Versuche im kleinen — also an

¹¹⁾ Die Ähnlichkeitsmechanik bevorzugt die Schreibweise der Gl. (13) gegenüber der in der Praxis üblichen $W = \zeta \cdot \frac{(\varrho)}{2} O V^2$ und $w = \zeta \cdot \frac{\varrho}{2} o v^2$, wo O, o die benetzten Oberflächen sind.

Modellversuche — dachte. Newton hat vielmehr seine Ähnlichkeitsmechanik auf dem rein formalen Vergleich zweier einander entsprechender dynamischer Vorgänge begründet, ohne dabei an den für uns heute entscheidenden Vorteil zu denken, daß der Modellversuch ein sehr erfolgreiches Verfahren liefert, das zur Lösung gerade verwickelter, der Analyse sehr schwer zugänglicher Probleme führt. Der Einfachheit wegen ist aber trotzdem in der hier gegebenen Darlegung der Newtonschen Ähnlichkeitsmechanik immer die Bezeichnung Modell für die kleinere Ausführung gewählt worden.

10. Kinematische Ähnlichkeit zweier Bewegungsvorgänge. In den noch zu erörternden Newtonschen Betrachtungen über Ähnlichkeit spielt das Verhältnis einander entsprechender Beschleunigungen von H und M eine wichtige Rolle: Für die Beschleunigungen zweier vollkommen ähnlicher Bewegungen von H und M gilt nach der allgemeinen Übertragungsregel, wenn L und l oder D und d zwei beliebige entsprechende Längen oder Durchmesser sind,

$$\frac{B}{b} = \frac{\lambda}{\tau^2} = \frac{\lambda^2}{\tau^2 \lambda} = \frac{V^2}{v^2} \frac{l}{L}$$

$$B : b = V^2/L : v^2/l = V^2/D : v^2/d. \quad (15)$$

Dies Ergebnis steht in Übereinstimmung mit Gl. (12), nach der sich zwei beliebige, einander entsprechende Kräfte von H und M verhalten wie $K : k = (\varrho) L^2 V^2 : \varrho l^2 v^2$; denn dividiert man diese letzte Verhältnisgleichung durch die Beziehung $M : m = (\varrho) L^3 : \varrho l^3$, so entsteht Gl. (15). In Gl. (15) handelt es sich um eine rein kinematische, also räumlich-zeitliche Beziehung, nämlich um das Verhältnis von Beschleunigungen, ohne daß Kräfte, Massen oder Dichten dabei in den Vergleich eingehen. Man kann den Inhalt von Gl. (15) auch so ausdrücken: Bei vollkommen ähnlichen Bewegungen von H und M verhalten sich einander entsprechende Beschleunigungen stets wie die Quadrate entsprechender Geschwindigkeiten, und umgekehrt wie entsprechende Längen. Hieraus ergibt sich folgender Hauptsatz über die allgemeine kinematische Ähnlichkeit zweier Bewegungen: Wenn die Mittelpunkte zweier Masseteilchen in H und M sich auf geometrisch ähnlichen Bahnen vollkommen ähnlich bewegen sollen, so kann das Zeitenverhältnis τ , also auch das Geschwindigkeitsverhältnis λ/τ , unabhängig vom Längenverhältnis λ der geometrisch ähnlichen Bahnen gewählt werden, sofern an die beiden räumlich-zeitlichen Naturvorgänge keine zusätzlichen Sonderbedingungen, wie sie im vorhergehenden Abschnitt erörtert wurden, gestellt werden. Oder mit anderen Worten: Für das Modell sind in diesem Falle λ und τ oder l und v unabhängig voneinander, also völlig frei wählbar.

11. Die dimensionsfreie Newtonsche Kenngröße. Aus dem Vergleich einander entsprechender Beschleunigungs- oder Trägheitskräfte in H und M ist bewiesen worden: Wenn zwei dynamische Vorgänge vollkommen ähnlich verlaufen, so kann jedes Paar entsprechender Kräfte von H und M auf Grund des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes in Form der Newtonschen Doppelgleichung

$$K = \varphi \cdot (\varrho) L^2 V^2$$

$$k = \varphi \cdot \varrho l^2 v^2$$

geschrieben werden, worin φ ein reiner Zahlenbeiwert für die beiden einander entsprechenden Kräfte K, k ist. Daraus folgt, daß

$$\varphi = \frac{K}{(\varrho) L^2 V^2} = \frac{k}{\varrho l^2 v^2} \quad (16)$$

eine dimensionsfreie Kenngröße des dynamischen Problems darstellt, welche bei vollkommener Ähnlichkeit der beiden Vorgänge für H und M dieselbe reine Zahl, eine Kräftekenzahl, der beiden dynamischen Vergleichsvorgänge ergibt. Dagegen hat φ für zwei nicht ähnliche Vorgänge desselben Problems

nicht denselben Zahlenwert. Da die Gleichheit von φ für H und M offenkundig dasselbe besagt wie das allgemeine Newtonsche Ähnlichkeitsgesetz der Doppelgleichung (13), so wird das gemäß Gl. (16) aus Kraft, Dichte, Länge und Geschwindigkeit aufgebaute dimensionsfreie Potenzprodukt φ der beiden Vergleichsvorgänge auch als Newtonsche Kenngröße \mathfrak{N} des betreffenden dynamischen Problems bezeichnet; danach ist, wenn W, w die beiden einander entsprechenden Schiffswiderstände von H und M sind, die dimensionsfreie Newtonsche Kenngröße des Schiffswiderstandes

$$\mathfrak{N} = \frac{W}{(\varrho) L^2 V^2} = \frac{w}{\varrho l^2 v^2}. \quad (17)$$

12. Die besonderen Modellgesetze als zusätzliche Bedingungen zur Erfüllung der erforderlichen Gleichheit des Kräfteverhältnisses. Die dynamischen Vergleichsvorgänge von H und M können nur dann vollkommen ähnlich im freien Naturgeschehen ablaufen, wenn die entsprechenden Paare K_1, k_1 und $K_2, k_2 \dots$ usw. der verschiedenen physikalischen Kräftearten, welche als Ursachen der resultierenden Beschleunigungskräfte MB, mb von wesentlichem Einfluß auf die Bewegung der beiden einander entsprechenden Flüssigkeitsteilchen M und m sind, das gleiche Kräfteverhältnis \varkappa besitzen wie die Beschleunigungs- oder Trägheitskräfte. Denn nur dann ist es möglich, daß die Kräfteparallelogramme oder zugehörigen Kräftepolygone für je zwei Vergleichsteilchen M und m von H und M geometrisch ähnlich werden, wie es die allgemeine Ähnlichkeitsforderung verlangt. Der Vergleich der Trägheitskräfte hat auf Newtons allgemeine Maßstabbeziehung der Gl. (14), gültig zwischen den drei Grundmaßstäben λ, τ, \varkappa und dem Dichtemaßstab $\delta = (\varrho)/\varrho$, geführt, daß heißt auf den Kräftemaßstab $\varkappa = (\varrho)/\varrho \cdot \lambda^4 \tau^{-2}$; der Vergleich der verschiedenen physikalischen, ursächlich am Beschleunigungsvorgang beteiligten Kräftearten K_1, k_1 und K_2, k_2 usw. muß also stets auf diesen selben Kräftemaßstab \varkappa führen. Es bestehen somit neben Newtons allgemeiner Maßstabbeziehung (14) noch die für das Zustandekommen vollkommener Ähnlichkeit zu beachtenden zusätzlichen Sonderbedingungen

$$\varkappa = \frac{K_1}{k_1}, \quad \varkappa = \frac{K_2}{k_2} \text{ usw.}, \quad (18)$$

welche für jede neue am Beschleunigungsvorgang beteiligte physikalische Kräfteart ein besonderes Modellgesetz liefern. Diese besonderen Modellgesetze sind zur Gewinnung vollkommener Ähnlichkeit zusätzlich neben der allgemeinen Maßstabbeziehung der Gl. (14), die mit dem Newtonschen allgemeinen Ähnlichkeitsgesetz der Doppelgleichung (13) inhaltlich gleich ist, einzuhalten.

Die physikalisch erklärten oder kurz physikalischen Kräfte stehen hier im Gegensatz zu den nicht durch besondere physikalische Gesetze bedingten Kräften. Hierunter ist folgendes zu verstehen: Die an der Oberfläche und im Innern starrer Körper wirkenden Normalkräfte sowie die im Innern starrer Körper angreifenden Tangentialkräfte, ferner die im Innern oder an den äußeren Begrenzungswänden auftretenden Normalkräfte unzusammendrückbarer Flüssigkeiten und schließlich solche treibenden oder widerstehenden Kräfte, die als Folge von Massenbeschleunigungen oder -verzögerungen in der rein quadratischen Geschwindigkeitsform $K = a \cdot (\varrho) L^2 V^2$, $k = a \cdot \varrho l^2 v^2$ mit dem gleichen Zahlenbeiwert a für H und M auftreten, nehmen in der Ähnlichkeitswissenschaft unter der Bezeichnung physikalisch nicht bedingte Kräfte eine Sonderstellung als Reaktionskräfte oder nicht eingeprägte Kräfte ein: während nämlich die physikalischen Kräfte mittels besonderer physikalischer Erfahrungsbeiwerte erklärt werden — wie z. B. die Schwerkraft eines Körpers durch die Wichte γ , die Flüssigkeitsreibung durch die Zähigkeit η , die Spannkkräfte elastisch fester Körper durch den Elastizitätsmodul E ,

usw. —, beruhen die physikalisch nicht bedingten Kräfte, wie z. B. die Normalkräfte in unzusammendrückbaren Flüssigkeiten, nicht auf solchen Erfahrungswerten. Die Folge ist, daß letztere nicht auf besondere Beziehungen als zusätzliche Nebenbedingungen zwischen α und den anderen Maßstäben führen und daher auch keine besonderen Modellgesetze liefern. Im folgenden sollen die für den Vergleich der beiden ähnlichen Strömungsvorgänge in Betracht kommenden Modellgesetze, soweit sie für die entsprechenden Schiffswiderstände von H und M wesentlich sind, kurz erörtert werden.

13. Das auf der beschleunigenden Wirkung der Schwerkraft beruhende Reechsche Modellgesetz und die zugehörige Kenngröße. Wenn bei zwei vollkommen ähnlichen Vorgängen der Dynamik die irdische Schwerkraft, wie z. B. bei den vom fahrenden Großschiff und geometrisch ähnlichen Modell erzeugten Oberflächenwellen, als beschleunigende physikalische Kraft in Betracht kommt, so ergibt sich aus dem Vergleich der an den beiden strömenden Masseteilchen M und m wirkenden Schwerkraft mit den Wichten (γ) und γ der beiden Flüssigkeiten die zusätzliche Bedingungsgleichung

$$\alpha = \frac{K_1}{k_1} = \frac{M(g)}{m g} = \frac{(\gamma) \text{ Vol}}{\gamma \text{ vol}} = \frac{(\gamma)}{\gamma} \lambda^3, \quad (19)$$

welche in Verbindung mit Newtons allgemeiner Maßstabbeziehung (14) und unter Benutzung der Übertragungsregel auf folgende Gleichungen führt:

$$\alpha = \frac{(\gamma)}{\gamma} \lambda^3 = \frac{(\rho)}{\rho} \frac{\lambda^4}{\tau^2}$$

$$\frac{(\gamma)/(\rho)}{\gamma/\rho} = \frac{(g)}{g} = \frac{\lambda}{\tau^2} = \frac{\lambda^2}{\tau^2 \lambda} = \frac{V^2/L}{v^2/l} \quad (20)$$

$$\frac{V^2}{L(g)} = \frac{v^2}{lg}$$

$$\frac{V}{\sqrt{L(g)}} = \frac{v}{\sqrt{lg}}. \quad (21)$$

Der Ausdruck $V/\sqrt{L(g)}$ für H oder v/\sqrt{lg} für M ist der Kehrwert der auf die Schwere im Verhältnis zur Trägheit bezogenen, dimensionslosen Kenngröße oder genauer die Wurzel daraus, und sein den jeweiligen Einzelfall kennzeichnender reiner Zahlenwert ist die Kennzahl für das Verhältnis der beiden physikalischen Erfahrungsbeiwerte Dichte geteilt durch Wichte oder, wie man kurz sagt, die Schwere-Kennzahl. Gl. 21 stellt das besondere Modellgesetz dar, welches beim Wirken beschleunigender Schwerkraft für H und M zu erfüllen ist; es fordert, daß zur Erreichung dynamischer Ähnlichkeit von H und M die Geschwindigkeit des Schiffmodells auf Gleichheit der Schwere-Kennzahl für H und M abgestimmt wird.

Aus Gl. (20) ziehen wir bezüglich der zeitlichen Verhältnisse folgenden wichtigen Schluß: Sollen zwei dynamische Vorgänge, die sich unter der beschleunigenden Wirkung von irdischen Schwerkraft abspielen, vollkommen ähnlich verlaufen, so muß das Verhältnis einander entsprechender Zeiten, also der Zeitmaßstab τ , auf den Wert

$$\tau = \sqrt{\lambda \frac{g}{(g)}} \quad (22)$$

eingerrichtet werden. Dies erfolgt beim Problem des Schiffswiderstandes dadurch, daß das Geschwindigkeitsverhältnis auf

$$\frac{V}{v} = \frac{\lambda}{\tau} = \frac{\lambda}{\sqrt{\lambda g/(g)}} = \sqrt{\lambda \frac{(g)}{g}}$$

abgestellt wird oder, was dasselbe bedeutet, daß die Geschwindigkeit des fahrenden Großschiffes zu der des geschleppten Modells entsprechend der Gl.

$$V : v = \sqrt{L(g)} : \sqrt{lg} \quad (23)$$

eingerrichtet wird. In allen wichtigen Fällen sind in der Nähe der Erdoberfläche die Fallbeschleunigungen (g) von H und g von M praktisch gleich groß, so daß der nach Gl. (22) zu bemessende Zeitmaßstab $\tau = \sqrt{l}$ wird, wodurch das Modellgesetz der entsprechenden Geschwindigkeiten für H und M bei gleichzeitigem Einfluß von Schwere und Trägheit in die einfache Form

$$V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l} = \sqrt{\lambda} \quad (24)$$

übergeht.

Wenn in den Ähnlichkeitsbetrachtungen der letzten Jahrzehnte das Schwere-Modellgesetz der entsprechenden Geschwindigkeiten als Froudes Modellgesetz und die die Schwere-Kenngröße der Gl. (21) als Froudesche Kenngröße und ihr Zahlenwert als Froudesche Kennzahl bezeichnet wurden, so möchte ich an dieser Stelle auf Grund neuerer Kenntnis unter Bezug auf die Ausführungen in Nr. 3 hier und in späteren Abschnitten darauf hinweisen, daß bereits Friedrich Reech seit 1831 die Erfüllung des Geschwindigkeitsmodellgesetzes $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ bei Modellversuchen zur Ermittlung des Schiffswiderstandes forderte und 1852 einen exakten Beweis, hergeleitet aus dem Vergleich zweier dynamisch vollkommen ähnlicher Strömungsvorgänge, veröffentlicht¹²⁾. William Froude hat dann vom Jahre 1867 ab das von Reech aufgestellte Gesetz bei seinem berühmten Modellverfahren zur Ermittlung des Schiffswiderstandes angewandt. Die Priorität in der Aufstellung des Schwere-Modellgesetzes steht somit unzweifelhaft Reech zu, und die Gerechtigkeit zwingt uns daher, in Zukunft die Gl. (24) als Reechs Modellgesetz für entsprechende Geschwindigkeiten sowie die zugehörige Schwere-Kenngröße nicht als Froudesche, sondern als Reechsche Kenngröße¹³⁾

$$\Re = \frac{V}{\sqrt{L(g)}} = \frac{v}{\sqrt{lg}} \quad (25)$$

und seinen jeweiligen Zahlenwert als Reechsche Kennzahl zu bezeichnen.

Die Gl. (20) — $(g)/g = \lambda/\tau^2$ — nimmt mit $(g) = g$ die einfache Form an: $1 = \lambda/\tau^2$. Da aber allgemein für Beschleunigungen die Übertragungsregel $B/b = \lambda/\tau^2$ gilt, so wird an der Erdoberfläche bei gleichzeitigem Einfluß von Trägheit und Schwere für H und M

$$B = b,$$

in Übereinstimmung mit der Erkenntnis, daß, wenn die einander entsprechenden, lotrecht abwärts gerichteten Beschleunigungskomponenten (g) und g für H und M gleich groß sind, auch alle anderen entsprechenden Beschleunigungskomponenten und damit auch die einander entsprechenden resultierenden Beschleunigungen B und b der Masseteilchen M und m gleich groß sein müssen. Mit anderen Worten: Zwei einander entsprechende Vektorbilder der Beschleunigungen an den Masseteilchen M und m von H und M sind bei gleichzeitigem Wirken von Trägheit und Schwere nicht nur geometrisch ähnlich, sondern sogar kongruent.

Da der Kräftemaßstab α sowohl für ein Paar entsprechender Trägheitskräfte wie für ein Paar entsprechender Schwerekräfte von H und M gleich groß sein muß, so kann im Falle des gleichzeitigen Wirkens von Trägheit und Schwere an Stelle der Newtonschen Doppelgleichung (13) für beliebige entsprechende Kräfte, insbesondere für die Schiffswiderstände von H und M , auch die Doppelgleichung

$$\left. \begin{aligned} W &= \alpha \cdot (\gamma) L^3 \\ w &= \alpha \cdot \gamma l^3 \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

¹²⁾ Näheres hierüber im Teil V.

¹³⁾ \Re ist hier also die Reechsche Kenngröße, \Re ist die Reynoldssche Kenngröße.

benutzt werden, worin α für H und M derselbe reine, aus dem Modellschleppversuch zu $\alpha = w/\gamma l^3$ sich ergebende Widerstandsbeiwert ist. Beim Wirken irdischer Schwerkkräfte gilt daher für entsprechende Kräfte — neben Newtons allgemeinem Ähnlichkeitsgesetz — auch das bereits von Reech aufgestellte Modellgesetz für entsprechende Kräfte

$$W : w = (\gamma) L^3 : \gamma l^3. \quad (26a)$$

14. Das auf der inneren Flüssigkeitsreibung beruhende Reynoldssche Modellgesetz und die zugehörige Kenngröße. Wirken bei dynamischen Strömungsvorgängen die durch die Zähigkeit der Flüssigkeiten bedingten inneren Reibungskräfte als verzögernde oder beschleunigende Ursachen, so ist außer der Newtonschen allgemeinen Maßstabbeziehung (14) auch das von O. Reynolds 1883 aufgestellte Modellgesetz als zusätzliche besondere Nebenbedingung zu erfüllen; man erhält es durch dimensionsfreie Darstellung des Quotienten der zwei hierbei in Betracht kommenden physikalischen Beiwerte der Zähigkeiten (η), η und der Dichten (ϱ), ϱ je für H und M oder in folgender Weise aus der Forderung gleichen Kräftemaßstabes \varkappa für alle einander entsprechenden Kräfte. Für die Trägheit und für die Zähigkeit lauten die beiden Gleichungen für \varkappa

$$\begin{aligned} \varkappa &= \frac{MB}{mb} = \frac{(\varrho) \lambda^4}{\varrho \tau^2} \\ \varkappa &= \frac{K_2}{k_2} = \frac{(\eta) dV/dY \cdot F}{\eta dv/dy \cdot f} = \frac{(\eta) L^2/T}{\eta l^2/t} = \frac{(\eta) \lambda^2}{\eta \tau}, \end{aligned} \quad (27)$$

aus denen sich durch Gleichsetzen und unter Einführung der in $m^2 s^{-1}$ gemessenen kinematischen Zähigkeiten ($\nu = (\eta)/(\varrho)$ für H und $\nu = \eta/\varrho$ für M ergibt

$$\frac{(\nu)}{\nu} = \frac{\lambda^2}{\tau} = \lambda \frac{\lambda}{\tau} = \frac{LV}{lv} \quad (28)$$

$$\Re_c = \frac{LV}{(\nu)} = \frac{lv}{\nu}. \quad (29)$$

Der dimensionslose Ausdruck $LV/(\nu)$ oder lv/ν heißt die Reynoldssche Kenngröße für H oder für M und der für jeden dynamischen Einzelfall sich errechnende reine Zahlenwert die Reynoldssche Kennzahl. Gl. (29) stellt das Reynoldssche Modellgesetz dar, welches beim Wirken beschleunigender oder verzögernder innerer Reibungskräfte an den Masseteilchen M und m für H und M erfüllt werden muß. Für den Schiffsmodellversuch würde dies heißen: die Geschwindigkeit oder die relative Anströmgeschwindigkeit des Modells ist auf die Forderung der Gleichheit der Reynoldsschen Kennzahl von H und M abzustimmen. Aus Gl. (28) geht ferner das wichtige Ergebnis hervor: Für zwei Strömungsvorgänge, die unter der beschleunigenden oder verzögernden Wirkung von inneren Reibungskräften vollkommen ähnlich verlaufen sollen, ist das Zeitenverhältnis τ nicht willkürlich wählbar, sondern der Modellversuch ist so einzurichten, daß

$$\tau = \lambda^2 \frac{\nu}{(\nu)} \quad (30)$$

wird. Diese Bedingung für τ kann dadurch erfüllt werden, daß das Geschwindigkeitsverhältnis für H und M gemäß der Gleichung

$$\frac{V}{v} = \frac{\lambda}{\tau} = \frac{\lambda}{\lambda^2 \nu/(\nu)} = \frac{(\nu)}{\nu} \frac{1}{\lambda}$$

eingerrichtet wird oder, was dasselbe bedeutet, daß die Modellgeschwindigkeit v gemäß dem Reynoldsschen Gesetz entsprechender Geschwindigkeiten

$$V : v = \frac{(\nu)}{L} : \frac{\nu}{l} \quad (31)$$

gewählt wird.

Liegen für H und M die gleichen Flüssigkeiten mit gleicher Zähigkeit und gleicher Dichte bei gleicher Temperatur vor, so wird nach Gl. (30) wegen $(\nu) = \nu$ der Zeitenmaßstab $\tau = \lambda^2$, und das Modellgesetz (31) der entsprechenden Geschwindigkeiten für H und M geht bei gleichzeitigem Einfluß von Trägheit und Zähigkeit in die einfache Form über

$$V : v = \frac{1}{L} : \frac{1}{l} = \frac{1}{\lambda}. \quad (32)$$

Man erkennt sofort, daß in diesem Fall, z. B. bei einem in größerer Tiefe fahrenden Unterseeboot, das Modell bei 25facher geometrisch ähnlicher Verkleinerung mit 25mal so großer Geschwindigkeit gefahren werden müßte wie die Hauptausführung. Diese große Schwierigkeit in der vollkommen ähnlichen Nachahmung der Strömung, die bei Wahl gleicher Flüssigkeiten für H und M eine so außerordentlich hohe Geschwindigkeit für das kleine Modell bedingt, tritt besonders deutlich auch in der Größe der am Modell wirkenden Kräfte hervor, wenn tatsächlich dynamisch ähnliche Reibungserscheinungen gefordert werden. Denn nach Gl. (27) ist alsdann der Kräftemaßstab κ gegeben durch $\kappa = (\eta)/\eta \cdot \lambda^2/\tau$, woraus mit Gl. (28) folgt:

$$\kappa = \frac{K_2}{k_2} = \frac{(\eta)}{\eta} \lambda \frac{\lambda}{\tau} = \frac{(\eta)LV}{\eta lv} = \frac{(\eta)(\nu)}{\eta \nu} = \frac{(\eta)^2}{\eta^2} \frac{\varrho}{(\varrho)}. \quad (33)$$

Bei Wahl gleicher Flüssigkeiten für H und M wird daher $\kappa = 1$, das heißt $K_1 = k_1$ und $K_2 = k_2$ usw. An der Hauptausführung und am Modell müssen somit, wenn beide mit den gleichen Flüssigkeiten und gleichen Stoffbeiwerten vollkommen ähnlich arbeiten sollen, gleich große einander entsprechende Kräfte K, k wirksam sein. Im Gegensatz zu der bei Erfüllung des Reechschen Modellgesetzes bestehenden Kongruenz der Beschleunigungspolygone für H und M wird hiernach bei vollkommener Ähnlichkeit auf Grund des Reynoldsschen Modellgesetzes Kongruenz der Kräftepolygone für die Masseteilchen M der H und m des M gefordert.

Aus vorstehendem folgt weiter: Im Falle gleichzeitigen Wirkens von Trägheit und Zähigkeit könnte bei vollkommener Ähnlichkeit an Stelle der Newtonschen Doppelgleichung (13) für einander entsprechende Kräfte, z. B. der Schiffswiderstände, bei Wahl verschiedener Zähigkeiten und Dichten von H und M zunächst rein formal auch die Doppelgleichung

$$\left. \begin{aligned} W &= \varepsilon \cdot (\eta) LV \\ w &= \varepsilon \cdot \eta lv \end{aligned} \right\} \quad (34)$$

benutzt werden, worin ε für H und M dieselbe aus dem Modellversuch sich zu $\varepsilon = w/\eta lv$ ergebende reine Zahl ist.

Alles dies sind Schlüsse, die auf formal logischem Wege aus der Forderung vollkommener Ähnlichkeit der beiden in natürlichem Geschehen ablaufenden Vergleichsvorgänge gezogen sind. Ob aber und in welchem Maße die notwendigerweise zur Erzielung vollkommener Ähnlichkeit einzuhaltenen Bedingungen bei den Modellversuchen und bei ihrer Umrechnung auf die Hauptvorgänge zu Schwierigkeiten führen oder praktisch überhaupt unerfüllbar sind, soll an dieser Stelle nicht weiter erörtert werden. Hier in diesen Abschnitten kam es lediglich darauf an, die physikalischen und logischen, durch die Ähnlichkeitsforderung bedingten Zusammenhänge einwandfrei klarzustellen.

15. Identität der allgemeinen Ansatzgleichungen für H und M als Bedingung vollkommener Ähnlichkeit. Die bisher von uns gezogenen Schlußfolgerungen über die vollkommene Ähnlichkeit zweier dynamischer Vergleichsvorgänge der Haupt- und der Modellausführung beruhen letzten Endes auf der „Forderung der Gleichheit aller reinen Verhältniszahlen“ für H und M , das heißt, auf der Gleichheit aller einander entsprechenden dimensionslosen Größen einschließlich aller aus ihnen gebildeten dimensionslosen Potenzprodukte je für H und M . Einen besonders klaren systematischen Überblick über die Ähnlichkeitszusammenhänge und über alle für das betreffende Problem wesentlichen Modellbedingungen erhält man, wenn man die in Differential- oder in endlicher Form aufgestellten dynamischen Ansatzgleichungen in dimensionslose Gestalt überführt. Dieses Verfahren hat wohl als erster Cauchy im Jahre 1829 (siehe Nr. 21) bei einem Vergleich der Schwingungserscheinungen von geometrisch ähnlichen, elastischen Schalen oder Gefäßen angewandt: Er zeigte in streng mathematischer Beweisführung, daß die dynamischen Bewegungsgleichungen des Hauptvorganges in vollkommene analytische und zahlenmäßige Übereinstimmung mit denen eines geometrisch ähnlich verkleinerten Vorgangs gleicher Art gebracht werden können, wenn bestimmte Bedingungen, die wir heute als Modellgesetze bezeichnen, erfüllt werden. Sein Verfahren ist ohne weiteres auf beliebige dynamische oder allgemein physikalische Vorgänge übertragbar und ist später auch von anderen Forschern bei wichtigen Ähnlichkeitsuntersuchungen mit bestem Erfolg angewandt worden.

Nach diesem Verfahren sollen jetzt hier beim Problem des Schiffswiderstandes die Bedingungen aufgesucht werden, unter denen die Differentialgleichungen der Hydrodynamik für die Strömung des Hauptvorgangs vollkommen identisch werden mit denen der Modellströmung.

Bei der Strömung unzusammendrückbarer Flüssigkeiten unter der Wirkung der Schwere und der inneren Reibung gelten in vektorieller Schreibweise für die Schwerpunktsbeschleunigung \mathfrak{B} , \mathfrak{b} zweier entsprechender Flüssigkeitsteilchen M , m je von H und M die Differentialgleichungen

$$\left. \begin{array}{l} \text{für } H \quad \mathfrak{B} = - \frac{1}{(\varrho)} \text{ grad } P + (\mathfrak{g}) + (\nu) \nabla^2 \mathfrak{B} \\ \text{für } M \quad \mathfrak{b} = - \frac{1}{\varrho} \text{ grad } p + \mathfrak{g} + \nu \nabla^2 \mathfrak{b}. \end{array} \right\} \quad (35)$$

Hierin ist

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2},$$

also $\nabla^2 \mathfrak{b}$ zu messen in $\text{m}^{-1} \text{s}^{-1}$; ferner bedeuten P , p zwei einander entsprechende Pressungen in kg m^{-2} von H und M und $\text{grad } P$, $\text{grad } p$ entsprechende Druckgefälle in kg m^{-3} sowie (\mathfrak{g}) , \mathfrak{g} entsprechende Schwerebeschleunigungen im m s^{-2} , und $(\nu) = (\eta)/(\varrho)$, $\nu = \eta/\varrho$ die kinematischen Zähigkeiten von H und M in $\text{m}^2 \text{s}^{-1}$.

Die Differentialgleichung für H läßt sich unter Verwendung der allgemeinen Übertragungsregeln für vollkommene Ähnlichkeit überführen in:

$$\text{für } H \quad \mathfrak{b} \cdot \frac{\lambda}{\tau^2} = - \frac{1}{\varrho} \text{ grad } p \cdot \frac{\varrho}{(\varrho)} \frac{\alpha}{\lambda^3} + \mathfrak{g} \cdot \frac{(\mathfrak{g})}{\mathfrak{g}} + \nu \nabla^2 \mathfrak{b} \cdot \frac{(\nu)}{\nu} \frac{1}{\lambda \tau}.$$

Soll diese aus dem Hauptvorgang stammende Gleichung identisch mit der für den vollkommen ähnlich verlaufenden Modellvorgang sein, so müssen die aus je zwei entsprechenden Gliedern der Gleichung für H und für M gebildeten, jeweils rechts hinter dem Punkt stehenden Verhältnisausdrücke sämtlich denselben Zahlenwert ergeben, oder, was dasselbe bedeutet, die Gleichung für H muß nach Abspaltung ein und desselben Zahlenfaktors aus allen vier Gliedern

dem identisch in die Gleichung für M übergehen. Dies erfordert somit die Erfüllung von folgenden drei Beziehungen:

$$1. \quad \frac{\lambda}{\tau^2} = \frac{\varrho}{(\varrho)} \frac{\kappa}{\lambda^3} \quad \kappa = \frac{(\varrho)}{\varrho} \frac{\lambda^4}{\tau^2} = \frac{(\varrho) L^2 V^2}{\varrho l^2 v^2} = \frac{W}{w}$$

$$W = \varphi \cdot (\varrho) L^2 V^2$$

$$w = \varphi \cdot \varrho l^2 v^2$$

und unter Verwendung der in den Gln. (16) und (17) benutzten dimensionslosen Newtonschen Kenngröße \mathfrak{N}

$$\mathfrak{N} = \frac{W}{(\varrho) L^2 V^2} = \frac{w}{\varrho l^2 v^2};$$

$$2. \quad \frac{\lambda}{\tau^2} = \frac{(g)}{g} = \frac{\lambda^2}{\tau^2 \lambda} = \frac{V^2 l}{v^2 L} \quad V : v = \sqrt{L(g)} : \sqrt{lg} \quad \tau = \sqrt{\lambda \frac{g}{(g)}}$$

und unter Verwendung der in Gl. (25) benutzten dimensionslosen Reechschen Kenngröße \mathfrak{R}

$$\mathfrak{R} = \frac{V}{\sqrt{L(g)}} = \frac{v}{\sqrt{lg}};$$

$$3. \quad \frac{\lambda}{\tau^2} = \frac{(v)}{v} \frac{1}{\lambda \tau} \quad V : v = \frac{(v)}{L} : \frac{v}{l} \quad \tau = \lambda^2 \frac{v}{(v)}$$

und unter Verwendung der in Gl. (29) benutzten dimensionsfreien Reynoldsschen Kenngröße \mathfrak{Re}

$$\mathfrak{Re} = \frac{VL}{(v)} = \frac{vl}{v}.$$

Die erste Beziehung stellt das für alle entsprechenden Kräfte von H und M geltende allgemeine Newtonsche Ähnlichkeitsgesetz dar und liefert bei gegebenen Dichten (ϱ) , ϱ den für alle Kräfte gleichen Maßstab κ in Abhängigkeit von λ und τ . Diese erste Beziehung erfordert also zunächst bei der Zurichtung und Durchführung der Modellversuche keine Beachtung, sondern kommt erst für die Umrechnung auf die Hauptausführung in der Gleichung $W = \kappa \cdot w$ in Betracht.

Die zweite Beziehung fordert die Erfüllung des Reechschen und die dritte die des Reynoldsschen Modellgesetzes, die beide bei der Durchführung des Modellversuches zwecks Erreichung vollkommener Ähnlichkeit einzuhalten sind.

Würden somit für die beiden Strömungsvorgänge in H und M tatsächlich das Reechsche und gleichzeitig auch das Reynoldssche Modellgesetz erfüllt werden und wären der Großschiffs- und Modellkörper sowie alle anderen in Betracht kommenden festen Grenzflächen in ihren linearen Abmessungen und in der Rauigkeit der benetzten Flächen gemäß dem Längenmaßstab λ geometrisch vollkommen ähnlich und wären auch bereits die Anfangsbewegungen in Übereinstimmung mit den Ähnlichkeitsforderungen, so würden entsprechende Flüssigkeitsteilchen M und m von H und M im natürlichen Ablauf der Strömungen geometrisch ähnliche Bahnen mit einander entsprechenden ähnlichen Geschwindigkeiten durchlaufen, daß heißt, es würden die Teilchen M und m fortfahren, sich in entsprechenden, also proportionalen Zeiten gemäß dem erforderlichen festen Zeitenmaßstab τ mit entsprechenden Geschwindigkeiten an entsprechenden Stellen ihrer Bahnen zu bewegen. Die erste der eben abgeleiteten Beziehungen gestattet dann die Umrechnung vom Modell- zum Hauptvorgang, indem der Widerstand des großen Schiffes bzw. irgendeiner anderen Kraft von H — gemäß Newtons allgemeinem Ähnlichkeitsgesetz oder der zugehörigen Maßstabbeziehung — $\kappa = (\varrho)/\varrho \cdot \lambda^4 \tau^{-2}$ mal

so groß ist wie der Widerstand des Modells bzw. einer anderen entsprechenden Kraft desselben.

Man kann bei dem Identitätsvergleich des dynamischen Ansatzes von H und M auch von der Energiegleichung ausgehen statt von der differentiellen Beschleunigungsgleichung. Hierbei würden dann vier Energieglieder mit vier dimensionslosen Beiwerten $\alpha, \beta, \delta, \varepsilon$ additiv nebeneinander stehen, nämlich für H : 1.) $\alpha \cdot MV^2/2$, 2.) $\beta \cdot \text{Vol } P$, 3.) $\delta \cdot M(g) L$, 4.) $\varepsilon \cdot (\eta) VL^2$, und ebenso für M die vier entsprechenden Energieglieder. Ersetzt man dann noch die Ausdrücke PL^2 und $p l^2$ durch die ihnen proportionalen Schiffswiderstände W und w , so würden — für H und für M — die Quotienten aus (2) : (1), aus (1) : (3) und aus (1) : (4) wieder ganz entsprechend wie soeben bei den Differentialgleichungen letzten Endes auf die drei dimensionslosen Kenngrößen $\mathfrak{R}, \mathfrak{R}', \mathfrak{R}''$ führen.

16. Die Kennfunktion für den Schiffswiderstand bei vollkommener Ähnlichkeit. Bei den Modellversuchen zu erfüllende Forderungen. Bei dem Strömungsproblem, wie es sich bei der Erforschung des Schiffswiderstandes darbietet, gelangt die Gesetzlichkeit zwischen den in Betracht kommenden dimensionsbehafteten Maßgrößen in den analytischen Ansatzgleichungen zum Ausdruck, die in der Regel in Form der partiellen hydrodynamischen Differentialgleichungen erscheinen, jedoch wegen des verwickelten mathematischen Zusammenhangs infolge gleichzeitigen Auftretens von Trägheit, Schwere und innerer Flüssigkeitsreibung bei dem heutigen Stande der Wissenschaft im allgemeinen nicht integriert werden können. Auch ohne Aufstellung dieser Differentialansätze läßt sich die Abhängigkeit zwischen allen den Naturvorgang beeinflussenden Maßgrößen zunächst rein symbolisch durch folgende Beziehung, genannt die Maßgrößenbeziehung des Problems, wiedergeben oder andeuten, und zwar zunächst für den Modellvorgang durch

$$f(l, t, w, \varrho, \gamma, \eta) = 0. \quad (36)$$

Hierin sei l die Länge des Schiffsmodells, t die zum Durchfahren von l mit der Modellgeschwindigkeit $v = l/t$ erforderliche Zeit, w der Gesamtwiderstand des geschleppten Modells, sowie ϱ, γ und η Dichte, Wichte und Zähigkeit der Modellflüssigkeit. Die Abhängigkeit $f = 0$ zwischen sechs Maßgrößen läßt sich wesentlich vereinfachen durch eine andere Art der Ausmessung dieser Größen: Zu diesem Zweck verwende man für die sechs Maßgrößen nicht die üblichen absoluten technischen Grundeinheiten Meter, Sekunde, Kilogramm, sondern man messe die sechs Stücke, wie sogleich durchgeführt wird, in relativen Maßen oder Eigenmaßen der betreffenden Ausführung, z. B. in den dem betreffenden Strömungsvorgang angehörigen, klar bestimmten Größen l, t, w , die nun „Bezugsgrößen“ oder „Eigenmaßstäbe“ heißen und ein Vielfaches der ursprünglichen absoluten Grundmaßstäbe m, s, kg darstellen. Dadurch werden die ersten drei Maßgrößen in $f = 0$ je gleich eins, und es verbleibt folgende Beziehung $\psi = 0$ zwischen nur noch drei Stücken, und zwar zwischen drei dimensionslosen Potenzprodukten, je eins für die physikalischen Beiwerte ϱ [$m^{-4} s^2 kg$], γ [$m^{-3} kg$], η [$m^{-2} s kg$]:

$$\psi \left(\frac{\varrho}{l^{-4} t^2 w}, \frac{\gamma}{l^{-3} w}, \frac{\eta}{l^{-2} t w} \right) = 0, \quad (37)$$

wobei jeweils der Potenzaufbau im Nenner genau der angegebenen Maßeinheit des betreffenden physikalischen Beiwertes im Zähler entspricht. Unter Einführung von $v = l/t$ und Dividieren des zweiten und dritten Gliedes durch das erste kann die letzte Beziehung übergeführt werden in

$$\psi \left(\frac{\varrho}{l^{-2} v^{-2} w}, \frac{\gamma}{\varrho v^2 l^{-1}}, \frac{\eta}{\varrho l v} \right) = 0,$$

woraus dann nach bekannten Regeln der Ähnlichkeits- und Dimensionslehre unter reziproker Umkehrung der beiden letzten Glieder sowie durch Einführung der Wurzel aus v^2/lg statt dieses Ausdrucks selbst die folgende Beziehung zwischen dimensionslosen Kenngrößen entsteht:

$$\psi \left(\frac{w}{\rho l^2 v^2}, \frac{v}{\sqrt{lg}}, \frac{lv}{\eta/\rho} \right) = 0 \quad (38)$$

$$\psi (\mathfrak{N}, \mathfrak{R}, \mathfrak{Re}) = 0. \quad (39)$$

Hierin sind \mathfrak{N} , \mathfrak{R} und \mathfrak{Re} die Newtonsche, die Reechsche und die Reynoldssche Kenngröße. Die Gl. (38) oder (39) heißt die Kenngrößenbeziehung des Widerstandsproblems des Schiffes.

Zwecks Umrechnung der Modellversuchsergebnisse auf den Hauptvorgang empfiehlt es sich, die Gl. (39) in der Form

$$\mathfrak{N} = \varphi (\mathfrak{R}, \mathfrak{Re}) \quad (40)$$

zu schreiben. Hieraus ergibt sich dann, da $\mathfrak{N} = w/\rho l^2 v^2 = W/(\rho) L^2 V^2$ ist, die Doppelgleichung des Newtonschen allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes

$$\left. \begin{aligned} W &= (\rho) L^2 V^2 \cdot \mathfrak{N} = \rho L^2 V^2 \cdot \varphi (\mathfrak{R}, \mathfrak{Re}) = \varphi \cdot (\rho) L^2 V^2 \\ w &= \rho l^2 v^2 \cdot \mathfrak{N} = \rho l^2 v^2 \cdot \varphi (\mathfrak{R}, \mathfrak{Re}) = \varphi \cdot \rho l^2 v^2. \end{aligned} \right\} \quad (41)$$

Daraus folgt: Der Zahlenbeiwert φ in den Newtonschen Ähnlichkeitsgleichungen für die einander entsprechenden Gesamtschiffswiderstände W für H und w für M ist — wegen des gleichzeitigen Wirkens von Schwere und innerer Flüssigkeitsreibung — abhängig sowohl von der Reechschen Kennzahl \mathfrak{R} als auch von der Reynoldsschen Kennzahl \mathfrak{Re} .

Die Bedingungen dafür, daß Haupt- und Modellvorgang dynamisch vollkommen ähnlich verlaufen, sind daher Gleichheit der Reechschen Kennzahl \mathfrak{R} und Gleichheit der Reynoldsschen Kennzahl \mathfrak{Re} für H und M . Diese Gleichheit von \mathfrak{R} für H und M und ebenso von \mathfrak{Re} müßte durch Schaffung vollständiger geometrischer Ähnlichkeit in allen linearen Abmessungen von H und M einschließlich der der Feinstruktur der benetzten Flächen und durch besondere Ähnlichkeitsanpassung der Anfangszustände des Haupt- und Modellvorgangs sowie durch geeignete Auswahl der Stoffeigenschaften beider Vergleichsflüssigkeiten mit aller Sorgfalt künstlich eingerichtet werden. Nur dann, wenn alle diese Forderungen wirklich erfüllt werden, können beide Naturabläufe, der von H und der von M , sich in vollkommener Ähnlichkeit so vollziehen, daß in Gl. (40) und (41) die Newtonsche Kennzahl \mathfrak{N} , das ist zugleich der Schiffswiderstandsbeiwert φ , für beide Vergleichsvorgänge den gleichen reinen Zahlenwert

$$\mathfrak{N} = \varphi = \frac{W}{(\rho) L^2 V^2} = \frac{w}{\rho l^2 v^2} \quad (42)$$

erhält¹⁴⁾. Der aus den Messungen des einzelnen Modellversuchs ermittelte Beiwert φ würde sich, wenn unter gleichzeitiger Einhaltung des Reechschen und des Reynoldsschen Modellgesetzes tatsächlich vollkommene Ähnlichkeit erzielt werden könnte, mit genau dem gleichen Zahlenwert, auch aus entsprechenden Messungen am Großschiff aus $\varphi = W/(\rho) L^2 V^2$ ergeben.

Die Kenngrößenbeziehung nach Gl. (38) oder (39) oder (40) lehrt, daß bei dem Ähnlichkeitsproblem des Schiffswiderstandes eine Kennfunktion als reine Zahlenabhängigkeit zwischen den drei dimensionslosen Kennzahlen \mathfrak{N} , \mathfrak{R} , \mathfrak{Re} besteht, die sich in einem dreiachsigen Koordinatensystem durch eine Fläche darstellen läßt, sie möge die Kennfläche oder Charakteristik der betreffenden Schiffform bezüglich des Widerstandes im Wasser genannt

¹⁴⁾ Es ist heute üblich, den Schiffswiderstand von H und M in der Form zu schreiben: $W = \zeta \cdot \frac{(\rho)}{2} O V^2$ und $w = \zeta \cdot \frac{\rho}{2} o v^2$, wo O , o die benetzten Oberflächen sind.

werden. Diese Zahlengesetzlichkeit, welche sowohl für H wie für M gilt, ist mathematisch sehr verwickelt und zunächst unbekannt; sie kann auch theoretisch mit den Hilfsmitteln der Analysis nach dem derzeitigen Stande der Wissenschaft nicht ermittelt werden, wohl aber punktweise durch eine Reihe von Modellversuchen oder auch durch Versuche am Großschiff. Die mit dem Modell — unter Wahl immer neuer Schleppegeschwindigkeiten — angestellten Versuche liefern in den Meßergebnissen des Einzelversuchs die zu einem Punkt der Kennfläche gehörigen drei Zahlenkoordinaten von \mathfrak{R} , \mathfrak{R} , $\mathfrak{R}c$, oder kurz: den Kennpunkt für den betreffenden Versuch. Bei vollkommener Ähnlichkeit gilt ein solcher Kennpunkt sowohl für H wie für M , da für H und M je die entsprechenden Koordinaten, das sind die drei Kennzahlen \mathfrak{R} , \mathfrak{R} , $\mathfrak{R}c$, gleich sind. Unter der Voraussetzung, daß es Flüssigkeiten als Strömungsmittel gibt, welche die Erreichung vollkommener Ähnlichkeit der beiden Vorgänge tatsächlich gestatten, wäre der gesamte Schiffswiderstand $W = \varphi \cdot (\rho) L^2 V^2$ der Hauptausführung durch den reinen Zahlenbeiwert φ gegeben, welcher zu $\varphi = \mathfrak{R} = w/\rho l^2 v^2$ aus dem entsprechenden Modellversuch zu ermitteln ist. Eine Zerlegung des Gesamtwiderstandes in Form- und Reibungswiderstand wäre dann, wenn wirklich vollkommene Ähnlichkeit erzielt werden könnte, ganz unnötig und wäre mit den Hilfsmitteln der Ähnlichkeitswissenschaft unmittelbar auch gar nicht erreichbar.

17. Unvollkommene Ähnlichkeit bei den Schiffmodellversuchen. Maßstabfehler. Bei den Modellversuchen zur Ermittlung des Schiffswiderstandes beschränkt man sich auf die Erfüllung des Reechschen Modellgesetzes durch Befolgung des Gesetzes der entsprechenden Geschwindigkeiten $V : v = \sqrt[3]{L(g)} : \sqrt[3]{lg} = \sqrt[3]{L} : \sqrt[3]{l}$, ohne dem Reynoldsschen Modellgesetz — wegen der praktisch unüberwindlichen Schwierigkeit der gleichzeitigen Erfüllung der Vorschrift $VL/(\nu) = vl/\nu$ — Rechnung zu tragen. Dies hat zur Folge, daß im Modell die Stau- und Wellenvorgänge, wenn auch nicht vollkommen, so doch in praktischem Sinne dynamisch ähnlich denen der Hauptausführung nachgeahmt werden, aber nicht die Reibungserscheinungen, insbesondere nicht in der Grenzschicht und bei den Ablösungs- und Wirbelvorgängen. In Erkenntnis dieser Schwierigkeiten haben daher die Forscher des Modellversuchswesens teils auf Grund von Versuchen über die Oberflächenreibung des Schiffs, teils durch andere besondere Erfahrungen und theoretische Überlegungen bedeutsame Vervollkommnungen — immer unter Beibehaltung des Reechschen Modellgesetzes und des Froudeschen Verfahrens — ausgedacht, die erwarten lassen, daß trotz unvollkommener Ähnlichkeit dennoch die Übertragung der Modellergebnisse auf die Hauptausführung zu praktisch recht befriedigenden Ergebnissen führt.

Die Abweichung von der vollkommenen Ähnlichkeit wird erklärlicherweise um so größer, je mehr sich die Reynoldsschen Kennzahlen für H und M unterscheiden, je größer also das Längenverhältnis λ von H und M ist; und infolgedessen werden auch die Fehler bei der schlichten Ähnlichkeitsumrechnung der Versuchsergebnisse von M auf H nach Froude mit wachsendem Längenverhältnis λ im allgemeinen immer größer; man spricht dann in diesem Sinne von einem durch die Nichtbefolgung des Reynoldsschen Modellgesetzes bedingten „Maßstabfehler“ oder „Maßstabeinfluß“.

Es drängt sich aber hier die Frage auf, ob es denn grundsätzlich unter allen Umständen unmöglich ist, bei den um das fahrende Schiff sich abspielenden Strömungsvorgängen gleichzeitig das Reechsche und das Reynoldssche Modellgesetz für H und für M zu erfüllen. Hierzu sei folgendes bemerkt: Die an der Wellenbildung wesentlich beteiligte Schwerkraft fordert die Einhaltung des Reechschen Modellgesetzes, nach welchem das Verhältnis entsprechender Geschwindigkeiten durch die Gleichung $V : v = \sqrt[3]{L(g)} : \sqrt[3]{lg}$ gegeben ist, oder, was dasselbe bedeutet, die Anpassung des Zeitenverhältnisses $\tau = T : t$ an die Gl. (22) $\tau = \sqrt[3]{\lambda g/(g)}$. Demgegenüber erfordern die

Reibungskräfte, welche die Grenzschichtvorgänge sowie die Ablösungs- und Wirbelerscheinungen verursachen, die Befolgung des Reynoldsschen Modellgesetzes, nach welchem die Geschwindigkeiten gebunden sind an die Gl. (31) $V : v = (\nu)/L : \nu/l$ oder, was auf dasselbe hinausläuft, nach welchem das Zeitenverhältnis τ bestimmt ist durch die Gl. (30) $\tau = \lambda^2 \nu / (\nu)$.

Da bei dem Vergleich zwischen H und M nur ein einziges Zeitenverhältnis τ möglich ist, sind die beiden soeben für τ gefundenen Werte einander gleichzusetzen, woraus folgende Bedingungsgleichung (43) oder (44) hervorgeht:

$$\lambda^2 \frac{\nu}{(\nu)} = \sqrt{\lambda \frac{g}{(g)}}$$

$$\lambda = \left(\frac{(\nu)}{\nu}\right)^{2/3} \cdot \left(\frac{g}{(g)}\right)^{1/3} \quad (43)$$

$$\nu = (\nu) \sqrt{\frac{1}{\lambda^3} \frac{g}{(g)}} \quad (44)$$

Grundsätzlich besteht daher vom theoretischen Standpunkt aus kein Widerspruch in der Erfüllung des Reechschen und zugleich des Reynoldsschen Modellgesetzes. Denn setzt man, wie es an der Erdoberfläche praktisch immer notwendig ist, die beiden Fallbeschleunigungen (g) von H und g von M einander gleich, so lautet die zu erfüllende Bedingung für den Längenmaßstab λ bei gegebenem $(\nu)/\nu$

$$\lambda = \left(\frac{(\nu)}{\nu}\right)^{2/3} \quad (43a)$$

und für die kinematische Zähigkeit ν der Modellflüssigkeit bei angenommenem λ

$$\nu = \frac{(\nu)}{\lambda^{3/2}} \quad (44a)$$

Aus den beiden letzten Gleichungen geht hervor: Wenn der Modellversuch beispielsweise mit 1 : 25, also mit dem Längenverhältnis $\lambda = 25$, vollkommen ähnlich dem Hauptvorgang durchgeführt werden soll, müßte nach Gl. (44a) $\nu = (\nu)/125$ eingerichtet werden. Das Modellschiff müßte sich somit in einer Flüssigkeit bewegen, dessen kinematische Zähigkeit $\nu = \eta/\rho$, also 125mal so klein wäre als die des Wassers des großen Schiff's. Hiernach wäre also für den Modellvorgang eine Flüssigkeit mit möglichst kleiner physikalischer Zähigkeit η und mit möglichst großer Dichte ρ auszusuchen. Unabhängig von der Frage der praktisch nicht erreichbaren Verwirklichung würde Quecksilber als gedachte Modellflüssigkeit mit verhältnismäßig kleinem ν immer nur etwa $\nu = (\nu)/8$ ergeben, so daß als Längenverhältnis hierbei doch auch nur etwa $\lambda = 4$ zu erzwingen wäre. Bei Anwendung warmen oder heißen Modellwassers wäre das erreichbare λ noch erheblich kleiner. Das Ideal einer vollkommen ähnlichen Nachahmung der Strömung um das Schiff hinsichtlich der Schwerewellen und zugleich aller Reibungserscheinungen in einem Modellvorgang würde sich also leider in der Praxis nur bei Anwendung verhältnismäßig großer Modelle und mit ungeheurem Kostenaufwand verwirklichen lassen.

Bei anderen nicht der Ermittlung des Schiffswiderstandes dienenden Problemen, bei denen Schwere und Flüssigkeitsreibung die Strömungsvorgänge beeinflussen, ist es jedoch durchaus einmal möglich, daß neben dem Reechschen Modellgesetz auch das Reynoldssche eingehalten werden kann, nämlich vor allem dann, wenn das ν des Modells durch Benutzung heißen Modellwassers oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit klein gehalten werden kann und wenn das Längenverhältnis λ zwischen H und M nicht groß ist.

Grundsätzlich wäre — z. B. wenn die Flüssigkeiten zusammendrückbar wären — auch die Befolgung noch eines dritten Modellgesetzes möglich, in welchem dann die neuen physikalischen Stoffbeiwerte (β) für H und β für M auftreten mögen. Jeder neue physikalische Beiwert würde auf ein neues dynamisches Modellgesetz führen von der Form $(\beta)/\beta = (\varrho)/\varrho \cdot \lambda^a \tau^b \kappa^c$, in welchem a , b , c durch die Maßeinheiten von β und ϱ gegebene Exponenten sind, so daß sich hieraus bei ebenfalls gegebenen Dichten (ϱ), ϱ das neue Beiwerteverhältnis $(\beta)/\beta$ errechnen ließe. Erfolg ist in diesem Fall aber nur dann zu erwarten, wenn es tatsächlich gelingt, dieses neue Beiwerteverhältnis $(\beta)/\beta$ unter den zur Verfügung stehenden Stoffen praktisch zu verwirklichen.

Es seien jetzt noch einmal diejenigen Bedingungen hier zusammengestellt, deren Erfüllung notwendigerweise die Voraussetzung dafür ist, daß die beiden im Naturablauf sich vollziehenden Strömungen um das Großschiff und um das Modell dynamisch vollkommen ähnlich sind: Zur Verwirklichung der durch das Prinzip vollkommener Ähnlichkeit erhobenen Forderungen ist erstens das Modellschiff in geometrisch ähnlicher, in seinen Linearabmessungen λ fach verkleinerter Ausführung gegenüber dem Großschiff, und zwar sowohl hinsichtlich der Schiffslinien und der Vortriebsschrauben, als auch hinsichtlich der Rauigkeitsstruktur der benetzten Flächen, wobei auch die Versuchsrinne das Zustandekommen vollkommener Ähnlichkeit nicht stören darf. Zweitens ist dem beschleunigten Wirken der Schwerkraft Rechnung zu tragen durch Befolgen des Reechschen Modellgesetzes, durch welches das Zeitenverhältnis $\tau = \sqrt{\lambda g / (\bar{g})} = \sqrt{\lambda} = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ oder, was dasselbe bedeutet, das Fahrgeschwindigkeitsverhältnis $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ festgelegt wird. Auch die Umlaufgeschwindigkeiten der Antriebsschrauben von H und M müssen bei vollkommener Ähnlichkeit das Reechsche Geschwindigkeitsgesetz erfüllen, worauf Reech selbst schon hingewiesen hat, damit beide Antriebe mit gleichem Fortschrittsgrad arbeiten. In Übereinstimmung mit der Reechschen Vorschrift $\tau = \sqrt{\lambda}$ müssen sich also die Umlaufzeiten zweier einander entsprechender Schrauben wie die Wurzeln aus den Schiffslängen oder Schraubendurchmessern verhalten und daher die Umlaufzahlen (n) und n der geometrisch ähnlichen Schrauben von H und M umgekehrt wie die Wurzeln aus ihren Durchmessern; dabei ist darauf zu achten, daß die beiden Schraubenoberflächen gleiche relative Rauigkeit aufweisen und Störungen infolge Hohlraumbildung vermieden werden. Drittens müßte zwecks Erreichung vollkommener Ähnlichkeit das durch innere Reibungskräfte bedingte Reynoldssche Modellgesetz erfüllt werden, was bei gleichzeitiger Einhaltung der Reechschen Vorschrift nur dadurch ermöglicht werden könnte, daß eine Modellflüssigkeit mit einer kinematischen Zähigkeit entsprechend der Gleichung (44a), also mit $\nu = (\nu)/\lambda^{3/2}$ verwendet würde. Das Reechsche und das Reynoldssche Modellgesetz widersprechen sich bei einer in dieser Weise eingerichteten vollkommenen Ähnlichkeit nicht; beide führen auf das gleiche Zeitenverhältnis τ und auf das gleiche Geschwindigkeitsverhältnis V/v für H und M .

Wenn in der Praxis ein solches die Gl. (44a) befriedigendes ν für die Modellflüssigkeit nicht aufgefunden werden kann, so ist die erstrebte vollkommene Ähnlichkeit nicht erreichbar und die Exaktheit des Ähnlichkeitsverfahrens geht verloren. Man ist dann gezwungen, an den Ergebnissen der Modellversuche, nach Froudes Verfahren, bei dem man die Reechsche Vorschrift, aber nicht das Reynoldssche Modellgesetz befolgt, Ergänzungen und Berichtigungen vorzunehmen, und erreicht mit ihnen heute durch immer weitere Vervollkommnung des Verfahrens tatsächlich eine praktisch bereits weitgehende Annäherung an den wahren Wert des Widerstands des großen Schiffes, allerdings ohne damit auf diesem Wege die der vollkommenen Ähnlichkeit grundsätzlich innewohnende strenge Genauigkeit und Einfachheit verbinden zu können.

III. Begründung der Ähnlichkeitsdynamik durch Isaac Newton. Herleitung des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes aus den Trägheitskräften der Flüssigkeitsströmung

18. Newtons Begründung der Ähnlichkeitsdynamik unter Voraussetzung vollkommener Ähnlichkeit. Isaac Newton hat als erster den Begriff der vollkommenen Ähnlichkeit zweier dynamischer Bewegungsvorgänge in seinem grundlegenden Werk „Philosophiae naturalis principia mathematica“ — kurz „Prinzipien“ genannt — im Jahre 1687 mit genialem Scharfblick und in klarer Form auseinandergesetzt, indem er die Bedingungen angab, unter denen zwei geometrisch ähnliche Bewegungen auch kinematisch und dynamisch ähnlich verlaufen. Da seine Ausdrucksweise von der in der gegenwärtigen Dynamik üblichen abweicht und da über die Deutung seiner in lateinischer Sprache abgefaßten klassischen Sätze noch kürzlich Meinungsverschiedenheiten¹⁵⁾ entstanden sind, sollen seine Darlegungen über die Ähnlichkeit von Bewegungsvorgängen in diesem Teil III nach Wortlaut und Sinn einer Würdigung unterzogen werden, mit dem Ziel, die Bedeutung der grundlegenden Newtonschen Sätze vollkommen klarzustellen.

In Band I der Prinzipien trifft Newton zunächst einige begriffliche Festsetzungen insbesondere darüber, was er unter Bewegungsgröße und unter Beschleunigung versteht. In Definitio II heißt es ins Deutsche übersetzt: „Die Bewegungsgröße wird durch die Geschwindigkeit und die Masse vereint gemessen.“ Und in Definitio VIII wird über die Beschleunigungsstärke, heute kurz Beschleunigung genannt, und über die bewegende Kraft, heute als Beschleunigungskraft bezeichnet, folgendes ausgesagt: „Die Beschleunigung verhält sich daher zur Beschleunigungskraft wie die Geschwindigkeit zur Bewegungsgröße. Die Bewegungsgröße entsteht nämlich aus dem Produkt der Geschwindigkeit und der Masse und die Beschleunigungskraft aus dem Produkt der Beschleunigung und derselben Masse, indem die Summe der Beschleunigungswirkungen in den einzelnen Teilchen des Körpers der Beschleunigungskraft des ganzen Körpers entspricht.“ Diese Erklärung würden wir heute in die einfache analytische Form $b : mb = v : mv$ kleiden, worin b und v die Beschleunigung und die Geschwindigkeit eines Masseteilchens m bedeuten. Dabei ist es für das Verständnis der weiteren Ausführungen Newtons in seinen Prinzipien wichtig, zu beachten, daß bei ihm unter vis acceleratrix die Beschleunigung b , aber nicht die Beschleunigungskraft mb zu verstehen ist; letztere heißt in der Newtonschen Bezeichnungsweise immer vis motrix.

Die von Newton angestellten Betrachtungen über die Ähnlichkeit zweier Bewegungsvorgänge sind in Band II der Prinzipien enthalten, aus denen ich die nachstehenden, von mir mit A und B bezeichneten Abschnitte in deutscher Übersetzung wiedergebe. Newton stellt dort in Propositio XXXII Theorema XXVI zunächst die folgende Behauptung über den ähnlichen Ablauf der Bewegungsvorgänge in zwei verschiedenen Systemen auf:

A. „Wenn zwei ähnliche Körpersysteme aus einer gleichen Anzahl einzelner Teilchen bestehen und diese in dem einen System den entsprechenden im anderen System ähnlich und proportional sind und zueinander eine ähnliche Lage und ein gegebenes Verhältnis der Dichte haben und wenn sie ferner anfangen, sich in proportionalen Zeiten auf ähnliche Weise unter sich zu bewegen (die Teilchen des einen Systems unter sich und ebenso die des anderen unter sich) und wenn ferner die in demselben System befindlichen Teilchen sich gegenseitig im Augenblick der Zurückwerfung berühren oder anziehen oder abstoßen mit Beschleunigungen, welche umgekehrt wie die

¹⁵⁾ Man vergleiche hierzu die beiden Aufsätze von Alton C. Chick in dem großen Sammelwerk John R. Freeman „Hydraulic Laboratory Practice, New York 1929, published by The American Society of Mechanical Engineers“, betitelt: 1. Dimensional Analysis und 2. The Principle of Similitude.

Durchmesser der entsprechenden Teilchen und direkt wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten sich verhalten, so sage ich, daß alsdann jene Teilchen der Systeme fortfahren, sich auf ähnliche Weise untereinander zu bewegen und umgekehrt.“

Unmittelbar im Anschluß hieran gibt Newton folgende nähere Begründung für diese Behauptung mit den Worten:

„Ich sage: Ähnliche Körper in ähnlichen Lagen bewegen sich untereinander in proportionalen Zeiten auf ähnliche Weise derart, daß die entsprechenden Lagen am Ende jener Zeiten immer ähnlich zueinander sind, wenn man nämlich die Teilchen des einen Systems mit den entsprechenden des andern vergleicht. Alsdann werden die Zeiten proportional sein, in denen ähnliche und proportionale Abschnitte ähnlicher Bahnen durch entsprechende Teilchen beschrieben werden. Wenn daher zwei Systeme derselben Art vorausgesetzt werden, so werden die einander entsprechenden Teilchen wegen der Ähnlichkeit der angefangenen Bewegungen fortfahren, sich ähnlich zu bewegen, bis sie aufeinandertreffen. Werden sie nämlich durch keine Kräfte angetrieben, so wandern sie gleichförmig und geradlinig nach dem Bewegungsgesetz I fort. Wenn sie aber gegenseitig mit irgendwelchen Kräften aufeinander einwirken und die hervorgerufenen Beschleunigungen sich umgekehrt wie die Durchmesser der entsprechenden Teilchen und direkt wie die Quadrate der Geschwindigkeiten verhalten, so werden, weil die Lagen der Teilchen ähnlich und jene Beschleunigungen proportional sind, die Gesamtbeschleunigungen, mit welchen die entsprechenden Teilchen angetrieben werden und welche aus den einzelnen angreifenden Beschleunigungen (Zusatz 2 zu den Gesetzen) zusammengesetzt sind, ähnliche Richtungen haben, als wenn sie sich auf Mittelpunkte bezögen, welche ähnlich zwischen den Teilchen liegen. Jene Gesamtbeschleunigungen werden sich wechselseitig verhalten wie die einzelnen sie zusammensetzenden Beschleunigungen, daß heißt umgekehrt wie die Durchmesser der entsprechenden Teilchen und direkt wie die Quadrate der Geschwindigkeiten; sie bewirken daher, daß einander entsprechende Teilchen fortfahren, ähnliche Bahnen zu beschreiben.“

In einem Zusatz 1 fährt Newton dann unter Bezug auf zwei zwischen den Teilchen befindliche größere Körper fort:

„Wenn daher zwei bestimmte, einander ähnliche Körper gegen die entsprechenden Teilchen jener Systeme ähnlich gelegen sind und anfangen, zwischen diesen Teilchen in proportionalen Zeiten ähnliche Bewegungen auszuführen, und wenn die Größen und Dichten der beiden Körper sich zueinander verhalten wie die Größen und Dichten entsprechender Teilchen, so werden jene Körper fortfahren, sich in proportionalen Zeiten ähnlich zu bewegen; denn es hat dieselbe Bewandnis mit den größeren Körpern der beiden Systeme wie mit den Teilchen.“

Und weiter heißt es im Zusatz 2 hierzu:

„Wenn alle ähnlichen und ähnlich gelegenen Teile der beiden Systeme unter sich ruhen und zwei derselben, welche größer als die übrigen sind und einander in den beiden Systemen entsprechen, längs ähnlich liegender Bahnen und auf ähnliche Weise irgendwie sich zu bewegen anfangen, so werden diese zwei größeren Teile in den übrigen Teilen ähnliche Bewegungen erregen und fortfahren, sich zwischen ihnen auf ähnliche Weise in proportionalen Zeiten zu bewegen; sie werden daher Wege beschreiben, welche ihren Durchmessern proportional sind.“

Newton stellt dann in Propositio XXXIII Theorema XXVII der Prinzipien Band II nachstehende Behauptung B mit anschließender Begründung auf:

B. „Unter diesen Voraussetzungen werden die größeren Körper der Systeme Widerstände erleiden, die proportional sind dem Quadrat ihrer Geschwindigkeiten, dem Quadrat ihrer Durchmesser sowie der Dichte der Systemteile.“

Hierzu gibt Newton sogleich folgende Begründung:

„Der Widerstand entspringt zum Teil aus den zentripetalen oder zentrifugalen Beschleunigungen, mit denen die Systemteilchen sich gegenseitig beeinflussen, zum anderen Teil aus dem Zusammentreffen und Zurückwerfen der Teilchen an den größeren Körpern. Die Widerstände der ersten Art verhalten sich zueinander wie die resultierenden Beschleunigungskräfte, aus denen sie hervorgehen, das heißt wie die resultierenden Beschleunigungen und die Massen entsprechender Teilchen, also gemäß obiger Voraussetzung direkt wie die Quadrate der Geschwindigkeiten und umgekehrt wie die Abstände entsprechender Teilchen sowie direkt wie deren Massen. Da nun die Abstände der Teilchen des einen Systems zu den entsprechenden Abständen der Teilchen des anderen sich verhalten wie der Durchmesser eines Teilchens oder Körpers des ersten Systems zum Durchmesser des entsprechenden Teilchens oder Körpers des andern Systems, und da die Massen sich verhalten wie die Dichten der Teile und die Kuben der Durchmesser, so werden die Widerstände sich verhalten wie die Quadrate der Geschwindigkeiten, die Quadrate der Durchmesser und die Dichten der Teile der Systeme.“

19. Newtons Begründung des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes der Dynamik. Deutung der von ihm hierzu aufgestellten Sätze. Die soeben wiedergegebenen, in Band II der Prinzipien niedergelegten Untersuchungen, Lehrsätze und Beweise Newtons lassen unzweideutig erkennen, daß seine Betrachtungen unter Voraussetzung vollkommener Ähnlichkeit sich auf den Vergleich entsprechender Beschleunigungs- oder Trägheitskräfte stützen und daß weiter unter Verwendung unserer heutigen Bezeichnungen folgende analytischen Beziehungen für die Beschleunigungen B und b zweier entsprechender Flüssigkeitsteilchen gelten, wenn D , d bzw. R , r die Durchmesser bzw. Halbmesser entsprechender Teilchen und L , l zwei beliebige entsprechende Längen der beiden Vergleichsvorgänge sind:

$$B : b = \frac{V^2}{D} : \frac{v^2}{d} = \frac{V^2}{R} : \frac{v^2}{r} = \frac{V^2}{L} : \frac{v^2}{l}. \quad (45)$$

Und schließlich stellt Newton in den angeführten Sätzen fest, daß für das Kräfteverhältnis \varkappa zweier entsprechender Beschleunigungskräfte MB , mb sowie zweier beliebiger entsprechender Kräfte K , k und insbesondere auch zweier entsprechender Widerstände W , w der in den beiden Flüssigkeiten sich bewegenden Körper das folgende allgemeine Ähnlichkeitsgesetz besteht:

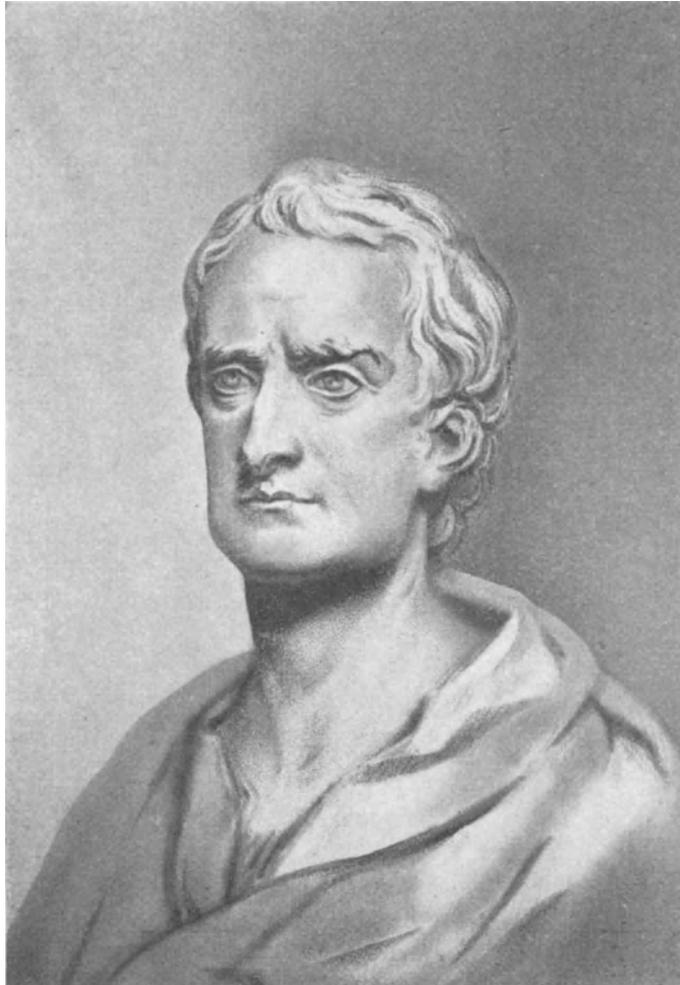
$$\varkappa = K : k = W : w = MB : mb = M \frac{V^2}{L} : m \frac{v^2}{l} = (\varrho) \frac{L^3 V^2}{L} : (\varrho) \frac{l^3 v^2}{l}$$

$$\varkappa = W : w = (\varrho) L^2 V^2 : (\varrho) l^2 v^2 = (\varrho) D^2 V^2 : (\varrho) d^2 v^2 \quad (46)$$

$$\begin{array}{l} H \dots W = \varphi \cdot (\varrho) L^2 V^2 \\ M \dots w = \varphi \cdot \varrho l^2 v^2. \end{array} \quad (47)$$

Damit ist erwiesen, daß der geniale Begründer der Dynamik Isaac Newton zugleich auch der Schöpfer des allgemeinen Ähnlichkeitsgesetzes der Dynamik ist und daß er bereits die grundlegenden Begriffe, Vorstellungen und Zusammenhänge der Ähnlichkeitswissenschaft mit bewundernswerter Schärfe herausstellte. Ihm zu Ehren ist sein Bildnis hier beigefügt, zu dem der Abschnitt 29 Angaben enthält. Die wichtigsten von Newton gewonnenen Ergebnisse seien in den folgenden Absätzen 1 bis 3 zusammengefaßt:

1. Die allgemeinen Grundlagen und das allgemeine Ähnlichkeitsgesetz für vollkommene dynamische Ähnlichkeit. Newton stellt als Bedingung für den vollkommenen ähnlichen Ablauf zweier dynamischer Vorgänge derselben Art zunächst geometrische Ähnlichkeit aller entsprechenden Teile der beiden Vergleichssysteme auf einschließlich der zugehörigen Bewegungsbahnen aller Masseteilchen; weiter fordert er vollkom-



Isaac Newton

1643—1727

Schöpfer der Mechanik
und der Grundlagen der Ähnlichkeitsdynamik

mene Proportionalität aller einander entsprechender Zeiten für das Durchwandern entsprechender Bahnstrecken der Masseteilchen, also das, was wir oben unter dem Begriff zeitlicher Ähnlichkeit festgelegt haben. Er ist also vollständig im Besitz dessen, was wir kinematische Ähnlichkeit der Bewegungen in beiden Systemen mit den unveränderlichen Längen- und Zeitenverhältnissen λ und τ nennen, und er verfügt daher auch über das durch die geometrische und zeitliche Ähnlichkeit bedingte Geschwindigkeitsverhältnis $V/v = \lambda/\tau$ für die beiden Bewegungen. Und ebenso ist bei ihm nach Gl. (46) das Kräfteverhältnis \varkappa für vollkommene Ähnlichkeit der beiden Bewegungen auf Grund der bei dynamischen Vorgängen stets in Betracht kommenden Trägheit der Massen vollständig bestimmt durch die Festlegung dreier Verhältnisse; nämlich des Verhältnisses entsprechender Dichten, entsprechender Längen und entsprechender Geschwindigkeiten, woraus das allgemeine Ähnlichkeitsgesetz der Gln. (46) und (47) entspringt. Und zwar können alle drei Verhältnisse völlig frei gewählt werden, wenn auf die Masseteilchen außer den normal zu ihren Oberflächen stehenden Druckkräften — als Reaktionskräften auf unzusammendrückbare Körper — keine besonderen Kräfte als eingeprägte, physikalisch erklärte Kräfte beschleunigend einwirken.

2. Die Bedingung gleichen Kräfteverhältnisses auch für die eingepägten, physikalisch erklärten Kräfte. Aus den Darlegungen in den Prinzipien ist weiter folgende Erkenntnis Newtons zu entnehmen: Es ist für das Zustandekommen vollkommener Ähnlichkeit zweier dynamischer Systeme notwendig, daß das Kräfteverhältnis \varkappa gleich groß ist sowohl für alle einander entsprechenden resultierenden Beschleunigungs- oder Trägheitskräfte MB , mb als auch für alle einander entsprechenden, auf die Teilchen einwirkenden Oberflächendruckkräfte und damit auch für die Widerstände W , w der beiden in den Flüssigkeiten sich bewegenden größeren Vergleichskörper; und darüber hinaus fordert Newton — nur so kann ich seine Ausführungen deuten —, daß das aus den resultierenden Beschleunigungskräften gewonnene Kräfteverhältnis \varkappa auch für alle einzelnen an den Beschleunigungen der Masseteilchen mitwirkenden eingepägten, physikalisch erklärten Sonderkräfte gilt. Danach würde jede neue, an den beiden Vergleichsvorgängen beteiligte Sonderart physikalischer Kräfte K , k , wie z. B. Schwerkkräfte, innere Reibungskräfte, elastische Kräfte usw., die Erfüllung einer neuen zusätzlichen Bedingungsgleichung, also einer Sondervorschrift zur Erreichung dynamischer Ähnlichkeit erfordern.

3. Newtons notwendige und hinreichende Bedingungen für das Eintreten vollkommener dynamischer Ähnlichkeit. Newton hat in seinen Prinzipien weiter bewiesen: Wenn der Anfangszustand der beiden dynamischen Vergleichsvorgänge bereits vollkommene Ähnlichkeit für alle entsprechenden Masseteilchen M , m in räumlicher und zeitlicher Hinsicht aufweist und wenn daher die von allen beteiligten Kräften hervorgerufenen resultierenden Beschleunigungen B , b — einschließlich ihrer zentripetalen und tangentialen Komponenten — die kinematische Bedingungsgleichung $B : b = V^2/L : v^2/l$ dauernd erfüllen, wo V , v zwei beliebige entsprechende Geschwindigkeiten und L , l zwei beliebige lineare Abmessungen sind, so werden in den beiden Systemen die einzelnen einander entsprechenden Masseteilchen M , m im natürlichen Ablauf des Geschehens fortfahren, sich in geometrisch ähnlichen Bahnen zeitlich ähnlich zu bewegen, und zwar unter der Wirkung von beliebigen Kräften, deren festes Verhältnis \varkappa sich aus dem allgemeinen Ähnlichkeitsgesetz ergibt zu

$$\varkappa = MB : mb = (q) L^2 V^2 : q l^2 v^2.$$

20. In den Prinzipien keine Ableitung der auf physikalisch erklärten Kräften begründeten Sondermodellgesetze. Es ist im amerikanischen Schrifttum¹⁶⁾ gesagt worden, es scheine, daß bereits Newton

¹⁶⁾ Vergleiche den in der Fußnote zum Abschnitt Nr. 18 genannten Aufsatz 1.

in seinen Prinzipien das Geschwindigkeitsverhältnis für ähnliche Systeme gegeben hat, und es müsse daher die auf der gleichzeitigen Wirkung von Schwere und Trägheit beruhende, nach Froude benannte Zahl eigentlich Newtons Zahl genannt werden. Hierzu sei bemerkt: Auf Grund unserer Darlegungen müßte dann aber auch das von Reech für Großschiff und Modell formulierte Modellgesetz entsprechender Geschwindigkeiten von der Form $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ als Newtonsches Modellgesetz bezeichnet werden.

Meine in dieser Richtung angestellten eingehenden Nachforschungen haben ergeben, daß in den Prinzipien an keiner Stelle von einem solchen neben dem allgemeinen Ähnlichkeitsgesetz $W = \varphi \cdot (\rho) L^2 V^2$, $w = \varphi \cdot \rho l^2 v^2$ bestehenden besonderen Modellgesetz der entsprechenden Geschwindigkeiten $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ gesprochen wird, gemäß welchem bei Modellversuchen, etwa zur Ermittlung des Schiffswiderstandes mit Rücksicht auf die durch die Schwere bedingten Oberflächenwellen oder zu anderem Zweck, das Geschwindigkeitsverhältnis für H und M eingerichtet werden müßte. Newton spricht bei seinen Ähnlichkeitsuntersuchungen nirgends davon, daß ein Bewegungsvorgang im kleinen, also ein Modellversuch überhaupt dazu benutzt werden soll oder kann, den auf theoretischem Wege nicht zu ermittelnden Strömungswiderstand des großen fahrenden Schiffes durch zahlenmäßiges Ausmessen an einem verkleinerten Modellschiff und durch geeignetes Umrechnen des Meßergebnisses auf das Großschiff zu bestimmen. Ihm lagen derartige Überlegungen zur Ausnutzung von solchen eigens zu diesem Zweck angestellten Modellversuchen ganz fern. Nach seiner Auffassung gelingt es ja auch, alle einschlägigen Aufgaben, die er sich in den Prinzipien über den Bewegungswiderstand von Körpern in Flüssigkeiten stellt, auf rein theoretischem Wege mittels der mathematischen Analysis zu lösen, so daß für diese Lösungen in seinem Aufgabenbereich Modellversuche gar nicht in Betracht kommen. Es handelt sich bei seinen Strömungsuntersuchungen auch immer nur um völlig in Wasser oder in Luft untergetauchte regelmäßige Rotationskörper, wie Kugel, Kegel, Zylinder usw., aber nicht um die an der Wasseroberfläche unter Erzeugung von Oberflächenwellen fahrenden Schiffe; und er löst seine Probleme auf rein theoretischem Wege unter bestimmten vereinfachenden Annahmen in seiner Weise ohne jede Bezugnahme auf Modellversuche. Die von ihm aufgestellten Widerstandsformeln sowohl für lineares wie quadratisches Geschwindigkeitsgesetz sind ohne Rücksichtnahme auf Oberflächenwellen unter Voraussetzung völliger Reibungsfreiheit der Flüssigkeit und völliger Glätte der Oberfläche der ganz untergetauchten Rotationskörper aufgestellt, sie besitzen aber nach der heutigen Erkenntnis selbst für diese Körperformen keine Gültigkeit und bieten auch keinen für die zahlenmäßige Ermittlung der Schiffswiderstände brauchbaren Anhalt.

Man wird hier berechtigterweise fragen: Zu welchem Zwecke stellte denn Newton dann aber seine Ähnlichkeitsvergleiche überhaupt an? — Hierauf möchte ich folgende Antwort geben. Zu Newtons Zeiten — die Prinzipien wurden im Jahre 1687 veröffentlicht — gab es noch kein einheitliches, auf Grundeinheiten abgestimmtes Maßsystem wie heute, und Newton sprach infolgedessen seine dynamischen Lehrsätze sehr vorsichtig in der damals durchaus üblichen Form der mechanischen Proportionsansätze Galileis (Discorsi 1638) aus. Zum Beispiel schrieb er ganz allgemein die Zentripetalbeschleunigung eines Punktes, die wir heute kurz durch $b = v^2/r$ ausdrücken, nicht in dieser einfachen Form, sondern er wählte gemäß Band I der Prinzipien folgende viel umständlichere, aber vollkommen exakte und den Ähnlichkeitsvergleichen von vornherein sehr nahe verwandte Ausdrucksweise in Proportionsansatz unter Vergleich zweier Bewegungsvorgänge: Die Zentripetalbeschleunigungen sind nach den Mittelpunkten der entsprechenden Bögen gerichtet und verhalten sich zueinander direkt wie die Quadrate der entsprechenden Geschwindigkeiten und umgekehrt wie die zugehörigen Halbmesser,

also in mathematischer Form: $B : b = v^2/R : v^2/r$. — Hierbei ist zweierlei wohl zu beachten: Erstens sind von Newton solche Proportionen nach Galileis Vorgehen allgemein zur Formulierung seiner dynamischen Erkenntnisse aufgestellt worden, sie haben also zunächst nichts mit seinen Sätzen über dynamische Ähnlichkeit zu tun. Und zweitens dienten seine Sonderbetrachtungen über dynamische Ähnlichkeit keineswegs dem ausdrücklichen Zweck, in verwickelten analytischen Fällen Schlüsse von einem eigens zur Ausmessung angestellten Modellvorgang auf den ähnlich verlaufenden Hauptvorgang zahlenmäßig zu übertragen, sie boten Newton vielmehr eine willkommene Gelegenheit, rein formal ohne Streben nach einem praktischen Anwendungsziel die allgemeinen Verwandtschaftsbeziehungen für zwei vollkommen ähnlich verlaufende dynamische Vorgänge zu erörtern. Bei dieser Einstellung zum Ähnlichkeitsproblem hatte er also gar keinen Anlaß, besondere Modellgesetze aufzustellen und zu ihrer Erfüllung besondere Modellzurichtungsmaßnahmen für jeden Einzelfall zu treffen, und so finden wir bei ihm für eine Durchführung von Modellversuchen auch keinerlei Sondervorschriften, welche einzuhalten wären, damit die Flüssigkeitsströmungen beim Modell ähnlich denen der Großausführung nachgeahmt werden; ihm lag der Gedanke an Modellversuche ganz fern.

Würde Newton vor die Aufgabe gestellt worden sein, Modellversuche zur dynamisch ähnlichen Nachahmung von Hauptvorgängen anzustellen, so würde er meines Erachtens erkannt haben, daß sowohl die an der Erzeugung der Oberflächenwellen beteiligte Schwere als auch die innere Reibung in der zähen Flüssigkeit je die Erfüllung eines besonderen Modellgesetzes erfordern. Und der geniale Schöpfer der Dynamik, der nicht nur das die Bewegung der Himmelskörper beherrschende Gesetz der allgemeinen Schwere, sondern auch das Gesetz der inneren Flüssigkeitsreibung entdeckt hat, würde bei der Aufgabe, praktische Modellversuche anzustellen, nach meiner Überzeugung aus der geforderten Gleichheit der Kräfteverhältnisse für entsprechende Trägheitskräfte, für irdische Schwerkkräfte und für Flüssigkeitsreibung auch die besonderen Modellgesetze, wie sie später von Reech und von Reynolds entwickelt worden sind, richtig abgeleitet und angewandt haben. Newton hat aber den Gedanken, mittels der Meßergebnisse von praktischen Versuchen an kleinen Modellen die Lösung eines schwierigen analytischen Problems herbeizuführen, nirgends geäußert, und er hat in den Prinzipien bei seinen Ähnlichkeitsbetrachtungen solche besonderen Modellgesetze auch nirgends abgeleitet oder erwähnt. Erst viel später tritt zugleich mit der Benutzung der Ähnlichkeitsmechanik insbesondere bei den Modellversuchen zur Lösung schwieriger praktischer Aufgaben der Technik das Bedürfnis auf, die Zurichtungsmaßnahmen für den einzelnen Modellversuch unter Befolgung der besonderen jeweils maßgeblichen Modellgesetze so zu treffen, daß sich die dynamische Ähnlichkeit bei Naturablauf der beiden Vergleichsvorgänge von H und M von selbst wirklich einstellt. Der näheren Darlegung dieser besonderen Vorschriften oder Modellgesetze dienen die in den beiden nächsten Teilen IV und V enthaltenen Untersuchungen hervorragender Forscher, welche als Vorläufer für die späteren Modellversuche im Schiffbau angesehen werden können.

IV. Erstmalige Aufstellung von Modellgesetzen für Schwingungen elastischer Körper durch Cauchy und für Wasserturbinen durch Combes

21. Cauchys Modellgesetz der Elastodynamik. Erst etwa andert-halb Jahrhundert nach der Veröffentlichung von Newtons Ähnlichkeitsgrundlagen hat als erster A. Cauchy¹⁷⁾ im Jahre 1829 in einer der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgelegten theoretischen Abhandlung das Ähnlichkeits-

¹⁷⁾ Cauchys Beweisgang ist in der Dynamik von Routh, deutsch von Schepp, Leipzig 1898, Bd. 1 S. 331, im Auszug wiedergegeben.

problem wieder aufgegriffen und eine Verallgemeinerung eines von Savart¹⁸⁾ experimentell gefundenen Satzes über die Schwingungen von Luftmassen in ähnlich geformten elastischen Gefäßen aus der Identität der entsprechenden Differentialgleichungen hergeleitet. Aus diesen analytischen Ansätzen für die Schwingungen von elastischen dünnwandigen Körpern ist das Cauchysche Modellgesetz als erstes aller Modellgesetze hervorgegangen, das wir heute in der Form

$$\mathfrak{C} = \frac{V}{\sqrt{E/(\rho)}} = \frac{v}{\sqrt{e/\rho}} \quad (48)$$

schreiben, in welchem E und e je den Elastizitätsmodul der Körper von H und M bedeutet und wobei die Gültigkeit des Hookeschen Gesetzes vorausgesetzt ist. Gl. (48) sagt aus: Bei vollkommener Ähnlichkeit zweier elasto-dynamischer Vorgänge muß die dimensionslose Cauchysche Kenngröße \mathfrak{C} für H und M den gleichen Zahlenwert haben. Von Cauchy ist aber nicht die Lehre ausgesprochen, daß Versuche an geometrisch ähnlich geformten und dynamisch ähnlich arbeitenden Modellen zur Lösung schwieriger analytischer Elastizitätsprobleme benutzt werden können.

22. Begründung des technischen Modellversuchswesens und der Modellgesetze für affin arbeitende Wasserturbinen durch Combes. Im Jahre 1840 hat Charles Combes, Professor an der École royale des mines in Paris, zum ersten Male praktische Versuche mit kleinen Modellen, und zwar Turbinenmodellen, angestellt, um aus den am Modell gewonnenen Meßergebnissen zahlenmäßig das Betriebsverhalten einer großen Reaktionsturbine voraussagen zu können, die das Wasser der Marne für die Versorgung der an ihr gelegenen Stadt Vitry-le-Français liefern sollte. Combes hat seine theoretischen Untersuchungen, in denen er auf das erste von dem Göttinger Professor Segner¹⁹⁾ 1750 konstruierte einfache Reaktionswasserrad Bezug nimmt und in denen er sich ausdrücklich auf die von L. Euler²⁰⁾ im Jahre 1754 aufgestellte Theorie der Reaktionsturbinen stützt, zusammen mit den Ergebnissen seiner eigenen Modellversuche in einem 1843 in Paris erschienenen Werke²¹⁾ veröffentlicht. Die von Combes mit Turbinenmodellen angestellten Versuche sind die ersten Modellversuche der Technik überhaupt, und die von ihm angegebenen Modellbeziehungen können als wegweisend für die weitere Entwicklung des Modellversuchswesens bezeichnet werden. Er stellt in jenem Werke auf Grund seiner theoretisch und experimentell gewonnenen Erkenntnisse Beziehungen und Modellregeln für erweiterte oder affine (also nicht vollkommene) Ähnlichkeit auf, die sich auf das Wirken der Trägheits- und Schwerekräfte in Wasserturbinen beziehen und von denen im folgenden die wichtigsten unter 1 bis 3 genannt seien. Dabei wollen wir unter zwei affin ähnlich arbeitenden Turbinen zwei Ausführungen verstehen, deren Laufräder ihrer Form nach geometrisch ähnlich sind auf Grund des Linearverhältnisses $D : d = \lambda$, die aber für die Gefällhöhen ein anderes Verhältnis, nämlich $H : h = \lambda_H$, besitzen.

Regel 1. Wenn eine Wasserturbine vom Durchmesser D , der sich beispielsweise auf den Eintritt ins Laufrad beziehen möge, unter verschiedenen Gefällhöhen H und H_1 , aber doch in beiden Fällen unter der Voraussetzung gleichen Betriebszustandes z. B. mit bestem Wirkungsgrade arbeitet, so gelten, wenn Störungserscheinungen unbeachtlich bleiben sollen, für die zugehörigen sekundlichen Durchflußmengen Q und Q_1 und für die sekundlichen Dreh-

¹⁸⁾ Im Band 29 der Annales de Chimie, Paris 1825, beschreibt Savart Versuche, die er mit geometrisch ähnlichen, Luft enthaltenden Gefäßen unter Erzeugung von Tönen verschiedener Höhenlage anstellte.

¹⁹⁾ Vgl. die Angaben in Nr. 1 der vorliegenden Abhandlung.

²⁰⁾ Näheres über Eulers Turbinentheorie findet man in Nr. 1 der vorliegenden Abhandlung.

²¹⁾ Ch. Combes, Recherches théoriques et expérimentales sur les roues à réaction ou à tuyaux, Paris 1843 chez Carilian-Goeury et Dalmont.

zahlen n und n_1 mit $D = D_1$ die von Galilei eingeführten Proportionssätze, die hier in Quotientenform erscheinen mögen:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{\varepsilon \cdot D^2 V}{\varepsilon \cdot D_1^2 V_1} = \frac{\sqrt{gH}}{\sqrt{gH_1}}$$

$$\frac{n}{n_1} = \frac{V/D}{V_1/D_1} = \frac{\sqrt{gH}}{\sqrt{gH_1}}.$$

Offensichtlich stützen sich diese Vergleiche auf die Gültigkeit der Beziehungen: $V = \zeta \cdot \sqrt{gH}$ und $V_1 = \zeta \cdot \sqrt{gH_1}$, also auf

$$\zeta = \frac{V}{\sqrt{gH}} = \frac{V_1}{\sqrt{gH_1}}. \quad (49)$$

Nach Combes tritt somit bei verschiedenen Gefällhöhen H und H_1 der gleiche Betriebszustand einer Turbine dann ein, wenn sich entsprechende Geschwindigkeiten V und V_1 wie die Wurzeln aus den Gefällhöhen H und H_1 verhalten, wenn also gilt:

$$V : V_1 = \sqrt{H} : \sqrt{H_1} = \sqrt{\lambda_H}.$$

Regel 2. Wenn zwei geometrisch ähnliche Wasserturbinen mit den Durchmessern D und D_1 aber mit gleichen Gefällhöhen $H = H_1$ unter dem gleichen, z. B. dem besten Betriebszustande arbeiten, so gelten wegen $V = V_1$ die Proportions- oder Quotientenansätze:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{\varepsilon \cdot D^2 V}{\varepsilon \cdot D_1^2 V_1} = \frac{D^2}{D_1^2}$$

$$\frac{n}{n_1} = \frac{V/D}{V_1/D_1} = \frac{1/D}{1/D_1}.$$

Regel 3. Wenn zwei geometrisch ähnliche Wasserturbinen, die Hauptausführung und das Modell, mit den Durchmessern D und d unter zwei beliebigen, also nicht auf die geometrische Ähnlichkeit der Turbinenräder abgestimmten Gefällhöhen H und h unter dem gleichen, z. B. dem besten Betriebszustande affin arbeiten, so führen die Ansätze $Q = \varepsilon \cdot D^2 V$, $q = \varepsilon \cdot d^2 v$ auf die Vereinigung der Ergebnisse unter Regel 1 und 2, also auf die folgenden, unserer heutigen Ausdrucksweise angepaßten Vergleichsansätze:

$$\frac{Q}{q} = \frac{D^2 \sqrt{gH}}{d^2 \sqrt{gh}} \quad (50)$$

$$\frac{D (gH)^{1/4}}{Q^{1/2}} = \frac{d (gh)^{1/4}}{q^{1/2}} = \mathfrak{R}_D. \quad (51)$$

Hieraus folgt als erster Hauptsatz für affin arbeitende Wasserturbinen: Die dimensionslose Durchmesserkenngroße \mathfrak{R}_D ist für Hauptausführung und Modell bei gleichem Betriebszustand gleich groß.

Und weiter erhält man in diesem Fall für die entsprechenden sekundlichen Drehzahlen n und n_M für H und M — unter Heranziehung der Ausdrücke für \mathfrak{R}_D — ebenfalls die Vereinigung der Ergebnisse unter Regel 1 und 2, nämlich

$$\frac{n}{n_M} = \frac{V/D}{v/d} = \frac{\sqrt{gH} (gH)^{1/4}}{Q^{1/2}} : \frac{\sqrt{gh} (gh)^{1/4}}{q^{1/2}} \quad (52)$$

$$\frac{n Q^{1/2}}{(gH)^{3/4}} = \frac{n_M q^{1/2}}{(gh)^{3/4}} = \mathfrak{R}_n. \quad (53)$$

Hieraus ergibt sich der zweite Hauptsatz für affin arbeitende Wasserturbinen: Die dimensionslose Drehzahlkenngroße \mathfrak{R}_n ist für Hauptausführung und Modell bei gleichem Betriebszustand gleich groß.

Diese von Combes aufgestellten wichtigen Regeln beziehen sich also auf den Fall, in welchem auf die Flüssigkeitsmassen der beiden Vergleichssysteme die Schwerkkräfte als physikalisch erklärte Kräfte wirken; sie gelten für zwei affin ähnliche Strömungen, in denen für die linearen Abmessungen der geometrisch ähnlich geformten Turbinen das Verhältnis $\lambda = D : d$, zugleich aber für das Verhältnis der Gefällhöhen ein anderer Maßstab $\lambda_H = H : h$ besteht; sie betreffen also zunächst nicht den Fall vollkommener Ähnlichkeit, sondern den in Nr. 6 behandelten allgemeineren Fall der erweiterten oder affinen Ähnlichkeit zweier dynamischer Vergleichssysteme. Die Combesschen Regeln, welche nur für Wasserturbinen aufgestellt waren, haben auf den heute in der Praxis viel benutzten Begriff der „spezifischen Drehzahl“ geführt und sind in neuerer Zeit von M. Weber²²⁾, O. Lutz²³⁾ und F. Weinig²⁴⁾ auf viele andere Maschinengattungen weiterentwickelt und für die Bedürfnisse der gegenwärtigen Technik wesentlich verallgemeinert worden.

Es ist wichtig zu beachten, daß Combes' affine Ähnlichkeit für den Sonderfall $\lambda = D/d = H/h = L/l$ auch den Fall der vollkommenen Ähnlichkeit mitumspannt; die Kenngröße \mathfrak{R}_n geht dann mit $n = 1/T$ und $n_M = 1/t$ bei vollkommen ähnlich geformten und vollkommen ähnlich arbeitenden Wasserturbinen in die dimensionsfreie Reechsche Kenngröße $\mathfrak{R} = V/\sqrt{gL} = v/\sqrt{gt}$ über. Dieses Ergebnis ist nach den folgenden Nummern 23 bis 25 ohne weiteres zu erwarten, da ja bei den unter Schwerkwirkung stehenden Wasserturbinen im Falle vollkommener dynamischer Ähnlichkeit das Reechsche Modellgesetz erfüllt sein muß. Meines Wissens hat Combes aber bei seinen Modellversuchen die vollkommene dynamische Ähnlichkeit nicht angestrebt oder benutzt.

V. Friedrich Reechs Begründung der Hauptmodellgesetze des Schiffbaus. Weiterentwicklung der Ähnlichkeitsgesetze durch Bertrand und Reynolds

23. Erstmalige Forderung der Erfüllung des Gesetzes entsprechender Geschwindigkeiten für Modellversuche zur Ermittlung des Schiffswiderstandes durch Reech. Auf Grund der neuesten Forschungen besteht kein Zweifel darüber, daß der Elsässer Friedrich Reech als französischer Marineingenieur es als erster ausgesprochen hat, daß der Versuch am geometrisch ähnlich verkleinerten und dynamisch ähnlich arbeitenden Schiffmodell bei richtiger Durchführung des Versuchs die sicherste Unterlage zur Ermittlung des Widerstandes des großen Schiffes ist. Vor allem hat er als erster erkannt und bewiesen, daß bei den Schiffmodellversuchen — zur Erzielung dynamisch ähnlicher Strömungsvorgänge für Großausführung und Modell — das auf dem Wirken von Trägheit und irdischer Schwere beruhende Modellgesetz entsprechender Geschwindigkeiten in der Form $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ notwendigerweise erfüllt werden muß. Da seine in vielfacher Hinsicht bahnbrechenden Arbeiten im Bereich des Schiff- und Schiffsmaschinenbaus in Frankreich wohlbekannt sind, seltsamerweise aber in Deutschland bisher kaum Beachtung gefunden haben, seien hier einige allgemeine Angaben über die Leistungen Reechs auf schiffbautechnischem Gebiete mitgeteilt; im übrigen sei auf die besondere Würdigung hingewiesen, welche ich diesem schöpferischen Geist und Wegbereiter der Schiffbautechnik in der Zeitschrift Schiffbau habe zuteil werden lassen²⁵⁾. Ihm zu Ehren ist sein Bildnis hier beigefügt, zu welchem Abschnitt 29 Angaben enthält.

²²⁾ M. Weber, Die spezifischen Drehzahlen und die anderen Kenngrößen der Wasserturbinen, Kreiselpumpen, Windräder und Propeller als dimensionsfreie Kenngrößen der Ähnlichkeitsphysik, Z. Schiffbau 31. Bd. (1930) S. 73, 156, 207, 413 u. 432.

²³⁾ O. Lutz, Ähnlichkeitsbetrachtungen bei Brennkraftmaschinen, Ing.-Arch. 4. Bd. (1933) S. 373.

²⁴⁾ F. Weinig, Ein Vergleich zwischen Kolbenmaschinen, Tragflügelmaschinen mit Hilfe dimensionsloser Kenngrößen, Motortechnische Zeitschrift 1940 Heft 8.

²⁵⁾ M. Weber, Friedrich Reech, der Schöpfer der Hauptmodellgesetze des Schiffbaus und bahnbrechende Forscher auf vielen Gebieten des Schiff- und Schiffsmaschinenbaus, Z. Schiffbau 43. Jahrg. (1942) Heft 8.



Friedrich Reech

1805—1884

Schöpfer der Hauptmodellgesetze des Schiffbaus

Ich darf dabei vorausschicken, daß sich Reech in Frankreich sowohl als hervorragender Forscher auf vielen schiffbautechnischen Gebieten als auch als ausgezeichnete Lehrer zahlreicher höherer Baubeamten und Offiziere der französischen Kriegsmarine großes Ansehen erworben hat. Der Tatsache, daß sein Andenken auch heute, fast sechs Jahrzehnte nach seinem Tode (1884), in den marineteknischen Kreisen Frankreichs weiterlebt, verdanke ich die Anregung zu meinen Nachforschungen nach seinen wissenschaftlichen Arbeiten und seinem Lebensweg: Auf der internationalen Tagung der Leiter der Schleppversuchsanstalten in Berlin vom 26. bis 28. Mai 1937 lenkte Herr Professor E. G. Barrillon, Ingénieur Général du Génie Maritime et Directeur du Bassin d'essai des carènes de Paris meine Aufmerksamkeit auf Friedrich Reech als den Pionier des auf der Ähnlichkeitsgrundlage entwickelten Schiffmodellwesens und als den Begründer des Hauptmodellgesetzes des Schiffbaues.

Für diese Mitteilung und die liebenswürdige Zusendung einer Photographie Reechs möchte ich Herrn Professor Barrillon an dieser Stelle meinen verbindlichen Dank abstellen. Ebenso danke ich hier den Herren Marineoberbauern Mendelssohn und Sperling und Herrn Marinebaurat Umlauf, durch deren tatkräftige Bemühungen in Lorient und in Paris ich Einblick in die bei den französischen Bibliotheken aufbewahrten Werke Reechs nehmen durfte und von denen ich außerdem wertvolle Angaben über seinen Lebenslauf und seine Persönlichkeit erhalten habe.

Die von mir daraufhin angestellten weiteren Nachforschungen haben ergeben, daß Friedrich Reech von kerndeutschen Eltern abstammt: Er ist geboren am 9. September 1805 in dem am Fuße der Vogesen gelegenen Orte Lampertsloch in der Nähe von Sulz unterm Wald im Kreise Weißenburg im Elsaß und gestorben am 6. Mai 1884 in der an der Westküste Frankreichs gelegenen Hafenstadt Lorient; seinem Wunsche entsprechend ist er in heimatischer deutscher Erde in Lampertsloch — nicht wie ursprünglich von französischer Seite angegeben in Sulz unterm Wald — begraben. Seine Ausbildung zum französischen Marineingenieur und seine weitere Laufbahn haben ihn von Straßburg über Paris, Brest und Cherbourg nach Lorient und wieder nach Paris geführt. Von 1832 bis 1854 war er Direktor der École d'application du Génie Maritime in Lorient, und nach deren Verlegung nach Paris im Jahre 1854 blieb er, zum Directeur des Constructions Navales ernannt, deren Direktor bis 1870.

Reech hat sich unter vielen anderen besondere Verdienste um die Entwicklung der Expansionsdampfmaschine für die französische Kriegsmarine erworben und hat eine große Zahl bedeutsamer wissenschaftlicher Werke und Aufsätze verfaßt, die aber, weil in Frankreich veröffentlicht, in Deutschland bisher unbekannt geblieben sind — mit Ausnahme des von ihm stammenden, 1864 veröffentlichten und besonders in Frankreich viel benutzten Verfahrens zur Berechnung der Schiffstabilität für Neigungen aus den Momenten der Keilstücke, und zwar unter Benutzung der im Raum festliegenden Hauptkoordinatenebenen für die aufrechte Lage des Schiffs²⁶⁾.

Im Jahre 1843 stellte Reech in einem 1844 in Buchform erschienenen Bericht über die Maschinen des Raddampfers „Brandon“ der französischen Kriegsmarine²⁷⁾ die schon seit 1831 in seinen Vorlesungen erhobene Forde-

²⁶⁾ Veröffentlicht von Reech im *Mémorial du Génie Maritime* 3. livraison 1864 S. 168; auszugsweise wiedergegeben in Johow-Krieger, *Hilfsbuch für den Schiffbau*, 3. Aufl. Berlin 1910 S. 284; ausführlicher in Pollard et Dubeout, *Théorie du navire*, Paris 1890 Bd. I S. 116 und 161. Die weitere Ausgestaltung des von Reech erdachten Verfahrens hat später P. Risbec ebenfalls im *Mémorial du Génie Maritime* 3. livr. 1870 gegeben.

²⁷⁾ F. Reech, *Rapport à l'appui du projet des machines du Brandon*, Paris 1844 S. 28, chez Bertrand. In diesem Bericht wird das Verhältnis aller einander entsprechender Geschwindigkeiten, z. B. der Fahrgeschwindigkeiten V , v von Großschiff und Modell, oder der Umlaufgeschwindigkeiten U , u der beiden zu vergleichenden Schaufelräder, mit λ bezeichnet und das Verhältnis linearer Größen, z. B. der Schiffslängen oder Schaufelradhalbmesser, mit $L = L : l = R : r$. Um Irrtümern vorzubeugen, habe ich entsprechend der heute in Deutschland üblichen Bezeichnungsweise für das Verhältnis entsprechender linearer Größen λ statt L und für das Geschwindigkeitsverhältnis die Bezeichnung $\zeta = V : v = U : u$ statt λ gesetzt.

rung auf, daß bei der Anstellung von Versuchen mit geometrisch ähnlich verkleinerten Schiffmodellen für alle einander entsprechenden Geschwindigkeiten das Modellgesetz $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ erfüllt werden müsse, sofern man vollkommene Ähnlichkeit der Strömungsvorgänge erzielen wolle. Auf den Seiten 27 bis 29 des eben angezogenen Berichts, auf denen ein analytischer Vergleich zwischen einem Großschiff und dem geometrisch ähnlich verkleinerten und dynamisch ähnlich arbeitenden Modell durchgeführt wird, heißt es, ins Deutsche übersetzt: „Dies vorausgesetzt, nehmen wir für einen Augenblick an, daß eine vollkommene Ähnlichkeit stattfinden möge hinsichtlich aller benetzten Oberflächen und hinsichtlich der von den Schaufeln ergriffenen Volumina, mit einem Wort hinsichtlich des Gesamtsystems der beiden ähnlichen Schiffe und der sie umströmenden Flüssigkeiten.“ Und weiter heißt es dann: „Es sei hinzugefügt, daß auf Grund der Betrachtungen, welche der Verfasser (Reech) des vorliegenden Berichts schon seit zwölf Jahren an der École d'application du Génie Maritime (in Lorient) angestellt hat, eine derartige Ähnlichkeit dann wirklich eintreten würde, wenn man

$$\begin{aligned} \frac{U}{u} &= \frac{V}{v} = \zeta \\ \zeta &= \sqrt{\lambda} \end{aligned}$$

erreichen könnte.“

Hierin sind V, v die entsprechenden Fahrgeschwindigkeiten von Schiff und Modell, U, u die entsprechenden Umlaufgeschwindigkeiten der beiden zugehörigen Schaufelräder, sowie λ und ζ das Längen- und das Geschwindigkeitsverhältnis.

Danach fordert Reech somit bei der Durchführung von Schiffmodellversuchen die Erfüllung des Geschwindigkeitsmodellgesetzes $\zeta = \sqrt{\lambda}$, das heißt $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$, oder in Worten: Zur Erzielung dynamischer Ähnlichkeit der umgebenden Strömung müssen sich alle einander entsprechenden Geschwindigkeiten von Schiff und Modell wie die Wurzeln aus entsprechenden Längen verhalten.

Er fährt dann in dem Bericht fort: „Aber wie dem auch sei, es handelt sich hier hauptsächlich nur darum, darzulegen, wann die Hypothese einer vollkommenen Ähnlichkeit in den beiden Systemen wirklich eintreten wird, ohne gegen die mechanische Bedingung zu verstoßen, welche fordert, daß die Summe der waagerechten Kräfte am Schaufelrad gleich dem Widerstand des Schiffes ist. Es wird sich dann für das Widerstandsgesetz der beiden Schiffe — sei es als eine in dem gesamten Bereich der gewöhnlichen Anwendungen sehr weitgehend bestätigte Erfahrungstatsache oder sei es als Theorem der rationalen Mechanik — die folgende Beziehung ergeben, wenn durch irgendeinen Umstand die Bedingung $V : v = \zeta = \sqrt{\lambda}$ erfüllt wird:

$$\frac{P}{p} = \lambda^2 \frac{V^2}{v^2} = \lambda^2 \zeta^2.$$

Die Gleichung geht mit $\zeta = \sqrt{\lambda}$ über in $P/p = \lambda^3$; das heißt: die Schiffswiderstände P, p von H und M verhalten sich nach Reech bei Gleichheit der beiden Flüssigkeiten wie die 3. Potenzen der linearen Abmessungen.

Am Schluß seines eingehenden Vergleichs fügt Reech dann noch hinzu: „Alle wechselseitigen, ähnlich gelegenen Kräfte in dem Schaufelrad werden sich dann genau so verhalten wie die Widerstände von Schiff und Modell.“ — Für entsprechende Leistungen E, e von H und M zur Überwindung der Fahrwiderstände gibt er — in unserer Bezeichnungsweise ausgedrückt — an:

$$\frac{E}{e} = \frac{L^2 V^3}{l^2 v^3} = \lambda^2 \zeta^3,$$

woraus mit $\zeta = \sqrt{\lambda}$ die Ähnlichkeitsbeziehung $E/e = \lambda^{7/2}$ hervorgeht, d. h. entsprechende Leistungen von H und M verhalten sich wie die $7/2$ ten Potenzen der Längen.

Die beiden letzten Gleichungen für P/p und E/e entsprechen offenbar dem allgemeinen Newtonschen Ähnlichkeitsgesetz für den Fall gleicher Flüssigkeiten von H und M und bei gleichzeitiger Erfüllung des Geschwindigkeitsgesetzes $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ — das heißt $\zeta = \sqrt{\lambda}$ — auch den beim Wirken der Schwerkraft geltenden Kraft- und Leistungsgesetzen $P/p = \lambda^3$ und $E/e = \lambda^{7/2}$.

Reech bemerkt dann noch, daß man allerdings in dem Falle, wo das Vergrößerungsverhältnis $\lambda = L : l$ — wie z. B. beim Übergang von einem bekannten, erprobten Großschiff zu einer geometrisch ähnlichen, etwas vergrößerten Ausführung des gleichen Schiffstyps — nur wenig größer als eins ist, sich zunächst einmal frei machen könne von der Modellbedingung $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$. Auf Seite 30 jenes Berichts fügt er jedoch sofort im Hinblick auf eigentliche Modellversuche hinzu: „Aber man muß sich wohl hüten, so zu verfahren, wenn es in Frage käme, die Ergebnisse eines großen Dampfschiffes mit denen eines vollkommen ähnlichen Modells bei starker Verkleinerung zu vergleichen.“

In welchem Umfange Reech in dem angezogenen Bericht betreffend den Dampfer Brandon, über das soeben behandelte Problem weit hinausgehend, von viel allgemeineren Ähnlichkeitsbetrachtungen bereits Gebrauch macht, lehren seine weiteren Ausführungen, in denen er außerordentlich wichtige, damals ganz neue Modellregeln aufstellt und Schlüsse für verschieden große, aber geometrisch ähnlich gestaltete Dampfmaschinen und Kessel zieht, also Schlüsse, die einem ganz anderen außerhalb des eigentlichen Schiffswiderstandes gelegenen Bereiche angehören: Er stellt dort auf Seite 24 fest, „daß eine tatsächlich in allen ihren Teilen wohl proportionierte Dampfmaschine, was ihre Festigkeit anbetrifft, geometrisch ähnlich mit einem beliebigen Maßstabe nachgebildet werden könnte, ohne die Festigkeitsbedingungen zu verletzen, sofern nur die gleiche Spannung in den beiden Vergleichskesseln herrscht.“

Und er ergänzt diese Sätze durch folgende Darlegungen auf Seite 44 des Brandon-Berichtes: Bei gleicher Geschwindigkeit (gemeint ist die mittlere Kolbengeschwindigkeit der Dampfmaschine) wachsen dabei die Maschinenleistung, das Gewicht der Kessel und der spezifische Brennstoffverbrauch wie das Quadrat der linearen Abmessungen oder wie entsprechende Schiffsoberflächen, und die Umlaufzahlen der Schaufelräder stehen im umgekehrten Verhältnis der linearen Schiffsabmessungen; dagegen verhalten sich das Volumen und das Gewicht der Maschinen sowie der Brennstoffladung wie die dritten Potenzen der linearen Abmessungen oder wie die Verdrängungen. Es besteht vollkommene Ähnlichkeit in allen Abmessungen der Schiffskörper, der Schaufelräder und der Antriebsmaschinen. Nach einer von ihm abgeleiteten Sonderformel für die größte Reisedauer wächst diese unter Zugrundelegung besonderer Erfahrungswerte stärker als die linearen Abmessungen.

Hierdurch ist bewiesen, daß Friedrich Reech als erster die Erfüllung des Gesetzes entsprechender Geschwindigkeiten in der Form $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ für die Versuche mit geometrisch ähnlich gestalteten Schiffsmoellen zur Erzielung dynamisch ähnlicher Strömungen um Großschiff und Modell als eine notwendig einzuhaltende Bedingung gefordert hat, und zwar müssen wir nach seinen eigenen Angaben auf Seite 28 des im Jahre 1843 abgeschlossenen Berichtes über den Raddampfer Brandon annehmen, daß er diese Erkenntnis seinen Hörern in der École d'application du Génie Maritime in Lorient schon seit 1831 vorgetragen hat. Ihm zu Ehren müssen wir daher in Zukunft gerechterweise die von ihm geforderte besondere Geschwindigkeitsvorschrift $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ für die Schiffswiderstandsversuche mit Modellen als „Reechs

Modellgesetz“ bezeichnen, zumal ganz allgemein die französischen Marineingenieure ihm das Verdienst zusprechen, daß er als erster die große Bedeutung der Ähnlichkeitswissenschaft für den Schiffbau erkannt und durch die Forderung, die Schiffsmodellversuche unter Befolgung des von ihm aufgestellten Gesetzes entsprechender Geschwindigkeiten durchzuführen, die Grundlage geschaffen hat, auf der sich das Modellversuchswesen im Schiffbau unter Benutzung der Ähnlichkeitszusammenhänge durchsetzen und immer weiterentwickeln konnte.

In dem 1844 erschienenen Bericht über den Dampfer Brandon gibt Reech noch nicht an, durch welche Überlegungen und auf welchem Wege er sein Modellgesetz für entsprechende Geschwindigkeiten gefunden hat. Es ist möglich, daß die im Jahre 1843 veröffentlichten Versuchsergebnisse, welche Combes mit affin, also nicht vollkommen ähnlich arbeitenden kleinen Turbinenmodellen gewonnen hatte, Reech in seiner ihm sicher schon länger innewohnenden Erkenntnis bestärkt haben, wonach es nur dann erreichbar ist, den Widerstand der Schiffe aus Versuchen mit geometrisch ähnlichen Modellen zu ermitteln, wenn dabei das von ihm aufgefundene Modellgesetz entsprechender Geschwindigkeiten eingehalten wird, sonst aber nicht.

Auch in der ebenfalls 1844 von ihm veröffentlichten besonderen Denkschrift über die Dampfmaschinen und ihre Anwendung in der Schifffahrt²⁸⁾, in der wiederum das Ähnlichkeitsproblem angeschnitten wird, findet sich noch keine Angabe darüber, woher er sein Geschwindigkeitsmodellgesetz gewonnen hat. Einen ordnungsmäßigen analytischen Beweis für die Gültigkeit seines bei den Schiffsmodellversuchen zu befolgenden Gesetzes veröffentlichte er, wie wir noch sehen werden, erst acht Jahre später.

Doch zeigen die folgenden im Kapitel IV S. 166 der zuletzt genannten Denkschrift über die Dampfmaschinen enthaltenen Sätze, daß die von ihm vertretene Auffassung seinerzeit keineswegs in Schiffbaukreisen allgemein als richtig anerkannt war. Es heißt dort: „Betreffend die Geschwindigkeit ist es üblich, zu sagen, daß sie für ähnlich geformte Körper gleich groß angenommen werden muß; aber wir sind anderer Ansicht, und wenn wir weniger in Eile wären, würden wir zeigen, daß — wenn die Widerstände zweier ähnlich geformter Körper vergleichbar werden sollen — man die Körper solchen Strömungen aussetzen muß, deren Geschwindigkeitshöhen oder deren Quadrate der Geschwindigkeiten sich ändern wie die linearen Abmessungen der betreffenden Körper, und daß alsdann die Widerstände nur betrachtet zu werden brauchen als proportional den Oberflächen und den Quadraten der Geschwindigkeiten.“ Reech fährt dann hierzu fort: „Diese Bemerkung ist sehr wichtig; denn aus ihr folgt sofort, daß die meisten Versuche, welche bis heute zur Förderung des Schiffbaues angestellt worden sind, zu falschen Ergebnissen führen, da sie mit viel zu hohen Geschwindigkeiten angestellt worden sind; dies betrifft alle jene Versuche des berühmten Chapman. Und aus der Vorschrift, daß man kleine Modelle, deren lineare Abmessungen beispielsweise 36mal kleiner sind als die des großen Schiffes, nur 6mal kleineren Geschwindigkeiten unterwerfen darf, folgt, daß derartige Versuche viel leichter durchzuführen sind, als man bisher hätte vermuten können. Aber die vollständige Darlegung dieses Gegenstandes würde uns hier zu weit führen.“

Die Ausführungen dieser Denkschrift geben uns Anlaß, das Reechsche Modellgesetz für entsprechende Geschwindigkeiten $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ noch in eine andere Form überzuführen: Ohne weiteres kann man dafür $V/\sqrt{L} = v/\sqrt{l}$ schreiben, doch sind die beiden Ausdrücke links und rechts nicht dimensionsfrei. Beachtet man jedoch Reechs eigene, soeben hier ausgesprochene Forderung, daß man die zwei ähnlich geformten Körper, wenn deren Widerstände vergleichbar werden sollen, nur solchen Strömungen aussetzen darf,

²⁸⁾ F. Reech, Mémoire sur les machines à vapeur et leur application à la navigation avec planches, Brest 1844 chez Bertrand.

deren Geschwindigkeitshöhen sich wie die linearen Abmessungen der betreffenden Körper verhalten, benutzt man also sein Geschwindigkeitsmodellgesetz in der vollkommenen Form

$$\frac{V^2}{2(g)} = \frac{v^2}{2g} = L : l \quad (54)$$

$$V : v = \sqrt{L}(g) : \sqrt{lg}, \quad (55)$$

so erhält man jetzt aus dieser Umformung zwei dimensionsfreie Kenngrößen und damit das Reechsche Modellgesetz in der Form

$$\Re = \frac{V}{\sqrt{L}(g)} = \frac{v}{\sqrt{lg}}, \quad (56)$$

wo \Re die dimensionsfreie Reechsche Kenngröße heißt²⁹⁾. Demnach kann das Modellgesetz von Reech auch so ausgesprochen werden: Damit zwei Vorgänge, welche unter der beschleunigenden Wirkung der Schwerkraft stehen, dynamisch ähnlich verlaufen, ist es eine notwendig zu erfüllende Bedingung, daß die dimensionsfreien Reechschen Kenngrößen $V/\sqrt{L}(g)$ für die Hauptausführung und v/\sqrt{lg} für das Modell gleichen Zahlenwert ergeben.

Zusammenfassend entnehmen wir aus den genannten Veröffentlichungen Reechs, daß er für Schiffe sowie deren Antriebsvorrichtungen und Dampfmaschinen ganz allgemein folgende Ähnlichkeits- und Modellgesetze aus seinen analytischen Betrachtungen gefunden hat: 1. Das auf dem Wirken von Trägheit und Schwere beruhende, jetzt nach ihm benannte Modellgesetz, welches er nach seinen Angaben seit 1831 in Lorient seinen Hörern vorgetragen hat und welches aussagt: Damit zwei geometrisch ähnliche Systeme, z. B. der Strömungsvorgang um das Schiff und um das im Längenverhältnis λ verkleinerte Modell, unter der beschleunigenden Wirkung der Schwerkraft auch dynamisch ähnlich verlaufen, ist es eine notwendige Bedingung, daß alle einander entsprechenden Geschwindigkeiten im Verhältnis der Wurzeln aus entsprechenden Längen stehen. — 2. Bei Erfüllung dieses Modellgesetzes und bei Gleichheit der beiden Flüssigkeiten verhalten sich alle entsprechenden Kräfte, die auf Grund der Trägheitswirkung Newtons allgemeines Ähnlichkeitsgesetz befolgen, wie die 3. Potenzen der Längen oder wie die Verdrängungsräume. — 3. Unter den gleichen Umständen verhalten sich entsprechende Leistungen wie die 7/2ten Potenzen der Längen. — 4. Zur Erzielung dynamischer Ähnlichkeit sind diese Gesetze nach Reechs Erkenntnis auch bei allen im Wasser arbeitenden Schiffsantriebsvorrichtungen, wie z. B. Schaufelrädern und Schrauben, soweit Oberflächenwellen dabei auftreten, notwendigerweise zu erfüllen; ferner müssen die Drehzahlen der Antriebsvorrichtungen im umgekehrten Verhältnis der Wurzeln aus den Längen stehen.

Für die hierbei zum Antrieb benutzten Dampfmaschinen, wenn sie von verschiedener Größe, aber gleichem Typ, und zwar in vollkommener Ähnlichkeit durchgebildet wären, würden nach Reechs analytischen Darlegungen auf Grund der Forderung gleichen Werkstoffs und gleicher Festigkeit für die beiden geometrisch ähnlichen Ausführungen noch die folgenden besonderen Ähnlichkeitsbeziehungen gelten, und zwar unabhängig von den soeben erörterten, auf dem Wirken der Schwere beruhenden Modellgesetzen. — 5. Die einander entsprechenden Spannungen in den verschiedenen Konstruktionsgliedern der beiden ähnlich gebauten Dampfmaschinen sind gleich; alle einander entsprechenden Spannkräfte wachsen infolgedessen mit dem Quadrat der linearen Abmessungen. — 6. Mit Rücksicht darauf, daß hierbei die Kolbengeschwindigkeiten aus Ähnlichkeitsgründen für beide Maschinenausführungen gleich groß zu wählen sind, wachsen auch die Leistungen mit dem

²⁹⁾ Da seit längerer Zeit als Abkürzungssymbol der Reynoldsschen Kennzahl \Re_e und nicht \Re gewählt worden ist, kann eine Verwechslung mit der Reynoldsschen Kennzahl \Re nicht eintreten.

Quadrat der linearen Abmessungen. — 7. Die Drehzahlen der Dampfmaschinen nehmen in diesem Fall im umgekehrten Verhältnis der linearen Abmessungen ab.

Da bei den Festigkeitsproblemen — mit E und e als Elastizitätsmodul für die große und die kleinere geometrisch ähnliche Ausführung — das Hookesche allgemeine Ähnlichkeitsgesetz der Elastizität in der heute üblichen dimensionsfreien Form

$$\mathfrak{S} = \frac{P}{EL^2} = \frac{p}{e l^2} \quad \text{oder} \quad \mathfrak{S} = \frac{(\sigma)}{E} = \frac{\sigma}{e}$$

für Haupt- und Modellausführung gilt, und da bei dynamischen Ähnlichkeitsproblemen der Elastizität auch noch das Cauchysche Modellgesetz³⁰⁾

$$\mathfrak{C} = \frac{V^2}{E/(\varrho)} = \frac{v^2}{e/\varrho}$$

zu erfüllen ist, so erkennen wir aus den soeben angegebenen Sätzen, daß Reech den Inhalt dieser beiden Ähnlichkeitsgesetze der Elastizität von Hooke und Cauchy für den von ihm gewählten Fall gleichen Werkstoffs für beide Maschinenausführungen bereits vollkommen richtig erkannt und ausgesprochen hat. Der Marineingenieur Fr. Reech ist hiernach sowohl der Begründer des auf der Schwerewirkung beruhenden Geschwindigkeitsmodellgesetzes ähnlich gebauter Schiffe als auch der Begründer der auf der Werkstoffelastizität beruhenden Typenmodellgesetze ähnlich gebauter Maschinen³¹⁾. Und zwar ist er bei seinen Ähnlichkeitsbetrachtungen ganz eigene Wege gegangen.

24. Der Reechsche Beweis des auf dem Wirken von Trägheit und Schwere beruhenden Modellgesetzes. In seinem 1852 erschienenen Lehrbuch Vorlesungen über Mechanik³²⁾ gibt Reech einen strengen analytischen Beweis für die Richtigkeit seiner Schwere-Modellgesetze für entsprechende Geschwindigkeiten und Kräfte, indem er von den allgemeinen Sätzen Newtons über dynamische Ähnlichkeit ausgeht. Der Schlußabschnitt V dieser Reechschen Mechanik trägt die Überschrift in deutscher Übersetzung: „Newtons Theorem von der Ähnlichkeit der Bewegungen, betrachtet als allgemein gültige Regel für alle Fragen der praktischen Mechanik“ und bringt auf den Seiten 272 und 273 eine Herleitung derjenigen Ähnlichkeitsbedingungen, die bei den Modellversuchen des Schiffbaus erfüllt werden müssen, damit die unter der Beschleunigungswirkung der Schwerkraft verlaufenden Strömungen um das große Schiff und um das kleine Modell also auch die beiden sich von ihnen ausbreitenden Schwerewellensysteme dynamisch ähnlich verlaufen.

Zunächst ermittelt hier Reech unter Nr. 7 bis 13 des Abschnitts V der Mechanik aus einem Vergleich entsprechender Beschleunigungs- oder Trägheitskräfte MB und mb der Teilchen M und m des Haupt- und Modellvorganges das Kräfteverhältnis z für alle einander entsprechenden Kräfte und gewinnt damit das allgemeine Ähnlichkeitsgesetz Newtons mit der von uns benutzten Bezeichnungweise in der Form

$$z = \frac{MB}{mb} = \frac{(\varrho) L^3 V^2/L}{\varrho l^3 v^2/l} = \delta \lambda^2 \zeta^2 = \frac{(\varrho) L^2 V^2}{\varrho l^2 v^2}, \quad (57)$$

wenn man das Geschwindigkeitsverhältnis wieder mit $V/v = \zeta$ und das Dichteverhältnis mit $(\varrho)/\varrho = \delta$ bezeichnet.

³⁰⁾ Vgl. M. Weber, Das Allgemeine Ähnlichkeitsprinzip der Physik und sein Zusammenhang mit der Dimensionslehre und der Modellwissenschaft, Jb. d. Schiffbautechn. Ges. Bd. 31 (1930) S. 314.

³¹⁾ Vgl. M. Weber, Die Grundlagen der Ähnlichkeitsmechanik und ihre Verwertung bei Modellversuchen, Jb. d. Schiffbautechn. Ges. Bd. 20 (1919) S. 447. Die hier behandelte Ähnlichkeit von Reihendampfmaschinen ist viel später von Normand im Jahre 1894 in der französischen Marine praktisch angewandt worden.

³²⁾ F. Reech, Cours de mécanique, Paris 1852 chez Carilian-Goëury et Dalmont.

In Nr. 14 bis 18 seines Abschnitts V führt er den entscheidenden Schritt aus und stellt im Hinblick auf die Beschleunigungswirkung der Schwere folgenden Vergleich für die an den Flüssigkeitsteilchen wirkenden Schwerkräfte an, worin (ρ) , ρ die Dichten und $(\gamma) = (\rho)(g)$, $\gamma = \rho g$ die Wichten je zweier entsprechender Flüssigkeitsteilchen M, m von H und M sind. Unter der Annahme von $(g) = g$ findet er für das Schwerkraftverhältnis \varkappa

$$\varkappa = \frac{(\gamma) \text{Vol}}{\gamma \text{vol}} = \frac{(\gamma)}{\gamma} \lambda^3 = \frac{(\rho)}{\rho} \lambda^3 = \delta \lambda^3. \quad (58)$$

Alsdann erhält er aus der Forderung der Einheitlichkeit von \varkappa für alle einander entsprechenden Kräfte durch Gleichsetzen von (57) und (58) die Gleichungen:

$$\varkappa = \delta \lambda^2 \zeta^2 = \delta \lambda^3 \quad (59)$$

$$\zeta^2 = \lambda \quad \zeta = \sqrt{\lambda}, \quad (60)$$

woraus sich sofort, da ζ das Geschwindigkeitsverhältnis V/v und λ das Längenverhältnis L/l ist, das Hauptmodellgesetz für entsprechende Geschwindigkeiten in der Form

$$V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l} \quad (61)$$

ergibt. Es sei hier bemerkt, daß sich bei Reech eine etwas andere Bezeichnung findet; um aber Verwechslungen vorzubeugen, ist, wie oben schon ausgesprochen, in der vorliegenden Abhandlung die heute übliche Bezeichnungsweise einheitlich durchgeführt worden.

Aus Nr. 12 bei ihm folgt in Verbindung mit $\zeta = \sqrt{\lambda}$ für das Verhältnis entsprechender Zeiten

$$\tau = \frac{T}{t} = \frac{L/V}{l/v} = \frac{\lambda}{\zeta} = \sqrt{\lambda},$$

so daß sich auf Grund der Schwerkraftwirkung das Verhältnis entsprechender Zeiten ergibt zu

$$T : t = \sqrt{L} : \sqrt{l}.$$

In Nr. 18 auf S. 273 seiner Ähnlichkeitsbetrachtungen zieht Reech aus vorstehendem unter Zugrundelegung gleicher Flüssigkeiten für H und M die für die Schiffmodellversuche grundlegende Schlußfolgerung: „In dem Fall, wo die Abmessungen und die Geschwindigkeit eines Schiffes oder Dampfbootes gegeben wären und man sich vornähme, mit einem Modell im kleinen zu experimentieren, um die Verhältnisse für die Kräfte und die Geschwindigkeiten der Systeme zu finden, müßte man die Formel

$$\zeta = \sqrt{\lambda}$$

anwenden, um das genaue Verhältnis ζ der Geschwindigkeiten zu finden, welches man für zwei entsprechende Punkte der beiden Systeme einrichten müßte, damit das Kräfteverhältnis

$$\varkappa = \lambda^3 \quad (62)$$

zu einer exakten Übertragung jeder der Kräfte des großen Systems auf die entsprechende Kraft des kleinen Modells dienen kann und umgekehrt.“

Reech hat mit dieser einfachen und durchsichtigen Beweisführung für die Richtigkeit des von ihm aufgestellten Geschwindigkeitsmodellgesetzes die Grundlagen geschaffen, auf denen wir heute noch die Modellversuche des Schiffbaus durchführen. Friedrich Reech muß daher nach dem derzeitigen Stand der Forschung in gerechter Würdigung seiner ausgezeichneten Leistung als der Schöpfer des grundlegenden Schwermodellgesetzes entsprechender Geschwindigkeiten $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ für Modellversuche zur Ermittlung des Schiffswiderstandes angesehen werden. Die hervorragenden Verdienste William Froudes betreffen somit nicht dieses Modellgesetz, sondern sie bestehen in der praktischen Lösung des Modellverfahrens bei der Be-

stimmung des Schiffswiderstandes. Diese praktische Lösung des Widerstandsproblems stammt nicht von Reech, sondern von Froude und wird in dem folgenden Teil VI gewürdigt werden.

Aus den mir zugänglich gemachten Veröffentlichungen Reechs geht hervor: Reech hat die Bedeutung der Versuche mit geometrisch ähnlich geformten und dynamisch ähnlich arbeitenden Schiffsmodellen als erster in vollem Umfange erkannt und nachdrücklich hervorgehoben, daß die Ähnlichkeitswissenschaft durch Ausmessen der Modellvorgänge oft das beste, ja das einzige Verfahren biete, welches bei einer großen Zahl gerade schwieriger Anwendungsprobleme der Praxis, zu denen in erster Linie die Bestimmung des Schiffswiderstandes gehört, zu einer Lösung führt.

Es ist anzunehmen, daß er selbst für die französische Kriegsmarine Versuche mit Modellschiffen im Becken von Lorient, das durch die Versuche des Vizeadmirals Thévenard³³⁾ — durchgeführt in den Jahren 1769 und 1770 unter Aufsicht der Regierungskommissare und Akademiemitglieder Bézout und Borda — in Schiffbaukreisen Berühmtheit erlangt hatte, angestellt hat; doch ist über eigene Modellversuche Reechs nichts veröffentlicht worden.

25. Reechs Stellungnahme zum Einfluß der Reibungskräfte auf die dynamische Ähnlichkeit. Reech hat auch noch die weiteren Sonderbedingungen überprüft, die erfüllt werden müssen, wenn der Strömungsvorgang beim Modellversuch wirklich dynamisch vollkommen ähnlich dem um das große Schiff verlaufenden werden soll. In Nr. 19 seiner Ähnlichkeitsbetrachtungen in der Mechanik von 1852 entwickelt er folgende Gedankengänge: Damit sich der Modellvorgang dem Hauptvorgang vollkommen ähnlich im natürlichen Ablaufe nachbildet, wäre nach seiner Auffassung außer der Erfüllung des Schweremodellgesetzes nötig, daß die inneren Reibungskräfte zwischen den Flüssigkeitsteilchen und die Haftkräfte an den Wänden des Großschiffes — und an den Modellwänden — dasselbe einheitliche Kräfteverhältnis \varkappa besäßen wie die anderen Kräfte. Daher müsse, so folgert er weiter, auch das Verhältnis \varkappa der Reibungskräfte an entsprechenden benetzten Oberflächen der von ihm angegebenen, durch die Schwere bedingten Vorschrift der Gl. (62) — $\varkappa = \lambda^3$ — angepaßt oder was dasselbe bedeute, es müsse das Verhältnis entsprechender auf die Oberflächeneinheit entfallender Schubkräfte, also das Verhältnis der Schubspannungen τ_H und τ_M von H und M , gleich λ gemacht und daher gemäß dem auch hier zu beachtenden, durch die Schwerkraft bedingten Geschwindigkeitsmodellgesetz der Gln. (60) und (61) eingerichtet werden, d. h. gemäß der Beziehung

$$\frac{\tau_H}{\tau_M} = \lambda = \zeta^2$$

$$\tau_H : \tau_M = V^2 : v^2. \quad (63)$$

Hierzu bemerkt er dann unter Nr. 21 seiner Ähnlichkeitsuntersuchungen weiter: „Was die Haftung oder Reibung einer Flüssigkeit an einer Wand betrifft, so scheint das Wenige, was man bis heutigentags hierüber weiß, anzudeuten, daß Kräfte dieser Art sich tatsächlich nahezu mit dem Quadrat der Geschwindigkeit ändern.“

Der Modellfachmann der Gegenwart übersieht sofort, daß die Gl. (63) bei Wahl gleicher Flüssigkeiten für H und M dem allgemeinen Newtonschen Ähnlichkeitsgesetz entspricht und daß die in ihr ausgedrückte Forderung Reechs über die zugehörigen Reibungsschubspannungen letzten Endes auf das erst viel später, im Jahre 1883, von O. Reynolds aufgestellte Modellgesetz hinführt, wenn man zugleich von dem damals längst bekannten Grundgesetz Newtons über die innere Flüssigkeitsreibung, nach welchen sich entsprechende Reibungsschubspannungen verhalten wie

$$\tau_H : \tau_M = (\eta) V/L : \eta v/l,$$

³³⁾ A. Thévenard, Mémoires relatifs à la Marine, Bd. IV, Paris an VIII.

Gebrauch macht. Es entsteht aus dieser Gleichung bei Anwendung der von Reech für die Schubspannungen gegebenen Vorschrift der Gl. (63) die Beziehung

$$V^2 : v^2 = (\eta) V/L : \eta v/l \quad (64)$$

und bei Wahl gleicher Flüssigkeiten für H und M mit $(\eta) = \eta$ die Bedingung

$$VL = vl \quad \text{oder} \quad V : v = \frac{1}{L} : \frac{1}{l}, \quad (65)$$

eine Ähnlichkeitsbeziehung, die der Lehre des Reynoldsschen Modellgesetzes entspricht. Reech hat aber von dem über die Gl. (64) zur Gl. (65) führenden Schritt nichts gesagt und ist auch nicht bis zu dem bei innerer Flüssigkeitsreibung zu beachtenden Reynoldsschen Modellgesetz von der Form $V : v = 1/L : 1/l$ oder allgemeiner $= (\nu)/L : \nu/l$ vorgedrungen, wahrscheinlich in dem Bewußtsein, daß die gleichzeitige Erfüllung der auf der inneren Flüssigkeitsreibung beruhenden Forderung $V : v = (\nu)/L : \nu/l$ und des Schweremodellgesetzes $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ bei Wahl gleicher Flüssigkeiten also bei $(\nu) = \nu$ praktisch unerreichbar ist. Wie es um die theoretische Möglichkeit gleichzeitiger Erfüllung des Reechschen und des Reynoldsschen Modellgesetzes steht, ist in Nr. 17 der vorliegenden Abhandlung erörtert worden.

26. Die allgemeine Maßstabbeziehung Bertrands und das auf sie gegründete Verfahren zur Auffindung der verschiedenen Zeitmodellgesetze. Reechs und Reynolds' Modellgesetze als Beispiel. Im Jahre 1848 — also in der Zeit zwischen der ersten Veröffentlichung des Geschwindigkeitsmodellgesetzes durch Reech im Jahre 1844 und der von ihm gegebenen Beweisführung im Jahre 1852 — hat Joseph Bertrand³⁴⁾, Professor der Mathematik am Collège de France in Paris, eine bedeutsame, die Modellwissenschaft sehr befruchtende Arbeit veröffentlicht. Er leitet darin in Anlehnung an die in Nr. 21 hier erörterten Cauchyschen Gedankengänge zunächst das allgemeine Ähnlichkeitsgesetz Newtons auf analytischem Wege unmittelbar aus d'Alemberts Grundprinzip der Dynamik ab. Darüber hinaus hat er dann an mehreren lehrreichen technischen und physikalischen Anwendungen unter Benutzung eines neuen einfachen Verfahrens gezeigt, wie die jeweils beschleunigend wirkende, physikalisch erklärte Kräfteart die Ähnlichkeitsbeziehungen maßgeblich beeinflußt. Bertrand hat für die von ihm untersuchten dynamischen Probleme die bei vollkommener Ähnlichkeit — neben Newtons allgemeinem Ähnlichkeitsgesetz — noch zu beachtenden Modellgesetze über entsprechende Zeiten aufgestellt als Sonderbedingungen, die bei der Einrichtung und Durchführung der Modellversuche jeweils zu erfüllen sind.

Unter den Modellaufgaben, die er löst, befinden sich auch zwei, in denen die Schwerkraft beschleunigend wirkt, nämlich das Pendelproblem und das Wasserturbinenproblem. Beide sind von ihm durchgeführt unter der Voraussetzung vollkommener Ähnlichkeit — Combes hatte 1843 den in Nr. 22 besprochenen allgemeineren Fall affin ähnlicher Wasserturbinen behandelt —, und für beide Probleme findet Bertrand, wenn λ das Längenverhältnis zwischen H und M ist, für entsprechende Zeiten das Verhältnis $T : t = \sqrt{\lambda}$ und für entsprechende Geschwindigkeiten das auf der Schwerkraft beruhende Geschwindigkeitsmodellgesetz

$$V : v = L/T : l/t = \lambda/\sqrt{\lambda} = \sqrt{L} : \sqrt{l},$$

genau wie es Reech bereits mehrere Jahre vorher aufgestellt hatte.

Wir wollen im folgenden kurz das von Bertrand behandelte Problem zweier geometrisch ähnlich gestalteter und vollkommen ähnlich arbeitender Turbinen für H und M erörtern, da aus ihm eine sehr wichtige allgemeine

³⁴⁾ J. Bertrand, Note sur la similitude en mécanique, Journal de l'école polytechnique, Paris 1848 Bd. XIX Heft 32 S. 189.

Ähnlichkeitsbeziehung aufgefunden werden kann, und zwar unter der Voraussetzung Bertrands, daß die Strömungsverluste einem quadratischen Geschwindigkeitsgesetze unterliegen oder vernachlässigbar klein sind. Indem Bertrand von der dynamischen Ansatzgleichung des d'Alembertschen Prinzips in der Lagrangeschen Fassung des Prinzips der virtuellen Verrückungen für H und M ausgeht, stellt er zunächst aus dem Vergleich der Trägheitswiderstände MB , mb die oben in Gl. (5) angeführte, nach ihm benannte allgemeine Maßstabbezeichnung $\varkappa = \mu \lambda \tau^{-2}$ und damit auch die ebenfalls nach ihm benannte allgemeine Zeitformel

$$T : t = \tau = \sqrt{\frac{\lambda \mu}{\varkappa}} \quad (66)$$

auf, der die vier Ähnlichkeitsverhältnisse λ , τ , \varkappa , μ entsprechender Längen, Zeiten, Kräfte und Massen — und zwar für jeden einzelnen Fall vollkommener dynamischer Ähnlichkeit — genügen müssen und deren Inhalt wir bereits als völlig gleichwertig mit Newtons allgemeinem Ähnlichkeitsgesetz gefunden haben.

Bei jedem neuen Anwendungsproblem ersetzt er dann in Gl. (66) den Kräftemaßstab \varkappa durch das Verhältnis der jeweils beschleunigend wirkenden, physikalisch erklärten Kräfte, so daß er für jede neue Kräfteart eine neue Gleichung für das Verhältnis entsprechender Zeiten $\tau = T : t$ findet. So liefert ihm für vollkommen ähnliche Wasserturbinen seine allgemeine Zeitformel (66) — mit $\lambda = D/d = H/h = L/l$ sowie mit $\mu = (\varrho) \text{ Vol}/\varrho \text{ vol}$ und $\varkappa = (\gamma) \text{ Vol}/\gamma \text{ vol}$ und mit $(g) = g$ — für entsprechende Zeiten T , t das Verhältnis

$$T : t = \tau = \sqrt{\frac{\lambda \mu}{\varkappa}} = \sqrt{\frac{\lambda (\varrho) \text{ Vol } \gamma \text{ vol}}{\varrho \text{ vol } (\gamma) \text{ Vol}}} = \sqrt{\lambda \frac{g}{(g)}} = \sqrt{\frac{L}{(g)}} : \sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{L} : \sqrt{l}, \quad (67)$$

woraus dann für die entsprechenden sekundlichen Turbinendrehzahlen n und n_M von H und M die Verhältnisgleichung

$$n : n_M = \frac{1}{\tau} = \sqrt{\frac{1}{\lambda} \cdot \frac{(g)}{g}} = \sqrt{1/L} : \sqrt{1/l} \quad (68)$$

folgt. Für das Verhältnis entsprechender Geschwindigkeiten von H und M ergibt sich daher aus Gl. (67) mit $(g) = g$ nach Bertrand beim Wirken beschleunigender Schwerkkräfte das Modellgesetz

$$V : v = \frac{\lambda}{\tau} = \sqrt{\lambda \frac{(g)}{g}} = \sqrt{L(g)} : \sqrt{lg} = \sqrt{L} : \sqrt{l}, \quad (69)$$

eine Gleichung, aus welcher wir in vorhergehenden Abschnitten die dimensionslose Reechsche Kenngröße

$$\Re = \frac{V}{\sqrt{L(g)}} = \frac{v}{\sqrt{lg}} \quad (70)$$

bildeten, die bei beschleunigender Wirkung der Schwere den gleichen Zahlenwert für H und M besitzen muß.

In ganz entsprechender Weise verfährt Bertrand bei dem Vergleich zweier vollkommen ähnlich schwingender Pendel, für die er als Zeitenverhältnis von H und M

$$T : t = \tau = \sqrt{L/(g)} : \sqrt{l/g}$$

angibt, woraus für entsprechende Pendelgeschwindigkeiten wie soeben bei den Turbinen folgen würde:

$$V : v = \sqrt{L(g)} : \sqrt{lg} = \sqrt{L} : \sqrt{l}.$$

Bei anderen Anwendungen findet er, daß jeweils das neue Modellgesetz von dem für die betreffende Kräfteart maßgeblichen physikalischen Erfahrungsbeiwert abhängt. Von der Ermittlung des Schiffswiderstandes aus Mo-

dellversuchen und dem dabei zu erfüllenden, auf der Schwerewirkung beruhenden Modellgesetz spricht Bertrand nicht, auch erwähnt er nichts von einem weiteren für die Strömungsvorgänge um Schiffe bei vollkommener Ähnlichkeit in Betracht kommenden, durch die innere Flüssigkeitsreibung bedingten Modellgesetz.

Wie fruchtbar übrigens Bertrands Vorschrift ist, zeigt folgende Betrachtung: Hätte er die zu seiner Zeit wohlbekannte innere Flüssigkeitsreibung als wesentlich beteiligt an den wirklichen Strömungsvorgängen angesehen, so würde ihn sein Verfahren unter Benutzung des bereits von Newton aufgefundenen Erfahrungsgesetzes über die innere Flüssigkeitsreibung — Tangentialspannung gleich $\eta dv/dn$ — gemäß Gl. (27) auf $\nu = (\eta)/\eta \cdot l^2/\tau$ und mit seiner allgemeinen Zeitformel (66) auf das Verhältnis $T : t = \tau = \nu/(\nu) \cdot l^2$ geführt haben, was völlig gleichbedeutend ist mit dem Inhalt des Reynoldsschen Modellgesetzes $\Re = VL/(\nu) = vl/\nu$.

Bertrand hat das große Verdienst, die Bedeutung der zusätzlichen besonderen Modellgesetze, die aus den jeweils in Betracht kommenden, neuen physikalischen Kräftearten hervorgehen und die das Zeitenverhältnis τ immer anderen Bindungen unterwerfen, in voller Klarheit erkannt und ausgesprochen zu haben. Diese Erkenntnis, daß außer den Trägheitswiderständen die jeweils wirkende physikalische Sonderkraft bei dem betreffenden Problem von entscheidendem Einfluß auf die Ähnlichkeitsverhältnisse ist und daß das hieraus entspringende bei vollkommener Ähnlichkeit jeweils anders gebaute Modellgesetz bei der wirklichen Durchführung der Modellversuche nicht übersehen werden darf und etwas über die von Newton aufgestellten Ähnlichkeitssätze hinausgehendes Neues ist, offenbart sich auch in folgendem Ausspruch Bertrands: „Übrigens darf jenes von Cauchy gefundene Gesetz, obgleich es dem von Newton aufgestellten analog ist, nicht als ein schlichter Folgesatz zu Newtons Gesetz angesehen werden.“ Dies stimmt durchaus mit der oben von mir ausgesprochenen Auffassung überein, daß Newtons allgemeine theoretische Ähnlichkeitssätze für die praktische Anwendung noch nicht die abschließende Lösung für dynamische Ähnlichkeit brachten; es mußte für jede besondere Problemart erst noch das jeweils zu erfüllende Modellgesetz aufgestellt werden.

Bertrand hat auch wie schon vor ihm Reech die große praktische Bedeutung vollkommener Ähnlichkeit zweier Vorgänge darin gesehen, daß es mit Hilfe dieses Verfahrens möglich wird, selbst sehr verwickelte dynamische Probleme, bei denen die mathematische Analysis wegen unüberwindlicher Schwierigkeiten versagt, dennoch zur Lösung zu bringen, dadurch, daß man den betreffenden Vorgang in einem der Kostenersparnis wegen verkleinerten, dem Hauptsystem geometrisch ähnlich nachgebildeten Modell in natürlichem Ablauf des Geschehens vollkommen ähnlich nachahmt sowie die Messungen an diesem Modellvorgang vornimmt und dann nach bestimmten Ähnlichkeitsgesetzen auf die große Hauptausführung umrechnet. Es ist aber von Bertrand nicht bekannt, daß er seine aus theoretischen Überlegungen gewonnenen Modellgesetze in eigenen Versuchen zur Lösung praktischer Probleme wirklich angewandt hat.

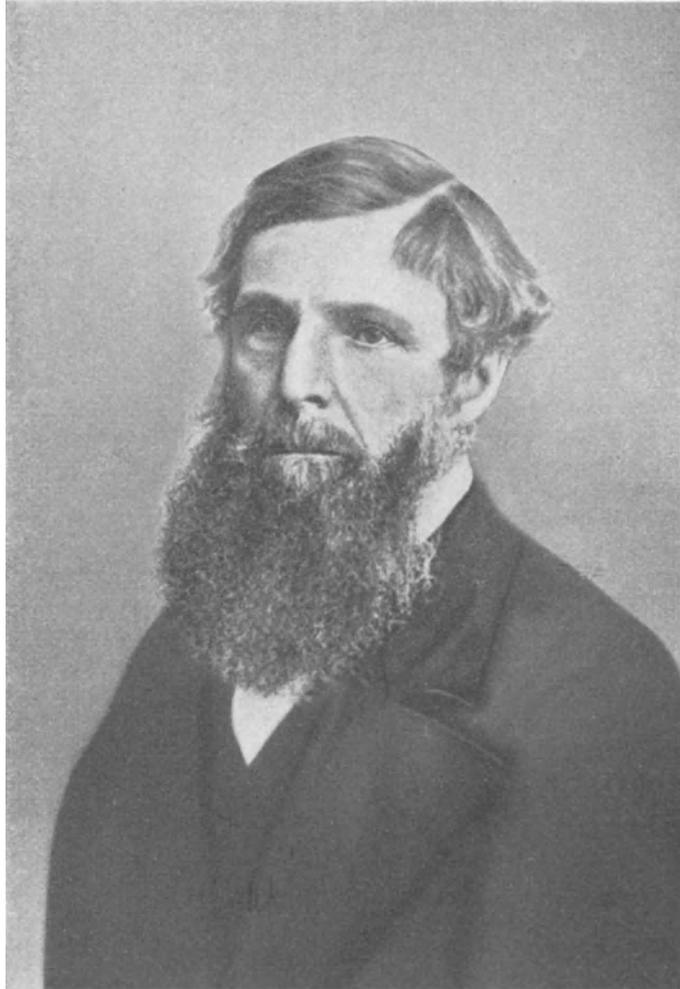
VI. William Froudes Lösung für die praktische Durchführung des Modellversuchsverfahrens zur Ermittlung des Schiffswiderstandes unter Beschränkung auf nicht vollkommene Ähnlichkeit.

27. Froudes Hauptleistung: Ausscheidung der aus empirischen Sonderformeln zu berechnenden Reibungswiderstände aus den Ähnlichkeitsbeziehungen. Seitdem Leonhard Euler in seinen beiden berühmten, in Petersburg erschienenen Werken, der „*Scientia navalis*“ von 1749 und der „*Théorie complète de la construction et de la manœuvre des vaisseaux*“ von 1773, einen ersten Ansatz für die theoretische Ermittlung des Schiffswiderstandes gegeben hatte, haben bis zur letzten Jahrhundert-

wende hervorragende Schiffbauer und Mathematiker versucht, mit allen erdenklichen Hilfsmitteln der Analysis und auf Grund immer neuer Erfahrungsunterlagen eine allgemeingültige Theorie oder Formel aufzustellen, die es ermöglichen sollte, den Widerstand eines Schiffes aus dessen vollständig gegebener Form und Größe für eine bestimmbare Geschwindigkeit im voraus zu berechnen. So ist jene kaum übersehbare Reihe von empirischen Formeln entstanden — von der einfachsten Gestalt an bis zu einem sehr verwickelten analytischen Aufbau—, um dieses Hauptproblem des Schiffbaus wenigstens zu einer für die Praxis brauchbaren Lösung zu bringen. Da hierbei die einzelne Formel dem jeweils vorliegenden Fall durch Erfahrungskoeffizienten künstlich angepaßt war, lieferte sie auch für den betreffenden Fall, wie wir oben schon feststellten, tatsächlich das richtige Zahlenergebnis für den Schiffswiderstand; aber über den jeweiligen Sonderfall hinaus versagten alle diese empirischen Formeln völlig bei einer Änderung der Form, der Größe und der Geschwindigkeit des Schiffes: Es ist eben nicht möglich, den physikalisch und mathematisch verwickelten Strömungsablauf um das neue Schiff in den unvollständigen empirischen Formeln auch nur einigermaßen richtig wiederzugeben.

Es wäre nun erklärlich gewesen, wenn die allgemeinen Ähnlichkeitsbetrachtungen Newtons und der Vorschlag Reechs, Versuche mit einem geometrisch ähnlich verkleinerten Schiffmodell unter Erfüllung des von ihm angegebenen Geschwindigkeitsmodellgesetzes durchzuführen und die am Modell gefundenen Meßergebnisse auf das Großschiff umzurechnen, die Schiffbauingenieure um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts angeregt hätten, an Stelle des bisher angewandten, gänzlich unzulänglichen Verfahrens der Errechnung des Schiffswiderstandes aus jenen empirischen Formeln jetzt für jedes Schiff neuer Form oder geänderter Geschwindigkeit das auf Modellversuche gestützte Verfahren Reechs auch wirklich praktisch zu erproben. Das ist sicher wohl auch mehrfach versucht worden, hat aber zweifellos zu einem völlig unbrauchbaren Ergebnis geführt, indem die Widerstandsmessung bei einem solchen Modellversuch — trotz Einhaltung der Reechschen Geschwindigkeitsvorschrift $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ und trotz sorgfältiger Umrechnung nach Newtons allgemeinem Ähnlichkeitsgesetz — nicht mit dem wirklichen Widerstand des Großschiffs in Einklang zu bringen war. Der Grund des Mißerfolgs ist heute ganz offenbar: Bei einem Versuch unter Befolgung der Reechschen Modellforderung erfüllt man wohl die auf der Beschleunigungswirkung der Schwerkraft beruhende Bedingung, genügt aber nicht zugleich der zweiten Ähnlichkeitsvorschrift, die dem Einfluß der Flüssigkeitsreibung Rechnung zu tragen hat. Die Forscher der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts fühlten wohl schon deutlich, daß das von Newton aufgestellte Erfahrungsgesetz der inneren Flüssigkeitsreibung bei der praktischen Notwendigkeit, für H und M dieselbe Flüssigkeit benutzen zu müssen, sie zur Einhaltung einer weiteren Modellvorschrift — wir wissen, daß sie seit Reynolds (1883) bei gleicher Temperatur des Wassers für H und M $V : v = 1/L : 1/l$ lautet — gezwungen hätte, welche bei den Strömungen um Schiff und Modell in einem unlösbaren Widerspruch mit der Reechschen Modellforderung $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$ steht. Es konnte kein Zweifel darüber bestehen, daß unter diesen Umständen die vollkommene dynamische Ähnlichkeit der beiden Strömungsvorgänge um H und M praktisch nicht erreicht werden konnte, und zwar um so weniger, je größer sich der Reibungswiderstand im Verhältnis zum Formwiderstand erwies, was bei den damaligen langsam fahrenden Schiffen regelmäßig der Fall war.

Trotz dieser Schwierigkeiten ist der von Reech seit 1831 vorgetragene Grundgedanke theoretisch durchaus richtig: er enthält eine notwendig zu erfüllende Bedingung. Er ist aber nicht ausreichend, um eine vollkommene dynamische Ähnlichkeit des Strömungsverlaufs von H und M zu verbürgen.



William Froude

1810—1879

Begründer des Modellversuchswesens
für die praktische Ermittlung der Schiffswiderstände

Hier setzt die große Leistung des englischen Privatgelehrten William Froude ein. Die Erkenntnis von dem unzulänglichen Aufbau aller damaligen empirischen Schiffswiderstandsformeln und von der Unmöglichkeit, bei Modellversuchen die von der Ähnlichkeitswissenschaft geforderten Sondervorschriften zur Erreichung vollkommener dynamischer Ähnlichkeit wirklich praktisch durchführen zu können, veranlaßten Froude, einen von dem Newtonschen Verfahren vollkommener Ähnlichkeit abweichenden Weg zur Herbeiführung einer für die Schiffbaupraxis brauchbaren Lösung des Widerstandsproblems zu gehen. Das von ihm seit 1867 ausgearbeitete und dann auf Versuche gestützte Verfahren³⁵⁾ erfüllt das von Reech geforderte Modellgesetz und bedeutet einen Wendepunkt in der praktischen Ermittlung des Schiffswiderstandsproblems. Ihm zu Ehren ist sein Bildnis hier beigelegt, zu welchem Abschnitt 29 Angaben enthält.

Seit jener Zeit werden Modellschleppversuche zur Feststellung des Schiffswiderstandes und zur Ermittlung der vorteilhaftesten Schiffform in allen Kulturstaaten nach dem Verfahren Reech-Froude unter immer weitergehender Verfeinerung der Durchführung angestellt. In nachstehenden Zeilen sollen die entscheidenden Schritte Froudes dargelegt werden, ohne auf zahlenmäßige Einzelheiten einzugehen.

Froude ging von folgender Auffassung aus: Wenn es auch nicht möglich ist, den Gesamtwiderstand eines in stationärer Fahrt befindlichen Schiffes auf rein theoretischem Wege oder nach den Grundsätzen vollkommener Ähnlichkeit durch Modellversuche zu ermitteln, so kann man doch jenen Widerstandsanteil, der durch die tangential an der benetzten Oberfläche des Schiffes wirkenden Reibungskräfte bedingt ist, mit um so besserer Annäherung auf dem Wege der Rechnung bestimmen, je mehr man durch Sonderversuche über die Reibung von Flüssigkeiten an festen Körpern die erforderlichen Erfahrungsunterlagen, vor allem die Zahlenkoeffizienten für die empirischen Reibungsformeln bereitstellt. Es ist eine der hervorragenden Leistungen W. Froudes gewesen, an der auch sein Sohn E. R. Froude beteiligt war, sich diese Unterlagen für die Ermittlung des Reibungswiderstandes der Schiffe und der Modelle durch systematisch durchgeführte Sonderversuche verschafft und damit den Reibungsanteil des Schiffswiderstandes zunächst wenigstens in den Bereich einer für die Praxis brauchbaren Abschätzung gebracht zu haben, und zwar sowohl für das Großschiff wie auch für die Modellausführung. Um diese Leistung richtig einschätzen zu können, muß man bedenken, daß zu jener Zeit das Reynoldssche Ähnlichkeitsgesetz noch nicht bekannt war, und daß man es, wenn es bekannt gewesen wäre, zugleich neben dem Reechschen Modellgesetz doch nicht hätte erfüllen können.

Wenn diese Reibungsformeln die gesamten an den benetzten Oberflächen wirkenden tangentialen Kräfte, also die Reibungswiderstände W_r und w_r für H und M umfassen, deren Anteil am Gesamtwiderstand bei den älteren Schiffen mit ihren verhältnismäßig niedrigen Fahrgeschwindigkeiten den Formwiderstandsanteil in der Regel übertrafen, so mußten die verbleibenden Restwiderstände für H und M je deren Formwiderstand W_f und w_f darstellen, das ist die Gesamtheit aller Normaldruckkräfte des strömenden Wassers auf die jeweils benetzte Oberfläche. Für das Modell, dessen Gesamtwiderstand w bei einer bestimmten Schleppgeschwindigkeit durch Messung bekannt wird und dessen Reibungswiderstand w_r aus Froudes empirischen Reibungsformeln mit ihren besonderen Erfahrungskoeffizienten durch Rechnung bestimmt werden kann, wäre hiernach auch der Formwiderstand des Modells als Restwiderstand $w_f = w - w_r$ zahlenmäßig bekannt. Nach Abzug aller tangentialen Reibungswiderstände umfaßt also der Form- oder Restwiderstand die

³⁵⁾ In Nr. 3 der vorliegenden Abhandlung ist das einschlägige Schrifttum zu Froudes Verfahren angegeben. — Froude stellte umfangreiche Schleppversuche mit Schiffmodellen und mit Platten an, sowie ferner 1871 auch mit der Korvette „Greyhound“; durch letztere wurde die gute praktische Brauchbarkeit seines Verfahrens bewiesen.

gesamten Normalwiderstände, das heißt den Wellen- und den Wirbelwiderstand zusammen. — Man weiß seit langem: Das Froudesche Modellverfahren ist nicht exakt, und es bestehen daher grundsätzliche Schwierigkeiten in seiner Durchführung, aber es führt zu einer praktisch brauchbaren Lösung. Vornehmlich hat Froude die Lösung seiner Aufgabe, Ermittlung des Schiffswiderstandes, auf Grund von zwei in den folgenden Abschnitten zu erörternden Hypothesen oder Annahmen erreicht.

28. Froudes Hypothese 1 von der Ähnlichkeit der Oberflächenwellen und Wirbelerscheinungen unabhängig von der Flüssigkeitsreibung. In weiterer Verfolgung der eben geschilderten Berechnungsweise des Reibungswiderstandes des Großschiffes nach Froude erhebt sich zunächst die Frage: Wie steht es mit dem Formwiderstand in seiner Abhängigkeit von der Reibung? — Hier führt die Hypothese 1, auf die sich Froudes Modellverfahren stützt, um so exakter zum Ziel, je mehr diese Hypothese in wirklicher Übereinstimmung mit dem Verhalten der natürlichen Flüssigkeiten von H und M steht. Es handelt sich dabei um folgendes: Wenn man überprüft, ob bereits allein durch die Erfüllung der Sonderbedingung der Schwere, also durch das Reechsche Modellgesetz $V : v = \sqrt{L} : \sqrt{l}$, beim Schleppversuch des Modells ohne Rücksicht auf die Reynoldssche Vorschrift ein in praktischem Sinne ähnliches Bild der an der Oberfläche sich ausbreitenden Schwerewellen des stationär fahrenden Großschiffes einschließlich des Wirbelgebiets entsteht, so ergibt sich, daß dies davon abhängt, ob die kinematische Zähigkeit η/ρ der Modellflüssigkeit die Form der Oberflächenwellen um den gesamten Modellkörper und alle durch die Strömung hervorgerufenen Normaldrücke der Flüssigkeit auf das Modell — sowohl am Vorschiff wie an der Ablösungsstelle als auch im Wirbelgebiet — wesentlich beeinflußt oder nicht. Wir wissen heute aus Reynolds' Modellgesetz: Wenn es möglich wäre — beispielsweise bei einem linearen Verkleinerungsmaßstab $l : \lambda = 1 : 25$ des Schiffmodells gegenüber dem Großschiff — die kinematische Zähigkeit η/ρ der Modellflüssigkeit auf den 125. Teil der kinematischen Zähigkeit $(\eta)/(\rho)$ des Großschiffes zu vermindern, so würden sich beim Modellversuch — unter Einhaltung des Reechschen Modellgesetzes und unter der Voraussetzung, daß das Modellschiff dieselbe relative Rauigkeit besitzt wie das geometrisch ähnliche Großschiff und auch die Antriebsvorgänge ähnlich gestaltet werden — die Oberflächenwellen vollkommen ähnlich nachbilden, da sich infolge der eigenartigen Wahl des Zähigkeitsverhältnisses auch das Reynoldssche Modellgesetz von selbst miterfüllt. Die zu prüfende Frage kann daher auch so gestellt werden: Wird die Modellflüssigkeit, welche bei einer Verwendung desselben Wassers wie beim Großschiff eine 125mal zu große kinematische Zähigkeit gegenüber dem vollkommen ähnlichen Fall besitzt, die Form der Oberflächenwellen und die Wirbelerscheinungen sowie die Normaldrücke auf die Modellwand wesentlich ändern oder nicht?

Das Froudesche Verfahren beruht nun auf der Hypothese, daß die zu große kinematische Zähigkeit des gewöhnlichen Modellwassers und damit die im Durchschnitt zu großen tangentialen Reibungswiderstände des Modells auf die Form der Wellen und Wirbel sowie auf die Normaldrücke gegen die Modellwand praktisch keinen wesentlichen Einfluß haben, daß sich also die Oberflächenwellen und die gesamten Strömungserscheinungen beim Modell sowohl in einer fingierten, dem Reynoldsschen Modellgesetz angepaßten wenig zähen Flüssigkeit als auch in der kinematisch zu zähen Flüssigkeit des wirklichen Modellwassers — im praktischen Sinne verstanden — geometrisch ähnlich und auch in den Druckerscheinungen ähnlich nachbilden. Wir wollen diese Voraussetzung kurz als Froudes Hypothese 1 von der vollkommenen Ähnlichkeit der Oberflächenwellen und Wirbelerscheinungen unabhängig von der Flüssigkeitsreibung bezeichnen. Tatsächlich ist diese Voraussetzung bei den natürlichen Flüssigkeiten nicht erfüllt, insbesondere nicht hinsichtlich der Ablösungserscheinungen und der Vorgänge am Hinter-

schiff, und daher bedeutet die Froudesche Ausnutzung dieser Hypothese bei der Umrechnung des Formwiderstandes des Modells auf das Großschiff eine Näherungslösung des Widerstandsproblems: Es entsteht ein erster Fehler, ein sogenannter Maßstabfehler, infolge Nichtbefolgung des Reynoldsschen Modellgesetzes, der nur durch besondere Erfahrungen oder theoretische Überlegungen in seinem Betrag festgestellt oder abgeschätzt und dann im Endergebnis ausgeglichen werden kann. Die Hypothese 1 ist um so mehr nicht erfüllt, je mehr die beiden Reynoldsschen Kennzahlen von H und M voneinander abweichen. In diesem Sinne besteht ein mehr oder weniger großer Maßstabeinfluß, über den die in Nr. 30 erörterten neueren Erkenntnisse Auskunft geben.

Die schon immer von den Schiffbauingenieuren erkannte Tatsache, daß es im wesentlichen zwei verschiedene physikalische Ursachen sind, die den Widerstand des in gleichförmiger Fahrt befindlichen Schiffes hervorrufen, nämlich die Normaldrücke der an der Oberfläche erzeugten Schwerewellen — in ihrer Gesamtheit hinten und vorn am Schiff — und die durch die Zähigkeit des Wassers bedingten Reibungserscheinungen tangential an der Schiffswand, hat zu einer Aufteilung des Gesamtwiderstandes in den Formwiderstand und den Reibungswiderstand geführt. Wenn es auch nicht möglich ist, bei den Modellschleppversuchen einen dieser beiden Teile des Gesamtwiderstandes durch eine Einzelmessung getrennt vom andern zu bestimmen, und wenn auch jeder dieser zwei Anteile von dem anderen derart abhängt, daß er nach dem heutigen Stande der Wissenschaft auf theoretischem Wege zahlenmäßig exakt für sich nicht zu erfassen ist, so steht der bloßen Vorstellung einer solchen Aufteilung in Form- und Reibungswiderstand insofern nichts entgegen, als man unter dem Formwiderstand eben die Resultierende aller normal zur benetzten Oberfläche stehenden Wasserdruckkräfte und unter dem Reibungswiderstand die Resultierende aller tangential zur benetzten Oberfläche wirkenden Kräfte versteht. Knüpft man jedoch weitere Folgerungen an diese Vorstellung, so trägt eine solche scharfe Aufteilung bei der Nichterfüllung des Reynoldsschen Modellgesetzes leicht Unstimmigkeiten in das Verfahren hinein.

29. Froudes Hypothese 2 von der Gleichwertigkeit des Reibungswiderstandes der formbehalteten Schiff- und Modelloberflächen mit dem von ebenen Platten. Weder am großen Schiff noch am zugehörigen Modell ist es möglich, die Reibungswiderstände W_r und w_r , unmittelbar durch Messung zu bestimmen; die Messung beim Schleppen liefert immer nur den Gesamtwiderstand, und dieser befolgt nicht die Umrechnungssätze vollkommener Ähnlichkeit. W. Froude nahm daher, nachdem er aus Versuchen reiche Erfahrungsunterlagen gewonnen hatte, weitere Zuflucht zu der folgenden zweiten durch praktische Rücksichten bestimmten Hypothese: Er nahm an, es entstehe kein erheblicher Fehler, wenn man den Reibungswiderstand des Schiffes oder Modells auf Grund der Annahme berechnet, daß die benetzte formbehaltete Oberfläche von Schiff und Modell je gleichwertig sei mit der ebenen Oberfläche einer rechteckigen Platte von gleicher Größe und gleicher Länge wie die des betreffenden Schiffes oder Modells. Unter Zugrundelegung dieser neuen Hypothese vereinfachten sich die Sonderversuche Froudes zur Aufstellung der Reibungsformeln für die an sich verwickelten Schiffformen, insofern es jetzt möglich war, die Reibungsversuche lediglich mit untergetauchten ebenen Platten anzustellen.

Die Schiffbauingenieure hatten schon immer erkannt, daß der Reibungswiderstand eines Schiffes nicht mit dem Quadrat der Geschwindigkeit desselben anwächst, sondern mit einer etwas niedrigeren Potenz; W. Froude und sein Sohn R. E. Froude fanden dies bei ihren Reibungsversuchen im allgemeinen auch bestätigt. Nach ihren Versuchen konnte man bei langen Platten den Exponenten der Geschwindigkeit in der Reibungsformel etwa gleich 1,83 oder 1,825 setzen; sie fanden ihn dagegen bei kürzeren Platten bei dem Werte 2. Froude gelangte also bei seinen Plattenreibungsversuchen nicht zu einem

einheitlichen Potenzgesetz von der Form $w_r = k \cdot o \cdot v^x$ mit unveränderlichem Exponenten x — k ist ein Reibungskoeffizient —, sondern je nach der Länge der Platten fand er ein unterschiedliches Geschwindigkeitsgesetz³⁶⁾. Beispielsweise ergab sich aus seinen Versuchen für dünne Holzplatten

a) bei einer Länge von $l = 15$ m

$$w_r = k_l \cdot o \cdot v^{1,83} = \zeta_l \gamma \cdot o \cdot v^{1,83} \quad (71a)$$

b) bei einer Länge von $s = 2,5$ m

$$w_r = k_s \cdot o \cdot v^{1,94} = \zeta_s \gamma \cdot o \cdot v^{1,94}, \quad (71b)$$

wo o die benetzte Oberfläche und γ die Wichte des Wassers, alles auf m und kg bezogen, ist. Entsprechend der Verschiedenheit des Geschwindigkeits-Potenzgesetzes ergaben sich aus den einzelnen Versuchen Froudes auch verschiedene Werte für den Reibungskoeffizienten, und zwar fand er für mit Paraffin bestrichene und geglättete Bretter von $l = 15$ m und $s = 2,5$ m Länge

$$k_l = 0,155, \quad k_s = 0,166.$$

In beiden Formeln (71) sind die Reibungswiderstände einfach proportional den jeweils benetzten Oberflächen gesetzt und die Fahrgeschwindigkeit v allein als maßgeblich angenommen. In Wirklichkeit sind die Reibungsvorgänge an den einzelnen Oberflächenteilen einer Platte und erst recht an den krummen Flächen des Schiffes und des zugehörigen Modells ganz verschiedenartig. Das war auch Froude bekannt; um aber überhaupt zu einem praktisch brauchbaren Ergebnis zu kommen, sah er sich veranlaßt, von den Verschiedenheiten in der Geschwindigkeit der Wasserteilchen an den einzelnen Stellen der benetzten Oberfläche ganz abzusehen und der Berechnung des Reibungswiderstandes lediglich die jeweilige Fahrgeschwindigkeit zugrunde zu legen. Aus Froudes Versuchen ging ferner hervor, daß der Geschwindigkeitsexponent x und der Reibungskoeffizient k nicht nur von der Länge der Platte oder des Schiffes oder Modells abhängt, sondern in beträchtlichem Maße auch von der Rauigkeit der benetzten Oberfläche.

Die eben geschilderte Annahme sei als Froudes Hypothese 2 von der Gleichwertigkeit des Reibungswiderstandes des Schiffes oder Modells mit dem einer ebenen Platte bezeichnet. Da aber, wie oben ausgeführt, in Wirklichkeit die Reibungserscheinungen am Schiff und Modell viel verwickelter sind als bei einer ebenen Platte und da auch der Aufbau der benutzten Reibungsformeln (68) überhaupt den Ähnlichkeitsforderungen widerspricht, entsteht durch diese Annahme Froudes ein zweiter Fehler, dessen Beseitigung oder Ausgleichung zusammen mit dem ersten Fehler durch immer weitere Vervollkommnung des Froudeschen Modellverfahrens auf experimentellem und theoretischem Wege mit sehr beachtlichem Erfolge bereits erreicht werden konnte.

Die vorstehenden Angaben über das Froudesche Verfahren lassen erkennen, daß Froude auf Kosten der vollkommenen Ähnlichkeit eine Näherungslösung geschaffen hat, die bei Heranziehung neuer systematischer Erfahrungen und Überlegungen allmählich zu immer besserer Übereinstimmung mit der Wirklichkeit ausgebildet wird. Ich möchte aber betonen: Die ausgezeichneten Leistungen des genialen Forschers William Froude sollen mit der Herausstellung der beiden in Wirklichkeit nicht erfüllten Hypothesen in keiner Weise geschmälert werden, sondern die beiden Hypothesen sollen vielmehr das Eigentümliche des Froudeschen Modellverfahrens besonders klar hervortreten lassen. Gerade in der Überwindung aller sich ihm entgegentürmenden Schwierigkeiten bis zum praktischen Enderfolg liegt die schöpferische Tat William Froudes.

Das von ihm erdachte und erprobte Modellverfahren besitzt gegenüber allen bisherigen auf theoretischen Überlegungen aufgebauten Widerstands-

³⁶⁾ Der Sohn R. E. Froude setzte die Versuche fort. Er benutzte für Paraffinmodelle die heute noch meist verwendete konstante Geschwindigkeitspotenz 1,825.

formeln außerordentliche Vorzüge: So gelingt es beispielsweise in dem Schaubild für den Modellformwiderstand in Abhängigkeit von der Schleppgeschwindigkeit oder besser der Reechschen Zahl den günstigen oder ungünstigen Einfluß selbst ganz geringfügiger Änderungen der Schiffsförmigkeit auffallend sichtbar zu machen. Das Verfahren wurde mit oft sehr bedeutsamen Verbesserungen seitens der Schleppversuchsanstalten und Forschungsinstitute — besonders in der Gegenwart — immer weiter entwickelt mit dem Ziel, die auf das Großschiff umgerechneten Widerstände des Froudeschen Modellverfahrens immer mehr mit den wirklichen Widerständen des Großschiffs in Übereinstimmung zu bringen.

Tatsächlich verdanken wir das heute mit großem Vorteil benutzte Modellversuchsverfahren zur Ermittlung des Widerstandes der Schiffe den schöpferischen Kräften des Dreigestirns Isaac Newton — Friedrich Reech — William Froude. Zu Ehren dieser drei genialen, um die Entwicklung des Schiffbaus hochverdienten Männer sind ihre Bildnisse der vorliegenden Abhandlung beigegeben. Hingewiesen sei hier auch auf das im Abschnitt 3 schon genannte Bild Galileo Galileis, der als allererster zahlreiche Ähnlichkeitsbetrachtungen anstellte, die Ähnlichkeitsstatik begründete sowie auch die ersten dynamischen Ähnlichkeitsansätze in Form von Proportionen bildete. Zu ihnen tritt als fünfter der Schöpfer der Hydrodynamik und Begründer des wissenschaftlichen Schiffbaus, Leonhard Euler, dessen Bildnis wir bereits unseren Ausführungen zu Abschnitt 1 beifügten. — Das Bild Newtons ist nach einer im Observatorium zu Greenwich aufgestellten Büste hergestellt, das Bild Reechs nach einer in Lorient aufbewahrten photographischen Darstellung und das Bild Froudes nach einer aus England stammenden Photographie.

VII. Weiterentwicklung des Froudeschen Modellverfahrens

30. Aufrechterhaltung der Grundgedanken Froudes. Das von W. Froude geschaffene Schiffsmodellverfahren ist nunmehr über 70 Jahre, der leitende Reechsche Gedanke sogar 111 Jahre alt. In dieser langen Zeit ist die wissenschaftliche Erkenntnis auf den Gebieten, die für dieses Verfahren hauptsächlich maßgebend sind, vor allem auf dem Gebiet der Strömungswissenschaft, der Flüssigkeitsreibung und der Ähnlichkeitslehre, außerordentlich fortgeschritten, und es sind erhebliche Anstrengungen gemacht worden, um diese Fortschritte auch für die Weiterentwicklung des Froudeschen Verfahrens auszunutzen. Bei einer Übersicht über diese Bemühungen und ihre Erfolge kann vorweg festgestellt werden, daß, wenigstens soweit die Auswirkung auf die Praxis in Frage kommt, die Hauptgrundlagen des Verfahrens unangetastet sind.

Vor allem ist die praktische Trennung in Reibungswiderstand und Formwiderstand aufrechterhalten worden, wenn auch hiergegen grundsätzlich die folgenden beiden Bedenken bestehen, deren Überprüfung sich in neuerer Zeit zur Klarstellung des Sachverhalts als erforderlich erwies:

1. Es besteht eine gegenseitige Beeinflussung zwischen Reibungs- oder Zähigkeitswiderstand w_r und Formwiderstand w_f : Bei vollkommener dynamischer Ähnlichkeit müßte man für den Beiwert ζ des Gesamtwiderstandes in Anpassung an Gl. (41) grundsätzlich schreiben, wenn \Re die Reechsche und \Re_e die Reynoldssche Kenngröße ist,

$$\zeta = \zeta(\Re, \Re_e) = \zeta_r + \zeta_f = \zeta_r(\Re, \Re_e) + \zeta_f(\Re, \Re_e) \quad (72)$$

und nicht, wie man es praktisch tut,

$$\zeta = \zeta_r + \zeta_f = \zeta_r(\Re_e) + \zeta_f(\Re). \quad (73)$$

Tatsächlich hat O. Schlichting³⁷⁾ nachgewiesen, daß bei kleineren Reynoldsschen Zahlen, wie sie bei Modellversuchen noch durchaus in Frage kommen, die Wellenbildung einen erheblichen Einfluß auf die Ablösung der

³⁷⁾ O. Schlichting, Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1933, S. 305.

Grenzschicht ausübt, was in einer ausgeprägten Abhängigkeit des Beiwertes ζ_r des Zähigkeitswiderstandes w_r von der Reechschen Schwere Kennzahl \Re zum Ausdruck kommt. O. Schlichting hat aber andererseits selbst festgestellt, daß dieser Einfluß bei ausreichend großer Reynoldszahl \Re praktisch verschwindet, eine Tatsache, die für die auch sonst mehr und mehr durchgedrungene Tendenz spricht, die Modellgröße möglichst zu steigern, was allerdings wiederum zu einer starken Vergrößerung der Abmessungen moderner Schlepprippen im Vergleich zu älteren geführt hat. Hiernach können für die Praxis die Bedenken gegen die in der Formel (73) für ζ steckende Vereinfachung als im wesentlichen überwunden gelten.

2. Der Formwiderstand w_f umschließt zwei Anteile ganz verschiedenen physikalischen Ursprungs, nämlich den Wellenwiderstand, der aus der Schwerewirkung, und den Ablösungs- oder Wirbelwiderstand, der aus der Zähigkeit entspringt. Das hieraus erwachsende Bedenken verliert aber dann an Bedeutung, wenn zwischen Modell- und Großausführung kein Strömungsumschlag mehr stattfindet, insbesondere, wenn sich die Wirbelanordnung nicht ändert. Denn dann ist der Beiwert des Ablösungs- oder Wirbelwiderstandes so gut wie konstant und dieser Widerstandsanteil daher im entsprechenden Bereich keinem besonderen Ähnlichkeitsgesetz mehr in nennenswertem Ausmaß unterworfen. Die praktische Konsequenz dieser Überlegung läuft wiederum darauf hinaus, möglichst große Modellabmessungen zu verwenden, um bereits am Modell die für das große Schiff gültige Wirbelanordnung zu erreichen. Und zwar bedürfen, worauf ebenfalls O. Schlichting hingewiesen hat, schlanke Schiffsrumpfe einer größeren Modell-Reynoldszahl als völlige, weil bei ersteren die Ablösungsstelle begreiflicherweise eine stärkere Tendenz zur Verlagerung aufweist.

31. Vervollkommnungen in der Durchführung des Froudeschen Grundgedankens betreffend Ersetzung des Reibungswiderstandes der Schiffsoberfläche durch den ebener Platten. Aufrechterhalten ist weiterhin auch der Grundgedanke, den Reibungswiderstand der Schiffsoberfläche auf den ebener Platten zurückzuführen. Der nachher unten noch zu erwähnende, an sich bedeutungsvolle Versuch, hiervon freizukommen, hat es zu keiner praktischen Auswirkung bringen können. An der Vervollkommnung in der Durchführung dieses Grundgedankens ist nun aber besonders eifrig gearbeitet worden, und zwar nach folgenden drei Richtungen:

1. Man ist bestrebt gewesen, das Reibungsgesetz für ebene Platten so einwandfrei wie irgend möglich und in solchem Umfange zu erforschen, daß es auch für die größten in Frage kommenden Schiffslängen bzw. Reynoldsschen Zahlen als gesichert gelten kann.

2. Hierbei hat zudem der Einfluß verschiedener Rauigkeit der Oberflächen eine systematische Berücksichtigung erfahren.

3. Es ist gründlich geprüft worden, ob und inwieweit es zulässig ist, die Reibungswerte ebener Platten auch für die gekrümmten Schiffsoberflächen zu verwenden.

Nachstehend werden die Ergebnisse der nach diesen drei Richtungen angestellten Forschungen, bei denen deutsche Forscher die hauptsächlichsten Erfolge erzielt haben, kurz angedeutet.

Zu 1. Die von W. Froude aufgestellte Formel für den Reibungswiderstand ebener rechteckiger Platten wie auch die von ihm ermittelten Reibungswerte sind rein empirischer Art. Der erste große Schritt auf dem Wege, hier eine systematischere, auf physikalische Erkenntnis gestützte Grundlage zu schaffen, war die Auffindung des Reynoldsschen Ähnlichkeitsgesetzes, welches den Einfluß der kinematischen Zähigkeiten der beiden Vergleichsflüssigkeiten kennzeichnet. Die durch dieses Gesetz und den Ausbau der Ähnlichkeitsmechanik geschaffene Richtlinie, ausgedrückt durch das übergeord-

nete Gesetz $\zeta_r = \varphi(\Re)$, dem, wie sich herausstellte, die Froudesche Reibungsformel mit den zugehörigen Reibungsbeiwerten nicht gehorcht, ermöglichte eine wesentlich verfeinerte Forschung. Zwar blieb auch, nachdem L. Prandtl seine grundlegende Grenzschichttheorie aufgestellt hatte, die Anwendung der reinen Theorie auf die laminare Reibung beschränkt, und so war man für die Ermittlung der turbulenten Reibung, die beim Schiffswiderstand allein und beim Modellwiderstand überwiegend maßgebend ist, nach wie vor auf Versuche angewiesen. Aber das genannte übergeordnete Gesetz ermöglichte es, für eine bestimmte Rauigkeitsbeschaffenheit der Oberfläche, den Verlauf des Reibungsbeiwertes ζ_r als Funktion von \Re durch eine einzige Kurve darzustellen, was einen erheblichen Fortschritt gegenüber Froude bedeutete; auch wurde eine Verknüpfung dieses Beiwertes mit der Gestalt des Geschwindigkeitsprofils möglich, was sich für die Folge als sehr fruchtbar erwies.

Auf Grund dieser neuen Fundamente wurde die Erforschung der Oberflächenreibung, die sich zunächst hauptsächlich der ebenen technisch glatten Oberfläche zuwandte, intensiv gefördert und vervollkommenet, wobei vor allem die Namen Gebers, Prandtl und seine Göttinger Schule sowie Kempf zu nennen sind. Es stellte sich mit der Zeit heraus, daß ein einfaches Potenzgesetz, wie es Froude zugrunde gelegt und Gebers und zunächst auch Prandtl noch beibehalten hatten, für die Erfassung des Reibungswiderstandes bei ganz großen \Re , wie sie bei großen Schiffen auftreten, nicht mehr ausreichte, daß vielmehr wesentlich verwickeltere Zusammenhänge herrschten. Auf ganz verschiedenen Wegen gelangten schließlich die Göttinger, ausgehend von den Geschwindigkeitsprofilen, die sich bei Strömung durch Rohre und flache rechteckige Kanäle ausbildeten, und Kempf, der den Reibungswiderstand von Meßplatten maß, die sowohl an Bord großer Schiffe wie vor allem an dem flachen Boden langer in der Schlepprinne geschleppter Pontons angebracht waren, zu einem bemerkenswert übereinstimmenden Ergebnis. Dieses wurde für ebene glatte Oberflächen von Prandtl und H. Schlichting³⁸⁾ durch die Interpolationsformel

$$\zeta_r = \frac{0,455}{(\log \Re)^{2,58}} \quad (74)$$

zusammengefaßt und wird auch bereits von der Praxis weitgehend anerkannt und angewandt. Auf Grund noch neuerer Göttinger Versuche ist Schultz-Grunow³⁹⁾ zu einem besonders für hohe \Re etwas tiefer liegenden Verlauf der ζ_r -Kurve gelangt, nämlich zu

$$\zeta_r = \frac{0,427}{(-0,407 + \log \Re)^{2,64}} \quad (75)$$

Jedenfalls kann, während vorher die Extrapolation der durch Plattenversuche ermittelten Reibungswerte auf große Schiffslängen bzw. auf die entsprechend hohen Reynoldsschen Zahlen mit erheblicher Unsicherheit behaftet war, nunmehr das Problem des Reibungswiderstandes ebener glatter Oberflächen für den ganzen für Schiffsmodele und naturgroße Schiffe in Frage kommenden \Re -Bereich in einem mindestens für die Schiffbaupraxis völlig ausreichenden Maße als gelöst betrachtet werden.

Zu 2. Die Reibungsbeiwerte technisch glatter Oberflächen können für die Oberfläche der glatten Schiffsmodele unmittelbar verwendet werden, aber selbstverständlich nicht für die der naturgroßen Schiffe, da diese auch bei guter Beschaffenheit einen erheblichen Rauigkeitsgrad aufweisen. Da nach dem Ergebnis der späteren Forschung der Rauigkeitseinfluß einer gut erhaltenen Schiffsoberfläche einen Zuschlag von 30—40% auf den Reibungswiderstand einer technisch glatten Platte bedeutet, ist eine möglichst gute Erfassung dieses Einflusses offenbar von entscheidender Wichtigkeit.

³⁸⁾ Ergebnisse der Aerodyn. Versuchsanstalt zu Göttingen, IV. Lieferung, S. 27.

³⁹⁾ F. Schultz-Grunow, Neues Reibungswiderstandsgesetz für glatte Platten, Luftfahrtforschung 1940, S. 239.

Die Froudeschen Reibungswerte, die im Schiffsbereich liegen, sind von Froude durch Ausrichtung nach dem „Greyhound“-Punkt festgelegt worden; in ihnen ist also bereits der Rauigkeitseinfluß enthalten, wie er der Beschaffenheit der „Greyhound“-Oberfläche (genagelte Kupferhaut) entsprach. Die Erfahrung hat gelehrt, daß die so entstandenen Werte im großen und ganzen auch für eine mit gutem Anstrich versehene eiserne Schiffsaußenhaut leidlich passen. Für eine systematische Erfassung des Rauigkeitseinflusses, vor allem auch des Einflusses verschiedener Rauigkeit, wie sie z. B. bei genieteter und geschweißter Außenhaut und im Schiffsbetrieb durch Verschlechterung der Oberfläche infolge von Rostbildung, Bewuchs usw. auftritt, muß es aber als grundsätzlicher Nachteil betrachtet werden, daß in den Froude-Werten des Schiffsbereichs das Maß des Rauigkeitseinflusses nicht erkennbar ist. Aus diesem Grunde hat dann auch, nachdem übrigens bekanntlich bereits Froude bei seinen Plattenversuchen Oberflächen stark verschiedener Rauigkeit untersucht hatte, in neuerer Zeit eine intensive systematische Rauigkeitsforschung eingesetzt, bei der in erster Linie wiederum L. Prandtl und seine Schüler J. Nikuradse, H. Schlichting, F. Schultz-Grunow⁴⁰⁾ mit ihren Rohr- und Kanalversuchen (s. oben) sowie G. Kempf⁴¹⁾ mit seinen Pontonversuchen beteiligt waren. Die Göttinger arbeiteten hierbei mit Oberflächen, die mit Sand von systematisch abgestufter Korngröße belegt waren. Für die Schiffsoberfläche, deren Rauigkeit an sich anders geartet ist, hat sich die Einführung einer sogenannten „gleichwertigen Sandrauigkeit“ und die dadurch ermöglichte Zurückführung auf die Göttinger Messungen als gangbarer Weg erwiesen, um den Rauigkeitseinfluß individuell zu erfassen, und es wird auch vielfach bereits in der Praxis dieser Weg mit Erfolg beschritten.

Zu 3. Bei der Anwendung der für ebene (glatte und rauhe) Oberflächen gewonnenen Ergebnisse auf die gekrümmte Schiffs- oder Modelloberfläche muß das von W. Froude eingeführte Verfahren, nach welchem er den Reibungswiderstand einer Schiffsoberfläche gleich setzt, dem einer ebenen rechteckigen Platte von Länge gleich Schiffslänge und von gleich großer Oberfläche auf den ersten Blick als recht roh erscheinen. Tatsächlich sind zahlreiche Einflüsse vorhanden, die infolge der Formbehaltung des Schiffskörpers Änderungen in der Oberflächenreibung gegenüber der ebenen Platte bedingen. Als solche „Reibungsformeinflüsse“ kommen hauptsächlich die folgenden zur Geltung: die Unterschiede der Geschwindigkeiten der Verdrängungsströmung gegenüber der viel gleichförmigeren Geschwindigkeit längs einer ebenen Platte; die Krümmung im Querschnitt (die z. B. in extremem Grade als Kantenwiderstand wirksam wird); die Verdünnung der Grenzschicht im Bereich des für die Reibungserzeugung überwiegend wichtigen Vorschiffs infolge des Herumspannens der Grenzschicht um die sich vergrößernden Spantquerschnitte; das starke Sinken der Reibung hinter der Ablösungsstelle der Grenzschicht am Hinterschiff; die Abweichung der Form der abgewinkelten Schiffsoberfläche von der Rechteckform.

Wie hieraus ohne weiteres ersichtlich, sind die Auswirkungen der Formbehaltung von Schiff und geometrisch ähnlichem Modell auf die Reibung so vielgestaltig und verwickelt, daß eine quantitative Lösung, wie sie hier gesucht werden mußte, nur auf experimentelle Weise möglich erschien. Solche Untersuchungen sind in grundsätzlicher Art auf zwei verschiedenen Wegen unternommen worden: Bei den Versuchen von Graff⁴²⁾ und Amtsberg⁴³⁾ wurden nach dem Verfahren von Föttinger⁴⁴⁾ Widerstandsmessungen an tief unter-

⁴⁰⁾ L. Prandtl und H. Schlichting, Das Widerstandsgesetz rauher Platten, Werft-Reederei-Hafen 1934, S. 1.

⁴¹⁾ G. Kempf, Neue Ergebnisse der Widerstandsforschung, Werft-Reederei-Hafen 1929, S. 234. — Derselbe, Über den Einfluß der Rauigkeit auf den Widerstand von Schiffen, Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1937, S. 159.

⁴²⁾ W. Graff, Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1934, S. 193.

⁴³⁾ H. Amtsberg, Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1937, S. 177.

⁴⁴⁾ H. Föttinger, Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1924, S. 295.

getauchten Doppelmodellen und Rotationskörpern sowie an letzteren auch Druckmessungen ausgeführt. Hierdurch war es, nach der durch das Föttinger-Verfahren bezweckten Ausschaltung des Wellenwiderstandes, möglich, Reibungs- und Ablösungswiderstand voneinander getrennt zu erhalten. Der andere Weg, der vom Fachausschuß für Widerstand und Vortrieb der Schiffbautechnischen Gesellschaft⁴⁵⁾ veranlaßt wurde, bediente sich des von dem Engländer Telfer⁴⁶⁾ vorgeschlagenen Verfahrens der Vornahme von Schleppversuchen mit Modellfamilien, d. h. mit Modellen ein und derselben Schiffsform in verschiedenen Maßstäben. Bei der von Telfer vorgeschlagenen alleinigen Auftragung der Gesamtwiderstandsbeiwerte ζ als Funktion von \Re erscheinen die Kurven konstanter Reechscher Zahl \Re für den angenommenen Idealfall fehlender Strömungsumschläge und fehlender gegenseitiger Abhängigkeit der Widerstandsanteile voneinander als äquidistante Kurven, deren Abfall mit wachsendem \Re lediglich durch den Reibungseinfluß zustande kommt und dem Abfall der Plattenreibungswerte ζ_r entspricht. Im genannten Idealfall würde man — und so war auch das Verfahren von Telfer ursprünglich gedacht — das Zurückgreifen auf Plattenversuche ganz entbehren können oder doch nur zur Kontrolle zu verwenden brauchen. Da man jedoch bei der praktischen Anwendung des Telferschen Verfahrens auf allerlei Schwierigkeiten stieß, die auf Störungseinflüssen der laminaren Grenzschichtströmung und der Ablösung bei den kleineren Modellen beruhen und die Verwertung des Verfahrens stark beeinträchtigen, ging man bei den vom STG-Fachausschuß veranlaßten Versuchen bei den größten Modellen der Familien — es wurden drei stark voneinander verschiedene Schiffstypen untersucht — bis zu ungewöhnlich großen Modellabmessungen, nämlich 12 m Modelllänge. Das Ergebnis dieser Versuche, nach welchem keine systematische Abweichung der Kurven konstanter Reechzahl \Re von der ζ_r -Kurve ebener Platten erkennbar war, deckt sich im wesentlichen mit dem der Versuche von Graff und Amtsberg mit den Doppelmodellen und Rotationskörpern. Hiernach kann die schwierige Frage nach der Auswirkung des „Reibungsformeinflusses“ im Sinne der ursprünglichen Annahme von W. Froude dahin beantwortet angesehen werden, daß man jedenfalls für die routinemäßige Auswertung von Schleppversuchen keinen Reibungsformeinfluß zu berücksichtigen braucht.

32. Nachprüfung der Forschungsergebnisse an großen Schiffen. Trotz der geschilderten Fortschritte in der Verbesserung des Froudeschen Modellverfahrens bleibt eine nicht unerhebliche Unsicherheit im wesentlichen noch bestehen. Es sind nämlich die Fälle, in denen versucht worden ist, die Stichhaltigkeit der neuen Forschungsergebnisse an naturgroßen Schiffen nachzuprüfen, bisher noch zu selten und deren Ergebnisse nicht eindeutig genug. Zwar hat der Japaner Hiraga⁴⁷⁾ Schleppversuche nach Art der der „Greyhound“ mit einem Zerstörer, einem Schlepper und einem 23,5 m langen „Plattenschiff“ gemacht, jedoch haben die Ergebnisse vor allem wegen der unsicheren Rauigkeitseigenschaften der Oberflächen keinen wesentlichen Beitrag zur Klärung gebracht. Im übrigen hat man bisher meistens versucht, die Nachprüfung bei Selbstantrieb des Schiffes an Hand von Schraubenschubmessungen⁴⁸⁾ vorzunehmen. Jedoch bestehen auch hierbei noch gewisse Schwierigkeiten. Erstens ist der Sog, d. h. die durch das Arbeiten der Schraube hervorgerufene Vermehrung des Schiffswiderstandes, mehr oder weniger maßstababhängig⁴⁹⁾, und somit kann nicht ohne weiteres aus der Sogmessung am Modell auf den Sog des großen Schiffes geschlossen werden,

⁴⁵⁾ Schiffbautechnische Forschungshefte d. STG Nr. 10, Juni 1939, Untersuchungen über den Maßstabeinfluß an Modellfamilien, Beiträge von F. Horn und W. Graff.

⁴⁶⁾ E. V. Telfer, Trans. Inst. Nav. Arch. 1927, S. 174.

⁴⁷⁾ Hiraga, Experimental Investigation on the resistance of long planks and ships, Trans. Inst. Nav. Arch. 1934, S. 284.

⁴⁸⁾ Unter anderem in besonders vollendeter Weise bei dem Großversuch mit D. Tannenbergs G. Kempf, Hydromechanische Probleme des Schiffsantriebs II, 1940, S. 46.

⁴⁹⁾ Siehe u. a. H. M. Weitbrecht, Vom Sog, ein Versuch seiner Berechnung, Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1941.

und zweitens bleibt eine einwandfreie Erfassung des Rauheitsinflusses der Schiffsoberfläche nach wie vor etwas unsicher. So läßt sich bisher auch aus den Schubmessungen kein ganz zuverlässiger Wert für die Größe des reinen Schiffswiderstandes ableiten.

Trotzdem kann es nur eine Frage der Zeit sein, wann die neuzeitlichen Verfahren, die schon jetzt unbedingt eine wesentliche Verbesserung des ursprünglichen Froudeschen Verfahrens darstellen, sich diesem gegenüber auch in der Praxis, die bisher das letztere mit unveränderten Reibungswerten oft noch beibehalten hat, allgemein durchsetzen. Auf alle Fälle hat sich das Froudesche Modellverfahren in seinen Grundlagen und praktischen Erfolgen so bewährt, daß es, selbst falls andere Vorschläge oder rein analytische Verfahren größere Bedeutung gewinnen sollten, auch weiterhin mit Vorteil beibehalten werden wird. Dem Ideal einer gesicherten Ermittlung des Schiffswiderstandes kommt es für die praktischen Zwecke auf Grund der experimentellen und theoretischen Vervollkommnungen bereits sehr nahe.

Erörterung:

Vorsitzender Professor Dr.-Ing. **Schnadel**:

In Ergänzung der letzten Worte von Herrn Professor Weber möchte ich noch folgendes mitteilen: Die STG hat heute am Grabe Friedrich Reechs in Lampertsloch im Elsaß einen Kranz niederlegen lassen mit der Inschrift:

Dem Schöpfer der Schiffmodellwissenschaft Friedrich Reech.
Die Schiffbautechnische Gesellschaft.

April 1942.

Ich stelle nun den Vortrag zur Erörterung.

Professor Dr.-Ing. **Weinblum**, Dessau-Roßlau:

Schon vor längeren Jahren hat N. W. Akimoff in einem Buch über Schiffswiderstand von dem Reech-, Froude-Helmholtz'schen Gesetz gesprochen. Der Anteil Reechs an dieser für die Schiffstheorie entscheidenden Leistung ist durch den Vortragenden klargestellt. Ich wäre für Auskunft dankbar, wie weit Helmholtz in diesem Zusammenhange neben Reech und Froude genannt werden kann.

Weiter eine rein formale Bemerkung:

Für die „Froudesche Zahl“ hat sich der Buchstabe „F“ (besonders in gotischer Schreibweise) eingebürgert. Es würde zu unangenehmsten Verwechslungen führen, wenn man zu Ehren von Reech jetzt dafür den Buchstaben „R“ einsetzen würde, weil dieser Buchstabe für die Reynoldssche Zahl freigehalten werden muß. Vielleicht könnte man die Bezeichnungweise „F“ beibehalten, mit der Motivierung, daß Reech den Vornamen Friedrich getragen hat, und der Buchstabe „F“ außer an Froude auch an den eigentlichen Urheber des Reech-Froudeschen Modellgesetzes erinnert.

Aus dem Vortrag von Professor Weber war zu ersehen, welche entscheidenden Leistungen der nächst Archimedes größte Schiffstheoretiker aller Zeiten **Leonhard Euler** auf dem Gebiet des Schiffswiderstandes vollbracht hat. Im Zusammenhang mit dem Vortrag über die Stabilitätsprobleme ist zu erwähnen, daß auch auf diesem Gebiet Euler Bahnbrechendes geleistet hat und unabhängig von Bouguer zu den gleichen Ergebnissen wie letzterer gekommen ist. Vielleicht hat Herr Dr. Süchting die Freundlichkeit, mitzuteilen, ob er bei seinem Überblick über die Entwicklung der Stabilitätslehre auch die Arbeiten von Euler berücksichtigt hat.

Professor Dr.-Ing. **Weber**, Berlin:

Es freut mich, von Herrn Professor Weinblum zu hören, daß das Schweremodellgesetz doch schon bei uns in Deutschland mit dem Namen Friedrich Reechs verknüpft worden ist, und zwar von Herrn N. W. Akimoff. (Ich finde nachträglich im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft von 1932 [Bd. 33], daß Herr Akimoff in seinem Vortrage über die Widerstandstheorie das zuerst von Friedrich Reech für Schiffmodellversuche aufgestellte Ähnlichkeitsgesetz als Reech-Froudesches Gesetz der korrespondierenden Geschwindigkeiten bezeichnet hat.) Auch Helmholtz hat sich in mehreren fruchtbaren Untersuchungen mit Ähnlichkeitsproblemen beschäftigt; jedoch nicht in der klassischen Form der Ähnlichkeitswissenschaft, wie sie von Galilei und Newton stammt, die beide für zwei dynamische Vergleichsvorgänge die Bedingungen für das Eintreten geometrischer und zeitlicher Ähnlichkeit aufsuchten. Helmholtz hat ein erweitertes Reechsches Gesetz gefunden, indem er sich folgende Frage vorlegte: Welche Bedingungen sind zu erfüllen, damit zwei dynamisch ähnlich verlaufende Wogenvorgänge zustandekommen, wobei den Hauptvorgang die regelmäßig gebildeten Gruppen von Luftwogen am Himmel, dagegen den Modellvorgang die gewöhnlichen Wind-Wasserwogen oder auch zwei relativ gegeneinander bewegte Flüssigkeitsströmungen darstellen, wie sie in der Ozeanographie als unterseeische Wogen bekannt und oft beobachtet sind. Es handelt sich hier um fortschreitende Wellen, die nach Art der Trochoidenwellen durch das alleinige Wirken der Schwere ohne Rücksicht auf Reibungserscheinungen erklärt werden können und sich von diesen nur dadurch unterscheiden, daß zwei verschiedene Dichten, die der oberen Flüssigkeit und die der unteren schwereren, in die Untersuchung und das erweiterte Schweremodellgesetz von Reech-

Helmholtz eingehen. Man findet diesen berühmten Helmholtzschen Ähnlichkeitsvergleich in meinem im Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft 1919 abgedruckten Vortrag über die Grundlagen der Ähnlichkeitsmechanik näher erörtert und dort auch weiteres Schrifttum zu den Helmholtzschen Wogen angegeben. Helmholtz geht bei seinen Ähnlichkeitsbetrachtungen nicht, wie wir es heute tun, von den drei technischen Grundmaßeinheiten der Länge, der Zeit und der Kraft aus, sondern er benutzt als Grundverhältnisse der Ähnlichkeit die der Längen, Geschwindigkeiten und Massen. Dadurch ergeben sich etwas andere Ansatzformen, die uns Ingenieuren nicht so zusagen wie die, von denen ich in meinen Arbeiten ausgegangen bin.

Ich möchte hier noch eine Bitte anknüpfen. Ich habe bei meinen Nachforschungen über Friedrich Reech und sein Schweremodellgesetz eine Reihe von Dokumenten gesammelt, die ich gern an einer geeigneten Stelle für Archivzwecke niederlegen möchte. Es wäre schade, wenn diese Unterlagen verlorengingen. Es handelt sich um die Ehrung eines großen Schiffbauers deutscher Abstammung.

Professor Dr.-Ing. Schnadel:

Wir haben ein Archiv angelegt und in einem Rundschreiben die Mitglieder gebeten, uns solche Dinge zuzusenden. Sie werden bei uns gesammelt. Ich fordere die Versammlung auf, sich an dieser Dokumentensammlung zu beteiligen oder selbst die eigenen Erlebnisse niederzuschreiben, damit sie in späterer Zeit unsere Nachfahren belehren und ihnen Wissen vermitteln können.

Professor Dr.-Ing. Weber (Schlußwort):

Ich danke dem Herrn Vorsitzenden, Professor Schnadel; ich werde daher die in meinen Händen befindlichen Dokumente über Reech und sein Modellgesetz beim Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft abgeben. — Ich darf nachträglich noch bemerken: Der Familienname Reech kommt uns vielleicht fremd vor; er ist aber im Elsaß oft und auch sonst in Deutschland gelegentlich zu finden. Man spricht ihn in der Elsässer Mundart anders aus, wie wir es tun: etwa kurz Rech oder Resch. Die Verwandten und Bekannten der Familie Reech, die alle kerndeutsch sind, haben mich in dem Geburtsort Friedrich Reechs, in Lampertsloch bei Sulz unterm Wald, Kreis Weißenburg im Unter-Elsaß, sehr freundlich aufgenommen und haben sich gefreut, daß die deutschen Schiffbauer jetzt nach der Rückkehr des Elsaß in das Deutsche Reich dem berühmten Sohne ihrer Heimat, der auch dort begraben ist und einen würdigen Marmordenkstein hat, mit so großem Interesse nachgehen und so hohe Ehrung zuteil werden lassen.

Ich habe in meinem Vortrag erwähnt, daß F. Reech im Jahre 1864 zusammen mit C. Jordan den Preis der französischen Akademie der Wissenschaften für die Lösung der Aufgabe erhielt: Es ist eine strenge und vollständige Theorie der Stabilität schwimmender Körper zu geben. Im Hinblick auf die vier am Vormittag gehaltenen Vorträge über die Stabilität der Schiffe würde ich es sehr begrüßen, wenn von berufener Seite festgestellt werden könnte, wie weit Friedrich Reech im Jahre 1864 bereits in seinen allgemeinen wissenschaftlichen Untersuchungen an die besonderen uns heute interessierenden Probleme der Schiffsstabilität herangekommen war. Vielleicht ist mein verehrter Kollege, Herr Professor Horn, so freundlich und prüft dies einmal nach; ich verweise hierzu auf Pollard et Dudebout, *Theorie du navire*. Bd. I S. XXII, Paris 1890/91. (Lebhafter Beifall.)

Professor Dr.-Ing. Schnadel:

Es ist mir eine Freude, Ihnen für den ausgezeichneten Vortrag den herzlichsten Dank der Gesellschaft aussprechen zu dürfen. Sie haben sich ein ganz besonderes Verdienst um die Gesellschaft erworben, denn Sie haben die großen Verdienste eines deutschen Schiffbauers der Vergangenheit der Vergessenheit entrissen und dadurch zur Hebung des Ansehens des Ingenieurstandes beigetragen. Es ist einer der großen Mängel, an denen wir im Ingenieurstande leiden, daß die großen Taten und Leistungen unserer Techniker immer wieder der Vergessenheit anheimfallen, weil niemand dafür sorgt, daß sie in der Öffentlichkeit bekanntgemacht werden. Wir wissen, daß die Techniker für den Fortschritt der Welt mehr geleistet haben als jeder andere Berufsstand, und haben das Recht, stolz auf unsere Leistungen zu sein. Ich bitte daher, soweit es in Ihren Kräften steht, dazu beizutragen, daß wir in Zukunft regelmäßig Vorträge aus der Geschichte der Technik, insbesondere des Schiffbaues, hören können. In diesem Sinne danke ich Ihnen besonders, daß Sie uns hier durch diesen interessanten und lehrreichen Vortrag eine schöne und angenehme Stunde bereitet haben. (Lebhafter Beifall.)

VIII. Neuere Entwicklung von Schweißelektroden und ihre Anwendung im Schiffbau

Von Dr.-Ing. Waldo Strelow

Der deutsche Schiffbau, der unter allen Stahl verarbeitenden Industrien als erster und weitgehend die Lichtbogenschweißung zur Verbindung von Stahlteilen anwendet, hat bis in die neuere Zeit vorzugsweise bei der Ausführung der Schweißungen nicht umhüllte Elektroden verarbeitet, und das auch noch, als in anderen Industrien, wie im Maschinenbau und Brückenbau, die Mantelelektrode als hochwertiger bevorzugt wurde. Es müssen wohl sehr maßgebliche Gründe vorgelegen haben, daß der Schiffbau bei seiner längeren und auch umfangreicheren Erfahrung bis vor nicht langer Zeit die Überlegenheit der auf dem Markte zu Gebote stehenden Mantelelektroden nicht anerkannte, oder als für seine Zwecke nicht geeignet ablehnte.

Diese Einstellung änderte auch nicht die Tatsache, daß die zur Anwendung kommende nackte oder nur schwach umhüllte Elektrode ein Schweißgefüge liefert, das an Dehnung viel zu wünschen übrigläßt. Zwar liefert die Seelenelektrode in dieser Hinsicht ein besseres Ergebnis, das aber immer noch nicht an das mit Mantelelektroden erzielte heranreicht. Wenn die Schweißung unter Bedingungen ausgeführt wird, die für das Ergebnis günstig, aber unter schiffbaulichen Verhältnissen nicht immer einzuhalten sind. Erst die Einführung des Baustahls St 52 auf Sondergebieten des Schiffbaus und die Schwierigkeit, mit den bisher angewendeten Elektroden bei diesem Stahl ein Schweißgefüge herzustellen, dessen Festigkeit nicht durch zahlreiche grobe Gasporen stark beeinträchtigt wurde, gab Anlaß, neben der Anwendung der Seelenelektrode sich nun auch mit der Einführung der Mantelelektrode in den Schiffbau zu befassen, wobei aber an die Elektrodenhersteller die Forderung gestellt werden mußte, nun auch eine Mantelelektrode herauszubringen, die allen Anforderungen des Schiffbaus genügt.

Wenn der Hersteller der Mantelelektrode als Metallurge die Notwendigkeit der Umhüllung der Schweißelektrode mit einem Schlackenmantel damit begründet, wie es so oft zu hören ist, daß auch beim Stahlprozeß die Anwendung von Schlacken unentbehrlich sei, so lassen sich doch die für die Stahlherstellung geltenden Grundsätze allein nicht so ohne weiteres für den Schweißprozeß anwenden. Zwar kann man das Lichtbogenschweißen als einen Stahlprozeß im kleinen ansehen, bei dem der Lichtbogen fortlaufend ein kleines Schmelzbad unterhält, und wie beim Stahlprozeß im großen die Eigenschaften des erzeugten Stahles von der Art der dem Stahlbad zugesetzten Stoffe abhängig sind, so sind auch beim Schweißschmelzbad die Eigenschaften des entstandenen Nahtgefüges von der Stoffzusammensetzung der Elektrode abhängig. Aber beim Stahlprozeß vollzieht sich die Schmelzung des Stahls in einem Behälter aus hochfeuerfesten Stoffen, die keinen schädlichen Einfluß auf das Stahlbad haben, wenn sie zweckmäßig gewählt sind, eher das Gegenteil, und auch diesem keine Wärme oder nur in sehr geringem Maße entziehen. Die Schmelzung des Stahleinsatzes selbst geht bei Temperaturen vor sich, die nicht sehr beträchtlich über der Schmelztemperatur des Stahls liegen, und die Schmelzung des ganzen Stahlbades erfolgt in einem Zeitraum, der eine eingehende Beobachtung des Schmelzvorgangs und die Vornahme von Schöpfproben zur Feststellung der Güte des Stahlbades ermöglicht. Die Temperatur und die Dauer des Stahlbades kann so gehalten werden, daß bei genügender Dünnflüssigkeit eine günstige Auswirkung der im Überschuß zugesetzten Schlacken und Reduktionsmittel und eine vollkommene Entgasung des Bades erreicht wird.

Die für den Schweißprozeß maßgeblichen Bedingungen

Sind es also beim Stahlprozeß vornehmlich Bedingungen metallurgischer Art, die beim Schmelzvorgang maßgebend sind, so bestehen diese ebenfalls für den Lichtbogenschweißvorgang, sind aber hier unter bedeutend schwierigeren Verhältnissen zu erfüllen. Zweitens stellt aber noch die Technik der Ausführungen der Schweißung besondere Bedingungen, und drittens werden Bedingungen erforderlich durch eintretende Zustandsänderungen des verschweißten Werkstoffs durch die in ihn abgeleitete Wärme des Schmelzbades.

Die metallurgischen Vorgänge beim Lichtbogenschweißen so zu entwickeln, daß der entstehende Verbindungswerkstoff in seinen Eigenschaften dem zu verbindenden und im großen Stahlprozeß entstandenen Werkstoff möglichst gleich wird, bietet Schwierigkeiten. Der Schweißlichtbogen als Wärmequelle zur Schmelzung des Schmelzbades besitzt im Verhältnis zu dessen Kleinheit eine so große Stärke, daß die Schmelzung des kleinen Bades in einem geringen Bruchteil einer Sekunde erfolgt. Die sehr hohen Temperaturen, die im Lichtbogen herrschen — man rechnet mit etwa 4- bis 5 000 Grad —, erfordern, daß das Schmelzbad dem Lichtbogen nur kurze Zeit ausgesetzt wird, wenn nicht Überhitzungen des Werkstoffs eintreten sollen, die seine Eigenschaften verschlechtern, oder wenn nicht starke Vergasung oder Verspritzen des Schmelzbades oder gar starke Verbrennungen des Werkstoffs herbeigeführt werden sollen. Das Aneinanderreihen der kleinen Schmelzbäder hat daher mit einer bestimmten Vorschubgeschwindigkeit zu erfolgen, wodurch nur eine entsprechende Dicke der Schmelzlage erzielt wird. Der fast augenblicklichen Schmelzung des Bades folgt eine schnelle Abkühlung, sobald dieses aus dem Bereich des Schweißlichtbogens kommt, da der umgebende kalte Grundwerkstoff, der verschweißt werden soll und der zumeist ein ganz bedeutend größeres Volumen besitzt als das Schmelzbad, aus diesem die Wärme durch einen verhältnismäßig großen Querschnitt bei starkem Temperaturgefälle sehr schnell ableitet. Die erforderlichen chemischen Reaktionen und Reduktionen in dem noch flüssigen Schmelzbad müssen daher sehr schnell erfolgen. Die sehr hohe Temperatur im Schweißlichtbogen und katalytische Wirkungen begünstigen diese Vorgänge. Da der Einsatz des Schmelzbades durch Übergang des Werkstoffs der Elektrode erfolgt, ist dieser beim Durchgang durch den Lichtbogen ohne Schutz dem Angriff des Sauerstoffs und Stickstoffs der Luft ausgesetzt, was dann Beeinträchtigungen der Eigenschaften des entstandenen Schweißgefüges zur Folge hat. Schwierigkeiten bietet auch das Auftreten magnetischer Felder beim Lichtbogenschweißen, die die Wärmewirkungen des Lichtbogens infolge seiner Ablenkung sehr stark beeinträchtigen und daher auch auf die metallurgischen Vorgänge von Einfluß sein können.

Die Technik des Schweißens stellt in gewissen Fällen der Anwendung, wenn die Lage des Werkstücks nicht oder nur mit großen Umständen veränderlich oder das Bauwerk ortsfest ist, die Forderung, daß die Schmelzbäder in jeder Lage ausführbar sind, und daß dabei auch die erforderlichen metallurgischen Vorgänge wirkungsvoll verlaufen. Ferner besteht oft die Notwendigkeit, nicht fortlaufend die Schmelzbäder aneinanderzureihen, also nicht fortlaufend zu schweißen, sondern absatzweise. Es darf dann beim Ansetzen eines neuen Absatzes nicht vorkommen, daß die Schmelzbadtiefe, also der sogenannte Einbrand, ungenügend ist, oder die Entschlackung des Schmelzbades wegen ungenügender oder ungleichmäßiger Wärmeverhältnisse unvollkommen oder ungleichmäßig erfolgt. In vielen Fällen ist bei Ausführung der Schweißnaht eine bestimmte Elektrodenführung notwendig, um die Schmelzwärme oder den Elektroden-Zusatzwerkstoff so zu verteilen, daß bei einer Naht unterschiedlich auftretende Wärmeableitungen ausgeglichen oder bestimmte Wirkungen oder Eigenschaften des Schweißgefüges erzielt werden.

Die Bedingungen bei Zustandsänderungen des verschweißten Werkstoffs durch Wärmeableitung stellen insofern schon recht schwierige Aufgaben, als die Maßnahmen, die eine Verminderung der unerwünschten Wärmewirkungen

aus dem Schmelzbad auf den Grundwerkstoff bezwecken, denen, die in metallurgischer Hinsicht zur Erzielung eines möglichst vollkommenen Schweißgefüges, erforderlich sind, zuwiderlaufen. Die aus dem Schmelzbad in den umgebenden kälteren Werkstoff der verschweißten Teile abfließende Wärme breitet sich hier in einem Wärmegefälle aus, dessen Stärke abhängig ist von dem Unterschied der Temperaturen und der Größe der Massen des Schmelzbades und des angrenzenden Werkstoffs. Der erwärmte Werkstoff dehnt sich entsprechend seiner Temperatursteigerung aus; dabei kommt je nach Verlauf des Temperaturgefälles eine mehr oder weniger breite, an das Schmelzbad angrenzende Zone des Werkstoffs auf eine Temperatur, bei der er sich infolge seiner Ausdehnung plastisch verformen muß, weil er vom umgebenden kälteren Werkstoff mit größerer Festigkeit und

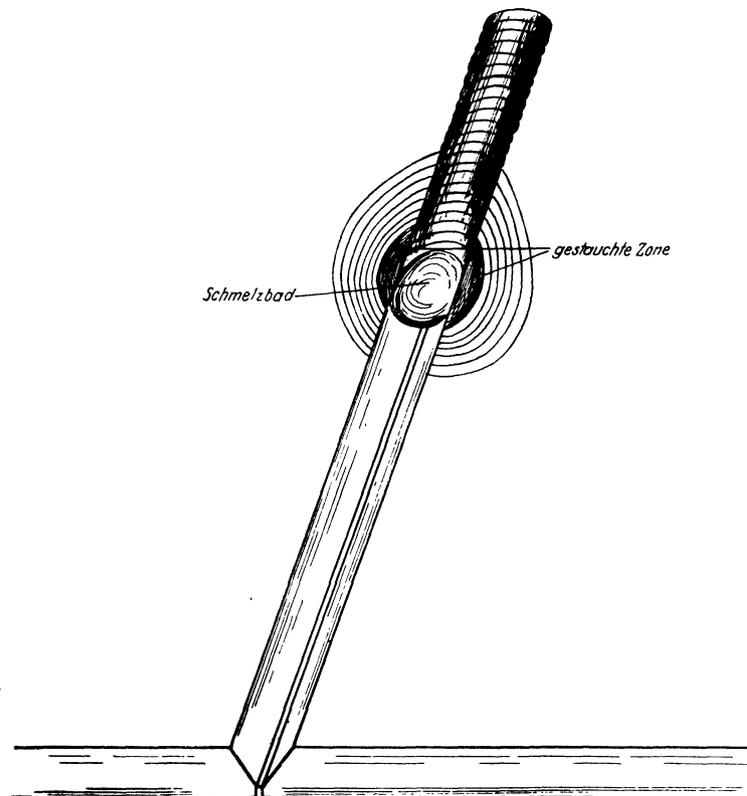


Bild 1. Stauchungszonen neben dem jeweiligen Schmelzbad.

höherer Streckgrenze zangenartig eingespannt wird. Der Werkstoff wird also in dieser Zone gestaucht (Bild 1). Wenn nun nach Weiterführung des Schweißlichtbogens das Schmelzbad erkaltet und damit ebenfalls die gestauchte Zone des Werkstoffs infolge weiterer Ausgleichung des Wärmegefälles, so schrumpft dieser gestauchte Werkstoff. Da er infolge der Stauchung zwischen dem einspannenden Werkstoff verkürzt ist, sucht er diesen mit Zugkraft zusammenzuholen. Es entstehen dadurch Schrumpfkraften in der Längsrichtung der Naht und in der Querrichtung zur Naht.

Infolge fortlaufender Herstellung von Schmelzbädern in der Nahtfuge summieren sich die Längsspannungen, bis ihre Höhe die Fließgrenze erreicht. Zur Niedrighaltung der Längsspannungen ist daher ein absatzweises Schweißen vorteilhaft. Dagegen verursacht diese Art der Schweißfolge ein schrofferes Temperaturgefälle und damit eine schmale Erwärmungszone. Die Folge davon sind hohe Einzelspannungen. Danach sind breite Erwärmungszonen bei flacher verlaufendem Temperaturgefälle zur Erzielung niedriger Einzelspannungen günstig. Be-

kanntlich sind bei der Gasschmelzschweißung diese Längsspannungen geringer, weil hier durch die für die Verschweißung notwendige Vorwärmung des Werkstoffs in der Nahtumgebung ein schwaches Wärmegefälle hervorgerufen wird, da sonst die Wärmeableitung aus der Schweißstelle größer ist als die Wärmeerzeugung in der Schweißflamme, so daß es nicht zur Schmelzung des Werkstoffs in der

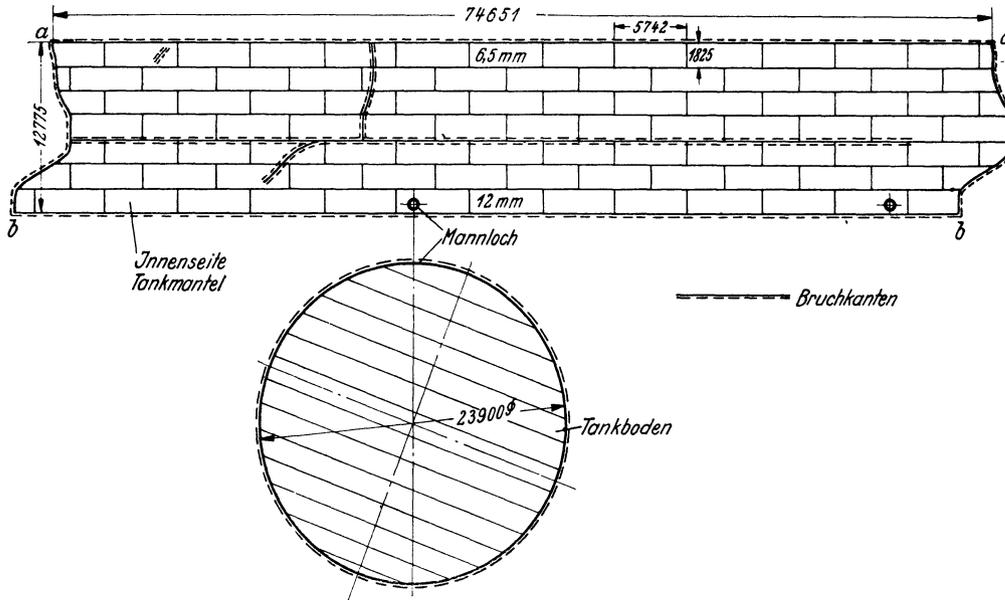


Bild 2.

Schweißstelle kommt. Da sich auch bei der Lichtbogenschweißung beim Verschweißen von Stählen höherer Festigkeit infolge des schrofferen Temperaturgefälles im Nahtübergangsgefüge Zonen großer Härte bilden, worauf noch näher eingegangen werden soll, ist vorgeschlagen worden, auch bei der Lichtbogen-

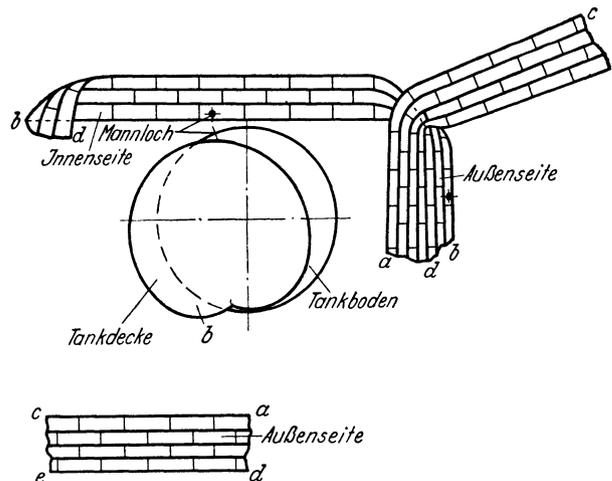


Bild 3.

schweißung erforderlichenfalls die zu verschweißenden Teile auf etwa 200 bis 300 Grad vorzuwärmen, oder wenigstens einen breiten Streifen des Werkstoffs neben der Naht. Dieser Weg ist aber bei den schiffbaulichen Verhältnissen in den meisten Fällen nicht gangbar, da dann die Querschrumpfungen und Verformungen der Schiffbauteile zu groß werden.

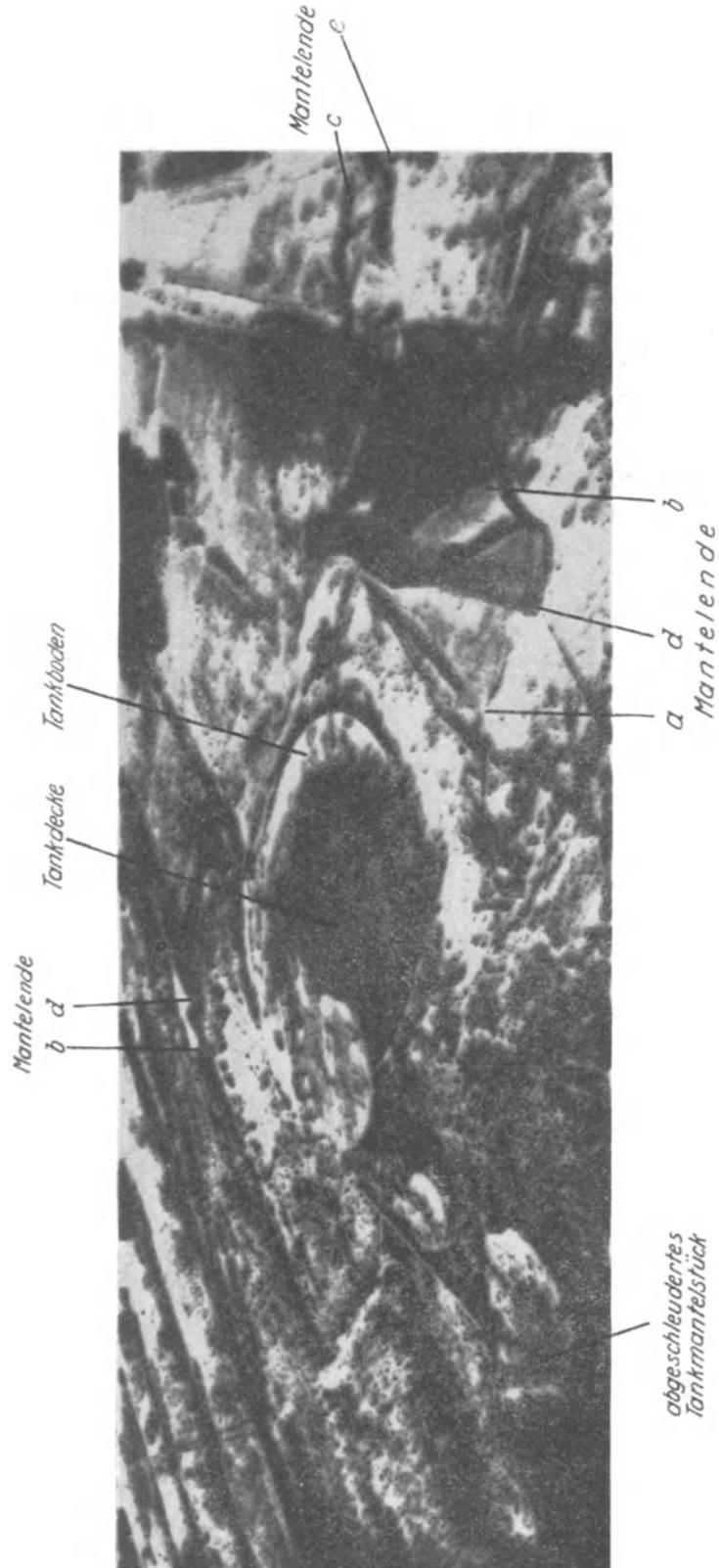


Bild 4. Ansicht des Trümmerfeldes aus der Vogelschau. Buchstabenbezeichnung entsprechend Skizze Bild 3.



Bild 5. Eingestürzte Tankdecke mit Deckengespärre.



Bild 6. Die drei unteren neben dem Tankboden liegenden Blechschüsse des Tankmantels (siehe Skizze Bild 3), im Hintergrund das Ende b-d.



Bild 7. Die vier oberen Blechschusse des Tankmantels mit Ende c-e.

Die Größe der beim Schweißen durch Schrumpfungen quer zur Naht entstehenden Spannungen ist abhängig von der Größe der jeweiligen Schmelzbäder bzw. der dafür aufgewendeten Wärmemengen und dem Einspannungszustand der verschweißten Werkstoffteile. Je nach Folge oder Anordnung der Schmelzbäder in der Schweißnaht wechseln die Querspannungen im Verlauf des Schweißens ihre Größe und behalten die mehr oder weniger großen Unterschiede auch nach Fertigstellung der Naht, also nach ihrer vollständigen Erkal tung. Ein vollkommen einspannungsloser Zustand der verschweißten Werkstoffteile, wie er beim gleichzeitigen Verschweißen ganzer Querschnitte durch das elektrische Stumpfschweißverfahren besteht, wobei also das erkaltende Schmelzbad mit dem anliegenden erwärmten Werkstoff ungehindert schrumpfen kann, besteht beim Nahtschweißen nur beim Ansetzen des ersten Schmelzbades. Mit jedem weiteren bildet sich ein gewisser Einspannungszustand heraus, der immer starrer wird (Bild 1), so daß die für die Schweißung aufgewendeten und in den Werkstoff abgeleiteten Wärmemengen durch Ausdehnung des Werkstoffs immer stärker eine Stauchung desselben verursachen, die nach seinem Schrumpfen und dem des Schmelzbades zu immer höheren Spannungen führt. Bei fortlaufender Anordnung der Schmelzbäder bewirkt auch jedes neue Bad durch seine Schrump-

fung eine zusätzliche Spannungskraft, so daß sich auch die Querspannungen summieren, bis sie unter Umständen eine Höhe erreichen, bei der ein Fließen eintritt oder die Naht reißt. Je nach Folge oder Anordnung der Schmelzbäder in der Schweißnaht wechseln im weiteren Verlauf des Schweißens auch die Querspannungen in den bereits verschweißten Nahtteilen ihre Größe. Im allgemeinen nehmen die Querspannungen mit der Breite der Erwärmungszone neben der Naht zu. Im übrigen verursacht diejenige Schweißfolge die geringsten Querspannungen, die die Starrheit der gegenseitigen Einspannung der verschweißten Werkstoffteile mit fortschreitender Schweißung möglichst gering hält. Das fortlaufende Schweißen der Naht, auch von der Mitte nach den Enden hin, ist in dieser Beziehung nicht günstig. Nach Spannungsmessungen von Bollemrath ergibt absatzweises Schwei-

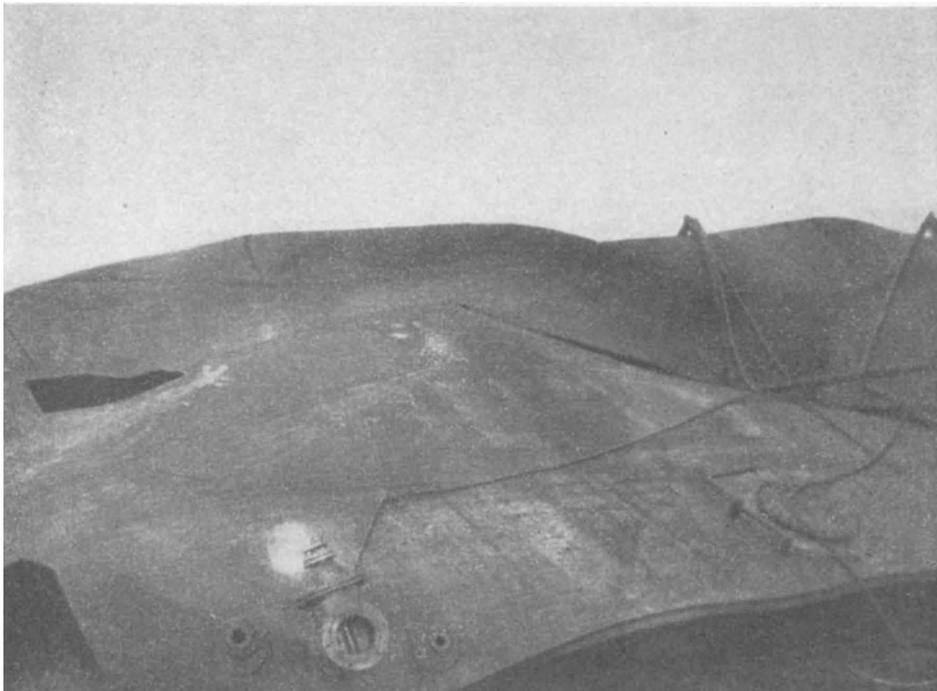


Bild 8. Tankmantel mit Ende des Längsrisses (links im Bilde).

ßen auch für Querspannungen erhebliche Spannungserniedrigungen. Sehr wichtig ist, daß dabei auch das Arbeiten der Werkstoffteile durch Erwärmung und Erkalten und die hierdurch hervorgerufenen Momentwirkungen berücksichtigt werden, wodurch ein Reißen bereits verschweißter Absätze hervorgerufen werden kann. Praktisch bewährt hat sich, bei längeren Nähten immer Absätze zwischen zwei bereits geschweißten Nahtabsätzen auszuführen. Beim Verschweißen von rißempfindlichen Nähten an höher gekohlten oder legierten Stählen, wo das Auftreten höherer Querspannungen ein Aufreißen der Naht gleich nach der Schweißung verursacht, hat sich dieses Verfahren jedenfalls bewährt.

Welche Wirkungen Schweißspannungen haben können, zeigen folgende beiden Beispiele. Im Spätherbst 1940 ging ein vollkommen geschweißter Tank eines Erdölbetriebes in der Nähe Hamburgs zu Bruch, als er nach seiner Fertigstellung einer Dichtigkeitsprobe durch Auffüllen mit Wasser unterzogen wurde und der Wasserstand dabei eine Höhe bis zu einer Handbreit unter Oberkante Tankmantel erreicht hatte. Bei der Auffüllung waren die Mannlochdeckel der Tankdecke geöffnet. Die Umstände, unter denen der Tank zu Bruch ging, lassen darauf schließen, daß außergewöhnlich hohe Schrumpfspannungen bestanden haben müssen. Die in dem Tankmantel aufgetretenen Risse zeigt Bild 2, in dem der Mantel ab-



Bild 9. Tankmantelende a-d-b.

gerollt dargestellt ist. Auch die Ausbildung der Risse, z. B. der Riß in dem obersten Plattenschu links, läßt erkennen, daß sehr beträchtliche Eigenspannungen vorhanden gewesen sein müssen. Nach dem Aufreißen streckte sich der Mantel auf seinem ganzen Umfang, wobei er sich von Tankboden und -decke losri. Die Streckung des Mantels, der bei Plattendicken von 12 bis 6,5 mm ein Gewicht von etwa 75 t hatte, erfolgte mit so hoher Beschleunigung der Enden, daß Teile durch Zentrifugalkraft abgeschleudert (s. Bild 3, Lage der Trmmerteile) und der ganze Mantel durch die dadurch verursachte Bewegungsenergie um eine beträchtliche Strecke fortbewegt wurden. Beim Auseinanderbrechen fiel die Tankdecke auf den Tankboden. Bild 4 gibt die photographische Aufnahme des Trmmerefeldes von oben wieder und Bild 5—9 Aufnahmen der Trmmerteile. Die Schweißungen wurden vorwiegend mit Seelenelektroden ausgeführt. Bild 10 und 11 geben Schliffproben von Nahtquerschnitten wieder, die für die Schweißausführung kennzeichnend sind und eine sehr breite Nahtausfhrung erkennen lassen. Die im übrigen sehr unterschiedlich gehaltenen Nahtquerschnitte müssen zu starken örtlichen

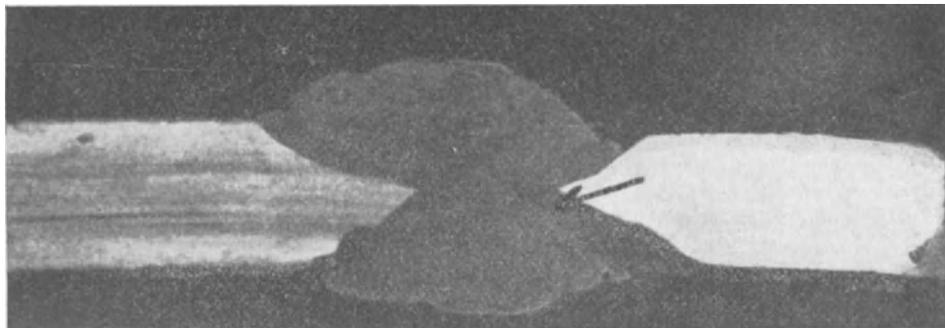


Bild 10. Querschnitt einer Längsnaht an oberen Schüssen des Tankmantels.

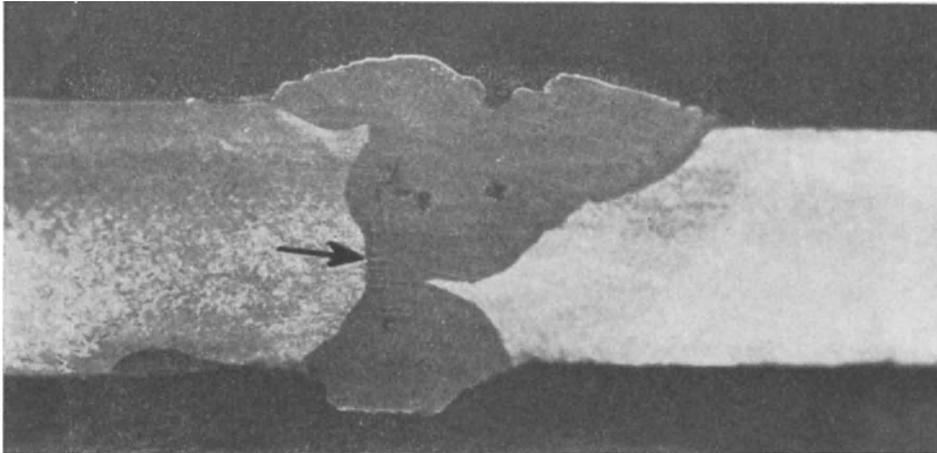


Bild 11. Querschnitt einer Längsnaht an unteren Schüssen des Tankmantels.

Spannungsanhäufungen geführt haben. Da auch die Nähte zum großen Teil nur außen verschweißt wurden, sind wahrscheinlich dadurch stärkere äußere Spannkraften aufgetreten, die das Bestreben hatten, den Mantel zu strecken, wobei dann noch die angewendete Schweißfolge die Schrumpfwirkungen stark erhöht haben wird. Es kann an dieser Stelle leider noch nicht näher auf die Ursachen des Unfalles eingegangen werden, da noch Untersuchungen schweben.

Ein weiterer Fall eines Tankbruches ereignete sich ebenfalls in der Nähe Hamburgs in einer Ölraffinerie. Ein Kontakturm von 17,75 m Höhe und 3,39 m lichter Weite und Blechdicken von 16—20 mm, der nach einjährigem Betrieb kürzere Zeit stillgelegt war, sollte wieder in Betrieb genommen werden. Beim Anheizen des Turmes durch eingesetzte Heizschlangen trat bei starker Kälte der Bruch auf. Der Mantel war nach außen durch eine starke Schicht Glaswolle isoliert und innen mit feuerfestem Material ausgemauert. Es konnten also beim Anheizen keine starken Temperaturunterschiede im Mantelblech durch das innere Anheizen und die äußere Kälte auftreten.

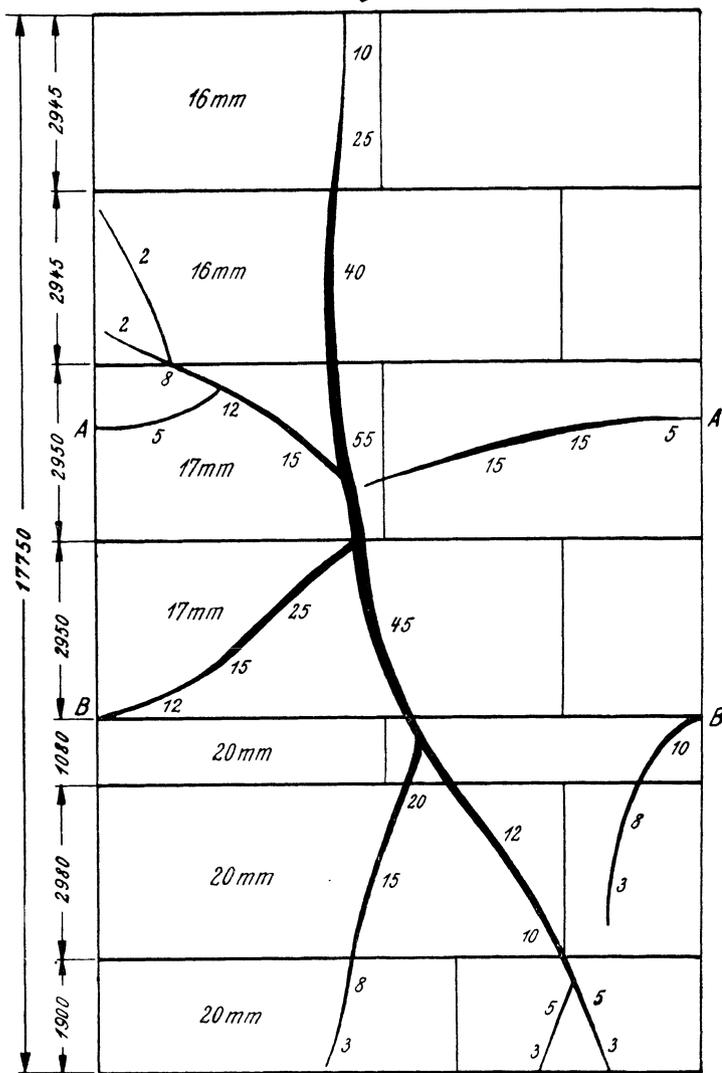
Daß auch hier im Mantel sehr hohe Eigenspannungen bestanden haben müssen, beweisen die starken Rißfugen, die nach dem Bruch im Mantel bestehen blieben und deren Breite und Verlauf in der Skizze in Bild 12 wiedergegeben sind. Besonders bemerkenswert ist, daß auch hier ein Riß den Mantel in ganzer Höhe geteilt hat. Der Riß setzte sich sogar noch bis in die Mitte der Kuppe und im Boden fort, verlief in mittlerer Höhe des Turmes fast über dessen ganzen Umfang und bewirkte dadurch beinahe eine Zweiteilung des Turmes.

Die Schweißungen wurden mit dick ummantelten Elektroden ausgeführt. Die Ausbildung der Nahtwellen läßt erkennen, daß die Nähte z.T. mit Überstrom geschweißt worden sind und daß sehr viel Wärme in den Mantelwerkstoff hineingebracht worden ist. Zu Spannungsanhäufungen werden auch die zahlreichen schweren Rohrstützen stark beigetragen haben, die über den ganzen Mantel verteilt aufgeschweißt waren. Die Türme sollen im Herstellungswerk zunächst in zwei Hälften verschweißt worden sein, die dann spannungsfrei geglüht wurden. Die Rundnaht, durch die die beiden Hälften verschweißt wurden, soll dann noch mit Schweißbrennern ausgeglüht worden sein. Die Zweckmäßigkeit eines solchen Verfahrens muß als sehr bedenklich bezeichnet werden.

Die Ableitung der Wärme des Schmelzbades in den Grundwerkstoff hat noch eine weitere für die Eigenschaften der Schweißverbindungen nachteilige Folge, nämlich eine Änderung des Gefügestandes der Übergangszone von der Schweißnaht zum Werkstoff. Wird ein Stahl über eine gewisse Temperatur, die sich nach dem Kohlenstoffgehalt richtet und im Eisenkohlenstoffdiagramm durch die obere Umwandlungslinie bestimmt ist, erhitzt, so wachsen die

Kristalle des Gefüges wieder, nachdem sie bei den Temperaturen der oberen Umwandlungslinie die größte Feinheit erreicht hatten. Sie werden um so größer, je höher die Temperatur steigt. Das gleiche geschieht, wenn bei einer der oberen Umwandlungslinie entsprechenden Temperatur das Gefüge zu lange geglüht wird. Erfolgt nun aus diesem Gefügezustand eine schnelle Abkühlung, so bleibt das grobe Kristallgefüge bestehen.

Abwicklung des Mantels.



Zahlen geben Rissbreite an
Durchmesser des Kontakturms 3390 mm l.W

Bild 12.

Eine solche große Kristallbildung tritt nun auch beim Schweißprozeß auf, wenn das Schmelzbad durch zu langsame Führung der Elektrode zu lange oder durch rückläufige Bewegung in schneller Folge wiederholt dem Lichtbogen ausgesetzt wird. Dann wird nämlich durch die länger andauernde Wärmeableitung auch der dem Schmelzbad anliegende Grundwerkstoff in einer mehr oder weniger breiten Zone, der Zeitdauer entsprechend, in einer Temperatur gehalten, die in oder über der Umwandlungslinie liegt. Die Breite der so überhitzten Werkstoffzone und die Höhe der darin auftretenden Temperaturen ist weiter abhängig von

der Stromstärke des Lichtbogens oder der in der Zeiteinheit erzeugten Wärmemenge und dem Wärmegefälle, das durch die Werkstoffdicke bestimmt ist. Um also die Kornvergrößerung, die eine Verringerung der Festigkeit, Dehnung und Kerbschlagzähigkeit des Gefüges zur Folge hat, möglichst gering zu halten, ist die Elektrode mit einer Vorschubgeschwindigkeit vorwärts zu bewegen, die möglichst hoch ist, deren Höhe aber andererseits aus metallurgischen Rücksichten begrenzt sein muß. Es werden daher heute fast allgemein dickere Nähte in zwei oder mehreren dünnen Lagen hergestellt, und man geht dabei mit der Dicke der Lagen so weit herunter, wie es die dafür erforderliche Schweißgeschwindigkeit zur Herstellung eines guten Schweißgefüges und einer vollkommenen Verbindung gerade noch zuläßt. Diese Ausführungsart hat noch den besonderen Vorteil, daß die bereits abgekühlten unteren Lagen durch die darüber geschweißten Lagen nochmals durchgeglüht und vergütet werden. Durch die dadurch erzielte Kornverfeinerung wird das Gefüge hinsichtlich der Festigkeitseigenschaften erheblich verbessert. Es sei bei dieser Gelegenheit noch besonders darauf hingewiesen, daß bei der sogenannten „stehenden Naht“ diese bewährte Ausführungsart fast allgemein nicht zur Anwendung kommt, sei es, daß man den Vorteil dieser Ausführungsart noch nicht erkannt hat, oder daß die Art der verwendeten Elektrode diese nicht zuläßt. Die stehenden Nähte werden dementsgegen von unten nach oben aufgebaut, wobei nur dickere Lagen hergestellt werden können und eine geringe Vorschubgeschwindigkeit der Elektrode unter rückläufigen Bewegungen ausgeführt werden kann. Eine erhebliche Überhitzung des Schweißgefüges und

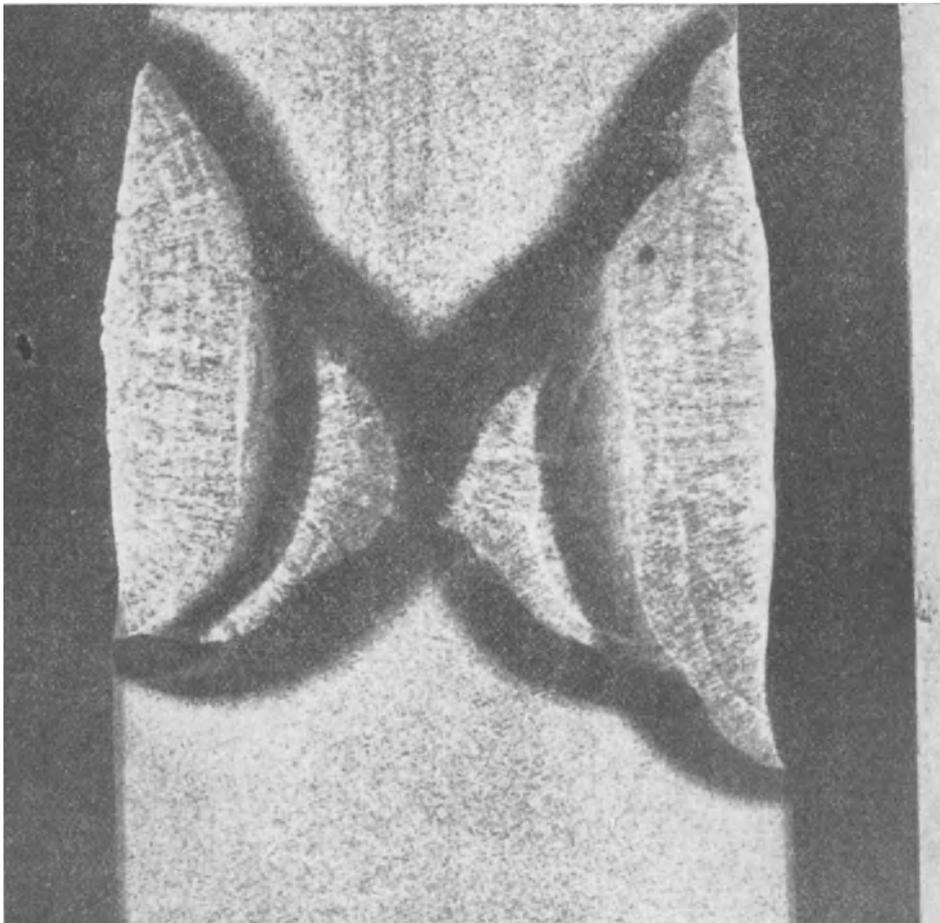


Bild 13. Querschnitt einer Schweißnaht mit gehärteten Übergangszonen.

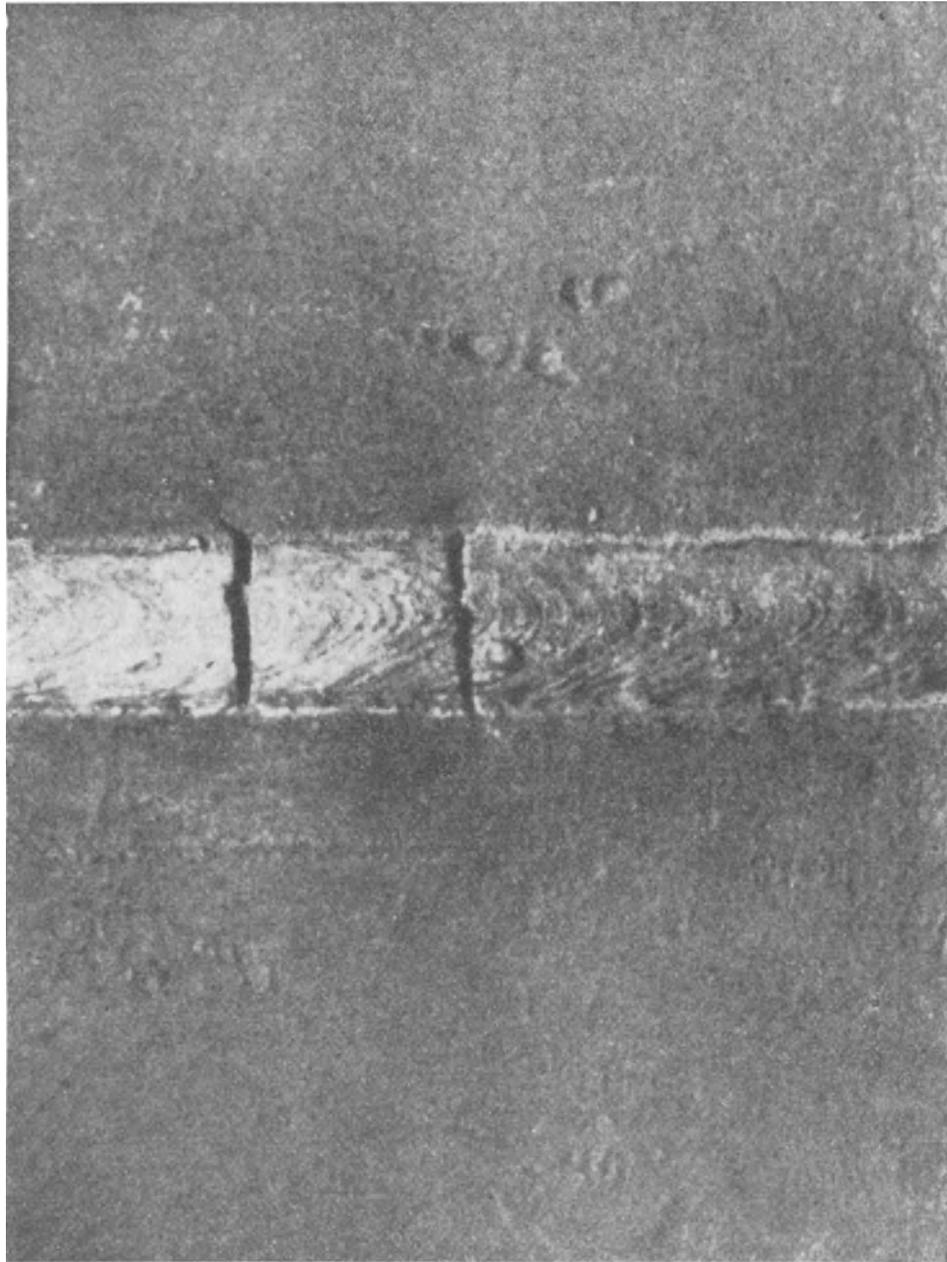


Bild 14. Querrisse in längsbeanspruchter Schweißnaht.

auch der Übergangszone zum Werkstoff ist hierbei die Folge und damit eine starke Beeinträchtigung der Festigkeitseigenschaften dieser Nahtverbindung.

Zu ähnlichen schlechten Ergebnissen, oder vielmehr noch schlechteren, führt das Überbrücken von Zwischenräumen schlecht passender Teile, in denen die Schweißnaht in dem Zwischenraum aufgebaut wird, anstatt die Nahtflanken durch Auftragsschweißung so weit aufzufüllen, daß die Fuge bis auf geringen Abstand in der Nahtwurzel geschlossen ist.

Bei höher gekohlten oder legierten Stählen höherer Festigkeit tritt bei Ableitung der Wärme aus dem Schmelzbad noch eine Aufhärtung einer Zone im Übergang zum Grundwerkstoff auf, die aus einer Temperatur des oberen

Umwandlungspunktes infolge starken Wärmegefälles schroff abgekühlt wird. Diese Härtungszonen laufen als beiderseitiges Band entlang der Schweißnaht. Bild 3 zeigt einen Querschnitt durch eine Schweißnaht, in dem sich die Härtungszonen dunkler abzeichnen. Die Zonen sind um so schmaler, je schroffer das Temperaturgefälle bei der Wärmeableitung verläuft, um so größer ist dann die Härte. Mit zunehmender Härte nimmt aber die Formveränderungsfähigkeit der Zone ab. Es tritt daher bei einer Längsbeanspruchung der Schweißverbindung, also bei großer Dehnung des verbundenen Werkstoffs und des Schweißnahtgefüges, eine Überlastung des Härtebandes auf, so daß bei höheren Beanspruchungen Anrisse auftreten. Es tritt dann also ähnliches ein wie bei spröden Nähten, z. B. solchen, die mit nackten Elektroden verschweißt sind, bei denen bei Längsbeanspruchungen Querrisse in der Naht auftreten, wie es in dem Beispiel in Bild 14 der Fall ist.

Derartige Querrisse können in Härtebändern schon durch Längsspannungen, die beim Schweißen infolge Erwärmung des der Naht anliegenden Werkstoffs auftreten, hervorgerufen werden, wie O. Graf bei Untersuchungen an Brückenträgern festgestellt hat. Bild 15 zeigt ein solches Härteband, das durch Abhobeln in einem Längsschnitt freigelegt ist und zahlreiche Querrisse aufweist. Die Querrisse können natürlich bei auftretenden zusätzlichen Beanspruchungen infolge Kerbwirkung Anlaß zum Weiterreißen im Grundwerkstoff geben. Die Höhe der in den Härtezonen infolge verminderter Formveränderungsfähigkeit hervorgerufenen Längsspannungen ist abhängig von der Härte und Breite der Zone und von der Breite der neben den jeweiligen Schmelzböden auftretenden Stauchungszonen.

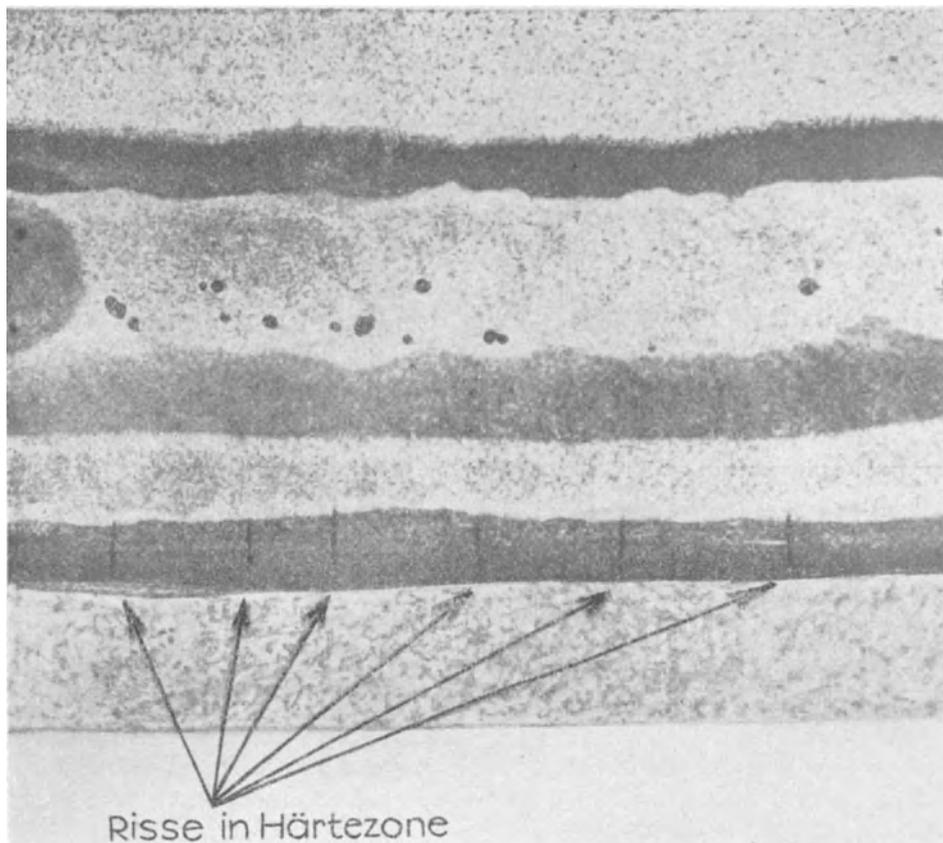


Bild 15. Längsschnitt einer Schweißnaht mit Querrissen in der gehärteten Übergangszone.

Hauptarten der Schweißelektroden

Nachdem bisher die Bedingungen, die beim Schweißprozeß zu berücksichtigen sind, erörtert wurden, soll nunmehr die Frage aufgeworfen werden, wie die Hauptarten der Elektroden, vornehmlich aber die beiden Extreme, die nackte und die dick ummantelte Elektrode, den gestellten Bedingungen entsprechen, um daraus den Schluß ziehen zu können, welche Eigenschaften eine Elektrode haben muß, den Anforderungen unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse im Schiffbau zu genügen.

Die Schmelzwirkungen der Schweißlichtbogen einer nackten und einer dick ummantelten Elektrode weisen erhebliche Unterschiede auf. Bei der ersteren hat

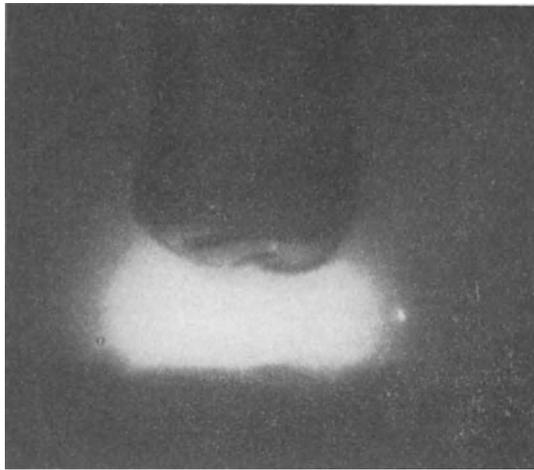


Bild 16. Photographische Aufnahme des Schweißlichtbogens einer nackten Elektrode von 4 mm \varnothing .

der strahlenförmige Lichtbogen eine geringere Ausbreitung als bei der Mantelelektrode, wie dies die photographischen Aufnahmen Bild 16 und 17 zeigen. Bei letzterer ist daher die Schmelzwirkung auch viel ausgebreiteter, wie die beiden Schweißraupen in Bild 18 erkennen lassen (unten dick ummantelte, oben nackte Elektrode), die mit gleichem Elektrodendurchmesser von 4 mm, bei gleicher Schweißstromeinstellung und in gleicher Zeit geradlinig gezogen sind (also ohne Ausführung seitlicher Bewegungen beim Führen der Elektrode). Da die Abschmelzmengen in der Zeiteinheit bei beiden Elektroden im Durchschnitt nicht

sehr voneinander abweichen — die Inhalte der Raupenquerschnitte oberhalb der Werkstoffoberfläche sind ungefähr gleich, die Raupe der Mantelelektrode verläuft sehr flach, die der nackten Elektrode ist wulstig und erhaben —, und da die Schweißspannung bei der Mantelelektrode von 25—35 Volt bedeutend höher ist als bei der nackten Elektrode (15—20 V), ist also der Energieverbrauch auch entsprechend höher und damit auch die Erzeugung der Wärmemengen in der Zeiteinheit. Die größeren Wärmemengen werden z.T. verbraucht zur Erzeugung und Unterhaltung eines umfangreicheren Schmelzbades, z.T. zur Erhitzung der Mantelstoffe. Außerdem werden noch bei einigen Mantelelektroden durch chemische Umwandlungen zusätzliche Wärmemengen frei. Alles trägt dazu bei, daß das Schmelzbad der Mantelelektrode auch nach Weiterführung der Elektrode länger flüssig bleibt, was natürlich einen vollkommenen Verlauf der erforderlichen metallurgischen Vorgänge begünstigt. Wenn dann noch ein

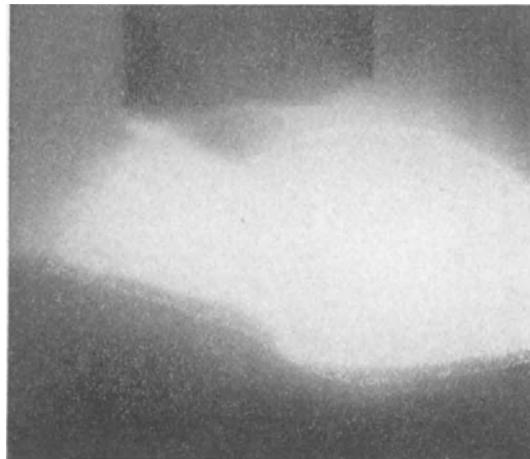


Bild 17.
Photographische Aufnahme des Schweißlichtbogens einer dick ummantelten Elektrode von 4 mm \varnothing .

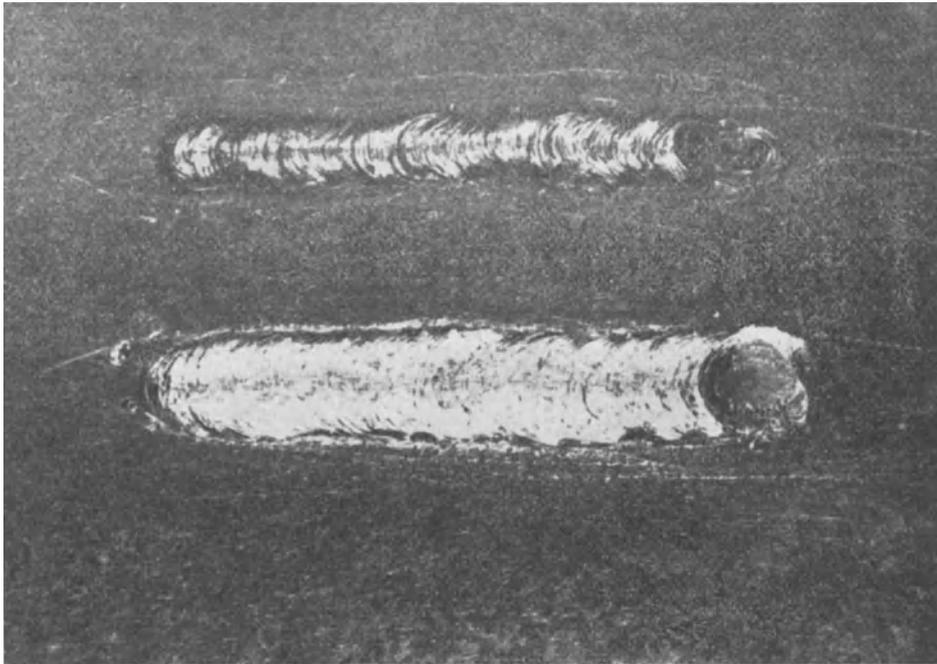


Bild 18. Schweißraupen einer dick ummantelten (unten) und einer nackten Elektrode (oben) bei gradliniger Elektrodenführung.

Schutz des im Lichtbogen übergehenden Zusatzwerkstoffs durch Bildung eines dünnen Schlackenfilms um den übergehenden Tropfen und Erzeugung von Schutzgasen, die den Zutritt von Luftsauerstoff und -stickstoff verhindern, erfolgt, so ist das Ergebnis der Schmelzung ein vollkommen reines und dichtes Schweißgefüge mit guten Festigkeitseigenschaften, zumal wenn keine Überhitzung oder sonstige den Verlauf der Schmelzung störende Erscheinungen, z. B. Blaswirkungen im Lichtbogen, auftreten.

Die kleineren im Lichtbogen der nackten Elektrode erzeugten Wärmemengen und der geringe Umfang des Schmelzbades führen zu einer schnelleren Erkaltung des Bades. Zwar werden durch eine pendelnde Bewegung bei der Elektrodenführung ein größeres Schmelzbad und dadurch eine etwas längere Flüssigkeitsdauer erreicht, diese reicht aber nicht aus, um auch mit entsprechenden Mitteln eine vollkommene Entschlackung und Entgasung zu erzielen. Da außerdem beim Schweißen mit nackten Elektroden kein Schutz gegen Eindringen von Luftsauerstoff und Stickstoff in das Schmelzbad besteht, weist das erstarrte Gefüge eine Unzahl von kleinen Gasporen und Gehalte von Sauerstoff und Stickstoff auf, die das Gefüge spröde und hart machen und die Dehnung und Kerbschlagzähigkeit ganz erheblich herabsetzen.

Form und Schmelzwirkung des Schweißlichtbogens bei dünn umhüllten oder getauchten Elektroden und bei Seelenelektroden sind mehr denen bei Verwendung nackter Elektroden ähnlich. Doch bewirkt die Einlage der Sauerstoffverbindungen und sonstigen Stoffzusätze im Innern der Elektrode als Seele eine stärkere gesammelte Schmelzwirkung, wie sie sich durch die Bildung eines tieferen Schmelzkraters bemerkbar macht. Da auch Mittel zugesetzt werden können, die die metallurgischen Vorgänge im Schmelzbad verbessern, entsteht ein Gefüge, das eine bessere Dehnung und Kerbzähigkeit aufweist, als es im allgemeinen mit nackten Elektroden zu erreichen ist.

Die Führung der sehr dünnflüssigen Schlacke, die in größerer Menge bei der dick ummantelten Elektrode auftritt, bietet Schwierigkeiten, wenn z. B. bei V-Nähten normaler Ausführung die Wurzellage geschweißt wird. Der in

die schmale Fuge niedergeschweißte Elektrodenwerkstoff von geringerer Menge erstarrt sehr schnell infolge der starken Wärmeableitung, die durch die Nahtflanken in verhältnismäßig großen Querschnitten erfolgt. Der Schmelzfluß erkaltet daher an den Nahtflanken zuerst und sehr schnell, sein Zusammenhang wird durch die Erstarrungs- und Schwindungsvorgänge gestört, und es bilden sich in der Mitte der Fuge Löcher, in die die länger flüssig gebliebene Schlacke hineinläuft und die sie ausfüllt, so daß die Löcher erst später beim Abklopfen der Schlacke bemerkt werden.

Auch starke Blaswirkung des Lichtbogens an den Enden kurzer Nähte und in Ecknähten verursachen Störungen des Schmelz- und Schlackenflusses, der stark durch die Blaswirkung in der Naht beschleunigt wird, so daß infolge der hohen Geschwindigkeit der Fluß auch hier sehr schnell an den Nahtflanken erkaltet und die gleichen Folgen eintreten, wie vorher beschrieben.

Liegt die zu schweißende Naht nicht waagrecht, so kann der dünnflüssige Schmelzfluß aus dem jeweiligen Schmelzbad abfließen, und die formgerechte Gestaltung der Naht wird gestört. Nur bei starker Herabsetzung der Stromstärke kann dann der Fluß gehalten werden, wobei aber die Gefahr besteht, daß Schlackeneinschlüsse im Nahtgefüge auftreten. Das gleiche gilt bei Ausführung der senkrechten Naht. Sie kann mit dick ummantelten Elektroden nur von unten nach oben mit bedeutend herabgesetzter Stromstärke aufgebaut werden. Die Dicke der dadurch hergestellten Lagen und die dabei erforderliche Elektrodenführung mit rückläufigen Bewegungen hat Überhitzungen des Schweißgefüges und der Übergangszone, und dadurch mindere Festigkeitseigenschaften zur Folge.

Mit nackten und mit Seelenelektroden lassen sich Nähte in jeder Lage herstellen, die gegenüber Waagerechtnähten keine Nachteile aufweisen, wenn die Nähte sachgemäß in dünneren Lagen ausgeführt werden, was auch bei Senkrechtnähten durch Schweißen von oben nach unten möglich ist. Auch das absatzweise Schweißen läßt sich gut durchführen, weil das Schmelzbad nicht durch Schlacke verdeckt ist und sich Schmelzfluß und Nahtformung besser beobachten lassen.

Die Erzeugung größerer Wärmemengen und ihre stärkere Ausbreitung beim Verschweißen der dick ummantelten Elektrode wirken sich ungünstig auf den Spannungszustand und die Eigenschaften des Naht- und des angrenzenden Werkstoffgefüges aus. Infolge des hohen Wärmeüberschusses treten Wärmestauungen auf, und die vorauseilende und stark nacheilende Wärme verursachen ein Schmelzbad von länglicher, in Nahtrichtung liegender Ausdehnung. Die Folge davon ist eine längliche Stauchzone, und es werden, wie bei der Erklärung der Schrumpfkkräfte bereits ausgeführt, dadurch höhere Längsspannungen erzeugt. Die Querspannungen erfahren ebenfalls eine Erhöhung, weil der Wärmeabfluß bei höherer Temperatur infolge des länglichen Schmelzbades länger andauert und dadurch die Wärmezone, die für die Größe der Schrumpfspannung maßgebend ist, um so größer wird. Nach Untersuchungen von Bollenrath zur Bestimmung von Schweißspannungen in geschweißten Platten wurden nach dem Verfahren von Mathar Spannungen in Längsrichtung der Naht gefunden, deren Werte bei Schweißungen mit Mantel- und nackten Elektroden in den in Bild 19 dargestellten Kurven enthalten sind. In beiden Fällen wurden V-Nähte durchgehend geschweißt, und zwar mit Mantelelektroden von 4 und 5 mm Durchmesser in fünf Lagen, davon zwei mit 4 mm und drei mit 5 mm Durchmesser. Mit der nackten Elektrode von 4 mm Durchmesser wurde in vier Lagen geschweißt, wobei beim Verschweißen der beiden letzten Lagen die Platten im Abstände von 150 mm von der Naht mit Wasser gekühlt wurden. Obwohl diese Maßnahme ein schrofferes Temperaturgefälle zur Folge hat und dadurch höhere Längsspannungen entstehen, bleiben diese doch unter den beim Schweißen mit ummantelten Elektroden auftretenden Längsspannungen, weil eben die Stauchungszone neben dem jeweiligen Schmelzbad im letzteren Fall erheblich länger ist.

Auch sind die Querspannungen beim Schweißen mit nackten Elektroden geringer, wie die Spannungskurven in Bild 20 zeigen, weil durch die geringere

sehr stark. Besteht die Möglichkeit, die Naht normal zu glühen — was aber einwandfrei nur erfolgen kann, wenn das ganze geschweißte Werkstück in einem geschlossenen Ofen geglüht wird —, dann ist der Nachteil der Überhitzung vollkommen beseitigt. Ein solches Verfahren ist aber im Schiffbau nicht möglich, so daß sich hier die Nachteile der Überhitzung bei Verwendung dick ummantelter Elektroden auswirken können. Bei der Schweißung mit der nackten Elektrode kann bei der geringeren Wärmeentwicklung eine Überhitzung fast vollkommen vermieden werden, wenn die Lagenschweißung angewendet wird und dadurch eine Vergütung des Gefüges der unteren Lagen durch die oberen eintritt.

Auch die Aufhärtung tritt bei den dick ummantelten Elektroden aus dem gleichen Grunde wie bei der Überhitzung in breiterer Zone auf, jedoch ist infolge des schwächeren Wärmegefälles der Härtegrad geringer.

Eigenschaften der für den Schiffbau geeigneten Elektroden

Wie soll nun die Elektrode, die auch für die Verwendung im Schiffbau gut geeignet ist, beschaffen sein? Sie soll in metallurgischer Hinsicht gute Ergebnisse liefern, wie es unter günstigen Umständen beim Schweißen mit der dick ummantelten Elektrode der Fall ist. Die Bedingungen, die die Technik der Schweißausführung stellt, sollen ausnahmslos mit der Elektrode erfüllbar sein; sie soll also in dieser Beziehung etwa die Verwendungsfähigkeit der nackten Elektrode erreichen und sich vor allem ebenso gut wie diese in Senkrechtnähten verschweißen lassen, weil Senkrechtnähte im Schiffbau in einem hohen Prozentsatz zur Ausführung kommen. Voraussetzung ist aber dabei, daß auch die Festigkeitseigenschaften in jeder Beziehung gut sind. Die Überkopfschweißung soll hier nicht besonders erwähnt werden, sie bietet bekanntlich weniger Schwierigkeiten als die Senkrechtnaht. Schließlich sollen bei dieser Elektrode auch die Wärmeauswirkungen möglichst geringe Nachteile bringen, sowohl bezüglich Überhitzung und Aufhärtung, vor allem aber auch bezüglich der Schrumpfwirkungen. Diese haben im Schiffbau bei der Größe der Abmessungen der Schiffbauteile, ihrer Konstruktion und der dadurch bedingten Art der Einspannungszustände besonders große Nachteile durch Auftreten sehr hoher Eigenspannungen und Formveränderungen.

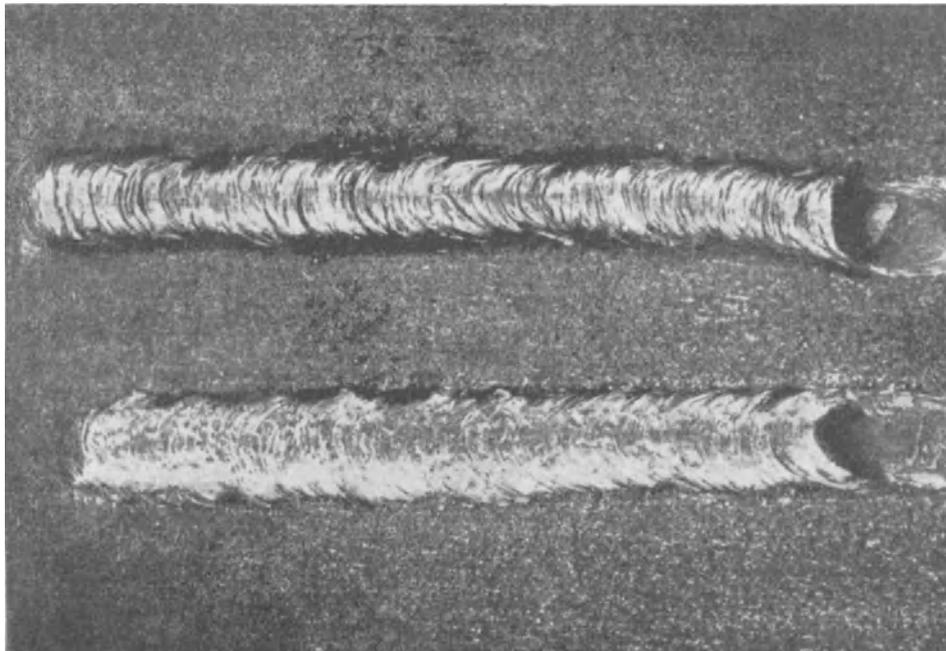


Bild 21. Schweißraupen einer dick (unten) und einer leicht ummantelten Elektrode (oben) bei gradliniger Elektrodenführung.

In neuerer Zeit sind nun von Elektrodenherstellern Elektroden herausgebracht worden, die ich ihrer Art nach als „leicht ummantelt“ bezeichnen möchte, die im wesentlichen den Ansprüchen im Schiffbau genügen dürften. Ihre Werte sind z. B. für die Elektrode „Anker“ von Kjellberg: Festigkeit 50—55 kg/mm², Dehnung 20—25% (l=5d), Biegewinkel bei St37 180°, Kerbzähigkeit 7—10 mkg/cm², also Werte, die denen der dick ummantelten Elektroden gleichkommen, woraus zu schließen ist, daß die metallurgischen Vorgänge beim Verschweißen dieser neueren Elektrode gleichfalls vollkommen verlaufen, obschon die Wärmeerzeugung erheblich geringer ist als bei der dick ummantelten Elektrode. Bei letzterer besteht beim Verschweißen ein ungünstiges Verhältnis zwischen der erzeugten Wärme und der abgeschmolzenen Menge des Elektrodenwerkstoffs. Die im Verhältnis zum hergestellten Nahtvolumen zu hohe Wärmeerzeugung wirkt sich dann

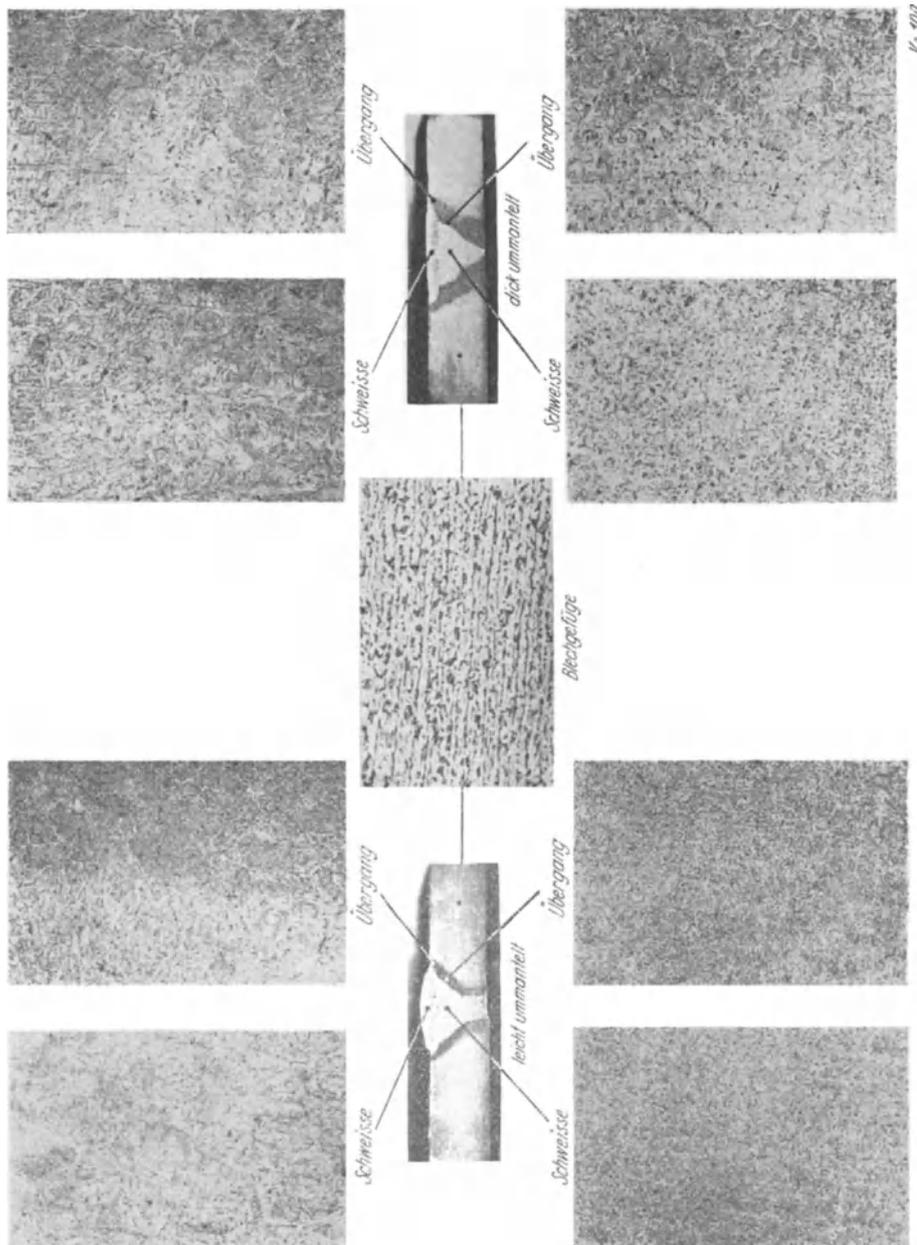


Bild 22. Gefügebilder von Waagrecht-Nähten geschweißt mit leicht und dick ummantelter Elektrode.

nachteilig durch die Wärmeableitung in den verschweißten Werkstoff aus. Der Energieverbrauch ist entsprechend bei der leicht ummantelten Elektrode ebenfalls geringer, da bei normaler Stromstärke die Schweißspannung nur durchschnittlich 20 Volt beträgt. Das Schmelzbad ist nicht so dünnflüssig und nicht so ausgebreitet, entsprechend ist auch die Schweißbraupe ausgebildet (Bild 21 unten dick, oben leicht ummantelte Elektrode, geradlinige Elektrodenführung, gleiche

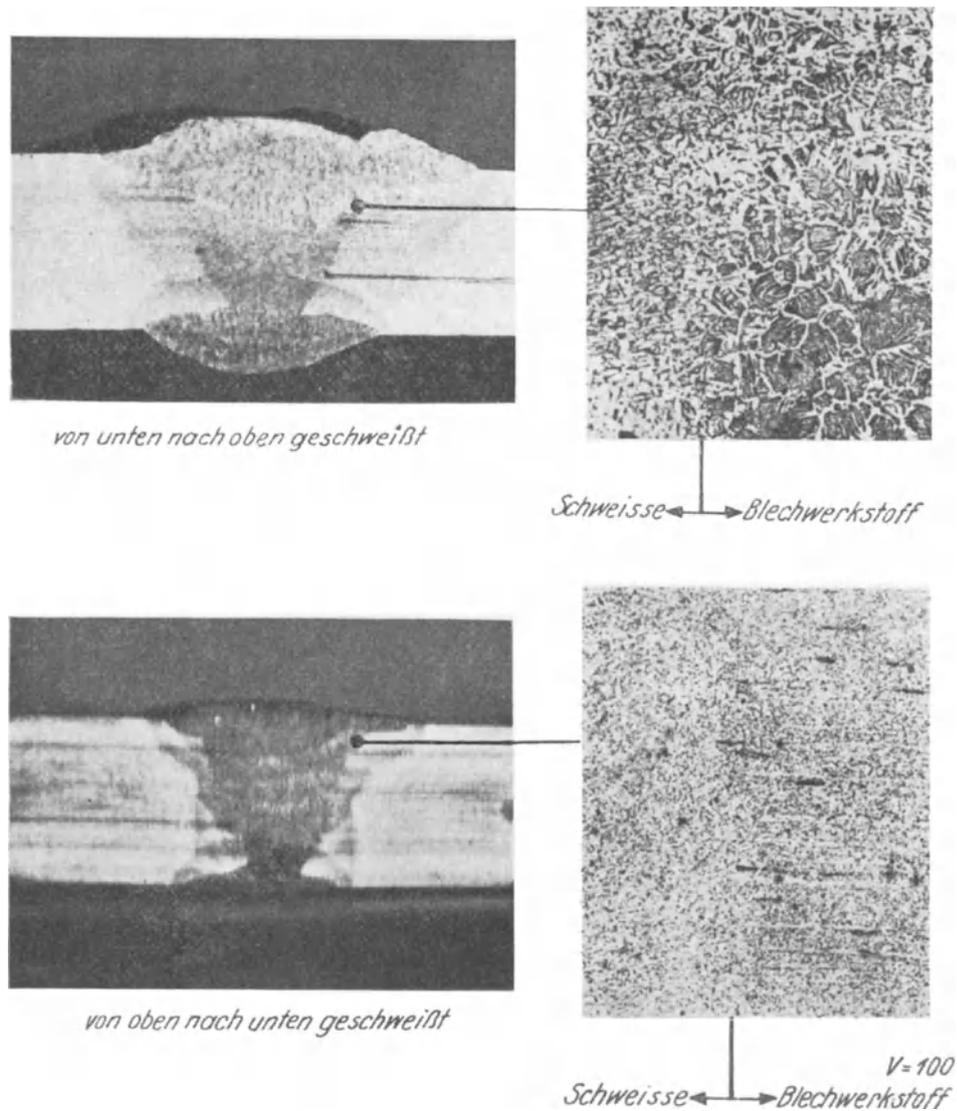


Bild 23. Gefügebilder der Querschnitte von Senkrecht-Nähten mit leicht ummantelter Elektrode von unten nach oben und von oben nach unten geschweißt.

Schweißmaschineneinstellung). Die Schweißbraupe der leicht ummantelten Elektrode gleicht nach Entfernung des Schlackenüberzuges mehr der einer nackten Elektrode, wie überhaupt in diesen beiden Fällen die gleiche Technik der Schweißausführung angewendet werden kann.

Die Wärmeauswirkungen sind bei der leicht ummantelten Elektrode bedeutend geringer. In Bild 22 sind die Gefügebilder der mit einer dick bzw. leicht ummantelten Elektrode hergestellten Schweißnähte gegenübergestellt. Beide Nähte wurden mit der gleichen Anzahl Lagen ausgeführt. An den

Makrobildern in der Mitte kann man die bedeutend breitere Überhitzungszone bei der mit dick ummantelter Elektrode hergestellten Naht erkennen. Bei dieser treten dann auch die Überhitzungserscheinungen durch sehr grobe Kornbildung im Übergang von der Schweiße zum Blechwerkstoff bedeutend stärker auf, wie im rechten oberen Schliffbild (Vergrößerung 1:100) zu sehen ist. Auch in den unteren Lagen tritt keine vollständige Vergütung der grobkörnigen Übergangszone infolge nochmaligen Durchglühens beim Schweißen der darüberliegenden Lagen ein, wie das rechte untere Schliffbild durch das darin auftretende grobe Korn beweist. Dagegen besteht bei der Schweißung mit der leicht ummantelten Elektrode im Übergang der unteren Lagen überhaupt kein Überhitzungsgefüge mehr, wie das entsprechende Schliffbild rechts unten mit seinem durchgehend feinkörnigen Gefüge zeigt. In Bild 23 sind links die Makroaufnahmen der Querschnitte von Nähten wiedergegeben, die in senkrechter Lage von unten nach oben und von oben nach unten verschweißt wurden. Im ersten Fall ist, wie in der linken oberen Aufnahme ersichtlich, die Überhitzungszone bedeutend breiter und auch der Nahtquerschnitt größer geworden, da für den Aufbau des Nahtgefüges eine entsprechende Elektrodenführung erforderlich ist, durch die bei der Lage der Naht Werkstoff aus den Nahtflanken ausgewaschen wird. Von den Schliffbildern rechts in der Abbildung zeigt das obere bei der Schweißung von unten nach oben starke Überhitzungen, dagegen im andern Fall, im Bild rechts unten, durchgehend feines Korn, nämlich links im Bild das Nahtgefüge und anschließend rechts das Blechwerkstoffgefüge mit der deutlich erkennbaren Zeilenstruktur, in dem die in Walzrichtung gestreckten Schlackeneinschlüsse liegen. Die Wärmeableitung aus der Schweißnaht hatte also hier nur ganz geringe Wärmewirkungen.

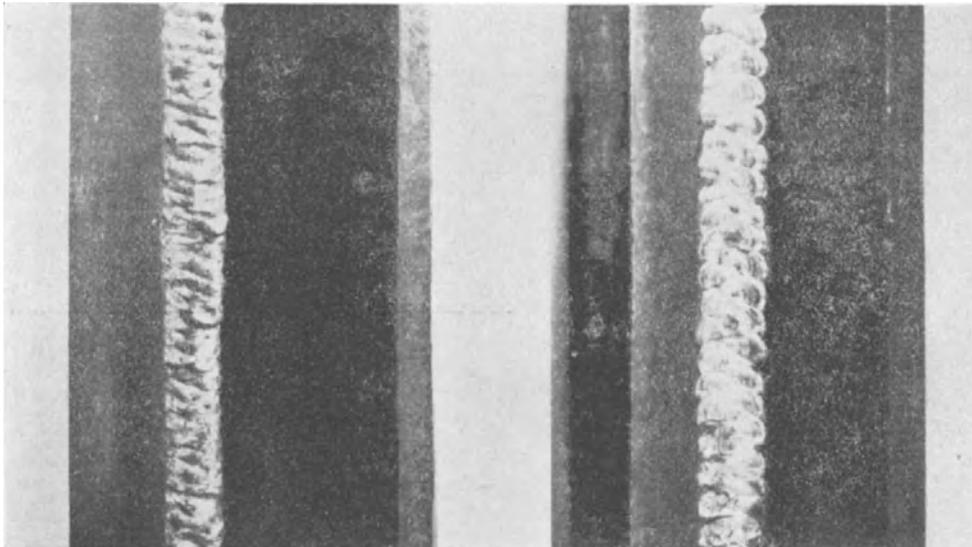


Bild 24. Senkrecht-Kehlnähte mit leicht ummantelten Elektroden von unten nach oben (links) und von oben nach unten (rechts) geschweißt.

In Bild 24 sind Kehlnähte gezeigt, rechts von oben nach unten, links von unten nach oben mit einer leicht ummantelten Elektrode geschweißt. Im ersteren Fall entsteht eine glattere Nahtoberfläche, und die Kehle verläuft ein wenig hohl.

Die Vorteile einer senkrechten Schweißung von oben nach unten sind:

1. Feineres Nahtgefüge, weil starke Überhitzung vermieden wird, und reineres Gefüge, weil durch die Art der Elektrodenführung die Schutzgase der Ummantelung eine bessere Schutzwirkung ausüben und damit höhere Festigkeit, Dehnung und Kerbschlagzähigkeit gewährleisten.

2. Höhere Schweißleistung, weil mit höherer Stromstärke geschweißt werden kann.

3. Glatterer Verlauf der Nahtoberfläche und bei Kehlnähten günstigerer Nahtquerschnitt für Beanspruchungen.

4. Geringere Schrumpfwirkungen, weil die bei der Schweißung eintretende Schmelzung sich auf einen geringeren Nahtquerschnitt beschränkt und daher eine, aber auch durch die dünneren Schweißlagen bedingt, geringere Wärmeableitung zur Folge hat.

Erörterung:

Ing. Franz Claßen, Hamburg:

Herr Dr. Strelow hat uns zu dem geplatzen Großbehälter leider nichts über die Schweißwege gesagt, die hierbei angewendet worden sind. Ich weiß also nicht, ob über den Verlauf der Arbeit etwas bekannt ist. Mir scheint, daß die Wahl der Schweißdrähte weniger die Ursache für das Platzen des Behälters gewesen ist, als die Wahl der Schweißwege. Wenn die Nähte und Stöße dieses runden Behälters in sehr kurzen Wegen geschweißt und außerdem einige Ausgleichsnähte vorgesehen werden, die während der Bauzeit offen bleiben und erst am Schluß geschlossen werden, so ist meines Erachtens eine derartige Zerstörung des geschweißten Objektes nach fachlicher Überlegung kaum möglich. Bezüglich der Schrumpfspannungen ist das Schweißen großer runder Flächen günstiger als das Schweißen großer ebener Flächen. Letztere sind im Schiffbau bereits in großer Zahl ausgeführt worden, ohne daß Spannungsrisse größeren Umfanges aufgetreten sind. Ich denke hierbei an das Schweißen großer Decks- und Außenhautflächen. Die Gliederung der Schweißfolge der Nähte und Stöße muß vor Beginn der Arbeit festgelegt und auch befolgt werden. Besonders ist auf die Anschlüsse zwischen den Nähten und Stößen zu achten. Wahllose Schweißausführung kann zu Spannungsrisse größeren Umfanges führen. Es wäre interessant, wenn Dr. Strelow uns über die Schweißfolge der Nähte und Stöße nähere Angaben machen würde. Vielleicht könnte man dann zu einer Klärung der Ursachen kommen.

Zu der Wahl der Schweißdrähte für den Schiffbau möchte ich folgendes sagen: Der Wunsch nach besten Drähten für den Schiffbau ist bei allen Interessenten immer sehr groß gewesen. Die Schwierigkeiten beim Aufbau des Schiffskörpers haben uns in der Wahl der richtigen Schweißdrähte vielfach stark behindert, denn wir haben leider nicht die Möglichkeit, den ganzen Körper in eine Drehvorrichtung zu spannen, wie dieses beim Schweißen von Maschinenteilen usw. möglich ist. Einzelne Schiffbauteile werden natürlich in der Werkstatt auch in Drehvorrichtungen geschweißt. Daß der Großschiffbau sehr lange an nackten Schweißdrähten (auch Seelendrähten) festgehalten hat und noch festhält, erklärt sich einmal daraus, daß auf der Helling etwa 50 Prozent aller Schweißnähte als Steige- und Überkopfnähte ausgeführt werden müssen. Für ein großes Objekt hierfür die nötige Anzahl zuverlässiger Manteldrahtschweißer auszubilden bzw. umzuschulen, ist außerordentlich schwierig.

Ich begrüße es daher, daß Dr. Strelow in seinem Vortrag hervorhob, daß die Drahtindustrie auf dem Wege ist, Manteldrähte zu entwickeln, die auch ein Durchschnittsschweißer in allen Lagen noch gut verarbeiten kann.

Bezüglich der Manteldrähte möchte ich noch auf die störende Qualmentwicklung dieser Drähte hinweisen. Dr. Strelow hat anscheinend absichtlich nicht auf diesen Übelstand hingewiesen. Durch den Qualm wird der Schweißer in den vielen engen Zellen und Räumen auf großen Schiffen stark belastigt. Letzteres war mit ein Hauptgrund, daß in engen Räumen an Bord nackte Drähte wegen der geringeren Rauchentwicklung bevorzugt wurden.

Auf alle Fälle müssen wir unsere Schiffsschweißer möglichst lange bei guter Gesundheit erhalten, denn gute Schweißer sind knapp und werden auch in Zukunft knapp sein.

Es ist sehr zu wünschen, daß im weiteren Verlauf der Manteldrahtentwicklung auf den Faktor Qualm besondere Rücksicht genommen wird. (Lebhafter Beifall.)

Dr.-Ing. Achenbach, Berlin:

Ich möchte Herrn Dr. Strelow fragen, warum man im Schiffbau gar nicht mit Kohlenelektroden schweißt, und ferner, warum man nicht Metallstäbe in die Naht einlegt, die man dann verschweißt. Mit dem letzteren Verfahren hat man doch in den letzten Jahren ganz gute Erfahrungen gemacht. Ich komme aus folgendem Grunde darauf.

Als ich 1904 die erste Staatsprüfung im Schiffbaufach bestanden hatte, bin ich nicht in den Staatsdienst gegangen, sondern ich ging, da der japanisch-russische Krieg ausgebrochen war, nach Rußland, um hier als Schiffbauer mitzumachen. Ich bin fünf Jahre dort geblieben. Wir hatten auf der Werft, den Putilow-Werken, auf der ich arbeitete, eine elektrische Schweißerei, und zwar eine der allerersten. Wir haben nach dem Verfahren von Benardos mit Kohlenelektroden geschweißt und nach Slavianow mit Eisenelektroden. Das war ein ziemlich geheimes Verfahren. Als ich 1909 wieder nach Deutschland zurückkam, trat ich bei der A.G. Weser ein, und das erste, was ich machte, war natürlich, daß ich versuchte, Schiffe zu schweißen, und zwar in einer ganz verwegenen Art. Ich ließ also zwei Platten mit V-Naht anfertigen, die ich zusammenschweißen wollte, und zwar durch Einlegen eines konischen Stabes. Da es damals noch keine Aggregate gab, mußte ich das aber in Berlin bei der Firma R. Mack machen lassen, weil sie eine besondere Widerstandsschweißerei besaß. Das ging aber nicht; oder es ging, aber es stellte mich nicht zufrieden. Ich bin dann erst wieder zehn Jahre später auf die Schweißerei zurückgekommen und habe 1921 bis 1923 in dreizehn bis vierzehn Bezirksvereinen, vor allen Dingen an der Wasserkante, in Hamburg, Bremen, Königsberg, Stettin, Geestemünde, Vorträge über Schweißen gehalten, mit besonderem Hinweis auf die Notwendigkeit, Schiffe zu schweißen und die Schweißung im Schiffbau einzuführen. Ich kann wohl sagen, daß ich einer der ersten

bin, der überhaupt den Gedanken gehabt hat, Schiffe zu schweißen, und hier in der Schiffbautechnischen Gesellschaft habe ich 1922 im Anschluß an einen Vortrag über die Normalisierung von Schiffen erstmals dieses Thema in der Erörterung in ziemlich ausführlicher Weise mit vielen Lichtbildern vorgebracht. (Beifall.)

Vorsitzender Professor Dr.-Ing. Schnadel:

Vielleicht war die Wahl der Elektroden allein doch nicht für die im Vortrag erörterten Brüche maßgebend; wahrscheinlich ist auch die Wahl des Schweißweges nicht richtig gewesen. Ich erinnere mich eines Falls, der länger zurückliegt: Hier kam es zu einem Bruch, der aber kein großes Ausmaß annahm. Er kam dadurch zustande, daß beim Schweißen um ein rundes Bauwerk eine zu große Lücke übrig blieb. Beim Versuch, sie vollzuschweißen, klappte sie allmählich auseinander. Plötzlich riß die Naht mit einem Knall. Daraufhin wurde an dieser Stelle eine genietete Lasche aufgesetzt, während der übrige Körper geschweißt war. Jedenfalls war in diesem Fall für den Schaden der Umstand maßgebend, daß bei einem sehr großen Körper in einem Kreis geschweißt werden mußte und nicht dafür gesorgt war, daß der letzte Spalt nicht zu weit auseinanderklafft.

Im übrigen freue ich mich zu hören, daß nunmehr der Hauptnachteil der dick ummantelten Elektrode, die starke Rauch- und Wärmeentwicklung, beseitigt werden soll. Ich habe bei ausländischen Werften gehört, daß sie zum Teil schon über solche Elektroden verfügen, die geringere Wärmeentwicklung haben als die anderen, und infolgedessen bevorzugt werden. Dies ist dort von Vorteil, wo der Strom knapp ist. Die Schweißer können hier mit solchen Elektroden eine viel größere Menge Schweißgut aufbringen als mit anderen Elektrodenarten.

Dr.-Ing. Strelow (Schlußwort):

Zunächst die Frage des Herrn Claassen, welche Schweißwege bei der Verschweißung des Erdöltanks angewendet worden sind. Wohl ist mir bekannt, in welcher Folge die Verschweißung der Tankmantelbeplattung vorgenommen wurde, aus dem bereits im Vortrag angegebenen Grunde kann ich mich hier aber leider noch nicht näher darüber auslassen. Bezüglich der bei der Verschweißung angewendeten Elektroden möchte ich hier aber noch betonen, daß die Ursache des Bruches in diesem Fall wohl kaum auf die Art der verwendeten Elektrode zurückgeführt werden kann.

Dr. Achenbach fragte, warum nicht mit Kohlenelektroden geschweißt wird. Kohlenelektroden wendet man heute nur vorzugsweise bei der Verschweißung dünnerer Bleche durch Bördelnähte an. Es ist jedoch ein Nachteil der Anwendung der Kohlenelektrode die dabei auftretende stärkere Aufkohlung des Schweißgefüges. Selbst wenn man mit dem Kohlestab am Minuspol schweißt, beträgt sie bis zu 0,9 Prozent, bei der Schweißung mit dem Pluspol steigt die Aufkohlung noch bedeutend höher, bis ungefähr 3 Prozent.

Durch Einlegen von Elektroden in die Schweißnahtfuge wird neuerdings nach dem Elin-Hafertgut-Verfahren geschweißt. Ich habe selbst damit einige Versuche gemacht, muß aber sagen, daß sie mir nicht immer gelungen sind. Eine Voraussetzung bei der Anwendung des Verfahrens ist, daß die Nahtfuge mit der eingelegten Elektrode durch eine Kupferschiene abgedeckt und diese gut aufgepaßt werden muß, um den Luftzutritt zu verhindern. Das wird unter Umständen sehr teuer. Im übrigen läßt sich das Verfahren bei dem bestehenden Mangel an Kupfer heute nicht in größerem Umfange ausführen. (Lebhafter Beifall.)

Professor Dr.-Ing. Schnadel:

Ich darf ergänzend bemerken, daß vor einigen Wochen ein Aufsatz erschienen ist, der diese Frage eingehend behandelt. Als Ergebnis einer Reihe von Versuchen wird gezeigt, daß dieses Verfahren bei dem gegenwärtigen Stand einen ungenügenden Einbrand ergibt, so daß eine hinreichende Festigkeit der Naht nicht erzielt wird. Man kann vorläufig nicht riskieren, dieses Verfahren im Schiffbau anzuwenden, da Sicherheit und Festigkeit der Naht nicht hinreichend sind. Eine gute Verbindung zwischen dem eingeschmolzenen Draht und dem eigentlichen Werkstoff wurde jedenfalls nicht in ausreichendem Maße erzielt.

Dr.-Ing. Strelow:

Was mir beim Verschweißen mit eingelegten Elektroden besonders aufgefallen ist, ist, daß die Schlacke im Nahtgefüge dazwischenläuft. Es entsteht ein starker Schmelzfluß und die Folge ist, daß das Schmelzgut infolge schneller Abkühlung zuerst an den Nahtflanken erstarrt und im Verlauf des weiteren Erstarrungsvorgangs sich die Schlacke in mittleren Zonen der Naht ausscheidet. Es entstehen dadurch Schlackenlöcher, durch welche auf mehr oder weniger großer Länge der Naht die Schweißverbindung unterbrochen wird. Das dürfte auch ein Grund sein, daß man von der Anwendung des Verfahrens absieht.

Professor Dr.-Ing. Schnadel:

Ich habe die angenehme Pflicht, Herrn Dr. Strelow für seinen Vortrag zu danken. Sie haben uns in Ihrem interessanten Vortrag eine Reihe von Beispielen aus der Praxis des Schweißens gegeben und uns neue Wege gezeigt, von denen wir hoffen, daß sie dem Schiffbau die erwünschte Elektrode bringen, die leicht zu verschweißen ist und Eigenschaften hat, wie sie der Betriebsingenieur verlangt. (Lebhafter Beifall.)

IX. Entwicklung des Schiff- und Schiffsmaschinenbaues in Italien

Von Dr.-Ing. Mario Micali

Vorwort

Wenn zwei Freunde zusammentreffen, um gemeinsam zu wirken, so fühlt natürlicherweise jeder von beiden das Bedürfnis, dem anderen etwas von sich zu erzählen, um sich noch besser kennenzulernen und ihre Freundschaft weiter zu vertiefen.

Wir Techniker haben unter anderem auch das Glück, uns besser zu verstehen als die anderen, weil wir uns durch die technische Erziehung und durch die tägliche schaffende Arbeit eine besondere Denkweise angeeignet haben, die uns allen gemeinsam ist. Ich möchte hinzufügen, daß diese Denkweise eben nur auf Tatsachen beruht, durch die man eigentlich zum reinsten Ausdruck der Wahrheit gelangt.

Es ist lediglich in diesem Sinne, meine Damen und Herren und Kameraden, daß ich versuche, hier in Kürze zu schildern, was Italien im Laufe der Jahrhunderte, aber hauptsächlich in der Ära des Faschismus, auf dem Gebiete des Schiffbaus geleistet hat.

I. Geschichtliches

Italien hat wegen seiner Lage und seiner bis ins Herz des Mittelmeeres vorspringenden Gestalt seit jeher sich dem Meere zugewandt, und seine Völker waren seit uralter Zeit im Bau von Schiffen wohlbewandert. Italien war immer mit dem Mittelmeer verwachsen, und deshalb waren seine Bestrebungen zur Verbesserung seiner Schiffe ganz besonders darauf gerichtet, die zweckmäßigsten Mittel ausfindig zu machen, um jenes Meer befahren zu können.

Ungefähr um das Jahr 500 v. Chr. beginnt eine geschichtlich festgestellte Ära für die Elemente des Seewesens; tatsächlich gab es zu jener Zeit schon ausgebildete Seeleute, Hafenanlagen und Werften, Navigationsmethoden und diesbezügliche Gebräuche und Gesetze sowie auch ganz genau bestimmte Schiffstypen.

Aus jener Zeit stammen ausführliche Beschreibungen einzelner gewaltiger Bauten von großgriechischen Kolonisten, wie das riesenhafte Schiff des Hieros von Syrakus und andere; da jedoch diese Schiffe, falls sie überhaupt existiert haben, nur Einzelfälle darstellen, werden wir uns damit nicht befassen.

Schon ungefähr fünfzig Jahre vor dem ersten Kriege gegen Karthago hatte Rom eine solche Entwicklung im Seewesen erreicht, daß man es für nötig fand, die *Duumviri navales* einzusetzen, denen die Überwachung der Bauten, der Ausrüstung und Ausbesserung der die Flotte bildenden Schiffe oblag.

Die römische Flotte bestand aus zwei ganz verschiedenen Schiffstypen, den Frachtschiffen und den Kriegsschiffen.

Die Frachter waren Segelschiffe mit hoher Bordwand, mit runden und breiten Formen; sie waren langsame Schiffe für lange Fahrten und zum Transport von schweren Ladungen.

Aus dem wunderschönen Basrelief (Bild 1), das an der Hafenfront in Ostia gefunden wurde, wo verschiedene Schiffsagenturen ihren Sitz hatten, ersehen wir, daß diese Schiffe mit einem in der Mitte aufgesetzten Mast, der das große Rahsegel trug, sowie mit einem weiteren, sehr schräggestellten Mast vorn, nach Art eines Bugspriets, ausgerüstet waren.



Bild 1. Basrelief von Ostia.

(Aus Enciclopedia italiana Treccani)

Die römische Handelsflotte besaß Schiffe für Große Küstenfahrt, die zum Transport von Weizen, Marmor und Sklaven dienten, und Schiffe für Kleine Küstenfahrt, also für den örtlichen Dienst.

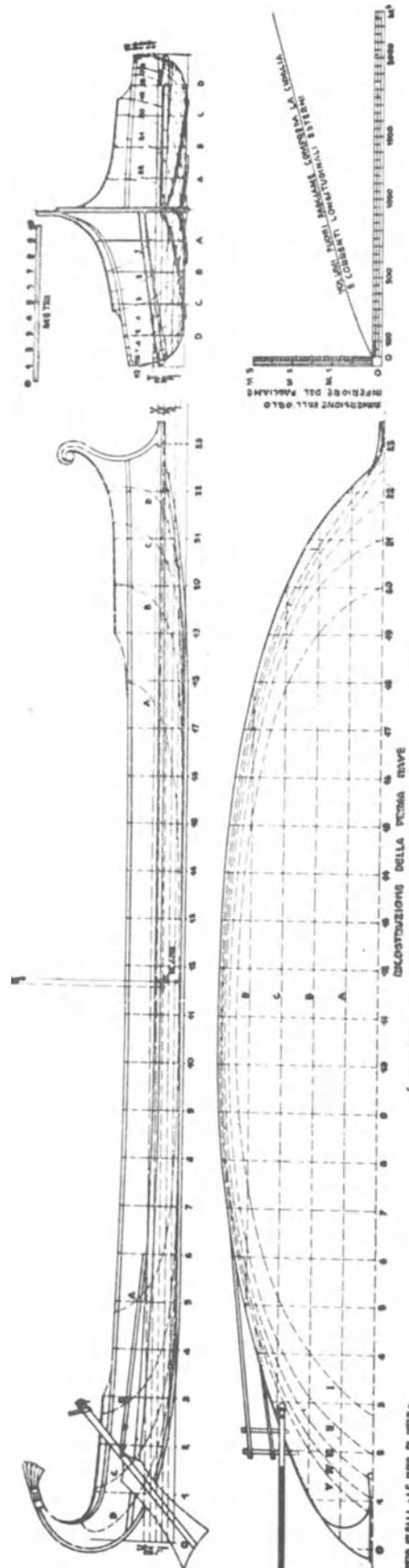
Es gab auch Passagierschiffe; wir besitzen Angaben über regelmäßige Schifffahrtslinien, wie die Brindisi-Durazzo-Linie, welche die Via Appia (Rom-Brundisium) mit der Egnatia (Dyrrhachium-Thessaloniki) verband. Diese Schiffe hatten gut eingerichtete Räume für Fahrgäste und Bemannung und sogar Bäder und Promenaden-decks.

Die Tragfähigkeit dieser Handelsschiffe schwankte zwischen 100 und 200 t, doch finden sich Andeutungen verzeichnet über Schiffe von viel größerer Ladefähigkeit als jene, die den Flaminischen, den Vatikanischen und den Lateranischen Obelisk nach Rom brachten, sowie über einzelne weitere große Passagierschiffe.

Die Kriegsschiffe waren anfangs nach dem Muster des Pentecontorus gebaut, d. h. mit nur einer Ruderbankreihe mit 50 Riemen (25 jederseits). Später entstand die römische Classis, die während des ersten Punischen Krieges hauptsächlich aus Quinqueremen bestand, und zwar ist dies wohl mehr auf den über die griechisch-italienischen Städte kommenden griechischen Einfluß zurückzuführen, als daß, wie von manchen behauptet wird, eine Nachahmung der karthagischen Flotte anzunehmen wäre.

Aus dieser Periode stammt eine Erfindung des Caius Duilius, die Entербücke, womit die Römer die feindlichen Schiffe enterten, um wie auf dem festen Lande kämpfen zu können. Diese Kampfarm trug nicht wenig zum Siege von Mylae (260 v. Chr.), dem heutigen Milazzo, bei.

Die Polyremen, d. h. die mit mehreren Ruderbankreihen versehenen Schiffe, hatten notwendigerweise niedrige Bordseiten, führten vielleicht nur einen Mast, der während des Gefechtes niedergeholt werden konnte und der ein Rahsegel trug. Auf diesen Schiffen dienten die Segel nur als Hilfsbewegungsmittel.



(Aus dem Buche „Le navi di Nemi“ von Guido Ucelli)

Bild 2. Erstes Nemi-Schiff.

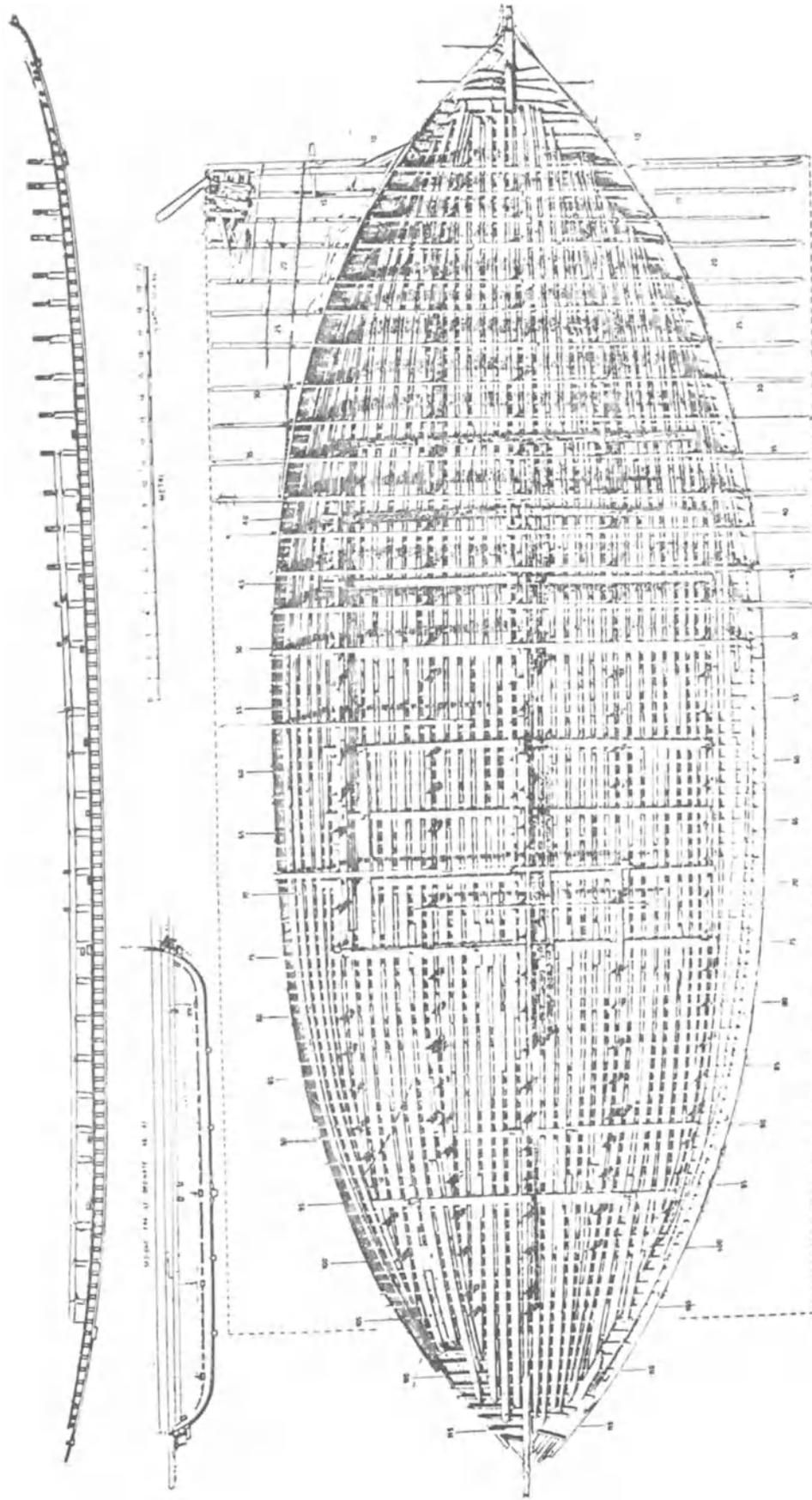


Bild 3. Zweites Nemi-Schiff.

(Aus dem Buche „Le navi di Nemi“ von Guido Uccelli)

Von den Quinqueremen abgesehen, bevorzugte Rom unter den Polyremen die mit drei Reihen von Ruderbänken versehene Trireme als größtes Schlachtschiff und zugleich die Liburna, ein schnelles, mit zwei, oft nur mit einer Reihe von Ruderbänken versehenes Schiff.

Die hohe Stufe, die Rom in der Technik und in der Schiffbaukunst erreicht hatte, ist am besten daraus zu ersehen, daß diesem Volke die Vergnügungsschiffahrt schon bekannt war. Die Pracht und der Prunk dieser Schiffe waren so übermäßig, daß, um darin einen Einhalt zu gebieten, ein Verbot erlassen wurde, Luxussschiffe zu besitzen, die über 300 Amphorae (Tonkrüge) faßten. (Eine Amphora war ungefähr ein Vierzigstel eines Kubikmeters, d.h. 25 l oder 25 kg.)

Zwei dieser Luxussschiffe, Lusoriae genannt, die vermutlich Kaligula hatte bauen lassen, wurden vor nicht langer Zeit aus dem Nemisee geborgen. Obwohl diese nur noch wenige Andeutungen über Rudereinrichtung und Takelung aufweisen, so haben sie uns doch die von den Römern erreichte Vollkommenheit im Bau und in der Ausrüstung der Schiffe bewiesen (Bild 2 und 3).

Auf Grund dieses Beweismaterials können wir feststellen, daß jene Schiffe schon mit allen Bequemlichkeiten versehen waren und daß sogar schon Kugel- und Rollenlager verwandt wurden. Auch autogene Schweißung von Dekorations- teilen aus Bronze, die auf glatten Flächen mit Metallzusatz angebracht waren, konnte festgestellt werden. Bronzene Hähne, die einen hohen Grad der mechanischen Bearbeitung zeigen, wurden ebenfalls gefunden (Bild 4, 5 und 6).

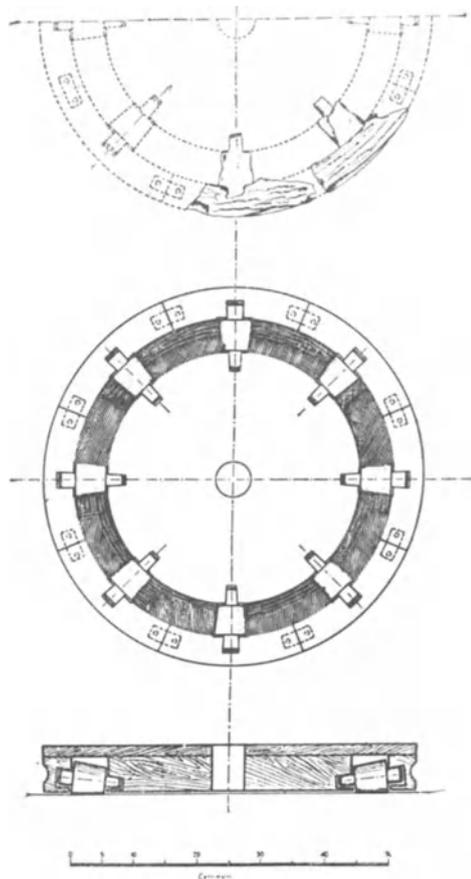


Bild 4. Rollenlager.

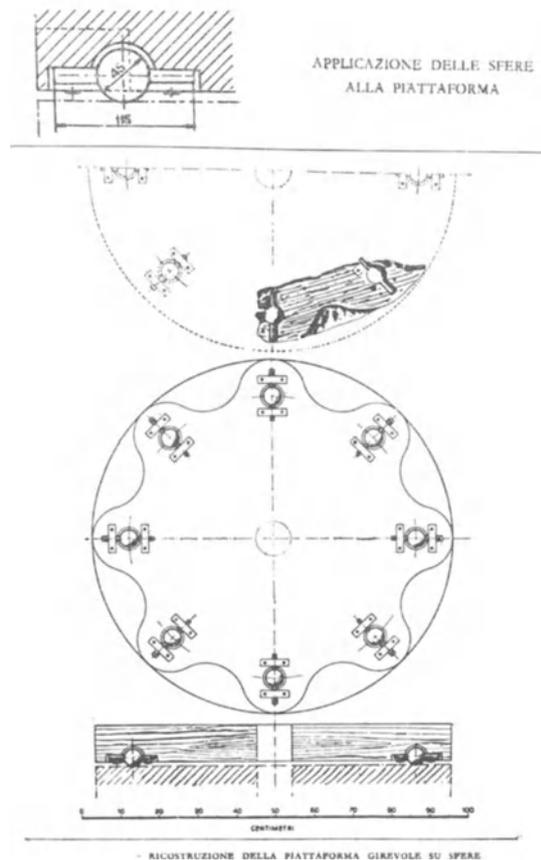
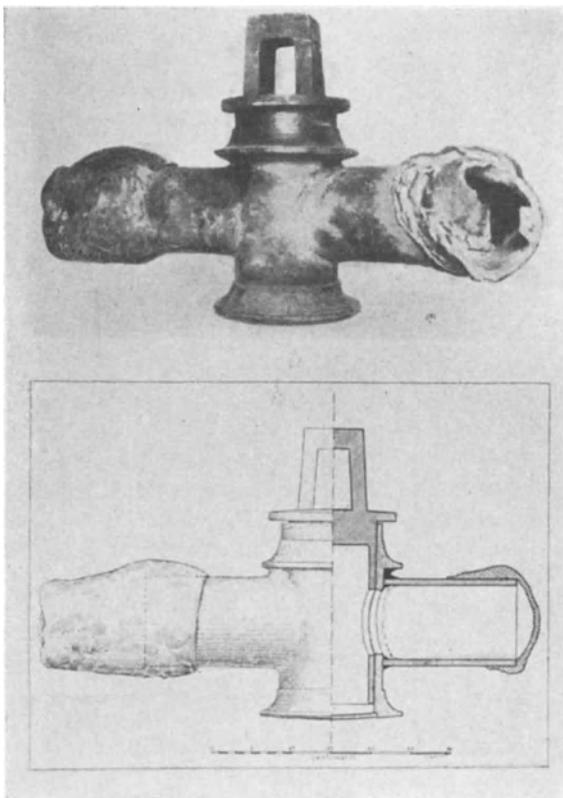


Bild 5. Kugellager.

(Aus dem Buche „Le navi di Nemi“ von Guido Ucelli)



(Aus dem Buche „Le navi di Nemi“ von Guido Ucelli)

Bild 6. Bronzener Hahn.

der verschiedenen Völker, die zum Mittelmeer vorrückten, bemerkbar.

Die Seerepubliken von Amalfi, Pisa, Genua und Venedig wurden die eigentlichen Erben der römischen Seemacht, und durch Vergrößerung der ihnen überlieferten Seegeltung konnten sie während etlicher Jahrhunderte gedeihen und das Ansehen des italienischen Volkes zur See hochhalten.

Wie schon das römische Reich, so hielten auch diese Republiken die Kriegsflotte von der Handelsflotte getrennt, und je nach dem Zweck, dem die Schiffe dienen sollten, baute man ganz bestimmte Typen.

Kriegsschiffe wurden ausschließlich mit Riemen versehen, Handelsschiffe dagegen führten nur Segel.

Anfangs waren die Ruderschiffe dieser Periode von verschiedener Bauart, aber die Königin der Mittelmeer-Kampfschiffe, die alle anderen Schiffstypen lange überlebte, war die Galeere. Der Rumpf dieser Schiffe ist so gestaltet, daß man daran die antike Trireme erkennt, von der die Galeere herkommt; schlank und vom ästhetischen Standpunkte gefällig, wie wir es aus den uns überlieferten Zeichnungen ersehen können.

Die Galeeren waren gewöhnlich mit zwei, seltener mit drei Masten ausgerüstet; sie wurden jedoch hauptsächlich durch zwei, seltener durch drei Masten bewegt, die einzeln von einem Manne, bisweilen auch von mehreren Männern betätigt werden konnten (Bild 8).

Die Güte der Bauausführung der Galeeren war so groß, daß sie die aus dem Ozean eingebrachten Linienschiffe und großen Kriegsschiffe überlebten.

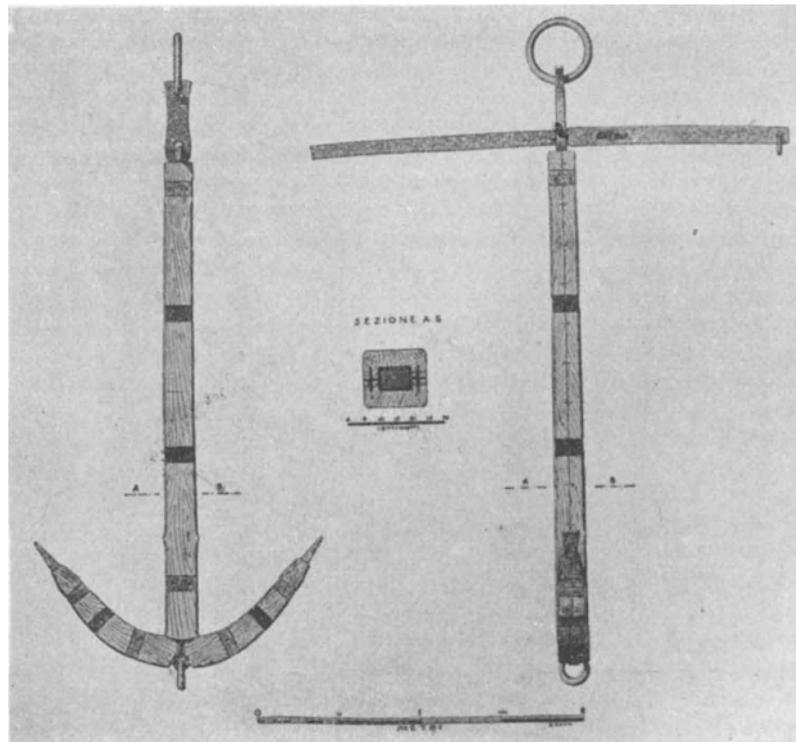
Ein einzigartiges Schiff war die „Bucintoro“, die dem Dogen vorbehalten war und auf der bei besonderen Anlässen auch die hohen Würdenträger der Republik mitfahren durften (Bild 9).

Die Handelsschiffe, die aus wirtschaftlichen Gründen hauptsächlich Segelschiffe waren, waren von verschiedener Bauart. Ich möchte hierbei die Cocca

Interessant ist ferner die Auffindung eines Ankers mit losem Stock, der in allem dem heute als „Admiralitätsanker“ bekannten Anker ähnlich ist. Daraus geht klar hervor, daß die Römer diesen vollkommenen Anker bereits kannten, und zwar achtzehn Jahrhunderte, bevor die englische Admiralität ihn als ihre Erfindung der Welt bekanntgab (Bild 7).

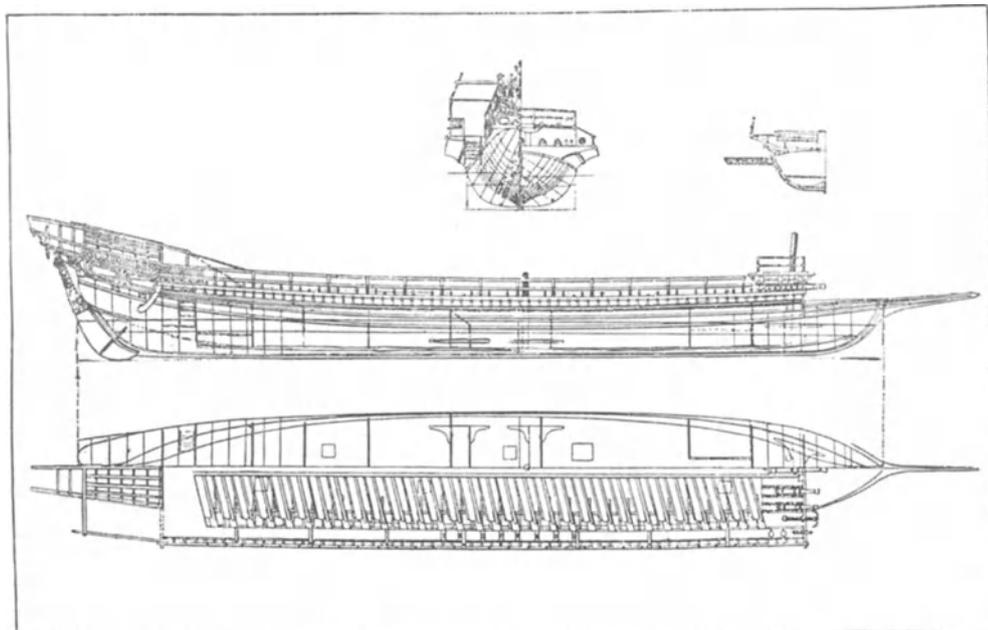
Nach den Punischen Kriegen, als das Mittelmeer ein römisches Meer geworden war, verlor die Kriegsmarine ihre Bedeutung, und es blühte die Handelsmarine wieder auf, bis dann die Seeräuberei und die Einfälle von fremden barbarischen Völkern die Werte einer so hohen Kulturstufe zerstörten.

Nach dem Verfall des Kaiserreiches befolgte der Schiffbau in der darauf folgenden Zeitperiode die Vorbilder der vergangenen Blütezeit. Nach und nach aber machten sich die Einflüsse



(Aus dem Buche „Le navi di Nemi“ von Guido Ucelli)

Bild 7. Anker mit losem Stock.



PIANO DI GALEA VENEZIANA (1500-1600)

Bild 8. Venetianische Galeere.

(Aus Enciclopedia italiana Treccani)

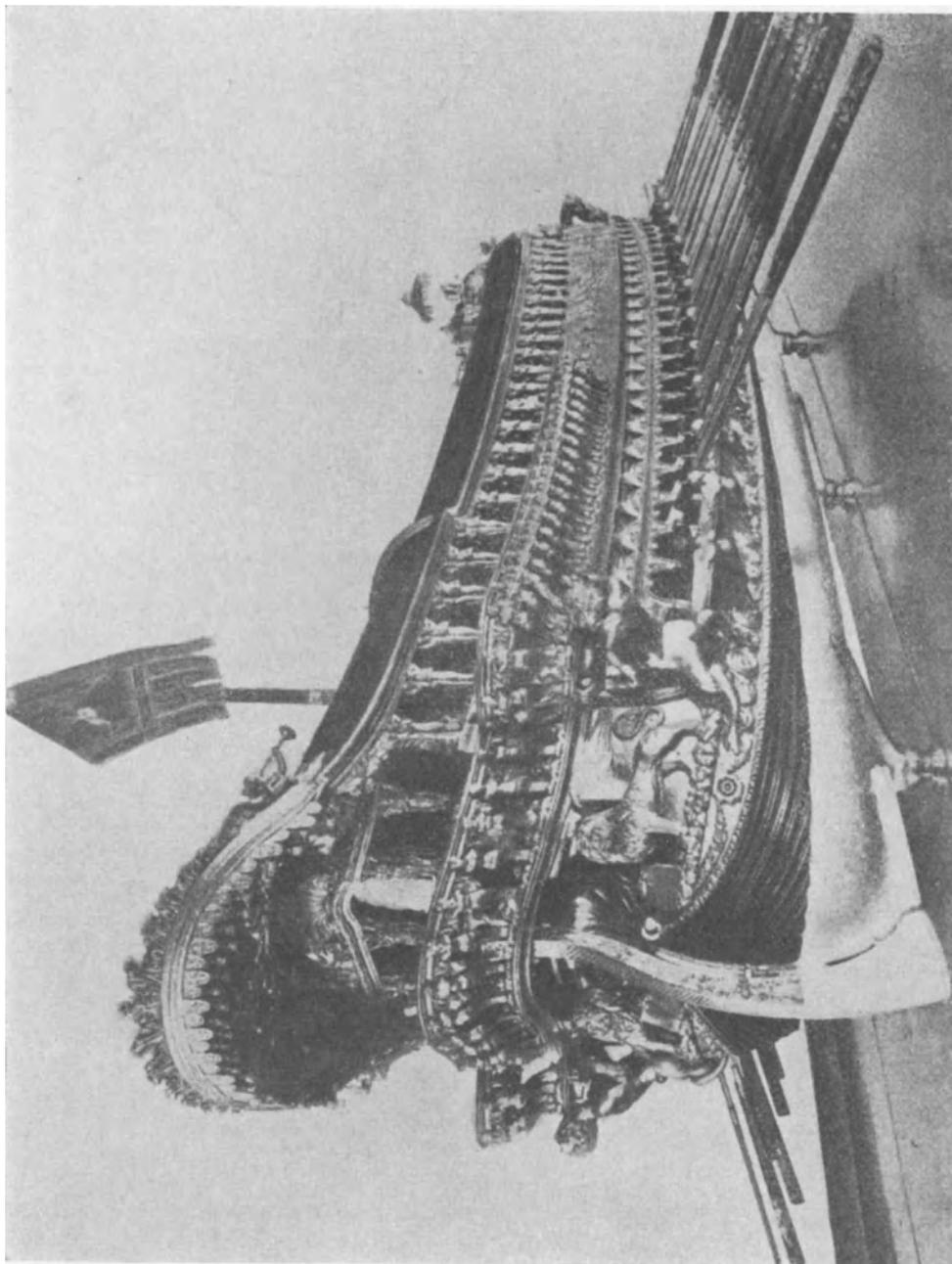


Bild 9. Die Bucintoro.

(Aus dem Buche „Arte navale italiana“ von Ugo Nebbia)

(die norddeutsche Kogge oder Kocke) hervorheben, bauchig und hochbordig, mit mehreren Decks, viereckigen Segeln und von großer Tragfähigkeit, die, je nach der Bauapoche, 200—2000 t betragen konnte; ferner die Pinke, ein typisches Genueser Schiff, das später von den Kataloniern und den Sizilianern nachgeahmt wurde, ebenfalls von ziemlich völliger Form, mit flachem Boden und einem hochragenden Heck. Die Takelung bestand aus drei Masten und Lateinsegeln, die gelegentlich durch Rahsegel ersetzt werden konnten.

Venedig war eine der ersten Republiken des Mittelalters, die wie Karthago, Athen und Rom ein Staatsarsenal oder eine Ausrüstungswerft besaß, die nach dem Vorbilde Konstantinopels erbaut war.

Der normannische Einfluß auf den italienischen Schiffbau des Mittelalters ist ersichtlich aus dem Bestreben, die Vorzüge der Rudergaleeren mit denen der Segelkoggen zu vereinigen. Hieraus entstand eine Anzahl von Schiffstypen, wie die „Galeasse“ und die „Galeone“.

Von diesen beiden Typen war die Galeasse diejenige, die den Schiffbau am meisten beeinflusste und die sich bei Lepanto vorzüglich bewährte, während aus der ursprünglichen Galeone, die eine erste Abart der Galeasse war, die ozeanische Galeone hervorging. Diese führte Rahsegel und wurde berühmt durch ihre Reisen nach den spanischen Kolonien.

Die Genueser waren sehr geschätzte Schiffbaumeister, und ihre Schiffe wurden im Freien längs der ligurischen Riviera gebaut.

Die Venetianer dagegen, die im Jahre 1104 ihr Arsenal errichtet und später mehrmals erweitert hatten, bauten ihre Schiffe im allgemeinen, die Kriegsschiffe jedoch immer in diesem Arsenal auf unüberdeckten Baustapeln.

Der Beweis des hohen Standes der Organisation, den die Schiffswerften der beiden größten Republiken erreicht hatten, ergibt sich aus der Tatsache, daß sie in sehr kurzer Zeit eine ganze Flotte fertigstellen konnten. So gelang es z. B. den Genuesern nach der bei der Insel Giglio (Pisa) erlittenen Niederlage (1241), in einem Monat 52 Galeeren auszurüsten, und die Venetianer waren imstande, im Jahre 1164 gegen Byzanz 20 große Schiffe und 100 Galeeren in drei Monaten fertigzustellen.

Einige Hauptteile des Schiffskörpers und der Ausrüstungsgegenstände für Galeeren oder andere Schiffstypen wurden in diesen Arsenalen auf Vorrat hergestellt und auf Lager bereit gehalten. Es bestand also schon damals eine Art Normung.

Durch die Entdeckung Amerikas ging der Verkehr im Mittelmeer etwas zurück, deshalb richtete sich auch die Mittelmeer-Marine mehr nach der atlantischen Schifffahrt und führte, unter Anpassung an die eigenen Anforderungen, Schiffstypen ein, die in der ozeanischen Marine üblich waren.

Während dieser Periode behielt die Mittelmeer-Galeere ihre Rolle als Schlachtschiff bei. Mit der Zeit aber wurde sie in ihrer Aufgabe durch Fregatten, Bombardiergalioten, Steinböcke und auch durch Linienschiffe ersetzt, sowie auch durch Karaken, typische Genueser Schiffe, die von der Kogge abgeleitet waren und später von den Portugiesen nachgeahmt wurden.

Diese Schiffe waren hochbordig, von großer Tragfähigkeit, mit vier oder fünf Decks, hohen Aufbauten an beiden Enden und mit drei Masten ausgerüstet, von denen zwei viereckige Segel trugen, während der Kreuzmast das dreieckige Lateinsegel führte.

Berühmt ist die Karake, die im Jahre 1530 in Nizza gebaut wurde und auf der erstmalig eine rudimentäre Seitenpanzerung angewendet wurde.

Die Handelsmarine, die in diesen Zeiten notgedrungen bewaffnet war, bestand aus Feluken, Brigantinen, Bombarden, Pinken, Vollschißen und anderen, die alle fast ausnahmslos in Italien gebaut wurden, und wenn auch in jener Zeit der italienische Schiffsverkehr nicht immer vom Glück begünstigt war, so wies die Schiffbauindustrie doch eine sehr rege Tätigkeit und sogar ein gewisses Primat auf.

Es ist interessant, zu beobachten, wie die führende Stellung, die Genua in der Ausrüstung und Segelschifffahrt eingenommen hatte, England reizte, und wie dieses mit allen Mitteln versuchte, die hervorragende Stellung jener zu vernich-

ten: Da diese erste Stellung Genuas wirklich bestand, so trachtete England danach, einen Nutzen daraus zu ziehen, indem es von Genua die Zusage verlangte, auf seinen Schiffen die Genueser Flagge, rotes Kreuz auf weißem Felde, führen zu dürfen, um freier und sicherer im Mittelmeer fahren zu können.

Der Verfall Venedigs und der nachfolgende Untergang Genuas beeinträchtigte die italienische Seeschifffahrt in starkem Maße.

Die päpstliche Marine, obwohl gut ausgerüstet und gut geleitet, war für den italienischen Schiffbau ohne Bedeutung, weil sie meistens ihre Schiffe im Auslande bauen ließ.

Das Königreich Neapel und Sizilien und das Königreich Sardinien haben das Verdienst, das italienische Seewesen wieder emporgebracht zu haben. Die sizilianisch-napolitaneische Marine konnte sich rühmen, das erste Dampfschiff, welches das Mittelmeer befuhr, besessen zu haben, nämlich die „Fernando I“. Dieses Schiff, in Neapel gebaut, verließ am 27. September 1818 diesen Hafen und lief zuerst Genua und dann Marseille an, wo es wie ein Wunder angesehen wurde. Das Schiff war 38 m lang, 6 m breit und hatte eine Tragfähigkeit von 255 t. Es war mit 16 Kabinen ausgestattet und besaß einen großen Raum, der 50 Personen faßte. Seine Maschine hatte 50 PS und verbrauchte etwas über 1800 kg Kohle je Tag.

Die sardinische Marine blieb anfangs der alten Schule der Segelschiffe treu, nahm aber bald auch in ihre Flotte Dampfschiffe auf.

Ende 1818 lief auf der Werft Panfili in Triest der Dampfer „Carolina“ vom Stapel. Mit diesem Schiff begann der Dienst der Linie Triest—Venedig.

Im Jahre 1819 vollendete die Schiffswerft Cantieri della Foce in Genua den Bau des Dampfers „Eridano“, der im gleichen Jahre die Rundreise um Italien unternahm und in Venedig ankam, um dort einen regelmäßigen Schifffahrtsdienst auf dem Flusse Po zu eröffnen.

Im Jahre 1836 entstand in Triest, hauptsächlich unter Mitwirkung Triester Versicherer und Handelsleute, der Österreichische Lloyd (später Lloyd Triestino). Diese Gesellschaft hat sich viele Verdienste auf dem Gebiete des Seewesens erworben: Im Jahre 1851 ging sie vom Radantrieb zum Schraubenpropeller über (Versuche damit waren schon im Jahre 1827 im Triester Hafen von Joseph Ressel durchgeführt), und im Jahre 1856 gründete sie ihr großes Arsenal in Triest.

Die ersten Eisenschiffe wurden in Italien nach dem Jahre 1850 gebaut, doch konnte der Eisenschiffbau im Anfang noch nicht festen Fuß fassen, weil im Lande eine Eisenindustrie noch nicht vorhanden war. Erst als 1853 in Genua die Ansaldo-Werft gegründet wurde, begannen mehrere Werften sich mit dem Bau von Eisenschiffen endgültig zu befassen.

Gegen 1854 wurde auf der Werft Cantieri Orlando das erste Eisenschiff, die „Sicilia“, gebaut und zu gleicher Zeit entschied sich auch der Lloyd in Triest für den Bau von Eisenschiffen.

II. Der italienische Schiffbau

A. Kriegsschiffe

Mit der Einführung des Eisens im Schiffbau kam Italien ohne Zweifel in eine gegenüber anderen Ländern ungünstigere Lage.

Die italienische Marine bestellte in Frankreich ihre ersten Panzerschiffe mit hölzernem Rumpf, die „Formidabile“ und die „Terribile“. Auch andere Schiffe wurden für die königliche Marine in Frankreich, England und auch in New York gebaut.

Mittlerweile stellten sich die italienischen Schiffswerften auf die neuen Verhältnisse ein. Im Jahre 1865 lief auf der Genueser Werft Cantieri della Foce die hölzerne Fregatte „Roma“, die vollkommen gepanzert war, vom Stapel.

Außer der Cantieri della Foce waren auch die Werften von Livorno, Castellamare, La Spezia und Venedig mit dem Bau von Schiffen für die Kriegsmarine sehr beschäftigt.

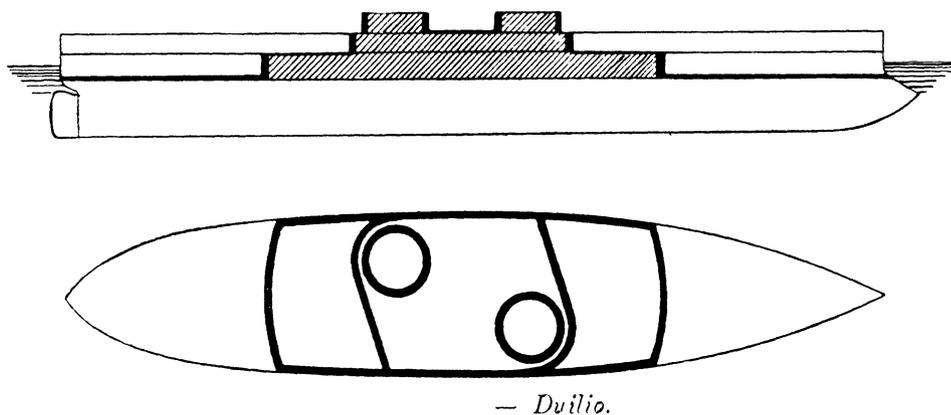


Bild 10. Die Duilio. (Aus dem Buche „Costruzione navale“ von Russo)

Im Jahre 1872 wurde in Castellamare nach den Plänen des Marineingenieurs Benedetto Brin der Kiel des Schlachtschiffes „Duilio“ und kurz darauf in La Spezia der des Schwesterschiffes „Dandolo“ gelegt. Das erste Schiff wurde im Jahre 1876, das zweite im Jahre 1878 vom Stapel gelassen.

Diese Schiffe unterscheiden sich gewaltig von allen vorhergehenden durch die Kraft ihrer Angriffswaffen und ihrer Abwehrmittel, durch die hohe Geschwindigkeit (15 kn), durch die beträchtliche Verdrängung (10400 t), die bisher nicht üblich waren, und durch vortreffliche nautische Eigenschaften, die alle Voraussetzungen darstellen, diese Schiffe zum Prototyp der großen Schlachtschiffe zu machen (Bild 10).

Die Bewaffnung war die stärkste ihrer Zeit und bestand aus vier 450-mm-Vorderladergeschützen, die in zwei aus Mitte angeordneten, drehbaren Panzertürmen eingebaut waren.

Der Schiffskörper war aus Eisen und Stahl besonders stark gebaut. Die Panzerung war nur auf den Schutz der vitalen Teile beschränkt, während sich vor und hinter dem gepanzerten Teil nach beiden Enden zu ein sehr weit durchgebildetes Zellenystem erstreckte.

Die Panzerung, die der größten Durchschlagkraft der damaligen Geschosse widerstehen konnte, bestand aus Schneider-Creuzot-Stahlplatten, deren größte Dicke 550 mm in der Wasserlinie betrug.

Das Schutzsystem durch Zellen wurde später noch verbessert und erreicht eine einmalige Sonderausführung auf den beiden Schiffen „Italia“ und „Lepanto“, bei denen die Seitenpanzerung ganz wegfiel. Der Schutz bestand ausschließlich aus einem ununterbrochen von vorn bis achtern sich erstreckenden, unter der Wasserlinie liegenden Panzerdeck und aus einem besonders entwickelten Zellenystem (Bild 11).

Auf der „Italia“ und der „Lepanto“ (Verdrängung 15600 t und 18 kn Geschwindigkeit), wie auch auf mehreren anderen Schiffen, waren Wallgänge vorhanden, die vom Batteriedeck zugänglich waren.

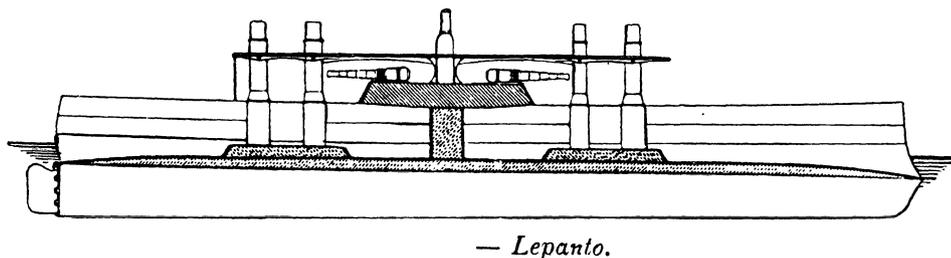


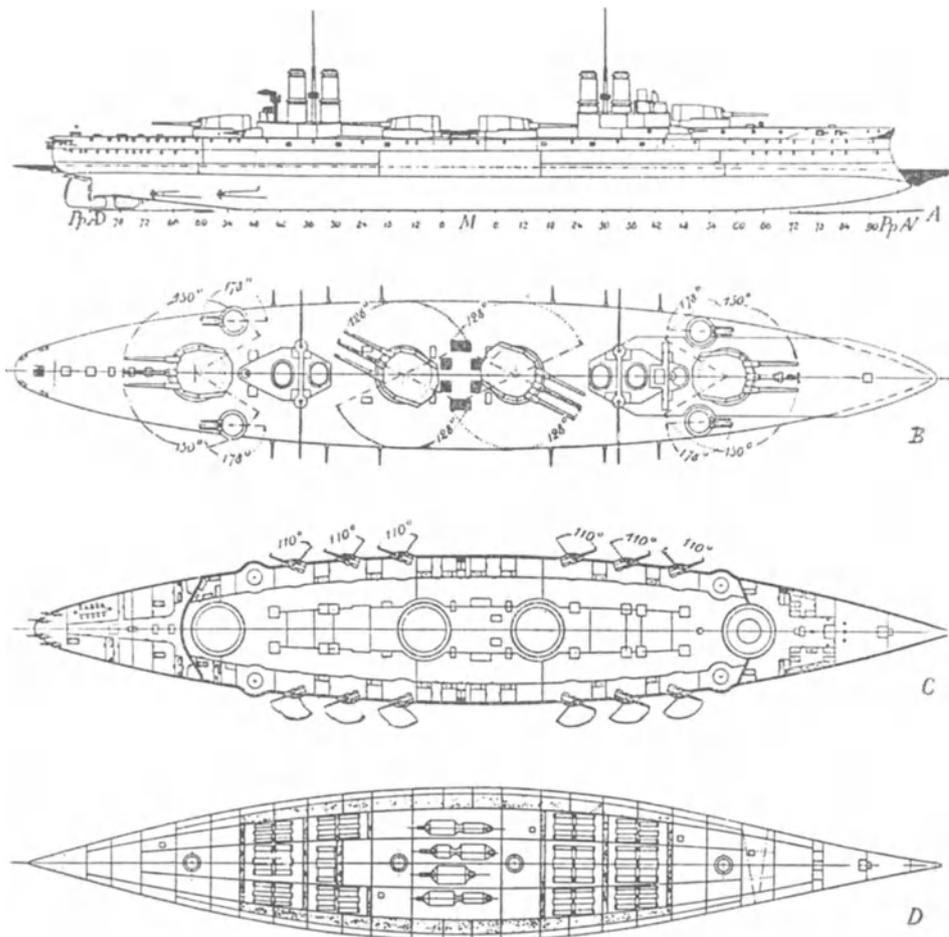
Bild 11. Die Lepanto. (Aus dem Buche „Costruzione navale“ von Russo)

Der Grundgedanke beim Bau dieser Schiffe war hauptsächlich, die Geschwindigkeit auf ein Höchstmaß zu bringen, den Aktionsradius so zu bemessen, daß er für jedwede Kriegsunternehmung im Mittelmeer ausreichte, und ferner die schwersten, in erheblicher Höhe aufgestellten Geschütze (450 mm), in die Schlacht zu tragen.

Die „Lepanto“ wurde auf der Werft Cantieri Orlando in Livorno gebaut und kann als Vorläufer der Schlachtkreuzer unserer Zeit betrachtet werden.

Infolge der Einführung der Schnellfeuergeschütze und der Geschosse großer Sprengwirkung wie auch infolge der Entwicklung der Torpedowaffe verloren diese Schiffe ihren Gefechtswert. Deshalb entstanden die Schlachtschiffe „Re Umberto“, „Sardegna“ und „Sicilia“, die ein ausgedehntes Zellensystem, eine Seitenpanzerung von 10 cm homogener Stahlplatten als Seitenschutz und als Angriffsmittel eine gewaltige Bewaffnung mittlerer Geschütze (acht von 152 und zwölf von 120 mm) aufwiesen.

Im Jahre 1883 übernahm die Società Terni die Herstellung von Panzerplatten (zuerst unter Leitung von Ingenieuren der Firma Schneider), seitdem wird das Panzermaterial ausschließlich in Italien hergestellt.



PIANI DELLA R. N. *Dante Alighieri* (1910)

A, veduta esterna longitudinale; B, installazioni di coperta; C, ponte di batteria; D, piano di stiva superiore (tonn. 19.500, nodi 23, artigl. 12/305, 20/120, motore 32.000 HP)

Die späteren schnellen einkalibrigen Schlachtschiffe der Klasse „Vittorio Emanuele“, nämlich „Vittorio Emanuele“, „Regina Elena“, „Roma“ und „Napoli“, die vom Marineingenieur Cuniberti entworfen wurden, zeigen folgende bemerkenswerte Merkmale:

- a) Durch Anwendung von Spezialstahl hoher Festigkeit für alle oder fast alle Schiffsteile erhielt man einen leichten und festen Schiffskörper;
- b) Durch größtmögliche Herabsetzung der Verdrängung und durch eine besonders gewählte Schiffsform, die schmäler und länger als die der vorhergehenden Schlachtschiffe war, gelang es, die Geschwindigkeit sehr zu verbessern (21,5 bis 22 kn).

Die schwere Artillerie bestand aus zwei 305-mm-Geschützen (eins vorn, das andere hinten), während die zahlreiche Mittelartillerie aus zwölf 203-mm-Geschützen zusammengesetzt war, die in sechs drehbaren Türmen aufgestellt waren.

Die Panzerung war so verteilt, daß die Oberfläche der geschützten Teile auf ein Mindestmaß herabgesetzt wurde, alles im Interesse der Panzerdicke, die an den Seiten 200 mm und im Gürtel 250 mm betrug.

Die italienische Marine hat mit wenigen Ausnahmen immer großen Wert auf Geschwindigkeit gelegt, und Cuniberti war schon seit 1903 ein Vorkämpfer für die gänzliche Vereinigung von Linienschiff und Panzerkreuzer.

Nach Entwurfsplänen des Marineingenieurs Masdea wurde im Jahre 1910 die „Dante Alighieri“ gebaut, 20000 t Verdrängung, 23 kn Geschwindigkeit, mit zwölf 305-mm- und zwanzig 120-mm-Geschützen. Bemerkenswert auf diesem Schiff ist die Einführung des Drillingturmes für die schweren Geschütze und die Längsschiffsstellung der ganzen Artillerie (Bild 12).

An dieser Stelle erscheint es von Interesse, die Entwicklung der Schlachtschiffe nach ihren Hauptspanten zu verfolgen (Bild 13).

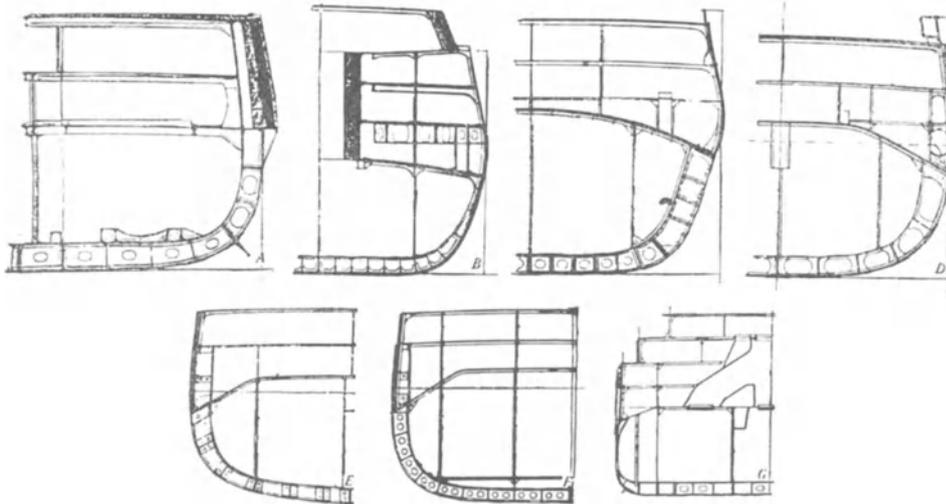


Bild 13. Hauptspanten wichtiger Schiffe.

(Aus Enciclopedia italiana Treccani)

Nach der „Dante Alighieri“ folgten die „Cavour“, „Giulio Cesare“, „Leonardo da Vinci“ (Verdrängung 22000 t, Geschwindigkeit 22 kn, Bestückung dreizehn 305-mm- und achtzehn 120-mm-Torpedobootsabwehrgeschütze).

Im Jahre 1913 wurden die „Duilio“ und die „Doria“ fertiggestellt (Verdrängung 23000 t, Geschwindigkeit 22 kn, Bestückung dreizehn 305-mm- und sechzehn 152-mm-Abwehrgeschütze).

Die „Ammiraglio Caracciolo“, „Cristoforo Colombo“, „Marcantonio Colonna“ und „Francesco Morosini“ befanden sich am Ende des Weltkrieges 1918 im Bau.

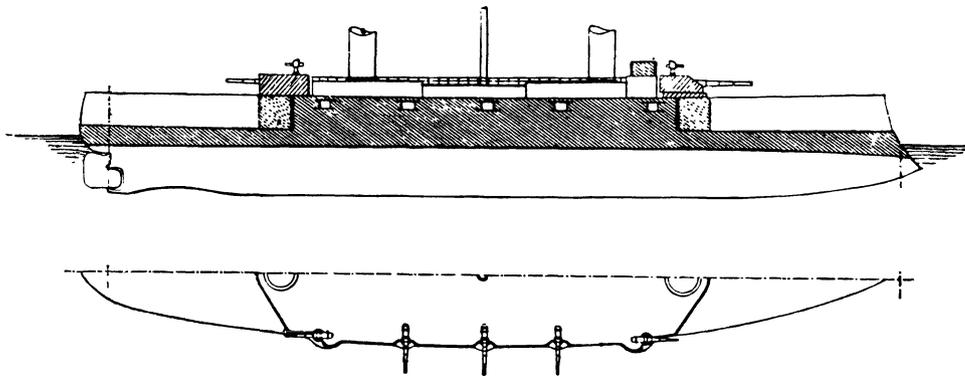
Diese Schiffe stellten die praktische Verwirklichung von Cunibertis Grundgedanken dar, d.h. die vollkommene Vereinigung des Linienschiffes mit dem Kreuzer (Verdrängung 32 000 t, Geschwindigkeit 27 kn). Die Bestückung bestand aus acht 381-mm- und zwölf 152-mm-Geschützen. Die Schiffe besaßen einen entsprechenden Schutz gegen Artillerie und Unterseewaffen.

Die vier Schiffe, die bei Ansaldo und Odero in Genua, bei Orlando in Livorno und im Arsenal von Castellamare di Stabia im Bau waren, wurden nicht vollendet.

Der Washington-Vertrag untersagte den Bau von neuen Schiffen über 10 000 t Verdrängung, erlaubte aber den Umbau der schon bestehenden Schiffe, so daß die genannten „Cavour“, „Giulio Cesare“, „Duilio“ und „Doria“ modernisiert werden konnten und im gegenwärtigen Kriege gute Dienste leisten.

Die italienische Marine, durch den Scharfsinn des Duce geleitet, hat sehr zeitig die großen 35 000-t-Schlachtschiffe vorbereitet, und schon im Jahre 1937 ging das erste der vier Schlachtschiffe, die „Vittorio Veneto“, vom Stapel, dem die „Littorio“, die „Impero“ und die „Roma“ folgten.

Bezüglich der Panzerkreuzer kann man sagen, daß die italienische Marine schon von Anfang an recht gute Erfolge damit erzielt hat.



— G. Garibaldi.

Bild 14. Kreuzer der Garibaldi-Klasse.

(Aus dem Buche „Costruzione navale“ von Russo)

Erwähnenswert wegen ihrer charakteristischen Eigenschaften sind die im Jahre 1890 vom Stapel gelassene „Marco Polo“, die Kreuzer der „Carlo Alberto“-Klasse und besonders aber die der „Garibaldi“-Klasse (1893/95), 6900 t Verdrängung, 20 kn Geschwindigkeit, vier 203-mm- und vierzehn 152-mm-Geschütze (Bild 14).

Zu den letztgenannten gehörten auch die beiden Kreuzer „Nishin“ und „Kassuga“, die von Ansaldo für die japanische Marine gebaut, sich im Russisch-Japanischen Kriege und besonders bei der Schlacht von Tzushima (1905) vorzüglich bewährten, sowie auch der für die spanische Marine gebaute Kreuzer „Cristobal Colon“, der sich in der Schlacht von Santiago (Spanisch-Amerikanischer Krieg 1898) auszeichnete.

Im Jahre 1905 erzielte der Kreuzer der „San Giorgio“-Klasse (Verdrängung 9500 t, Geschwindigkeit 22 kn, Bestückung vier 254-mm-, acht 190-mm- und sechzehn 76-mm-Torpedoabwehrgeschütze) einen guten Erfolg; besser noch war aber das Schwesterschiff „San Marco“ (1907), auf dem zum erstenmal in Italien die Dampfturbine für den Schiffsantrieb angewendet wurde.

Von den Leichten Kreuzern möchte ich die „Quarto“ als ein vorzüglich ausgefallenes Schiff erwähnen.

Die Entwicklung der Kreuzer und der leichten Einheiten, besonders während der faschistischen Ära, geht aus der folgenden Tabelle I hervor.

In der Konstruktion von Unterseebooten hat sich Italien einen guten Ruf erworben.

Tabelle I

Kreuzer und Torpedofahrzeuge					
Klasse	Verdrängung t	Maschinen PS	Fahrtgeschw. in kn	Bestückung	Panzerung
10 000 t Standard Kreuzer					
„Trento“ (1925—1933)	10 000	150 000	35	8×203/53; 12×100/47 (Zwilling); 18 Luftabwehr-Masch.-Gew.; 8 Torpedorohre zu 533 mm; 1 Katapult vorne; 2 Flugzeuge	Vertikal: max. 75 mm Horizontal: Panzerdeck maxim. 50 mm
„Zara“ (1929—1932)	10 000	95 000	32	8×203/53; 12×100/47 L. A. (Zwilling); 18 L. A. Masch.-Gew.; 1 Katapult — 2 Flugzeuge	Vertikal: max. 150 mm Horizontal: Panzerdeck maxim. 70 mm
Leichte Kreuzer					
„Giussano“ (4928-1933) Auch Kriegsführerklasse genannt	5 069	95 000	37	8×152/53; 6×100/47 L. A. (Zwilling); 16 L. A. Masch.-Gew.; 4 Torpedorohre (Zwillingsanlage) zu 533 mm; 1 Katapult — 2 Flugzeuge; Vorrichtung zum Minenlegen	
„Montecuccoli“ (1931—1935)	6 941	106 000	37	8×152/53; 6×100/47 L. A. (Zwilling); 16 L. A. Masch.-Gew.; 4 Torpedorohre zu 533 (Zwillingsanlage); 1 Katapult — 3 Flugzeuge; Vorrichtung zum Minenlegen	
„Eugenio di Savoia“ (1932—1936)	7 283	110 000	36,5	8×152/53; 6×100/47 L. A. (Zwilling); 16 L. A. Masch.-Gew.; 6 Torpedorohre zu 533 (Drillingsanlage); 1 Katapult — 3 Flugzeuge; Vorrichtung zum Minenlegen	
„Garibaldi“ (1933—1937)	7 874	100 000	35	10×152/53; 8×100/47 L. A. (Zwilling); 16 L. A. Masch.-Gew.; 6 Torpedorohre zu 533 (Drillingsanlage); 2 Katapulte — 4 Flugzeuge; Vorrichtung zum Minenlegen	
„Regolo“ (Römische Kriegsführerklasse)	3 362	120 000	41	8×135; 6×65 L. A. 14 L. A. Masch.-Gew.; 8 Torpedorohre zu 533; Vorrichtung zum Minenlegen	
Zerstörer und Torpedoboote					
Zerstörer von 935 bis 1729 t Verdrängung und von 34 bis 39 kn Fahrgeschwindigkeit Torpedoboote von 616 bis 967 t Verdrängung und von 28 bis 34 kn Fahrgeschwindigkeit					

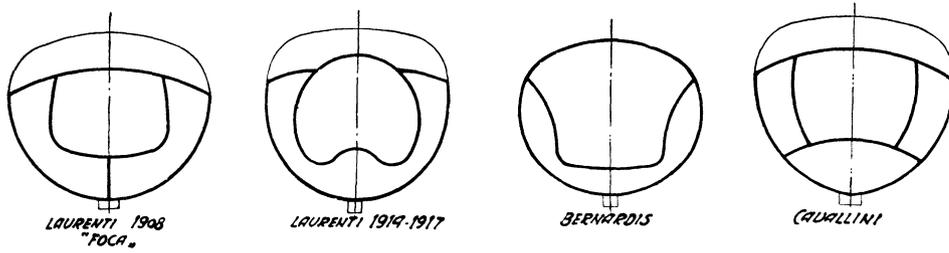
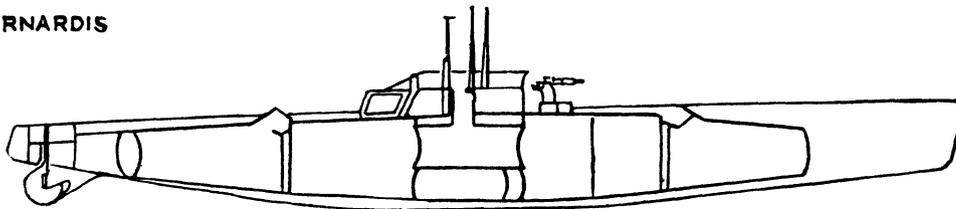
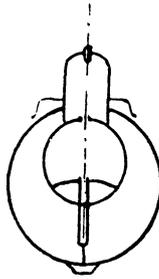


Bild 15. Typische Hauptspanten von Unterseebooten.

BERNARDIS



Scala 1 : 560



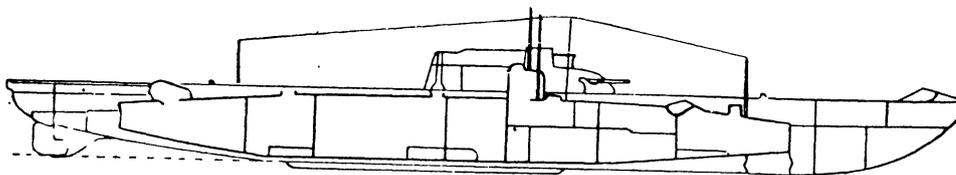
Scala 1 : 280

Für mittlere Kreuzungen

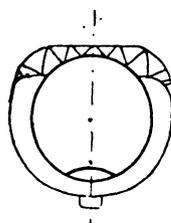
Verdrängung ∇ 791 t
 Verdrängung ∇^* 1040 t
 Geschwindigkeit ∇ 17,5 sm
 Maschinenleistung ∇ ... 3000 PS
 Geschwindigkeit ∇^* 9 sm
 Maschinenleistung ∇^* ... 1060 sm
 eine 10,2 cm-Kanone
 sechs 53,3 cm-Lancierrohre

(Aus dem Aufsätze von Fr. Zannoni, veröffentlicht in Annali Vasca VIII)

Bild 16. U-Boot von Bernardis.



Scala 1 : 750



Scala 1 : 275

Für lange Kreuzungen

Verdrängung ∇ 1369 t
 Verdrängung ∇^* 1874 t
 Geschwindigkeit ∇ ... 18,5 sm
 Maschinenleistung ∇ .. 4000 PS
 Geschwindigkeit ∇^* ... 9,5 sm
 Maschinenleistung ∇^* .. 1900 PS
 eine 12 cm-Kanone
 sechs 53,3 cm-Lancierrohre

(Aus dem Aufsätze von Fr. Zannoni, veröffentlicht in Annali Vasca VIII)

Bild 17. U-Boot von Bernardis.

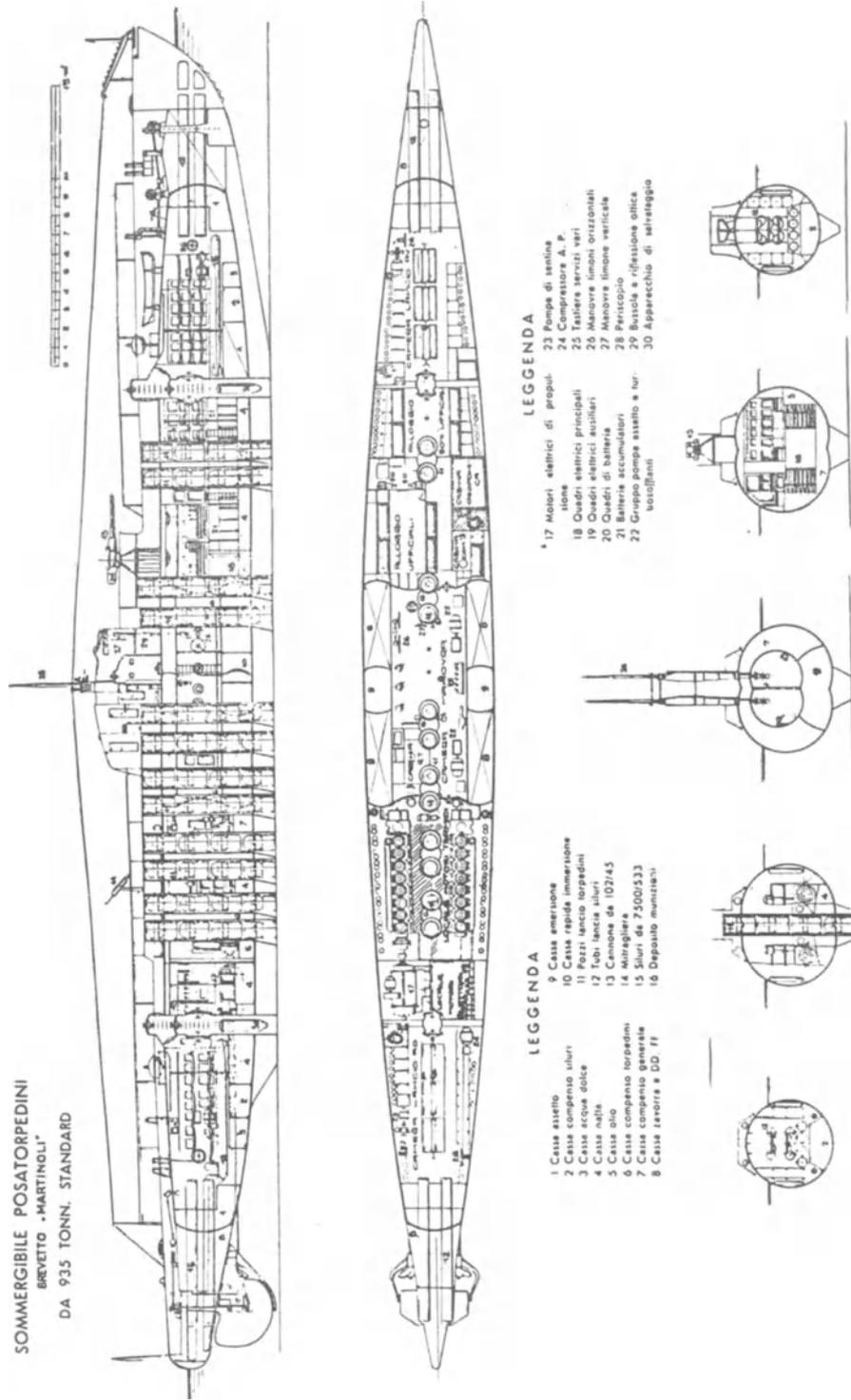
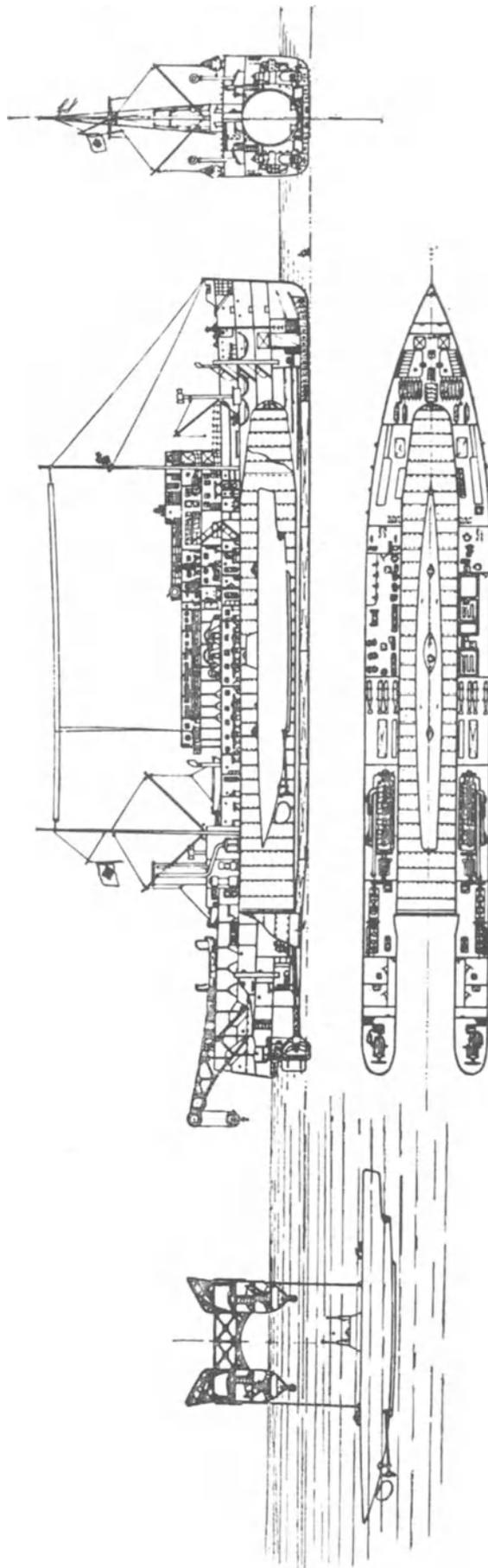


Bild 18. U-Boots-Minenleger Typ „Martinoli“.



— Sezioni longitudinale, orizzontale e trasversale del *Cearà*.

Bild 19. Unterseebootsmutterschiff „Cearà“.

Nach dem Entwurf des Marine-Ingenieurs Pullino wurde im Jahre 1890 das Unterseeboot „Delfino“ gebaut, das 1902 von Ingenieur Laurenti durch Umbau gebrauchsfähig gemacht wurde. Querschotten wurden eingebaut, Tiefenruder usw. angebracht. Die neue Antriebsanlage bestand aus einem 150-PS-Fiat-Benzinmotor und einem 50-kW-Elektromotor mit zugehörigen Akkumulatoren.

Ingenieur Laurenti entwickelte sodann seine eigenen Typen, die jahrelang sowohl für die italienische als auch für verschiedene ausländische Marinen gebaut wurden.

Gute Resultate erzielten auch die von Bernardis und Cavallini und die von päteren Konstrukteuren entworfenen U-Boote (Bild 15, 16, 17 und 18).

Wie wir gesehen haben, hat die italienische Marine immer das Einhüllenboot vorgezogen, obwohl sie auch Zweihüllenboote besitzt.

Vor dem gegenwärtigen Kriege hatte Italien:

- a) Küsten-U-Boote von etwa 600 t Verdrängung für den Mittelmeerdienst;
- b) U-Boote für den Ozeandienst von etwa 1000 t Verdrängung;
- c) U-Boote von etwa 1500 t Verdrängung mit entsprechender Bewaffnung und ausreichendem Aktionsradius für lange Kriegskreuzfahrten bis zu den fernsten Meeren;
- d) U-Boote zum Minenlegen von verschiedener Verdrängung und kleinerem oder größerem Aktionsradius.

Aus technischem Interesse erwähne ich noch ein eigenartiges Schiff, das Un-

terseebootsmutterschiff „Cearà“, das im Jahre 1913 von Cantieri di Muggiano für die brasilianische Marine nach Entwürfen Laurentis gebaut wurde (Bild 19).

Die Eigenart dieses Schiffes, mit der sich die Presse seinerzeit viel beschäftigte, bestand in der Möglichkeit, für alle verschiedenen Bedürfnisse der auf Kreuzfahrt oder fern von der Basis sich befindlichen U-Boote sorgen zu können; während zu gleicher Zeit auch andere ungemein wichtige Aufgaben, wie die des Transports, der Dockung, des Festigkeitsversuches und der Wasserdichtigkeitsprobe des Bootskörpers sowie die Bergung von U-Booten, damit gelöst wurden.

B. Handelsschiffe

Während Italien, wie wir gesehen haben, sich dank seiner tüchtigen Techniker und seiner guten Arbeiter bezüglich seiner eigenen Kriegsschiffe bald vom Auslande unabhängig machen konnte und eigene Wege auf diesem Gebiete einzuschlagen vermochte, ja sogar verschiedenen ausländischen Marinen etliche Schiffe zu liefern imstande war, konnte es jedoch nicht so leicht und so bald auf dem Gebiete des Handelsschiffbaus sich vom Auslande frei machen, und zwar hauptsächlich wegen der hohen Materialkosten, besonders für Eisen und Kohle, die beide eingeführt werden mußten.

Einen Begriff über den Stand der italienischen Handelsmarine in dem Zeitraum von 1860 bis 1880 kann man sich durch Einblick in folgende Tabelle II machen, deren Zahlenwerte schon vor einigen Jahren in Italien veröffentlicht wurden.

Tabelle II

Jahr	Segelschiffe Netto- Reg.-To.	Dampfschiffe Netto- Reg.-To.	Gesamt Netto- Reg.-To.	Dampfschiffs-T.
				Gesamt-T.
1860	643 946	10 228	654 174	1,56%
1870	880 064	32 100	912 164	3,51%
1880	922 146	77 050	999 196	7,71%
				<u>Ital. Flotte</u>

Zum Vergleich wollen wir den Stand der Welthandelsmarine betrachten:

Tabelle III

Jahr	Segelschiffe Netto- Reg.-To.	Dampfschiffe Netto- Reg.-To.	Gesamt Netto- Reg.-To.	Dampfschiffs-T.
				Gesamt-T.
1860	9 996 598	1 450 402	11 447 000	12,68%
1870	11 407 810	2 654 190	14 062 000	18,88%
1880	12 462 821	5 450 179	17 913 000	30,42%
				<u>Weltflotte</u>

Wir erkennen, daß im Jahre 1880 der Tonnengehalt der italienischen Dampfschiffe nur 7,7% des italienischen Gesamttonnengehaltes ausmachte, während die Weltflotte schon über 30% Dampfer aufwies.

Dabei müssen wir beachten, daß der größte Teil der damaligen Schiffe aus Holz bestand, und daß die italienischen Schiffe auch in ihrer Größe noch sehr bescheiden waren, obwohl diese schon im Zunehmen begriffen war.

Der wenig ermutigende Zustand der italienischen Handelsmarine veranlaßte 1882 die Staatsmänner, einen Ausschuß zu ernennen, um die Ursachen dieses Zustandes ausfindig zu machen und Maßnahmen zur Abhilfe vorzuschlagen.

Damit die italienische Schiffbauindustrie in den Stand gesetzt wurde, den italienischen Reedern Schiffe wenigstens zu den von ausländischen Schiffswerften angebotenen Preisen zu liefern, mußte sie unbedingt unterstützt werden.

Die Schiffbauindustrie hat seit jeher einen wichtigen Faktor in der nationalen Wirtschaft dargestellt dadurch, daß sie eine große Zahl von Arbeitskräften nicht nur auf den Werften, in den Maschinenfabriken und Ausrüstungswerkstätten, sondern auch in Nebenindustrien beschäftigte; deshalb war es ein Nationalinteresse, den Schiffbau lebensfähig zu erhalten.

Tatsächlich empfindet der Schiffbau vielleicht stärker als irgendwelche andere Produktionstätigkeit den Einfluß des technischen Fortschrittes, weil eben auf einem Schiff alle Zweige der Industrie und Wissenschaft Anwendung finden.

Da sowohl die italienische Marine als auch der italienische Schiffbau eine hehre Tradition aufweisen konnten, so mußten sie vom Staat unterstützt werden.

Es sei hier erwähnt, daß die den Schiffswerften zugute kommende Unterstützung hauptsächlich auf zollfreie Einfuhr von Baumaterial, auf die Bauprämien pro Bruttoregister-tonne und auf die auf der Probefahrt entwickelte Maschinenstärke (für Dampf- und Motorschiffe) hinauslief.

Den Reedern gegenüber bestand die Unterstützung hauptsächlich in den sogenannten Navigationsprämien pro Seemeile und Bruttotonne sowie in gewissen Steuerentlastungen.

Die vom Staate getroffenen Vorkehrungen erzielten nicht immer den erwarteten Erfolg. Viele Werften zogen es vor, Kriegsschiffe zu bauen, weil dies einträglicher war und ein geringeres Risiko bedeutete.

Die Reeder fuhren fort, alte ausländische Schiffe zu kaufen, aber trotzdem blieb die italienische Handelsflotte für den nationalen Verkehr unzureichend, so daß das Land gezwungen war, sich ausländischer Tonnage zu bedienen.

Vor dem Weltkriege 1914/1918 hatte Italien einen starken Auswandererverkehr nach Nord- und Südamerika, und es muß hervorgehoben werden, daß ein beträchtlicher Teil italienischer Emigranten auf fremden Schiffen befördert wurde.

Die italienische Flotte hatte im Jahre 1915 1 750 000 BRT., Segelschiffe einbegriffen, und zwar auch solche unter 100 BRT.

Während des Weltkrieges gingen ungefähr 1 000 000 BRT. verloren.

Dieser starke Verlust an Tonnengehalt gab Anlaß zur Errichtung von neuen, größeren oder kleineren, mehr oder weniger produktionsfähigen Werften, so daß auch in Italien, wie allgemein in der Welt, eine Überproduktion eintrat.

Die folgende Tabelle IV beweist, wie der Bestand der Welttonnage in kurzer Zeit nicht nur dem des Jahres 1914 gleichkam, sondern ihn noch übertraf.

Tabelle IV

Datum	Dampf- und Motorschiffe		Segelschiffe		Gesamt	
	Nr.	Brutto-Reg.-To.	Nr.	Brutto-Reg.-To.	Nr.	Brutto-Reg.-To.
1. 7. 1914	24 444	45 404 876	6 392	3 685 675	30 836	49 089 552
1. 7. 1919	24 386	47 897 407	4 869	3 021 866	29 255	50 919 273
1. 7. 1920	26 513	53 904 688	5 082	3 409 377	31 595	57 314 065
1. 7. 1921	28 433	58 846 325	4 773	3 128 328	33 206	61 974 653
						<u>Weltflotte</u>

Infolge des aus verschiedenen Gründen schrumpfenden Welthandels erwies sich dieser Stand der Weltflotte als übermäßig hoch. Dies war die Ursache der schweren Krisis auf allen Werften der Welt, die ungefähr 1920 begann, sich in Italien aber erst etwas später fühlbar machte, trotz der Tonnagezunahme durch die in den Friedensverträgen zugewiesenen Schiffe.

Folgendes Diagramm (Bild 20) gibt den Bestand der italienischen Flotte in dem Zeitabschnitt 1880 bis 1939 wieder.

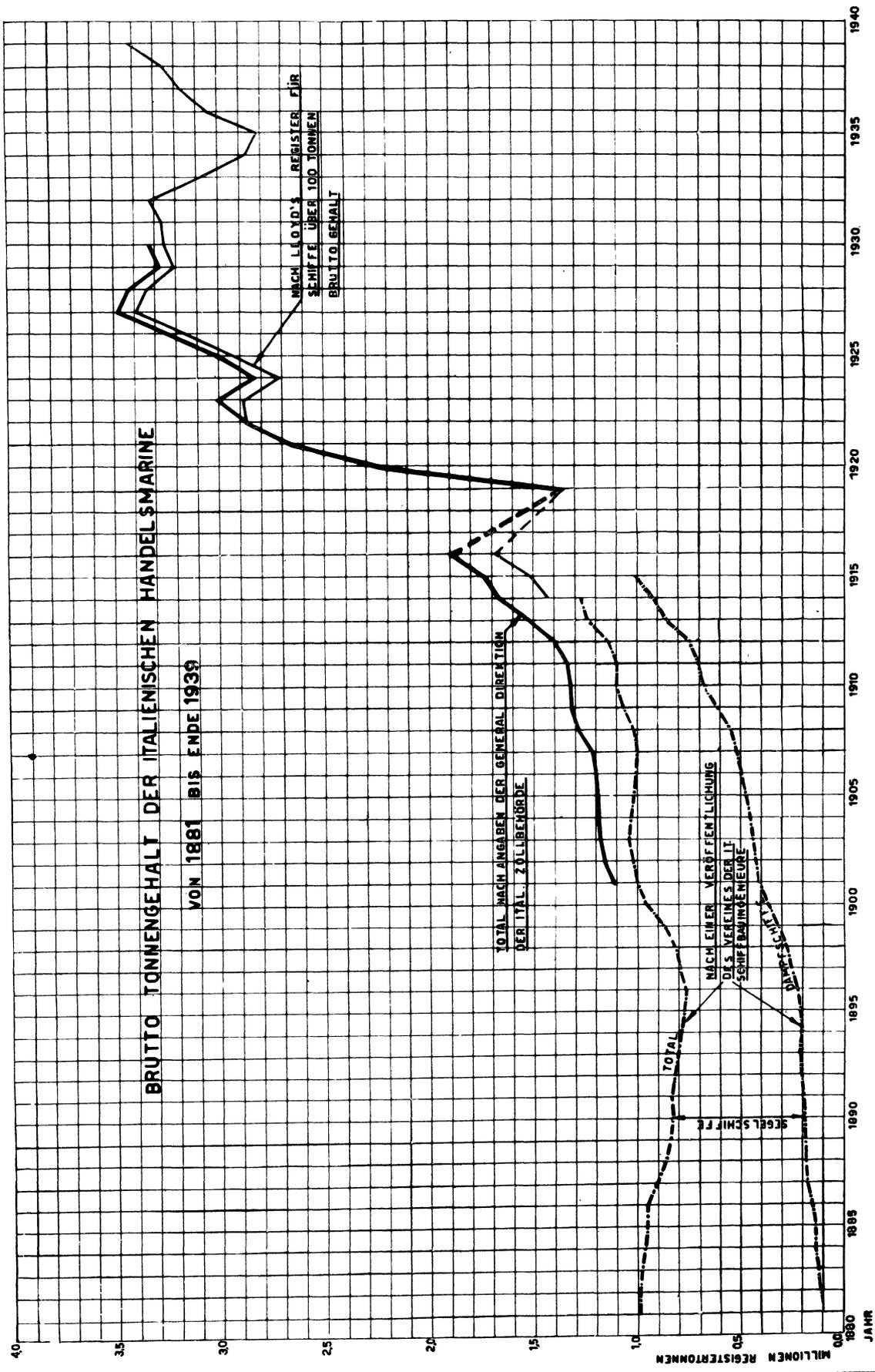


Bild 20. Diagramm zum Bestand der italienischen Flotte in dem Zeitabschnitt 1880—1939.

Ein Sinken wurde also auch in Italien erst wahrnehmbar, als die große Wirtschaftskrisis hereinbrach. Es folgte dann eine Periode großen Niedergangs für die Handelsmarine; ein großer Teil der Schiffe wurde in den verschiedenen Häfen abgerüstet, die Schiffswerften litten stark darunter.

Das folgende Diagramm (Bild 21) zeigt den Verlauf der Schiffbautätigkeit.

Als der Faschismus am 28. Oktober 1922 zur Macht gelangte, hatte er als eine der wichtigsten Aufgaben die Reorganisation der Handelsmarine und die Förderung der Werftproduktion zu lösen.

Mit Entschlossenheit wurden mehrere Werften stillgelegt, und zwar die Arsenalen von Venedig, Pola, Neapel und noch andere Werften (insgesamt etwa zehn), die während des Krieges oder gleich nachher entstanden waren.

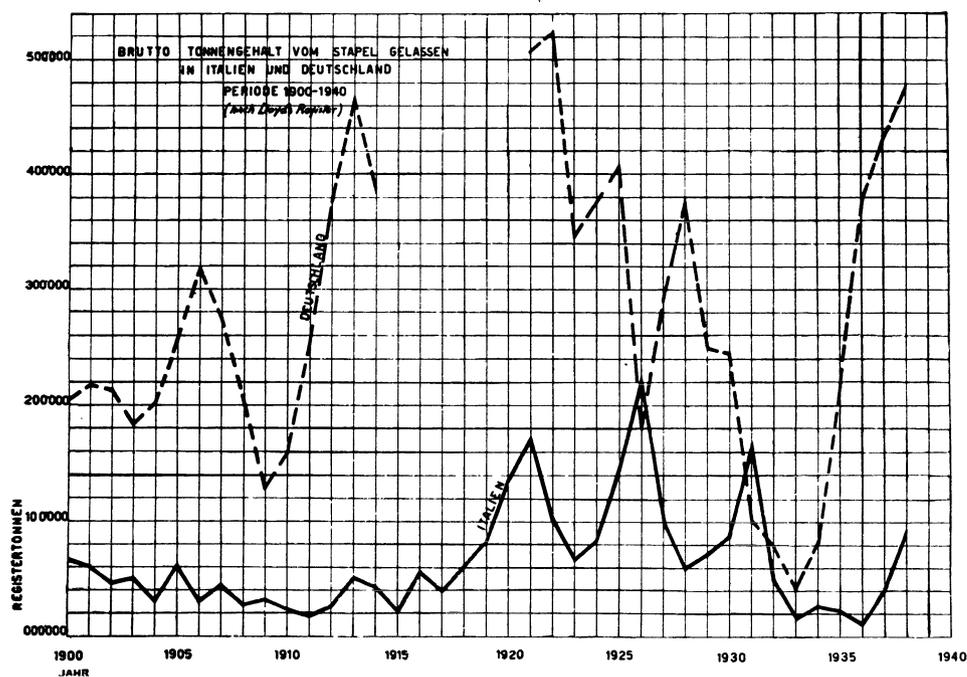


Bild 21. Diagramm zur Bautätigkeit der italienischen Werften in der Zeit von 1900–1938.

Es wurden sofort Pläne für den Wiederaufbau der Handelsmarine in Angriff genommen und Programme ausgearbeitet, um sie besser den Bedürfnissen der Nation anzupassen.

Die damalige Flotte bestand meistens aus alten Schiffen, die sich für den Dienst, zu dem sie bestimmt waren, als ungeeignet erwiesen, und deshalb erschien es zweckmäßig, die alten ungeeigneten Schiffe verschrotten zu lassen und gleichzeitig den Bau von neuen modernen Schiffen, die für bestimmte Schifffahrtslinien nötig waren, zu fördern.

Der Gesamttonnagehalt der Handelsmarine, Segelschiffe inbegriffen, begann zuzunehmen. Die Flotte, die im Jahre 1922 fast 2,9 Millionen BRT. betrug, war im Jahre 1923 schon auf über 3 Millionen BRT. angewachsen und belief sich im Jahre 1927 auf beinahe 3,5 Millionen BRT.

Die Arbeit in den Werften nahm mittlerweile langsam zu. Man baute sowohl für die italienische als auch für einige fremde Handelsmarinen, während gleichzeitig der Bau für die italienische und fremde Kriegsmarinen fortgeführt wurde.

Die italienischen Werften zeichneten sich bald qualitativ aus, und es gelang ihnen, Schiffe zu bauen, die mindestens denen anderer hervorragender Schiffbau-länder gleichkamen.

Unter der Leitung der faschistischen Regierung wurde sofort der Bau einer zahlreichen Flotte für die verschiedenen Linien im Mittelmeer in Angriff genommen: Für den Italien-Alexandrien-Passagierdienst wurden die „Ausonia“ (1928) und die „Victoria“ (1931) fertiggestellt.

Zur Neubildung der transatlantischen Flotte wurden gebaut:

- a) für den Verkehr mit Nordamerika: das Turbinenschiff „Roma“ (1926), die Motorschiffe „Augustus“ (1927), „Saturnia“ (1927), „Vulcania“ (1928) und die Turbinenschiffe „Rex“ (1932) und „Conte di Savoia“ (1932);
- b) für den Verkehr mit Südamerika: die Motorschiffe „Orazio“ (1927), „Virgilio“ (1928), „Neptunia“ (1932) und „Oceania“ (1933).

Die Weltwirtschaftskrise, die am Ende des Jahres 1929 begann, machte sich auch in Italien fühlbar, und zwar sowohl bei der Handelsmarine als auch in der Tätigkeit der Schiffswerften.

Auf Betreiben der Regierung kam man im Jahre 1931/32 zur Vereinigung der größeren Reedereien in vier Gruppen: Italia, Lloyd Triestino, Tirrenia und Adriatica. Im Jahre 1936 wurden in die vorgenannten vier Gruppen noch andere, bisher unabhängig gebliebene Schiffahrtsgesellschaften einbezogen. Eine rationelle Verteilung der Schiffahrtsdienste zwischen den einzelnen Reedereien wurde folgenderweise vorgenommen: Italia: Schiffahrtsdienst nach Nord- und Südamerika, Lloyd Triestino: Dienste über Suez nach Indien und dem Fernen Osten, Tirrenia: Schiffahrtslinien im westlichen Mittelmeer, wie auch nach Gibraltar und Nordeuropa, Adriatica: Dienste in der Adria und im östlichen Mittelmeer.

Tabelle V

Schiffstyp	Stand der italienischen Handelsflotte im September 1938													
	Alter													
	1—5 Jahre		5—10 Jahre		10—15 Jahre		15—20 Jahre		20—25 Jahre		Über 25 Jahre		Gesamt	
Anzahl	Brutto-Reg.-To.	Anzahl	Brutto-Reg.-To.	Anzahl	Brutto-Reg.-To.	Anzahl	Brutto-Reg.-To.	Anzahl	Brutto-Reg.-To.	Anzahl	Brutto-Reg.-To.	Anzahl	Brutto-Reg.-To.	
Passagier-Schiffe	1	82	11	153 378	15	221 302	6	39 392	8	47 593	17	9 004	58	470 751
Fracht-Passagier-Schiffe	6	5 998	34	72 598	42	171 457	28	177 231	14	49 513	68	152 179	182	628 976
Frachtschiffe	5	17 007	13	62 043	44	193 013	155	618 167	72	247 681	249	559 004	538	1 696 915
Tankschiffe	2	6 850	6	29 692	11	45 903	20	85 239	13	54 400	46	148 962	98	371 046
Prozentsatz des Gesamten	14	29 937	64	317 711	112	631 675	209	920 029	107	399 187	370	869 149	876	3 167 688
Fracht-Passagier-Schiffe, Fracht-Schiffe u. Tanker (Passagier-Schiffe ausgenommen).		0,9%		10,1%		19,9%		29,1%		12,5%		27,5%		100%
Prozentsatz des Gesamten	13	29 855	53	164 333	97	410 373	203	880 637	99	351 594	353	860 145	818	2 696 937
		1,1%		6,1%		15,2%		32,6%		13,1%		31,9%		100%

Zu einem gewissen Zeitpunkt nahm die neue Krisis der Werften einen geradezu besorgniserregenden Verlauf, so daß das I.R.I. (Institut für den industriellen Wiederaufbau) im Jahre 1935 zu dem Entschluß kam, einen fachmännischen Ausschuß zu wählen, mit der Aufgabe, die Lage der nationalen Werften zu untersuchen und die notwendigen Mittel zu ihrem Wiederaufbau ausfindig zu machen.

Die Folge davon war, daß von den vier bestehenden größeren Werftgruppen, nämlich Ansaldo, Cantieri Riuniti dell' Adriatico, Odero Terni Orlando und Piaggio, die ersten drei zusammen mit anderen kleineren Unternehmen der I.R.I.-Kontrolle unterstellt wurden.

Als die Periode des Niedergangs überstanden war, blühte die Tätigkeit der Werften, die durch angemessene Gesetzesbestimmungen unterstützt wurde, wieder auf, und neue Schiffe konnten der Handelsmarine übergeben werden.

Es wird nun interessant sein, einen neuen Blick auf das Diagramm Bild 21 zu werfen, welches nach der Statistik des Lloyd's Registers, den Verlauf der Schiffsneubauten anzeigt. Ebenso wollen wir inen Augenblick nochmals das Diagramm des Bestandes der italienischen Handelsflotte uns ansehen, um dessen Verlauf in den letzten Jahren zu untersuchen. Darin werden wir die Perioden der Krisis und die des besseren Standes des Schiffbaues erkennen.

Endlich ist interessant, vorstehende Tabelle V anzusehen, die den Bestand der italienischen Handelsflotte im September 1938 zeigt und aus der auch die Notwendigkeit einer teilweisen Erneuerung des veralteten Schiffsmaterials klar ins Auge fällt.

Im selben Jahre (1938) bereitete die Regierung im Einverständnis mit den unter staatlicher Aufsicht stehenden Reedereien und mit den unabhängigen Reedern ein erstes Programm für die Schiffsneubauten vor, das wir im folgenden betrachten.

Für die Flotte der Gesellschaften der Finmare-Gruppe war der Bau von 44 Schiffen verschiedenen Typs mit einem Gesamtraumgehalt von 250 000 BRT. vorgesehen, und zwar:

Tabelle VI

Gesellschaft	Anzahl der Schiffe	Brutto-Register-tonnen
„Italia“	9	86 000
„Lloyd Triestino“	13	82 000
„Tirrenia“	17	43 000
„Adriatica“	5	39 000
	<u>44</u>	<u>250 000</u>

Darunter sind drei Passagierschnelldampfer zu zählen, nämlich: 1 Motorschiff von 5000 BRT. für den der Adriatica nach dem östlichen Mittelmeer zugewiesenen Dienst; 1 Motorschiff mit ungefähr 15 000 BRT. für den Lloyd Triestino für den Luxus-Eildienst nach dem Fernen Osten; 1 Motorschiff mit ungefähr 12 000 BRT. für den von der Adriatica unterhaltenen Expreßdienst Europa-Ägypten.

Die Frachter für die Italia und den Lloyd Triestino sind Shelterdeckschiffe von 9000 t Tragfähigkeit, 18,3 kn Geschwindigkeit bei halber Ladung; die der Adriatica und Tirrenia sind auch Shelterdecker von 4200 t Tragfähigkeit und 16,75 kn Geschwindigkeit.

Für die freie Handelsmarine wurde ein erstes Mindestprogramm für 500 000 BRT. ausgearbeitet. Dies fand sogleich eine praktische Durchführung durch Inbaunahme von 35 Schiffen, die folgendermaßen verteilt waren:

Tabelle VII

4	Motorfrachter zu 9 500 t Tragfähigkeit und 17 kn Geschwindigkeit auf Probefahrt für die „Soc. An. Cooperativa Garibaldi“, Genua;
6	Motorschiffe zu 10 000 t Tragfähigkeit und 16 kn Geschwindigkeit auf Probefahrt für die „Sidarma“ Fiume;
3	Motorschiffe zu 8 600 t Tragfähigkeit und 16 kn Geschwindigkeit, zwei für die Schiffahrtsgesellschaft „Alta Italia“ und eines für die Schiffahrtsgesellschaft „Odero“, Genua;
12	Motorschiffe zu 10 000 t Tragfähigkeit und 16 kn Geschwindigkeit für die Frachtschiffsreedereien „A. Lauro“, „Comp. Commerciale di Navigazione“, „Ing. G. B. Bibolini“, „A. T. Rosasco“, „S. A. Industria Armamento“ (Reeder Ravano); „Luigi Pittaluga Vapori“, „Andrea Zanchi“, „S. A. di Navigazione Corrado“, „Giacomo Costa fu Andrea“, „Polena S. A.“ Reeder Corrado), „I.N.S.A.“ (Reeder Gavarone) usw.
2	Tankmotorschiffe zu 12 200 t Tragf., 13 kn Geschwindigkeit für Reeder A. Lauro;
3	Motorschiffe zu 500 t Tragfähigkeit für die „S. A. di Navigaz. Eritrea“;
3	Tankmotorschiffe zu 14 500 t Tragfähigkeit, 14 kn Geschwindigkeit für die „A. G. I. P.“;
2	Fisch-Motorschiffe zu 1 500 t Tragfähigkeit für die „Genepesca“.

Dieser neue Aufstieg der Handelsmarine und des in den nationalen Werften betriebenen Schiffbaus wurde nur durch das Zusammenarbeiten der verschiedenen Wirtschaftsgruppen in den staatlichen Korporationen und durch die nationale Disziplin ermöglicht, die eine vollkommene Ordnung in jeder Tätigkeit des Landes sicherstellte.

Nach den in letzter Zeit bei der zugehörigen Körperschaft vorgenommenen Studien bei der Entwicklung der autarken Pläne in den verschiedenen Zweigen der nationalen Wirtschaft wurde festgestellt, daß Italien nach dem Kriege über eine viel größere Handelsflotte als die gegenwärtige verfügen müsse, und zwar ungefähr wie folgt:

Tabelle VIII

Schiffsgattung	Zukünftige Flotte in Groß-Reg.-To.	Flotte 1939 in Groß-Reg.-To.
Flotte der „Finmare“ (Italia, Lloyd Triestino, Tirrenia, Adriatica)	2 000 000	1 300 000
Freie regelmäßige Schiffahrtslinien	500 000	250 000
Tankschiffe	800 000	450 000
Andere Spezial-Schiffe	500 000	200 000
Gewöhnliche Frachter	5 200 000	1 300 000
	<u>9 000 000</u>	<u>3 500 000</u>

Zur Verwirklichung dieses Programmes, das z. T., wie wir gesehen haben, schon in die Tat umgesetzt worden ist, würde eine Zeitspanne von zehn Jahren vorgesehen. Eine entsprechende Organisation schien auch unbedingt notwendig. Sie befindet sich schon in voller Entwicklung.

Gegenwärtig hat natürlich dieses Programm eine zeitliche Unterbrechung oder Abweichung erleiden müssen, um den Kriegsanforderungen Genüge zu leisten, aber der Geist und der Arbeitsrhythmus, es zur rechten Zeit fortzusetzen, bleiben unverändert bestehen.

Die Schiffstypen werden, was Größe, Geschwindigkeit usw. anbelangt, vereinheitlicht, besonders aber werden Teile des Schiffskörpers, der Maschinen und der Ausrüstung genormt.

Die Normung im Schiffbau wird vom UNAV (technisches Amt für die Normung auf dem Gebiete des Schiffbaus) eingeleitet, und sobald sie von den dazu bestimmten Ausschüssen angenommen ist, werden die dazugehörigen Tabellen seitens des UNI (Amt für italienische Normung) veröffentlicht, die dann obliga-

terisch werden. Wir bemerken, daß dieser Vorgang ungefähr demjenigen entspricht, der auch in Deutschland im HNA und DIN angewendet wird.

Die Werft- und Maschinenbauanstalten sollen erweitert und vervollkommen werden, um die modernsten Erfahrungen über Wirtschaftlichkeit in die Produktion und besonders in die Massenerzeugung einführen zu können.

Gleichzeitig werden auch die Hüttenwerke für die Herstellung von Schiffbaustahl erweitert.

In einer großen Entwicklung sind auch diejenigen Werke begriffen, die sich in der Erzeugung von Schiffsausrüstungsteilen spezialisiert haben und mutig den Weg der Autarkie beschreiten.

Die Bauarbeit wird nach Schiffstypen auf die verschiedenen Werften verteilt, dabei werden die Leistungsfähigkeit, die verfügbaren Mittel und die in der vergangenen Zeit erworbene Erfahrung der einzelnen Unternehmen berücksichtigt.

Jetzt sehen wir uns an, wie die Arbeit in den verschiedenen Werften vor sich geht, und wir werden viel Interessantes dabei finden.

Im allgemeinen wird auf fast allen italienischen Werften die Außenhaut auf dem Schnürboden nach sehr rationalen Methoden gänzlich abgewickelt. Es werden Holzlatten, auf denen alle vom Schnürboden abgenommenen Maße, Lagen von Nietlöchern, Absätzen, Kröpfungen usw. aufgetragen sind, ferner ebene Holz- oder Pappschablonen und für kompliziertere Teile auch räumlich gebildete, käfigartige Holzmodelle hergestellt, so daß die Werkstatt schon vor der Kiellegung imstande ist, alle Schiffsteile fertig zuzuschneiden, zu lochen, zu bohren, zu versenken und so für die Montage bereit zu halten, ohne daß es nötig wäre, an Ort und Stelle Aufmaße zu nehmen.

Die teilweise Zusammenstellung der Schiffsteile in der Werkstatt oder im Freien hat sich zuletzt als sehr vorteilhaft erwiesen und wird nun so weit gefördert, daß man Schiffsteile von beträchtlichem Gewicht zusammenfügen kann.

Zu diesem Zweck ist man heute gezwungen, die Hebezeuge in den Werften zu erneuern, um Schiffsteile von 20 und mehr Tonnen einsetzen zu können.

Die elektrische Schweißung wird sowohl beim Zusammenbau des Schiffskörpers als auch bei der Anfertigung von Ausrüstungsteilen ausgiebig angewandt.

Die Verwendung von Spezialstahl hoher Festigkeit ist gewöhnlich auf die am stärksten beanspruchten Teile des Hauptlängsverbandes der großen schnellen Passagierschiffe beschränkt; so wurde er auf den transatlantischen Schiffen „Saturnia“, „Rex“, „Conte di Savoia“ usw. angewandt.

Für die Inneneinrichtungsgegenstände hat sich neuerdings die Verwendung von Leichtmetalllegierungen, Kunstharz- und Zellstoffmaterialien immer mehr durchgesetzt.

Im allgemeinen kann man noch sagen: Der moderne, schräg ausfallende, abgerundete Vorsteven und das Kreuzerheck sind bei fast allen Schiffen üblich geworden, und überall werden, wo es möglich ist, die Aufbauten aerodynamisch geformt.

Die Steuerruder werden vielfach als „Simplex“- oder als Doppelplatten-Balanceruder hergestellt.

III. Entwicklung des Schiffsmaschinenbaus in Italien

Nach Einführung der Dampfkraft als Treibmittel auf Schiffen mußte Italien längere Zeit die Maschinen gänzlich vom Ausland beziehen. Tatsächlich wurde auf der in Neapel (1818) gebauten „Ferdinando I.“, dem ersten Dampfschiff im Mittelmeer, eine aus England stammende Maschine eingebaut, und ebenso hatte das im Jahre 1819 in Genua auf der Werft Foce gebaute Schiff „Eridano“ eine englische Maschine. Und so ging es jahrelang fort.

Man weiß, daß das erste in Italien aus Eisen gebaute Schiff, die „Sicilia“, mit Maschinen versehen war, die aus den Orlando-Werken hervorgegangen sein sollen. Es ist aber sicher, daß schon seit ihrer Gründung die Ansaldo-Werke in

Genua, die Orlando-Werke in Livorno und die Pattison-Werke in Neapel für die auf ihren Werften gebauten Schiffe auch die Maschinen lieferten.

In Italien und auch anderswo ging man mit der Entwicklung der Antriebsmaschinen mit, und so gab es auf italienischen Schiffen im Laufe der Zeit Balancier-, oszillierende, Horizontal- und Vertikal-Verbund- und zuletzt Dreifach- und Vierfach-Expansionsmaschinen.

Im Jahre 1907 wurde in Italien bei Ansaldo nach Parsons Originalplänen die erste Schiffsturbine gebaut. Seit dann befaßten sich auch andere Werke, wie Odero, Orlando, Cantieri del Tirreno in Genua und die Mechanischen Werkstätten in Neapel, mit der Ausführung dieser Antriebsmaschinengattung. Die Franco-Tosi-Werke in Legnano, die schon Landturbinen eigener Bauart hergestellt hatten, fingen 1914 an, Schiffsturbinen mit direktem Antrieb zu konstruieren, die auf mehreren Zerstörern der italienischen Marine und auf einigen Flottillenführern der rumänischen Marine ausgezeichnete Ergebnisse erzielten.

Später, als das Zahnradgetriebe sich als das zweckmäßigste Übersetzungsmittel erwiesen hatte, fingen die Tosi-Werke wie auch die schon früher genannten Firmen an, Turbinen mit Zahnraduntersetzungsgetrieben auszuführen, für deren Bearbeitung heutzutage alle größeren italienischen Maschinenfabriken mit den nötigen Spezialmaschinen ausgerüstet sind.

Professor Belluzzo entwarf eine Aktionsturbine mit besonders gestalteter Schaufelung, mit der, unter Mitwirkung der Mechanischen Werkstätten von Neapel, der Ansaldo- und Cantieri del Tirreno-Werke, bedeutsame Antriebsanlagen ausgeführt wurden und die besonders auch auf Schiffen der italienischen Marine eingebaut wurde.

Während in Deutschland in den letzten Jahrzehnten die Kolbendampfmaschine mit Lentzsteuerung sehr verbreitet war, entwickelte in Italien Ingenieur Caprotti eine Präzisionssteuerung, die zuerst bei Lokomotiven und dann mit gutem Erfolg auch bei Schiffsmaschinen angewendet wurde. Diese Steuerung scheint besonders auf Schiffen, die häufig stoppen und die Geschwindigkeit ändern müssen, geeignet zu sein.

Im gleichen Schritt mit den Dampfmaschinen entwickelten sich auch die Kessel. Von den einfachsten Niederdrucktypen und den schottischen Zylinderkesseln mit normalem Überdruck von 12—14 at kam man zu den verschiedenartigen Wasserrohrkesseln mit 28—30 at Überdruck, die hauptsächlich in der Kriegsmarine und auf großen, schnellen Passagierdampfern verwendet werden.

Im Jahre 1937 wurde versuchsweise auf dem Dampfer des Lloyd Triestino „Conte Rosso“ eine Zusatzanlage, bestehend aus einem Löfflerkessel mit einer stündlichen Dampferzeugung von 20 t, 130 at Überdruck und 475°C Temperatur, eingebaut, die zwei Escher-Wyss-Turbinen antrieb. Die Resultate, die damit erzielt wurden, sind wirklich gut gewesen.

Als die Verbrennungsmotoren sich im Schiffsantrieb einzuführen begannen, schritten auch die italienischen Werke ohne Zögern zum Bau dieser Maschinengattung.

Die ersten italienischen U-Boote waren noch mit Benzinmotoren versehen. Sehr bald aber führten die Fiat-Werke Zweitakt-Dieselmotoren aus, die so weit vervollkommen wurden, daß sie im Jahre 1913 auf dem schon genannten für die brasilianische Marine in der Muggiano-Werft gebauten U-Boot-Mutterschiff „Ceara“ eingebaut werden konnten.

Dies war das erstemal, daß Fiat-Zweitaktmotoren auf großen Schiffen eingebaut wurden, und das Ergebnis war so befriedigend, daß man ohne weiteres sagen kann, daß dies auch entscheidend gewesen ist für die Einführung dieser Motoren auf Handelsschiffen.

Die Franco-Tosi-Werke, die schon seit mehreren Jahren Viertakt-Dieselmotoren nach eigenem Patent für Landanlagen erzeugten, zögerten nicht lange, ihre Motoren auch auf Schiffen einzubauen, und zwar zunächst auf U-Booten, bald aber auch, für kleinere Maschinenstärken, auf Handelsschiffen.

Im Jahre 1923 begann die Maschinenfabrik Sant'Andrea großzügig die Konstruktion von Dieselmotoren nach dem Patent Burmeister & Wain.

Es war ein wirklicher Erfolg. Mehrere italienische Schiffe wurden mit diesen Motoren als Haupt- oder Hilfsmaschinen ausgerüstet.

Häufig waren diese Motoren auch mit Aufladung (Supercharge) eingerichtet. Diese aber überzeugte die italienischen Techniker und Reeder nicht ganz wegen der zu hohen Gasaustrittstemperaturen und der zu hohen Beanspruchungen in den Motorbestandteilen, wodurch auch mehrmals große Schäden verursacht wurden.

Nach den mit dem doppeltwirkenden Motor auf der „Gripsholm“ von den Burmeister & Wain-Werken erzielten Erfolgen entschloß man sich auch in Italien, auf der „Saturnia“ (1927) und „Vulcania“ (1928) solche Motoren einzubauen. Gleichzeitig hatten auch die Ansaldo-Werke die doppeltwirkenden MAN-Zweitaktmotoren für die „Augustus“ in Bau (1927).

Die Fiat-Werke hatten inzwischen ihren einfachwirkenden Zweitakt-Dieselmotor vervollkommen, und es gelang ihnen dadurch, diesen Motor nicht nur in Italien, sondern auch im Ausland einzuführen. Gleichzeitig waren sie dabei, ihren doppelt wirkenden Zweitaktmotor fertig zu entwickeln.

Im Juli 1936 wurden die Original-Burmeister & Wain doppeltwirkenden Viertaktmotoren auf der „Vulcania“ durch doppeltwirkende Zweitakt-Fiatmotoren ersetzt.

Ein Jahr später wurden ebenfalls die Burmeister & Wain-Motoren aus der „Saturnia“ ausgebaut und durch die von der CRDA S. Andrea Maschinenfabrik gebauten doppeltwirkenden Zweitakt-Sulzermotoren ersetzt.

Die direkte Treiböleinspritzung wurde in Italien durch Burmeister & Wain mit den auf den beiden Fährschiffen „Scilla“ und „Cariddi“ (1929—1931) eingebauten Motoren eingeführt.

Kurz darauf wurden die Antriebsmotoren eines schon im Dienst befindlichen Lloyd-Triestino-Motorschiffes des „Himalaya“-Typs mit direkter Öleinspritzung nach dem System Lavizzari versehen, womit man vorzügliche Resultate erzielte.

Nicht lange danach führten auch die Fiat- und Tosi-Werke die direkte Treiböleinspritzung ein.

Die Franco-Tosi-Werke, welche die eigentlichen Vorkämpfer der Viertaktmotoren gewesen sind, erkannten auch den Vorteil des Zweitaktverfahrens und führten auf den in den Jahren 1929/30 gebauten 3300-t-Schiffen zum erstenmal ihre einfachwirkenden Zweitaktmotoren ein.

Man kann sagen, daß jetzt fast ausschließlich der Dieselmotor in der Handelsmarine angewendet wird, mit Ausnahme der Antriebsanlagen auf den ganz großen Passagierschnelldampfern, wo die Turbine noch immer die zweckmäßigste Lösung darstellt.

Festzustellen ist aber, daß hauptsächlich infolge des Ölmangels in Kriegzeiten die vorgenannten Richtlinien eine Abänderung erfahren müssen und daß die Dampfkolbenmaschine mit Präzisionsventilsteuerung und die Dampfturbine auf Frachtschiffen wieder zur Anwendung kommen werden.

Der elektrische Antrieb von Schiffen wurde in den italienischen Schiffbaukreisen sehr oft erörtert. Auf den Fährschiffen „Scilla“ und „Cariddi“, auf den Marineschulschiffen „Cristoforo Colombo“ und „Amerigo Vespucci“ und auf dem Marineschiff „Eritrea“ wurde der dieselektrische Antrieb mit gutem Erfolge angewandt.

IV. Schiffsschwingungen

Nun möchte ich noch zwei Probleme erwähnen, für deren praktische Lösung uns die reine Wissenschaft den Weg gezeigt hat, nämlich die Schiffsschwingungen und Rollbewegungen der Schiffe.

Dabei möchte ich nicht den Namen von Schlick vergessen, der uns für beide Probleme die Grundlösungen gegeben hat.

Nach der Einführung des Dieselmotors auf Schiffen erweckte in Italien das Problem der Schiffskörper- und Maschinenschwingungen großes Interesse, und es wurden mehrere Anordnungen getroffen und praktische Dämpfungsmittel erdacht und zur Ausführung gebracht.

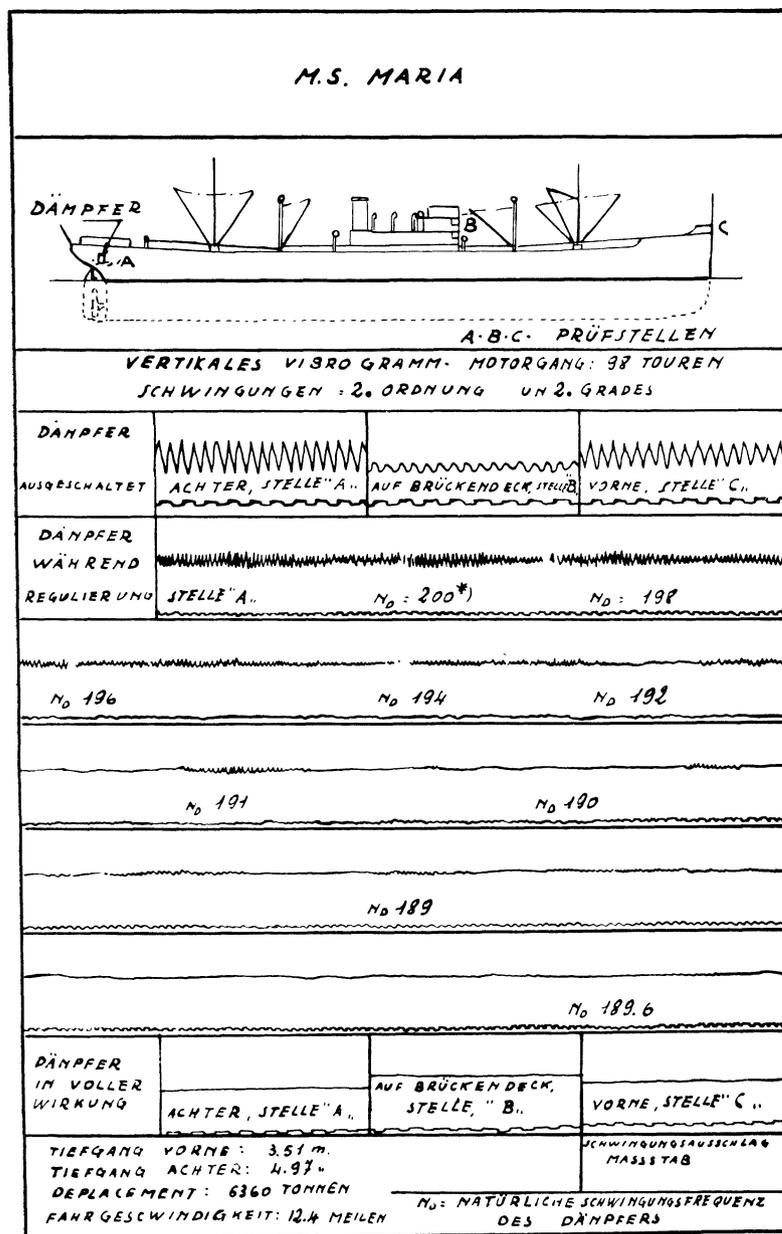


Bild 22.

Diagramm zur Schwingungsdämpfungswirkung der Vorrichtung auf dem Schiff „Maria“.

(Aus dem Aufsatz „Vibrations on Ships“ von M. Constantini)

Erwähnenswert ist die erste Loser-Dämpfungsvorrichtung, die im Jahre 1932 auf dem der damaligen Cosulich-Dampfschiffahrtsgesellschaft gehörenden 8000-t-Motorschiff „Maria“ mit gutem Erfolg angebracht wurde.

Aus dem Diagramm Bild 22 ist die Dämpfungswirkung der Vorrichtung deutlich zu ersehen.

V. Schlingerdämpfung

Nicht weniger großes Interesse erweckte in Italien das Problem der Rollbewegung. Bekannt ist das Navipendulum, das Ingenieur Russo zum Studium dieses Problems erdacht hat.

Die Schlingerdämpfung mittels des Schiffskreisels, die, vom Schlickschen Versuch auf dem „Seebär“ abgesehen, schon von manchen ausländischen Marinen auf kleineren Schiffen angewandt wurde, fand auf der „Conte di Savoia“ ihre größte Ausführung.

Das Problem ist sicher eines der kühnsten und interessantesten gewesen. Die drei auf diesem Schiff eingebauten sogenannten aktiven Kreisel sind von der Sperry-Gesellschaft, New York, geliefert und im vorderen Schiffskörper eingebaut worden.

Das Gewicht der rotierenden Masse jedes einzelnen Kreisels beträgt 100 t, und die Tourenzahl ist 900—1000 je Minute.

Die Ergebnisse sind aber nicht so gut gewesen, wie man erwartet hatte.

Wenn die See quer zum Schiff kommt, wirken die Kreisel vorzüglich, und die Rollbewegung wird tatsächlich fast ganz beseitigt.

Wenn dagegen die See von achtern, und zwar unter einem gewissen Winkel zur Schiffslängsachse, kommt, so wird die Rollbewegung stärker, und in diesem Fall müssen die Kreisel abgestellt werden (Bild 23).

VI. Erzeugungsstätten

Gegenwärtig haben wir in Italien folgende wichtige Industriezentren:

Schiffswerften

I. R. I.-Gruppe:

Ansaldo A.-G., Genua
 Cantieri Riuniti dell'Adriatico, Triest
 Odero Terni Orlando, Muggiano, Livorno
 Cantieri del Quarnaro, Fiume
 Navalmeccanica A.-G. (vormals Marinearsenal Castellamare und Pattison-Werften), Neapel

Piaggio-Gruppe:

Cantieri Navali Riuniti, Ancona, Palermo
 Cantieri del Tirreno, Riva Trigoso

Andere Anstalten:

Franco Tosi, Taranto
 E. Breda, Venedig-Mestre

Haupt- und Hilfsmaschinenfabriken

Ansaldo A.-G., Genua (Dampfanlagen und Verbrennungsmotoren)
 Cantieri Riuniti dell'Adriatico, S. Andrea, Triest (Dampfanlagen und Verbrennungsmotoren)
 Fiat, Turin (nur Verbrennungsmotoren)
 Odero Terni Orlando, Genua, Sestri und Livorno (Dampfanlagen und Verbrennungsmotoren)
 Franco Tosi, Legnano (Dampfmaschinen und Verbrennungsmotoren)
 Cantieri Navali Riuniti, Ancona und Palermo (Dampfanlagen und Verbrennungsmotoren)
 Cantieri del Tirreno, Riva Trigoso (Dampfanlagen)
 Navalmeccanica, Neapel

Elektromaschinenfabriken

Ansaldo S.A., Genua
 Cantieri Riuniti dell'Adriatico, Triest
 Tecnomasio Italiano (vormals Brown Boveri)

4 SCHRAUBEN TURBINEN-DAMPFER „CONTE DI SAVOIA“
DER AKTIEN-SCHIFFFAHRTSGESELLSCHAFT „ITALIA“.

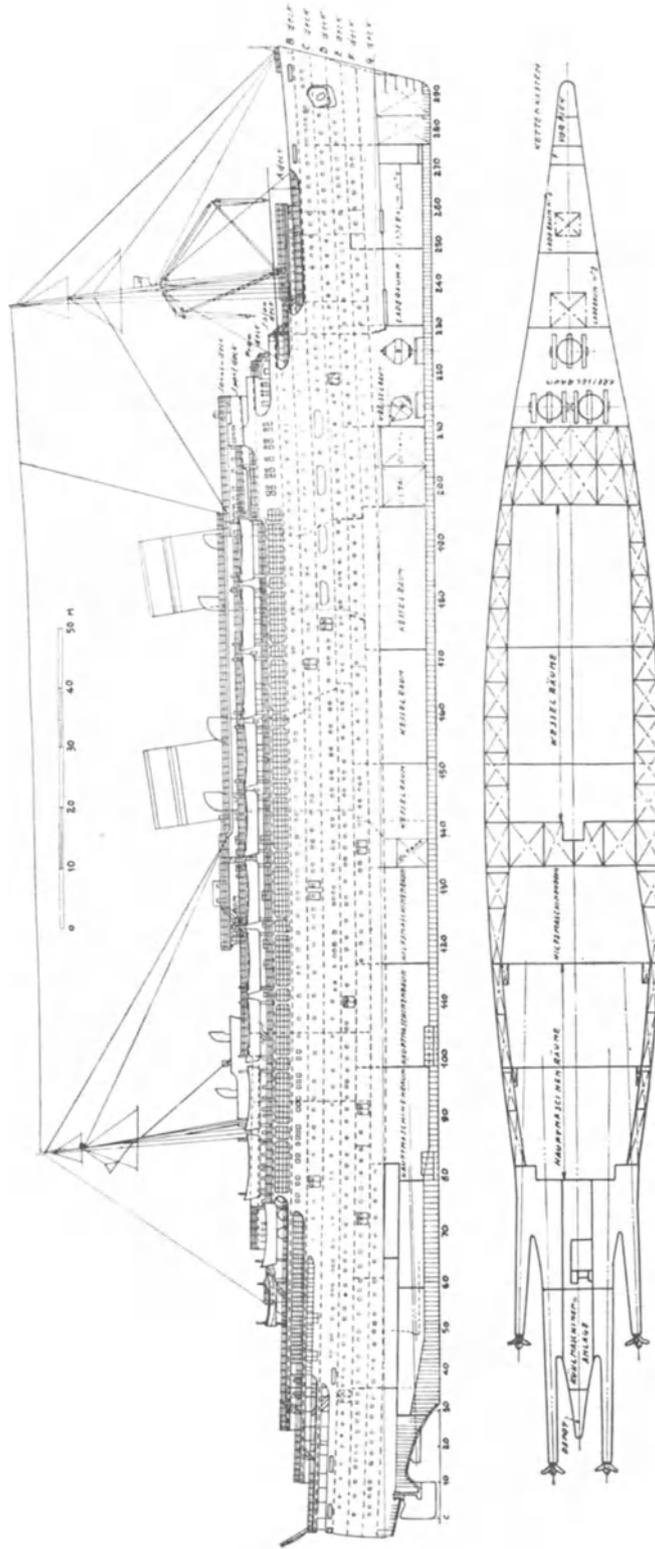


Bild 23. Die „Conte di Savoia“.

Hauptdimensionen:

Länge an der W.L. (9,25 Tiefgang).....	244,10 m	S.-Höhe zum Hauptdeck (Promenade Deck)	24,35 m
Breite an der W.L.	29,20 m	Tiefgang (von Oberkante Kiel)	9,25 m
		Spant zwischen $\frac{3}{5}$ L. — $\frac{1}{2}$ L. Achter	
		Breite am Deck „B“	29,20 m
		S.-Höhe zum Schottdeck („D“)	13,75 m

E. Marelli S. A., Mailand
 San Giorgio A.-G., Genua
 Officine di Savigliano
 Compagnia Generale di Elettrocita (CGE)
 und andere kleinere Anstalten.

Elektrische Kabel werden besonders von Soc. It. Pirelli, Mailand, von der C.E.A.T., Turin, und der A.-G. V. Tedeschi & Co., Turin, hergestellt.

Werkstätten für die Erzeugung von Ausrüstungsteilen und Vorrichtungen

Mehrere Firmen haben sich in der Herstellung von Ausrüstungsanlagen, Vorrichtungen und Zubehörteilen spezialisiert, so daß dadurch den Anforderungen der gesamten italienischen Schiffbauindustrie Genüge geleistet werden kann.

So gibt es Spezialfirmen zur Erzeugung und Lieferung von Ankerspillen, Verholspillen, Steuermaschinen, Heizungs- und Kühlanlagen, Anlagen für natürliche und künstliche Lüftung, von Ausstattungsgegenständen und Deckausrüstungsteilen (Anker, Ketten, Trossen, Magnetkompassen, Sextanten), von Befehlsübermittlungsapparaten und Einrichtungen, die zur Sicherheit des Schiffes dienen (Feueranzeige- und Feuerlöschapparate, Boots Davits, Rettungsboote usw.), von Einrichtungen für die verschiedenen Dienste an Bord (Personen- und Lastaufzüge, Signalmittel, sanitäre Einrichtungen, Küchen usw.).

Unter diesen Firmen verdienen besondere Erwähnung die San Giorgio S. A., Genua, für die Lieferung von elektrischen Maschinen, Steuermaschinen, besonders mit hydroelektrischem Antrieb, von Befehlsübermittlungs- und optischen Apparaten; ferner die Termomeccanica, La Spezia, für die Lieferung von elektrischen Maschinen, Pumpen, Lüftungs- und Kühlanlagen.

Nun wollen wir uns ein wenig bei einigen der wichtigsten Anstalten aufhalten und beginnen mit:

1. Ansaldo S. A.

Der Ursprung der Ansaldo-Anlagen geht auf das Jahr 1853 zurück, als Ingenieur Giovanni Ansaldo in Sampierdarena eine kleine Reparatur- und Maschinenbauwerkstatt aufkaufte.

Im Jahre 1886 begann die Tätigkeit der Werft in Sestri Ponente.

In den ersten Jahren dieses Jahrhunderts wurde Ansaldo in eine Aktiengesellschaft umgewandelt, und es begann jene große Entwicklung, die die Anforderungen der Gegenwart und der Zukunft notwendig machte. Sie errichtete neue Werkstätten und ging endlich zur Durchführung eines weitreichenden industriellen Programms über. Werkstätten für die Herstellung von Geschützen und Panzerplatten, die das eigentliche Rückgrat einer Kriegsindustrie bilden, wurden errichtet.

Nach der während des Weltkrieges gemachten Anstrengung mußte nun Ansaldo ein gewaltiges Problem lösen. Es galt, die Gesamtheit ihrer für den Krieg errichteten Anlagen der Friedensindustrie anzupassen.

Die Staatskontrolle durch das I. R. I., die 1935 vom Duce selbst angeregt wurde, ermöglichte die Durchführung des weitreichenden Erneuerungs- und Ausbauprogramms, das jetzt nahezu durchgeführt ist.

Gegenwärtig besitzt die Gesellschaft neun große Werke, deren Produktion alle wichtigen Gebiete der nationalen Wirtschaft umfaßt, und zwar Handels- und Kriegsschiffbau, Bau von Haupt- und Hilfsmaschinen für Kriegs- und Handelsschiffe und Fischerboote, Bau von elektrischen Maschinen jeder Art und Leistung, Erzeugung von Kriegsmaterial, Bau von Eisen- und Straßenbahnwagen, Erzeugung von Werkzeug- und Präzisionsmaschinen, Herstellung von autarkischen Leichtmetall-Legierungen usw.

Die Schiffswerft wurde in der Neuzeit vollständig neu aufgebaut und mit den modernsten Bearbeitungs- und Hebemitteln ausgestattet. Sie besitzt zehn Hallen zum Bau von Schiffen jeder Größe.

Für den Bau von kleineren Schiffen und Fahrzeugen hat Ansaldo in letzter Zeit eine besondere Werft errichtet mit genügender Anzahl von Baustapeln, um mehrere Einheiten gleichzeitig bauen zu können.

Seit ihrer Gründung hat Ansaldo über 300 Schiffe gebaut, darunter 195 Kriegsschiffe mit einer Gesamtverdrängung von 332 000 t, im übrigen Handelsschiffe mit einem gesamten Bruttoreumgehalt von über 420 000 BRT.

Wertvolle Schiffe wurden gebaut, sowohl für die italienische als auch für ausländische Kriegs- und Handelsmarinen.

Darunter seien die beiden Schlachtschiffe von 35 000 t Verdrängung „Littorio“ und „Impero“, die Turbinenschiffe „Roma“, „Ausonia“ und „Rex“ und das Motorschiff „Augustus“ erwähnt.

Die Ansaldo-Maschinenfabriken haben außer den Maschinen für die auf der Ansaldo-Werft gebauten 300 Schiffe auch zahlreiche Maschinen für Schiffe geliefert, die auf anderen Werften gebaut wurden.

Diese Werke erzeugen Dampfturbinen und Dieselmotoren, Kessel aller Art und Größe sowie Schiffhilfsmaschinen, Übersetzungsgetriebe, Schiffsschrauben, Schiffswellen usw.

In letzter Zeit hat sich Ansaldo auf die Erzeugung von gekröpften Wellen spezialisiert, die auch an andere italienische Maschinenfabriken geliefert werden.

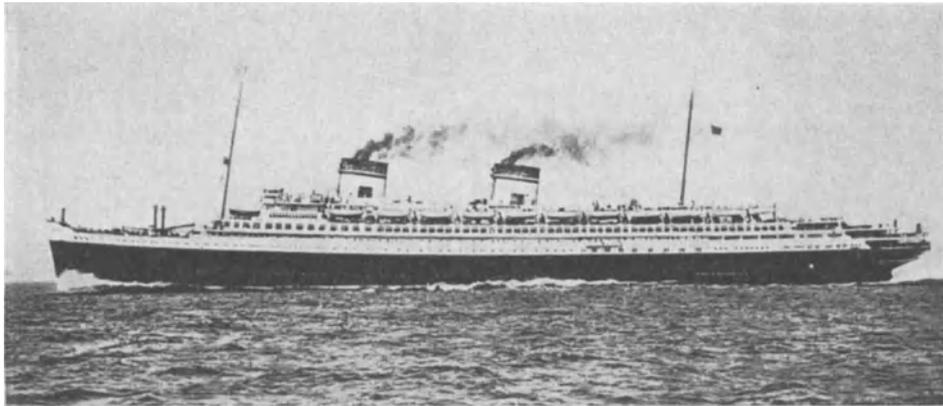


Bild 24. Die „Rex“.

Aus den Ansaldo-Werken gingen die ersten in Italien nach Parsons Originalzeichnungen ausgeführten Schiffsturbinen hervor, die auf dem Kreuzer „San Marco“ (1907) eingebaut wurden.

Die für die „Roma“ gelieferte Maschinenanlage besteht aus acht Turbinen, welche paarweise auf vier Schrauben wirken und dem Schiff eine Geschwindigkeit von 22 kn erteilen.

Auf der „Ausonia“ wurde eine Turbinenanlage eingebaut, bei der stark überhitzter Dampf von 28 at Überdruck verwendet wurde.

Typisch ist die Anwendung des Dieselmotors auf der „Augustus“, die bis 1936 das größte Motorschiff der Welt war. Die Anlage bestand aus vier doppeltwirkenden Zweitaktmotoren von insgesamt 28 000 PS, die nach Originalplänen der MAN ausgeführt wurden.

Für Kriegsschiffe werden Turbinen des Belluzzo-Typs gebaut.

Die für die „Rex“ gebaute Maschinenanlage wurde besonders konstruiert, um den Anforderungen einer höheren Geschwindigkeit zu entsprechen: Gesamtleistung 140 000 PS, auf vier Wellen verteilt.

Im August 1933 wurde der „Rex“ das Blaue Band zugesprochen. Die mittlere Geschwindigkeit von Genua nach Gibraltar betrug 28,63 kn und von Gibraltar bis zum Ambrose-Feuerschiff 28,92 kn.

Die größte an einem Tage zurückgelegte Strecke betrug 736 Meilen bei einer mittleren Geschwindigkeit von 29,61 kn (Bild 24, 25 26).

2. Cantieri Riuniti dell' Adriatico

Sie bestehen hauptsächlich aus der Werft San Marco in Triest, der Werft von Monfalcone und der Maschinenfabrik S. Andrea.

Werft San Marco (ehemalige Stabilimento Tecnico Triestino)

Gegründet im Jahre 1840, erweitert in den Jahren 1919, 1926 und 1930. Diese Werft verfügt gegenwärtig über vier Hellinge zum Bau von Schiffen bis zu 280 m Länge.

Bis 1920 wurden 171 777 BRT. an Handelsschiffen vom Stapel gelassen und 318 759 t Verdrängung an Kriegsschiffen, davon 12 Panzerschiffe und im ganzen 35 Zerstörer, Torpedoboote und Monitore in der Zeit von 1900 bis 1912.

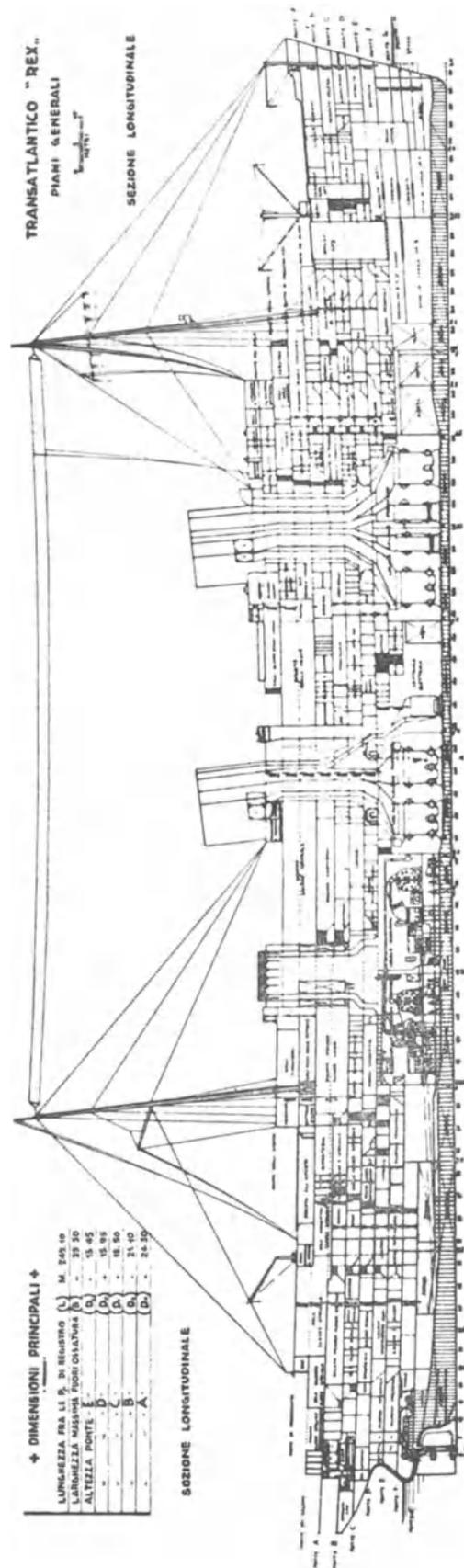
Seit 1920 wurden die Kreuzer „Trieste“, „Fiume“, „Cadorna“, „Attendolo“ und „Garibaldi“ und die 35 000-t-Schlachtschiffe „Vittorio Veneto“ und „Roma“ gebaut.

Unter den 79 Handelsschiffen von insgesamt 335 110 BRT., die zwischen 1920 und 1940 gebaut wurden, sind zu erwähnen: der Ozeandampfer „Conte Grande“ von 26 661 BRT., das Motorschiff „Victoria“ von 13 062 BRT., das mit 23 kn das schnellste Motorschiff der Welt darstellte, und der Ozeandampfer „Conte di Savoia“ von 48 500 BRT. und 29 kn Geschwindigkeit.

Für Schweden wurde das Fracht- und Fahrgast-Motorschiff „Vega“ mit 7 700 BRT. gebaut (Bild 27, 28).

Monfalcone-Werft

1908 gegründet, während des Weltkrieges 1915/18 gänzlich zerstört, wurde diese Werft nach dem Kriege, nach modernsten Grundsätzen wieder aufgebaut. Gegenwärtig verfügt die Werft über neun Hellinge bis zu einer Länge von 180 m. In der Periode von 1920 bis 1940 baute diese Werft 166 Schiffe mit einem



(Aus „La Mariana italiana“)

Bild 26. Längsschnitt der „Rex“.

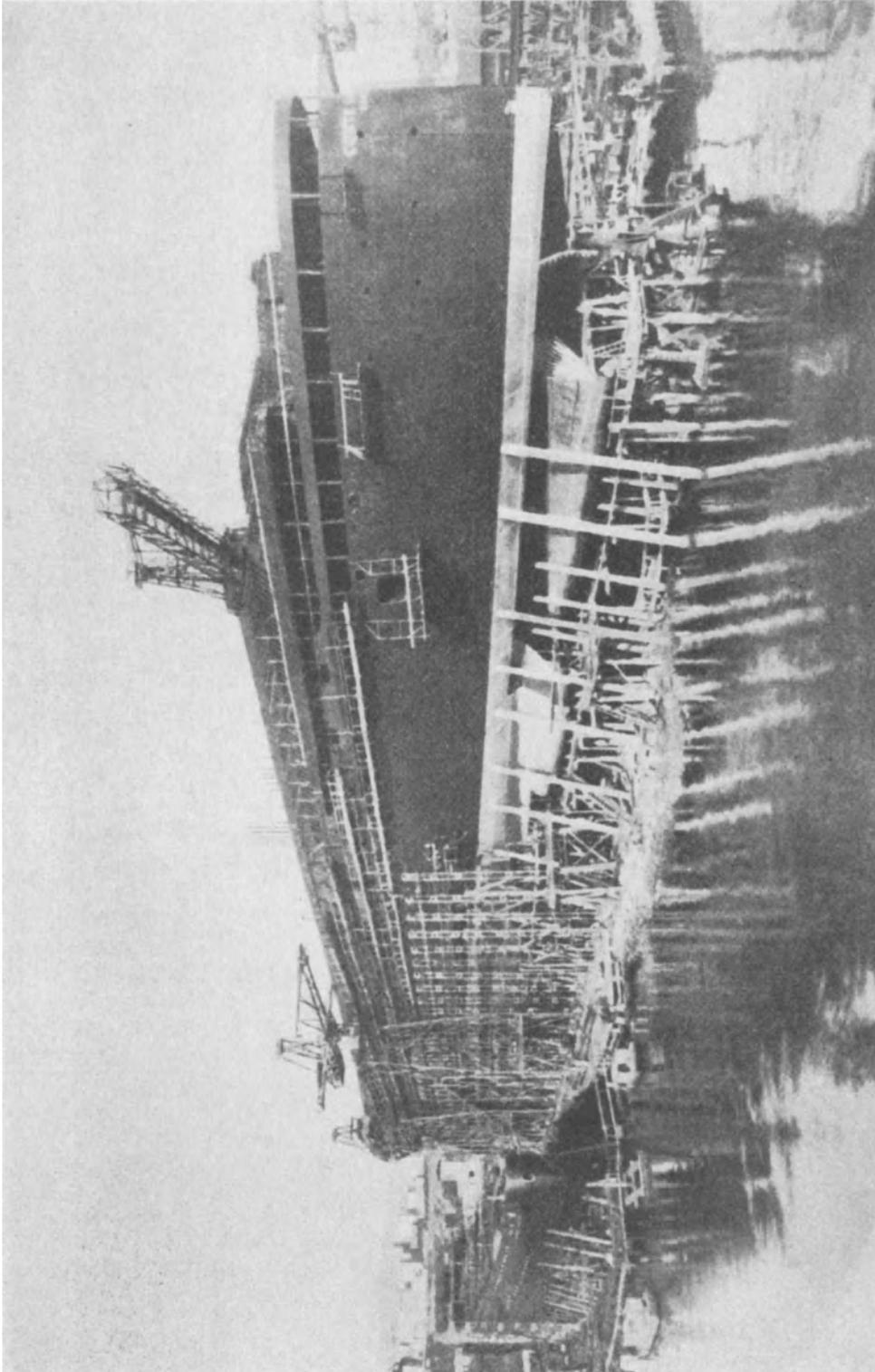


Bild 27. Die „Conte di Savoia“ auf dem Stapel.

Hauptdimensionen:

Länge an der W. L. (9,25 Tiefgang)	244,10 m	Seitenhöhe zum Schottdeck („D“)	13,75 m
Breite der W. L.	29,20 m	Seitenhöhe zum Hauptdeck (Promenadendeck)	24,35 m
Breite am Deck „B“	29,20 m	Tiefgang (von Oberkante Kiel)	9,25 m

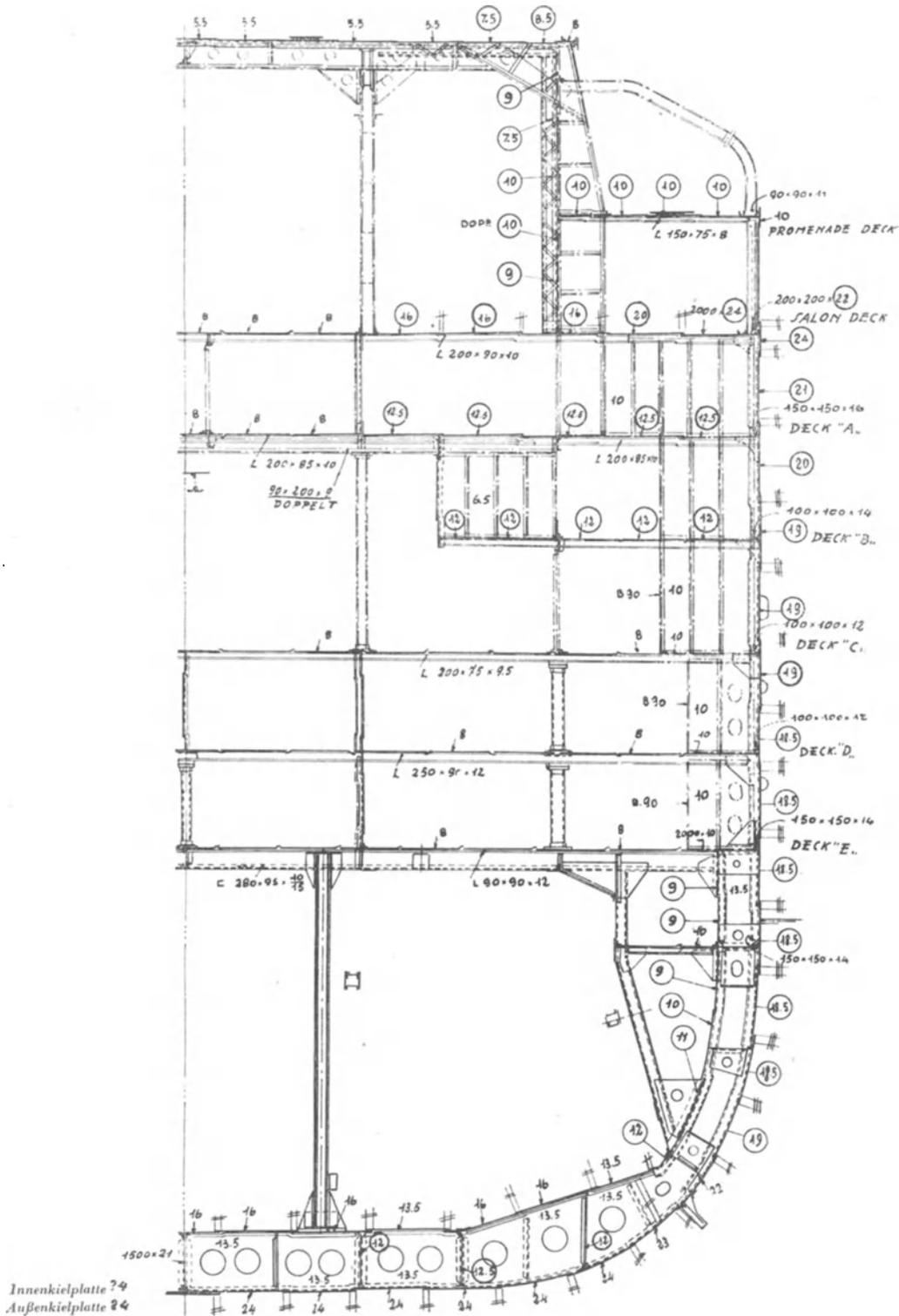


Bild 28 a Vierschrauben.Turbinendampfer „Conte di Savoia“; Hauptspant

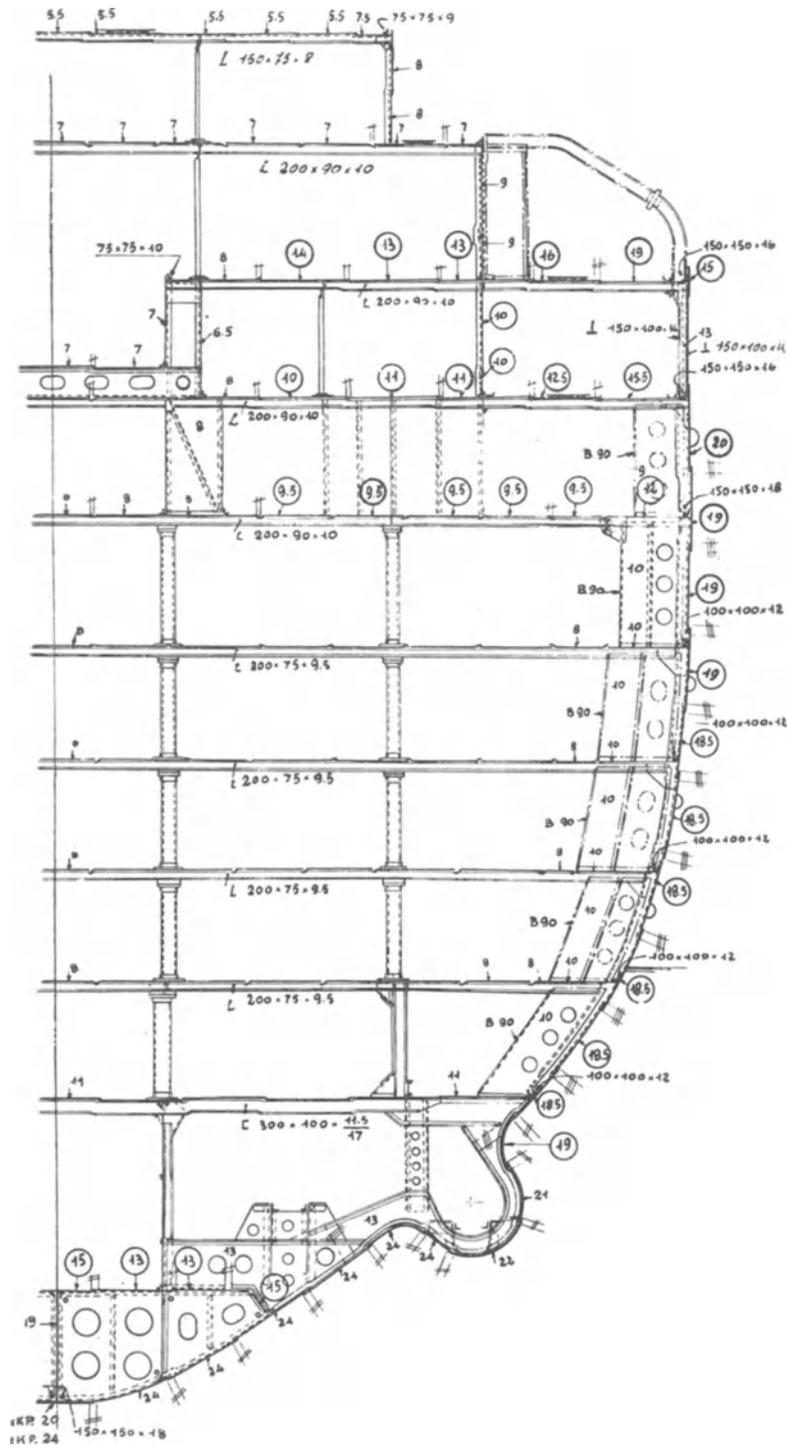


Bild 28b Vierschrauben-Turbinendampfer „Conte di Savoia“; Spant zwischen $\frac{3}{5}$ L — $\frac{1}{2}$ L Achter

Bruttoraumgehalt von 736103 t, darunter die „Saturnia“ und „Vulcania“ mit je 24000 BRT., die Motorschiffe „Oceania“ und „Neptunia“ mit je 19500 BRT., für Polen die zwei Motorschiffe „Pilsudski“ und „Batory“ mit je 14300 BRT. und für Schweden die „Stockholm“ mit 28000 BRT. Letzteres Schiff wurde im Januar 1939 durch Feuer vernichtet und dann mit einigen Abänderungen wiederhergestellt.

Die Werft hat sich im Tankschiffbau spezialisiert und hat 34 solcher Schiffe verschiedener Typen und Größen für ausländische Reeder gebaut.

Bis 1939 hatte die Werft über 50 Unterseeboote für die italienische und auch für einige ausländische Marinen gebaut.

Für die thailändische Marine wurden 9 Torpedoboote und 2 Minenleger gebaut.

Maschinenfabrik S. Andrea

Sie wurde im Jahre 1857 gegründet und zeichnete sich schon in den ersten Jahren nach der Gründung durch den Bau von wichtigen, zumeist für Kriegsschiffe bestimmten Antriebsmaschinen aus.

Im Jahre 1907 begann sie die Herstellung von Turbinen für Kriegs- und Handelsschiffe und im Jahre 1923 den Bau von Schiffsdieselmotoren.

In den Jahren 1924 und 1925 wurden die Motoren für die Motorschiffe „Esquilino“ und „Viminale“ gebaut, die sich gut bewährt haben.

In den Jahren 1930 und 1931 erreichte die Fabrik das Maximum der Erzeugung von Schiffsmaschinen mit 308000 und 229700 PS und rückte dadurch in der Weltproduktion von Antriebsmaschinen an die erste Stelle.

Wie schon erwähnt, baute die Fabrik im Jahre 1937 versuchsweise nach den von Witkowitz gelieferten Plänen einen Löfflerkessel für 130 at, der in die „Conte Rosso“ zum Antrieb von zwei Escher-Wyss-Turbinen eingebaut wurde.

Insgesamt wurden seit der Gründung erzeugt: Kolbendampfmaschinen von insgesamt 823890 PSi, Turbinenanlagen von insgesamt 1742350 WPS, Dieselmotoren von insgesamt 657160 WPS.

3. Odero-Terni-Orlando-Gesellschaft

Die Gesellschaft wurde im Jahre 1930 durch Vereinigung der drei Gruppen Cantieri Navali Odero, Cantieri Navali Orlando und Odero-Terni gegründet.

Schiffswerft Cantieri di Sestri ex Odero)

Sie wurde im Jahre 1846 gegründet. Die Werft war besonders für den Bau von Handelsschiffen kleineren oder mittleren Tonnengehaltes geeignet, besonders aber auch für den Bau von Torpedofahrzeugen, die hier sowohl für die italienische als auch für ausländische Marinen gebaut wurden.

In letzter Zeit wurde der eigentliche Schiffbau auf dieser Werft aufgegeben, während die Maschinenbauabteilung ziemlich erweitert und besonders zum Bau von Dampfmaschinen, Motoren und Hilfsmaschinen eingerichtet wurde.

Cantieri di Muggiano (ex Fiat-San Giorgio)

Die Werft wurde im Jahre 1885 für den Bau von großen Handelsschiffen gegründet. Unter Leitung des Ingenieurs Laurenti spezialisierte sich die Werft auf den Bau von U-Booten und gewann dadurch Weltruf.

Cantieri di Livorno (ex Orlando)

Die Werft S. Rocco (Livorno) kann sich eines sehr hohen Alters rühmen; die jetzige Werft wurde jedoch erst im Jahre 1865 gegründet.

Sie ist für den Bau von Schiffen jeden Tonnengehaltes eingerichtet und verfügt über eine Maschinenfabrik, die imstande ist, Maschinen jeder Art zu liefern. Sie besitzt ferner lange Kaianlagen, Ausrüstungswerkstätten, ein Trockendock und Aufschlepphellinge für Reparaturen.

Die Werft hat sich hauptsächlich dem Bau von Kriegsschiffen gewidmet, darunter auch mehrere für das Ausland gebaut.

Erwähnenswert ist noch eine andere Werft, die zu demselben Konzern gehört hatte, nämlich die Cantiere della Foce in Genua, die im Jahre 1931 aus städtebaulichen Gründen stillgelegt werden mußte. Diese Werft stammte aus der Zeit der Republik und wurde im Jahre 1896 von der Odero-Terni-Orlando-Gruppe übernommen.

Hier wurde das erste in Italien gebaute Eisenschiff, die „Sicilia“, im Jahre 1854 vom Stapel gelassen.

Zur Werft gehörte auch eine Maschinenfabrik, die für den Bau von Antriebsanlagen jeder Art eingerichtet war.

Bemerkenswert ist, daß in dieser Maschinenfabrik schon die Antriebsmaschine des genannten Dampfers „Sicilia“ ausgeführt wurde.

Die Werft baute viele Kriegs- und Handelsschiffe für Italien und für das Ausland, darunter die Schlachtschiffe der Königlichen Marine „Leonardo da Vinci“ und „M. A. Colonna“, und als letztes die „Almirante Brown“ für die argentinische Marine. Die Gesamtproduktion der Werften der Odero-Terni-Orlando-Gruppe belief sich seit der Gründung bis zum Jahre 1938 auf 538 Schiffe, davon 327 Kriegsschiffe mit einer Verdrängung von 460016 t und 211 Handelsschiffe mit einem gesamten Bruttoreaumgehalt von 660555 BRT.

4. Piaggio-Gruppe

Società Cantieri Navali Riuniti (Vereinigte Schiffswerften)

Die Gesellschaft wurde im Jahre 1906 gegründet, als sie die Schiffswerften von Ancona und Palermo vereinigte und umbaute und ihren Sitz in Genua nahm.

Ancona-Schiffswerft

Gegründet im Jahre 1843 als Schiffsreparaturwerkstätte, wurde sie im Jahre 1919 in eine Schiffswerft umgewandelt. Sie hat in letzter Zeit einen großen Aufschwung genommen. Auf dieser Werft wurden gebaut: 84 Passagier- und Frachtschiffe von insgesamt 80000 BRT. und 22 leichte Kriegsfahrzeuge mit einer Gesamtverdrängung von 35000 t, darunter viele für das Ausland.

In der zugehörigen Maschinenfabrik wurden Kolbendampfmaschinen mit einer Gesamtleistung von 75000 PSi gebaut und zuletzt auch Verbrennungsmotoren und Hilfsmaschinen, darunter Steuermaschinen u. dgl.

Palermo-Werft

Sie wurde von Florio im Jahre 1897 gegründet. Die Werft hat ein eigenes Trockendock. Gebaut wurden 115 Handelsschiffe von insgesamt 245000 BRT. und 16 Kriegsfahrzeuge mit einer Gesamtverdrängung von 14000 t, davon mehrere für das Ausland. Beide Werften bauen Kessel jeder Art, La-Mont-Kessel einbegriffen.

Società Cantieri del Tirreno (ehemals Società Esercizio Bacini)

Gegründet im Jahre 1889 mit dem Hauptsitz in Genua, besitzt sie eine Werkstatt und Trockendocks in Genua und eine Schiffswerft mit Maschinenfabrik in Riva Trigoso.

Genua-Werkstätten

Die Genua-Werkstätten wurden im Jahre 1889 gegründet und sind zur Zeit für umfangreiche Reparaturen und Umbauten von Schiffskörpern und Maschinenanlagen besonders eingerichtet.

Dazu gehören vier große Trockendocks. Von besonderem Interesse ist der hier ausgeführte Umbau der Schlachtschiffe „Giulio Cesare“ und „Duilio“.

Schiffswerft Riva Trigoso

Gegründet im Jahre 1898. Diese Werft hat 117 Handelsschiffe für Fahrgäste und Fracht mit insgesamt 250 000 BRT. und 19 Kriegsschiffe mit insgesamt 75 000 t Verdrängung gebaut; ferner Schwimmdocks, Ozeanfischdampfer und andere Spezialschiffe für Italien und für das Ausland.

In der Maschinenfabrik sind Dampfkolbenmaschinen von insgesamt 150 000 PSi und Dampfturbinen von insgesamt 1 800 000 WPS ausgeführt worden sowie zahlreiche Dampfhilfsmaschinen für die auf ihrer und auf anderen Werften gebauten Schiffe.

Es werden Kessel jeder Art hergestellt.

Unter den wichtigsten Schiffsbauten sind die Ozeandampfer „Principessa Mafalda“, „Esperia“, „Dante Alighieri“, „Giuseppe Verdi“ hervorzuheben.

Die Werft besitzt eine kleine Schleppversuchsanlage.

VII. Dockanlagen

Für Besichtigung, Reinigung, Anstrich und Ausbesserung der Unterwasserteile von Schiffen gibt es in den verschiedenen Häfen eine Anzahl von Trocken- und Schwimmdockanlagen. Einige von diesen Dockanlagen sind Abteilungen von Werften und Arsenalen, andere dagegen sind selbständig, und es werden die verschiedenen Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten dort im Auftrage der einzelnen Reeder von Werkstätten durchgeführt, die gewöhnlich in der Nähe der Dockanlagen liegen.

VIII. Registro Italiano Navale

Und jetzt einige Worte über die Schiffsklassifikation, die in Italien vom Registro Italiano Navale ausgeführt wird.

Gegründet im Jahre 1861, zählte das Registro Italiano im gleichen Jahr in seinem Register 1100 Segelschiffe und nur 3 Dampfer bei einem Gesamttraumgehalt von 263 489 BRT. Am Ende des Jahres 1938 besaßen dagegen 2640 Schiffe (Dampf-, Motor- und Segelschiffe mit und ohne Hilfsmotor) mit insgesamt 3 572 178 BRT. die Klasse dieser Gesellschaft.

Gegenwärtig müssen gesetzlich alle italienischen Schiffe beim R. I. N. A. klassifiziert sein.

Die höchste Klasse für ein stählernes unter Aufsicht erbautes Schiff ist „ \star 100 A1“.

Außer der reinen Klassifikation der Schiffe übt das R. I. N. A. noch die gleiche Funktion aus wie in Deutschland die See-Berufgenossenschaft.

Das R. I. N. A. ist ferner der technische Berater der Regierung in allen Angelegenheiten, welche die Handelsmarine betreffen.

Das R. I. N. A. und der Germanische Lloyd sind zu einer Verständigung gekommen, auf Grund derer bestimmte Dienstleistungen bezüglich Besichtigungen und Materialprüfungen gegenseitig von beiden Gesellschaften anerkannt werden.

IX. Versuchsanstalten für Schiffbau

Italien hat sich seinerzeit ein großes Verdienst erworben mit der Errichtung der ersten Modell-Schleppversuchsanstalt außerhalb des Ursprungslandes dieser Anstalten.

Gleich nach 1870, als die ersten Versuche von Froude in England bekannt wurden, wurde in der Werft von Castellamare bei Neapel, wo das Schlachtschiff „Duilio“ in Bau war, eine Einrichtung gebaut, die zum Schleppen von Schiffsmodellen dienen sollte. Zu diesem Zweck wurden zwei Versuchsbecken von insgesamt 45 m Länge verwendet, die sonst zur Aufbewahrung von Holz dienten (Bild 29).

Nach dem Bau der zweiten Versuchsanstalt in England (die erste war in Torquay und die zweite in Gosport erbaut) in den Jahren 1887 bis 1889 entstand

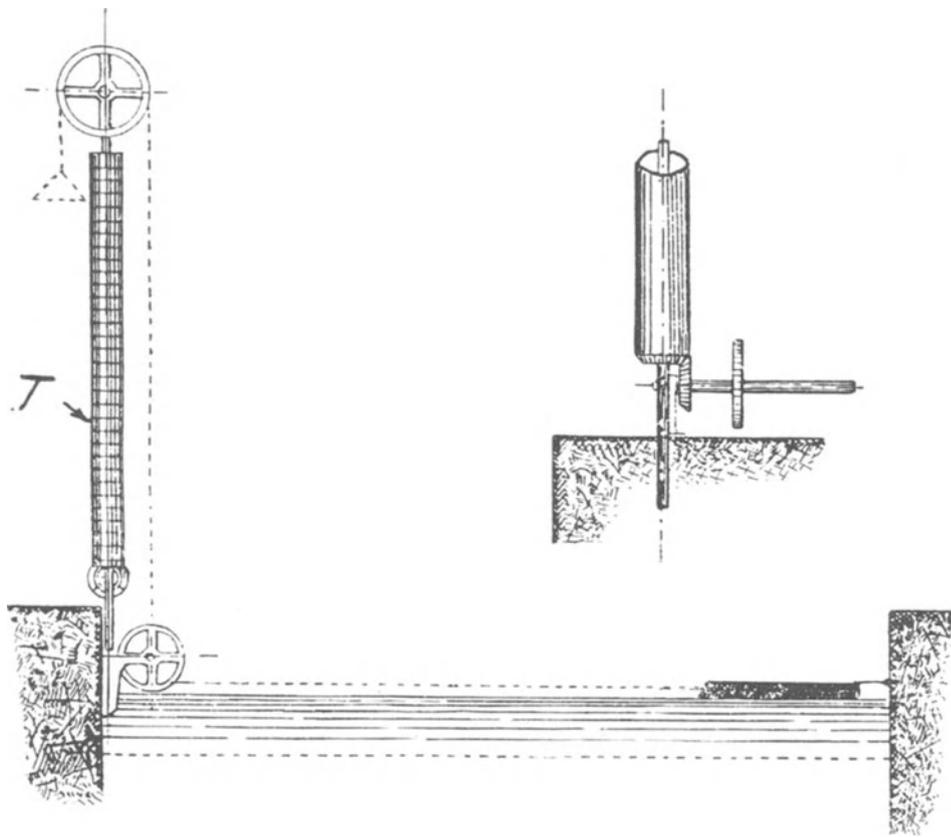


Bild 29. Schleppleinrichtung bei Castellamare.
(Aus dem Aufsätze von Prof. Fea, Annali Vasca I)

mit Einwilligung der englischen Admiralität und unter Anregung der Marineingenieure Benedetto Brin und Nabor Soliani die Versuchsanstalt in La Spezia. Die Leitung der Anstalt wurde dem Marineingenieur Giuseppe Rota übergeben, der eine umfassende wissenschaftliche Tätigkeit auf dem Gebiete des Schiffswesens entfaltete.

Das Becken in La Spezia ist 150 m lang, 6 m breit und 3 m tief. Der Wagen war aus Leichtholz gebaut (8 m Länge, 2,20 m Höhe und 6,60 m Spurweite), mit vier Rädern versehen und von einem Stahldrahtseil gezogen, das von einer Dampfmaschine angetrieben wurde. Die höchste erreichbare Schleppgeschwindigkeit-

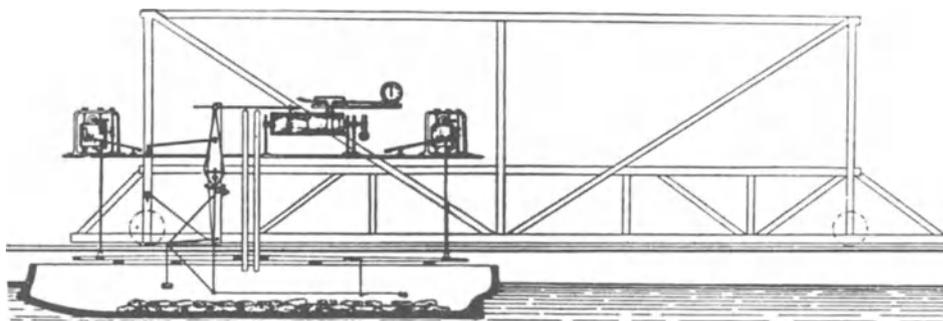


Bild 30. Schleppwagen der Versuchsanstalt in La Spezia.
(Aus dem Aufsätze von Prof. Fea, Annali Vasca I)

keit war 5 m je Sekunde. Für die Regulierung der Geschwindigkeitsstufen war ein besonderer Regler vorhanden (Bild 30).

Eine Vorrichtung zur Durchführung von Propellerversuchen nach Froude war in La Spezia von Anfang an vorhanden (Bild 31).

Im Jahre 1930 wurde die Versuchsanstalt in La Spezia umgebaut und mit modernen Antrieb- und Meßvorrichtungen von Dr. Gebers versehen.

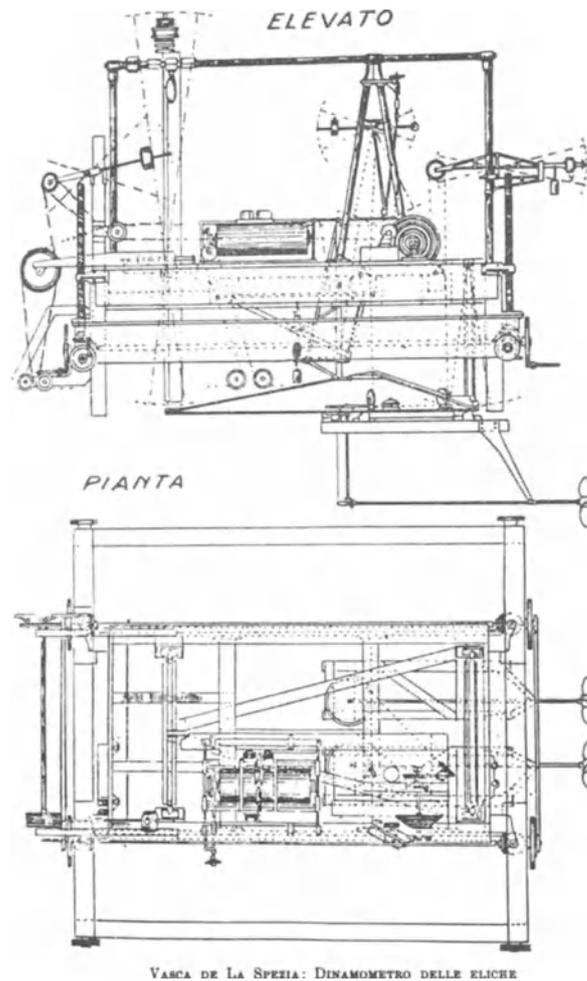


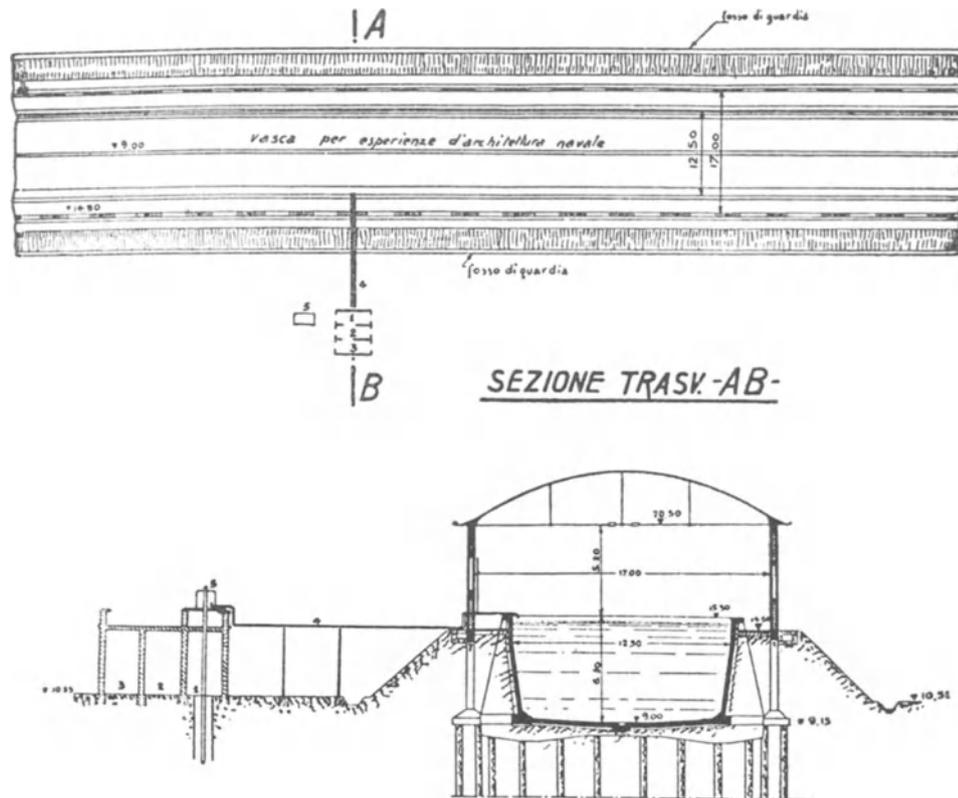
Bild 31. Vorrichtung zur Durchführung von Propeller-
Versuche in La Spezia

(Aus dem Aufsätze von Prof. L. Fea, Annali Vasca I)

Infolge der immer mehr zunehmenden Versuchsarbeit in La Spezia reichte diese Anlage nicht mehr aus, und so wurde beschlossen, eine neue Versuchsanstalt in Rom zu errichten, die im Jahre 1930 eingeweiht wurde. Die Abmessungen des Versuchsbeckens sind: 275 m Länge, 12,5 m Breite und 6,30 m Tiefe.

Auch für diese Anstalt sind die Antrieb- und Meßvorrichtungen von Dr. Gebers projiziert und geliefert worden.

Es ist zu bemerken, daß aus klimatischen Gründen die Modelle in letzter Zeit aus Holz anstatt aus Paraffin hergestellt und mit besonderen Farben angestrichen werden. Diese Methode hat sich als sehr praktisch erwiesen, und die Ergebnisse sind dadurch sehr genau (Bild 32).



- VASCA NAZIONALE DI ROMA: SERVIZIO IDRICO (PIANTA E SEZIONE)

1. Pozzo. - 2. Locale compressore piccolo. - 3. Locale compressore grande. - 4. Tubo di mandata d'acqua alla vasca. - 5. Vaschetta di smistamento

Bild 32. Versuchsanstalt in Rom.

(Aus dem Aufsatz von Prof. L. Fea, Annali Vasca I)

Ich möchte noch erwähnen, daß die Cantieri del Tirreno in Riva Trigoso bei Genua sich ebenfalls eine eigene Versuchsanstalt errichtet haben. Das Versuchsbecken ist 78 m lang, 5,53 m breit und 2,85 m tief; die Holzmodelle können mit einer Geschwindigkeit bis zu 2,5 m je Sekunde geschleppt werden.

Es sind noch andere Werften, die sich eigene Versuchstanks in einer mehr oder weniger primitiven Weise errichtet haben, und man kann sagen, daß diese für Vergleichsversuche immer von großem Nutzen sind.

X. Schulen

Endlich kommen wir zu den Anstalten für die Ausbildung des Nachwuchses im Schiffbau und beginnen mit den Hochschulen, auf denen die Diplom-Ingenieure den Titel eines Doktor-Ingenieurs erwerben können.

Die Technischen Hochschulen in Italien sind den Universitäten angegliedert. Es bestehen jetzt Fakultäten für Schiff- und Schiffsmaschinenbau an den Universitäten Genua und Neapel. Bald wird aber auch eine Fakultät für Schiff- und Schiffsmaschinenbau an der Universität Triest eröffnet werden.

Mittelschulen für Schiffskonstruktoren sind den nautischen Schulen von Genua, Triest und Palermo angegliedert. Aus diesen gehen auch die Handelsschiffsoffiziere und -ingenieure hervor.

Schulen für die Ausbildung von Lehrlingen für die verschiedenen Berufe gibt es zweierlei Art, und zwar die vom Staat erhaltenen Berufserziehungsschulen und die in den verschiedenen Werken eingerichteten und von der Industrie er-

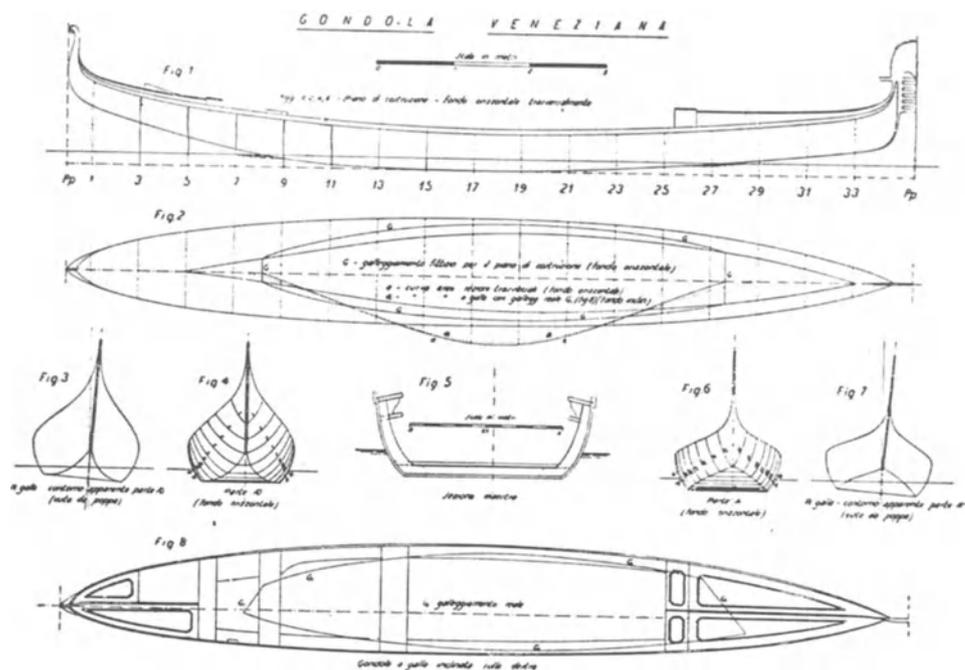


Bild 33. Konstruktionspläne einer Gondel.

(Aus dem Aufsatz von Meloncini, Anali Vasca IX)

haltenen Schulen für die Weiterbildung von Zeichnern und Werkstattunterführern sowie besondere Lehrlingsschulen.

Eine von diesen letztgenannten Schulen, die wirklich erwähnenswert ist, ist die von Ansaldo Sm. in Genua, wo für den Unterricht und für praktische Ausbildung eine vollkommen als Maschinenfabrik ausgerüstete Anstalt zur Verfügung steht.



Bild 34. Gondel in Venedig.

(Aus dem Aufsatz von Meloncini, Anali Vasca IX)

Dulcis in fundo

Zum Schluß möchte ich noch als Kuriosum auf ein typisches Vergnügungsboot hinweisen, das wir alle sicher kennen, auf dessen konstruktive Sonderheiten aber niemand besonders geachtet hat: die Gondel.

Der Bootskörper ist asymmetrisch, jedoch so präzise gebaut, daß er seinem Verwendungszweck vollkommen entspricht. Die Gondel ist stabil, gut kurshaltend, und zu ihrem Vortrieb ist nur ein sehr geringer Kraftaufwand notwendig. Man hat den Eindruck, daß sie auf dem Wasser gleitet (Bild 33, 34).

Schluß

Meine Damen und Herren, deutsche Kameraden! Mein Vortrag nimmt sicher weder für sich in Anspruch, vollständig zu sein, noch darf ich behaupten, daß alle Gesichtspunkte, die Ihnen vielleicht besonders interessant gewesen wären, behandelt worden sind. Ich kann Ihnen aber versichern, daß ich mein möglichstes getan habe, um den Beitrag Italiens auf dem Gebiete des Schiffbaues ins rechte Licht zu setzen, und ich bitte um Verzeihung für etwaige ungewollte Ungenauigkeiten.

Dieser Vortrag soll nach meiner Meinung und nach der Meinung derjenigen, die ihn angeregt haben, nicht Selbstzweck sein. Wir wollen daher den Wunsch ausdrücken, daß die deutsch-italienische Zusammenarbeit auf allen Gebieten der Tätigkeit beider Völker immer tiefer werde, so daß aus dieser fruchtbaren Mitarbeit im neuen Europa die Wahrheit, Schönheit, Kultur und Menschenliebe wieder gedeihen möchten.

Und jetzt richten wir die Gedanken auf unsere Soldaten an der Front und auf unsere großen Führer Hitler und Mussolini, die mit ihrer täglichen Arbeit uns den Weg zu dem sicheren und baldigen Sieg bereiten.

X. Über die Entwicklung einiger wichtiger Kriegsschiffstypen seit dem Weltkriege

Von Marineoberbaurat **Wilhelm Haderl**

Wenn das gestellte Thema von einem Ingenieur behandelt werden soll, liegt es nahe, den Begriff „Entwicklung“ ganz eng, in streng technischem Sinne aufzufassen. Eine derartige Auffassung des Themas würde jedoch den gegebenen Rahmen um ein Vielfaches überschreiten. Sie müßte sich überdies, da sie zwangsweise sehr viele Einzelheiten sehr eingehend zu behandeln hätte, immer an die jeweils allein beteiligten Fachleute wenden und würde einem größeren Kreise nur wenig bieten können. Dem Sinne eines Sprechabends der Schiffbautechnischen Gesellschaft im NSBDT würde das aber kaum entsprechen.

Will man das Thema aber von höherer Warte her sehen, so bleibt nur übrig, die kriegsschiffbauliche Entwicklung der hinter uns liegenden zwei bis zweieinhalb Jahrzehnte zu betrachten als technischen Ausdruck der politisch und militärisch wirksamen Kräfte im Geschehen seit der Beendigung des Weltkrieges.

Um die Zusammenhänge zwischen Kriegsschiffbau und Politik klarer herausstellen zu können, als Einleitung eine kurze Übersicht über das, was die Marinepolitik von 1919 bis heute bestimmte: Das Ende des Weltkrieges zeigte Englands Seemacht wohl jedem Beobachter in Europa und in der ganzen Welt in einer noch nie dagewesenen Überlegenheit. Sie war zahlenmäßig die weitaus stärkste und verfügte über einen Bestand an kriegserfahrenen und kriegserprobten Seeleuten und Soldaten wie niemals eine Marine vor ihr. Der einzige gefährliche Gegner, die deutsche Seemacht, war in ein Nichts zurückgeworfen. Österreich-Ungarn, ohnehin als Seemacht niemals von entscheidender Bedeutung, war ausgelöscht. Und die Flotten der europäischen Verbündeten, Italien und Frankreich, lagen weit zurück. Nur jenseits des Atlantischen Ozeans gab es noch etwas Vergleichbares in der Flotte der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Und in Ostasien stieg das Sonnenbanner Japans auf steiler Bahn empor. Noch waren diese beiden Marinen mit Großbritannien verbündet, doch sie waren die heimlichen Gegner von morgen. Sie bildeten die Bedrohung Großbritanniens. Aber: Das britische Reich war durch den vier Jahre langen Krieg bis unmittelbar an die Grenzen des Zusammenbruches geschwächt! Es besaß weder den Willen noch die Mittel, die ihm zugefallene Machtstellung in einem weiteren Kampf zu behaupten! Aus den bitteren Erfahrungen der Jahre 1914 bis 1918 war auch im britischen Volk eine tiefe Abneigung gegen Krieg und Kriegsrüstungen erwachsen¹⁾.

Die Vereinigten Staaten von Nordamerika waren dagegen wirtschaftlich außerordentlich erstarkt und in politischer Beziehung selbstbewußt und anspruchsvoll geworden. Schon 1916 hatten sie eine Flotte „second to none“ gefordert. Und sie waren in der Lage, sie sich zu schaffen! — Ebenso hatte Japan die Gelegenheit zu nützen gewußt, die ihm Englands und Frankreichs unmittelbare und die mehr mittelbare Bindung der Vereinigten Staaten durch

¹⁾ Vgl. Comdr. R. Grenfell, Die Seemacht im nächsten Kriege. Übersetzt und mit Anmerkungen versehen von Konteradmiral R. Gadow, Seite 44 ff.

den Weltkrieg boten. Es war im Begriff, die alleinige Vormacht Ostasiens zu werden. Seine diesbezüglichen Flottenbaupläne riefen die Nordamerikaner auf den Plan, die ihre Handelsinteressen bedroht sahen. Sie gingen in der Einstellung gegen Japan also mit Großbritannien zusammen. Jedenfalls sah sich das tödlich erschöpfte Großbritannien einem unmittelbar bevorstehenden Wettrüsten gegenüber, das es nicht wollte und in dem es unweigerlich unterliegen mußte.

Den Ausweg aus dieser Lage sollte die „Begrenzung der Rüstungen zur See“ bringen, in der Presse vielfach abkürzend, wenn auch nicht richtig, aber doch wohl beabsichtigt mit „Abrüstung“ bezeichnet. Sie schien eine Art von Auftakt zu der im Versailles-Diktat angekündigten allgemeinen Abrüstung werden zu sollen und erweckte daher ein sehr umfassendes Echo. Ihren sichtbaren Ausgangspunkt hatten die Bestrebungen zur Verminderung der Seerüstungen in Nordamerika. Ob sie aber überhaupt an die Öffentlichkeit der Welt gekommen wären, wenn nicht England ihrer dringend bedurft hätte, ist sehr zweifelhaft. Es ist sogar wahrscheinlich, daß der Impuls, der diese Bestrebungen vor das Forum der Welt brachte, letzten Endes gar nicht amerikanischen, sondern englischen Ursprungs ist. England brauchte Ruhe vor dem drohenden Wettrüsten, also sorgte seine Politik mit ihren heute sattem bekannten heimlichen Mitteln für die erforderlichen „geistigen Strömungen“. Ohne auf diese zweifellos außerordentlich interessanten Zusammenhänge und ihre Wahrscheinlichkeit im einzelnen weiter eingehen zu können, bleibt hier nur festzustellen, daß vor den Augen der Welt die Vereinigten Staaten die Initiative ergriffen haben.

Mit dem Abschluß des bekannten Flottenabkommens von Washington, das im Februar 1922 unterzeichnet wurde, war das für Englands Leistungsfähigkeit damals unvermeidlich tödliche Rüstungswettrennen zwar nicht ganz vermieden, aber immerhin aufgeschoben. Als Preis dafür mußte Großbritannien die Vereinigten Staaten als gleichberechtigte Seemacht anerkennen. Das war ein nicht leicht wiegendes Opfer, wurde aber durch das vertragliche Bauverbot für Schlachtschiffe und Flugzeugträger, das die Vereinigten Staaten auf sich nehmen mußten, etwas gemildert. Und England durfte sogleich mit dem Bau von zwei neuen Schlachtschiffen beginnen. Japan, der gemeinsame Widerpart der Angelsachsen, mußte sich auf einen sehr mäßigen zweiten Platz weisen lassen und ebenfalls ein drückendes Bauverbot hinnehmen, während Frankreich und Italien, untereinander gleichberechtigt, durchaus als Mächte dritter Ordnung eingestuft wurden. Als Milderung war das Bauverbot für sie weniger lang ausgedehnt. Englands Ziel war erreicht: Tatsächlich war auf diplomatischem Wege das marinepolitische Bild des Jahres 1921 für einen längeren Zeitraum festgehalten.

Nun muß alle Marinepolitik, soweit sie sich nicht in Anlage und Ausbau von Stützpunkten äußert, unweigerlich im Kriegsschiffbau ihren Ausdruck finden. Mit dem Washington-Abkommen ist also schon die Atmosphäre gekennzeichnet, in der sich die hier zur Erörterung stehende Entwicklung der hauptsächlichsten Kriegsschiffstypen vollziehen mußte. Da aber alle Unterzeichner des Abkommens in irgendeiner Beziehung mit dem Ergebnis unzufrieden waren, so ließ sich diese Politik nicht im gleichen Sinne und mit vergleichbarem Erfolge fortsetzen. Keines der späteren Abkommen konnte zu einem ähnlichen Geltungsbereich kommen wie das erste von 1922²⁾. Bereits von 1930 ab wurde es auch weniger sachkundigen Beobachtern klar, daß Versailles zwar den Weltkrieg der Waffen beendet hatte, daß aber aller sog. „Abrüstung“ zum Trotz ein latenter Krieg weiterbrannte. Allerdings war Italien damals schon aus der Front der einstigen Alliierten herausgetreten. Als dann mit dem Erstarken des Deutschen Reiches nach der Machtübernahme die Gesamtlage immer weniger zu dem künstlichen Stillstand der

²⁾ Fregattenkapitän a. D. Scheibe, Völkerbundkrise, Abrüstungskrise, Seeabrüstungskonferenz 1935. Nauticus Jg. 10, 1936, S. 1.

Machtverhältnisse passen wollte, begann auch England allmählich zu be- greifen, daß die Aufrüstung unvermeidlich wurde.

Während früher die Politik trotz aller natürlichen Bindungen niemals unmittelbar auf den Kriegsschiffbau, insbesondere nicht auf die Entwicklung der Typen eingewirkt hatte, sah die Zeit zwischen den beiden Weltkriegen eine politische Beeinflussung des Militärisch-Technischen im Kriegsschiffbau, die zum Interessantesten gehört, was die ganze Marinegeschichte überhaupt an derartigen Zusammenhängen zu berichten weiß: Zwischenstaatliche Ver- träge und Abkommen drückten der militärisch-technischen Gestaltung der Kriegsmittel unmittelbar ihren Stempel auf³⁾.

Eröffnet wurde der Reigen durch die hinreichend bekannten Marine- klauseln des Versailles-Diktates. Kein Wort über ihren Inhalt! Über ihre „Erfolge“ nur eine Feststellung: Der furchtbare Druck bewirkte, daß man dorthin auswich, wo allein noch eine Möglichkeit sich bot, in den technischen Fortschritt. Man zwang den deutschen Kriegsschiffbau unbeabsichtigterweise zu einer bis ins allerletzte verfeinerten technischen Entwicklung, die ohne diesen Druck niemals in gleichem Ausmaß zu erreichen gewesen wäre.

Was Versailles für Deutschland einleitete, brachte Washington den fünf Großseemächten, freilich ohne auch nur entfernt ähnliche Erfolge auf tech- nischem Gebiet. Deren Jacke war ja längst nicht so eng wie die der deutschen Marine! Schließlich endete der Griff der Politik in das Arbeitsgebiet des Kriegsschiffbauers mit dem Londoner Vertrag von 1936, der bereits auf eine unmittelbare machtpolitische Wirkung, d. h. auf quantitative Beschränkun- gen, verzichten mußte. Er suchte seine Wirkungsmöglichkeiten nur noch in gewissen Vorschriften und Begriffsbestimmungen, die aber schnell zur Form herabsanken. Als schließlich mit der Kündigung des deutsch-englischen Flot- tenabkommens durch den Führer im Frühjahr 1939 das ganze System der Flottenverträge praktisch sein Ende fand, fiel damit nur noch der Rest eines politischen Gebildes zusammen, in dem englische Anmaßung und Kampfes- scheu eine sonderbare Ehe mit amerikanischem Machtstreben eingegangen waren.

Auf die im einzelnen sehr interessanten Beeinflussungen der kriegsschiff- baulichen Entwicklung im Laufe der „Abrüstungs“-Periode einzugehen, ist im Rahmen dieser Betrachtung leider nicht möglich. Hier kann nur in großen Zügen berichtet werden, wie die großen Marinen ihre Schlachtschiffe, Flug- zeugträger und Kreuzer in der im vorstehenden umrißweise angedeuteten Atmosphäre gestalteten. Dabei wird, soweit es ohne Umschweife möglich ist, auf etwa erkennbare politische Zusammenhänge hingewiesen werden. Einzel- heiten sind im Fachschrifttum enthalten³⁾.

Deutsche Kriegsschiffe werden nur dort erwähnt, wo sie in der inter- nationalen Entwicklung eine Rolle spielen konnten. Was gerade von deutscher Seite an Entwicklungsarbeit auf den für den heutigen Kriegsschiffbau wich- tigen Sondergebieten, wie z. B. Schweißung, Verwendung hochfester Stähle, Ölmaschinenbau, Höchstdruckdampf u. a. m., geleistet worden ist, wurde bereits von berufener Seite wiederholt vor der Schiffbautechnischen Gesell- schaft und anderswo berichtet⁴⁾.

³⁾ W. Hädeler, Der Einfluß der Rüstungsbegrenzungen in den Abkommen von Washington und London auf die Entwicklung der Kriegsschiffstypen. Marinerundschaue 1936, S. 546, 587.

⁴⁾ H. Burkhardt, Der Einfluß des Kriegsschiffbaues auf die Entwicklung der Technik. Vortrag auf der 75. Hauptversammlung des VDI in Kiel 1937.

P. Küchler, Die Lichtbogenschweißung im Schiffbau. Schiffbau Jg. 34, 1933, S. 39, 109.

R. Malisius, Augenblicklicher Stand der Elektroschweißung im Schiffbau. Schiffbau Jg. 32, 1931, S. 114.

H. Lottmann, Erfahrungen bei der Anwendung der elektrischen Lichtbogenschweißung im Schiffbau. Jahrb. d. Schiffbaut. Gesellsch. Bd. 29, 1928 S. 156.

W. Laudahn, Die Nachkriegsentwicklung des dieselmotorischen Antriebes in der deutschen Marine. Jahrb. d. Schiffbaut. Gesellsch. Bd. 33, 1932 S. 110.

F. Brandes, Der schnelllaufende Dieselmotor und der Hochdruckdampf als Antrieb von Kriegsschiffen. Jahrb. d. Schiffbaut. Gesellsch. Bd. 41, 1940 S. 341.

Vor der Betrachtung der Schiffstypen selbst ist noch eine wichtige Frage zu beantworten: Haben die Jahre, die dem zu betrachtenden Zeitraum vorangingen oder dieser selbst irgendeine umstürzende Erfindung oder einen auffallenden Fortschritt auf dem Gebiete der Waffentechnik gebracht, von dem eine entscheidende Beeinflussung der Gesamtentwicklung hätte ausgehen können? — Diese Frage zu verneinen, wäre falsch, denn es sind sowohl in den Jahren vor dem Weltkriege wie auch in seinem Verlauf und anschließend beachtliche Fortschritte der Waffentechnik zu verzeichnen, deren Einfluß sichtbar zutage liegt. Es wäre aber ebenso falsch, die oben gestellte Frage zu bejahen, denn trotz der erwähnten Fortschritte ist nichts grundsätzlich Neues erreicht worden, wobei ebenso an die Verbesserungen der Unterwasserwaffen wie an die Wirkungsmöglichkeiten der Luftwaffe zu denken ist. Beide haben nur bekannte Wirkungen erheblich verbreitert und vertieft. Und immer noch gilt die alte Erfahrung, daß keine Waffe so neuartig und so scharf ist, daß nicht innerhalb einer gewissen Zeit ein Mittel gefunden werden könnte, das ihre Wirkung, wenn auch nicht aufzuheben, so mindestens auf erträglichen Umfang einzuschränken vermag. Ferner ist eine neue Waffe stets nur eine begrenzte Zeit hindurch so geheimzuhalten, daß der Gegner sie nicht nacherfinden könnte.

Die Fortschritte der Unterwasserwaffen Mine und Torpedo haben auch durch den Einsatz vom U-Boot, vom Überwasserschiff und vom Flugzeug aus grundsätzlich neue Gesichtspunkte nicht zu bringen vermocht. Es darf aber nicht verkannt werden, daß ihre Bedeutung einstweilen immer noch zunimmt. Werden sie, wie es manchmal scheinen will, in näherer oder fernerer Zukunft mehr und mehr im Sinne einer Art Gleichberechtigung neben die Artillerie treten? Es ist ja bei einer kritischen Stellungnahme zu dieser Frage stets zu bedenken, daß die Unterwasseransprengung das Schiff in jedem Falle an der Grundlage seiner Existenz, an der Schwimmfähigkeit, angreift, während die Artillerie in der Regel nur mittelbar in diesem Sinne wirken kann.

Wenn bei den Unterwasserwaffen die Frage nach einem einschneidenden Fortschritt noch mit einer gewissen Berechtigung verneint werden durfte, so wird die Beantwortung bei der Luftwaffe sehr schwierig. Der Weltkrieg hatte außer der Erkenntnis von Wert und Wichtigkeit der Luftaufklärung hinsichtlich der Möglichkeit von Luftangriffen gegen Erdziele in seinem letzten Teil zur Hauptsache nur Anfänge gezeigt und Ausblicke geboten. Diese waren aber so vielversprechend, daß niemand mehr Ziel und Ende der Entwicklung mit Sicherheit vorhersagen konnte. Es war also nur natürlich, daß die Erörterungen über den Wert von großen Überwasserschiffen gegenüber den sicher zu erwartenden Angriffen aus der Luft seit der Beendigung des Weltkrieges mit immer mehr zunehmender Leidenschaftlichkeit geführt wurden. Allerdings ist der gegenwärtige Krieg zum Erstaunen vieler allzu siegesicherer oder skeptischer Propheten zunächst eine eindeutige Beantwortung der Streitfragen schuldig geblieben. Erst die Ereignisse auf dem ostasiatisch-pazifischen Kriegsschauplatzen haben gezeigt, daß eine überraschend eingreifende, hochwertige Seeluftwaffe auch gegenüber schweren Seestreitkräften weitreichende Entscheidungen herbeiführen kann. Und je mehr man die Seeluftkriegführung im atlantischen Raum, wo die geographischen und marinopolitischen Voraussetzungen anders aussehen, zusammenhängend betrachten kann, um so mehr wird man an dem bisherigen absoluten Übergewicht der schweren Seestreitkräfte zweifeln, wenn auch ihre immer noch große Bedeutung keineswegs unterschätzt werden darf. Unverkennbar ist aber, wie man auch urteilen mag, die Tatsache, daß die technische Entwicklung einen Wendepunkt herbeigeführt hat.

Jetzt kommt es nur darauf an, daß man von militärischer Seite feinfühlig und vorausschauend genug auf alles anspricht, was die erreichten und im Werden begriffenen Fortschritte der

Technik an neuen Möglichkeiten für Angriff und Verteidigung (Schutz) bieten können, und daß der Ingenieur in tiefem Verständnis für das militärischerseits angestrebte Ziel und alles zu seinem Erreichen Notwendige die jeweils vollkommenste technische Lösung für die gestellten Aufgaben findet.

Das gilt mehr als jemals zuvor für uns Deutsche! Wir müssen in naher Zukunft die Entwicklung des marinopolitischen Geschehens als Kern aller uns gestellten Machtfragen ansehen. Viel schneller als selbst die Wissenden es ahnen konnten, schob dieser Krieg die Grenzen unseres Machtbereiches an den Atlantischen Ozean heran! Der Freiheitskampf Großdeutschlands ist der des festländischen Europa geworden! Am Atlantik liegen hinfort die Tore zur Welt, die die Marine zu schützen und offen zu halten hat! Darum müssen wir die Entwicklung aller Seekampfmittel bei den übrigen Anliegern der Weltmeere auf das aufmerksamste verfolgen und in stärkstem, aber leidenschaftslos sachlichem Einsatz aller unserm Volke innewohnenden Gaben und Möglichkeiten unsere Machtmittel so ausgestalten, daß sie allen in unserer Lage denkbaren Anforderungen genügen können!

*

Seit den Tagen, in denen die Segellinienschiffe Nelsons und seiner Vorgänger die Meere durchfurchten, hat das Schwergewicht der Flotten bei den stärksten Schiffen gelegen, bei den Schlachtschiffen. Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts brachte den Übergang vom zwei- und dreideckigen Batterieschiff zum Linienschiff der Art, die unsere alte „Schlesien“ und „Schleswig-Holstein“ als fast letzte Überlebende verkörpern (Bild 1). Das Jahrzehnt vor dem Weltkriege sah ihre Weiterentwicklung zum Großkampfschiff, wobei die Erfahrungen des russisch-japanischen Krieges, wenn auch wohl nicht den eigentlichen Anstoß, so doch mindestens eine mächtige Förderung bildeten. Was damals erbaut wurde, hatte im Weltkriege seine Feuerprobe zu bestehen. Und mit befriedigtem Stolze darf die deutsche Marine feststellen:



Bild 1. Deutsches Linienschiff „Schleswig-Holstein“ aus dem Jahre 1906.

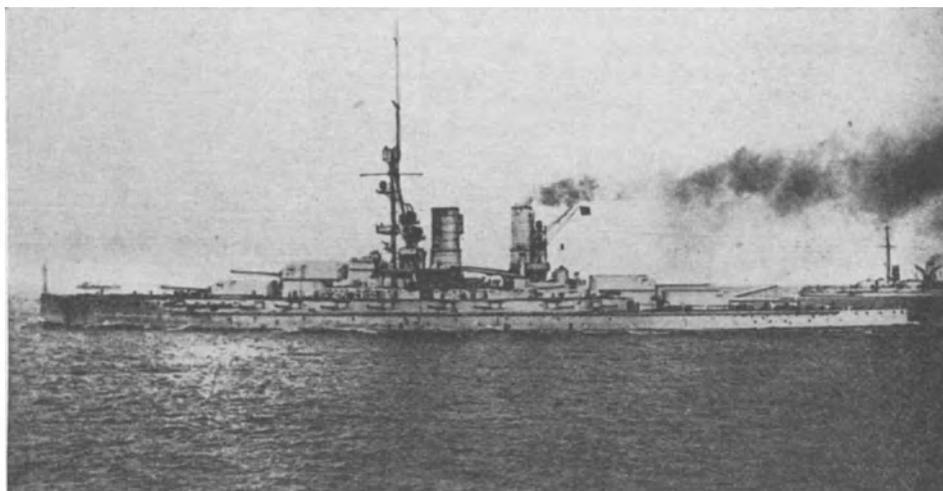


Bild 2. Deutsches Großkampfschiff „Bayern“ aus dem Jahre 1913.

Das, was Tirpitz' technische Mitarbeiter, Geheimrat Bürkner und seine Gehilfen, geschaffen haben, das hat diese Feuerprobe glänzend bestanden! (Bild 2.) Keiner der damals aufgestellten Grundsätze über die bauliche Durchbildung des Schiffskörpers in engstem Zusammenhang mit der Anordnung und Ausgestaltung des Schutzes, der Waffen oder des Schiffes als Ganzen brauchte auf Grund der Kriegserfahrungen revidiert zu werden. Im Gegensatz dazu mußte die englische Marine sehr viel ändern und verbessern. Unmittelbar nach der Skagerrak-Schlacht mußte der Entwurf der neuesten Schlachtkreuzer der „Hood“-Klasse zur Verbesserung des Schutzes sogar grundlegend umgestaltet werden (Bild 3). Aber auch damit wurde offenbar keine voll befriedigende Lösung erreicht.. Nur eins der vier Schiffe dieser Klasse wurde fertig gebaut, drei verfielen noch auf der Helling dem Schneid-



Bild 3. Englischer Schlachtkreuzer „Hood“ aus dem Jahre 1918.

brenner und der Schrottschere. Angesichts der im Weltkriege zutage getretenen Fortschritte der Unterwasserwaffen und besonders angesichts der zu erwartenden Einflüsse der Luftwaffe glaubte man damals in England nicht mehr so unbedingt an den Wert großer Schiffe der bisherigen Typen, daß man den Fertigbau der begonnenen und einen unmittelbar folgenden Neubau weiterer glaubte verantworten zu können. Zum mindesten mußte erst die Auswertung der Kriegserfahrungen abgewartet werden. — Inzwischen hat das Schicksal das Urteil über „Hood“ auf seine Art bestätigt: Das natürlich trotz aller Modernisierungen veraltete Schiff, dessen Schutz infolge der Explosionen britischer Schlachtkreuzer am 31. Mai 1916 weitestgehend verstärkt worden war, ist am 24. Mai 1941 im Feuer des deutschen Schlachtschiffes „Bismarck“ aus den gleichen Gründen wie jene zugrunde gegangen!

Das beginnende Wettrüsten, das dann durch das Abkommen von Washington gestoppt wurde, fand seinen Ausdruck in den in Zahlentafel 1 gekennzeichneten Bauvorhaben der großen Marinen.

Zahlentafel 1

Staat	Zahl	Gattung		Deplacements ¹⁾ ts	Hauptartillerie cm
England	4	Schlachtkreuzer	Verbesserte „Hood“-Klasse	48 000	neun 40,6
	4	Schlachtschiffe		48 500	neun 45,7
Vereinigte Staaten von Nordamerika	4	Schlachtschiffe	„Maryland“-Klasse ²⁾	33 640	acht 40,6
	6	Schlachtkreuzer	„Constellation“-Klasse ³⁾	44 900	acht 40,6
	4	Schlachtschiffe	„Massachusetts“-Klasse	44 500	zwölf 40,6
Japan	2	Schlachtschiffe	„Kaga“ ⁴⁾ , „Tosa“	40 600	zehn 40,6
	2	Schlachtkreuzer	„Amagi“, „Akagi“ ⁴⁾	43 500	zehn 40,6
	2	Schlachtkreuzer	„Atago“, „Takao“	43 500	acht 45,7

¹⁾ Die Verdrängungen sind Konstruktionsdeplacements bzw. normal displacements in engl. ts zu je 1 016 kg.
²⁾ Drei Schiffe fertig gebaut.
³⁾ „Lexington“ und „Saratoga“ zu Flugzeugträgern umgebaut.
⁴⁾ „Kaga“ und „Akagi“ zu Flugzeugträgern umgebaut.

Bis auf drei Schiffe der amerikanischen „Maryland“-Klasse ist keins dieser Schiffe Wirklichkeit geworden. Auf Grund des Washington-Abkommens trat 30er Jahre endete. Nur England durfte zwei Schlachtschiffe von der im eine Pause im Schlachtschiffbau ein, die praktisch erst mit dem Beginn der Washington-Abkommen festgesetzten Typverdrängung von 35 000 ts mit neun 40,6-cm-Geschützen bauen, die „Rodney“-Klasse (Bild 4). Diese beiden Schiffe nutzen nicht nur die englischen Weltkriegserfahrungen in vollem Umfange aus, sie haben auch die mit dem verlorenen Kriege in Feindeshand gefallenen deutschen Erkenntnisse mit auswerten können. Wie ihr Schutz im einzelnen gestaltet ist, wissen wir nicht. Es ist aber als sicher anzunehmen, daß ein gepanzertes Torpedoschott das lebenswichtige Innere an beiden Bordseiten gegen eine breite äußere Schutzzone abschließt. Die Außenräume werden wahrscheinlich in der grundsätzlich bekannten Weise als Bunker und Expansionsräume ausgenutzt sein. Da nun auf keinem der bisher bekanntgewordenen Bilder dieser Schiffsklasse die Ausdehnung der seitlichen Panzerung erkennbar ist, darf man vermuten, daß der eigentliche Gürtelpanzer in das Innere verlegt ist. Die außenliegende Haut würde unter dieser An-

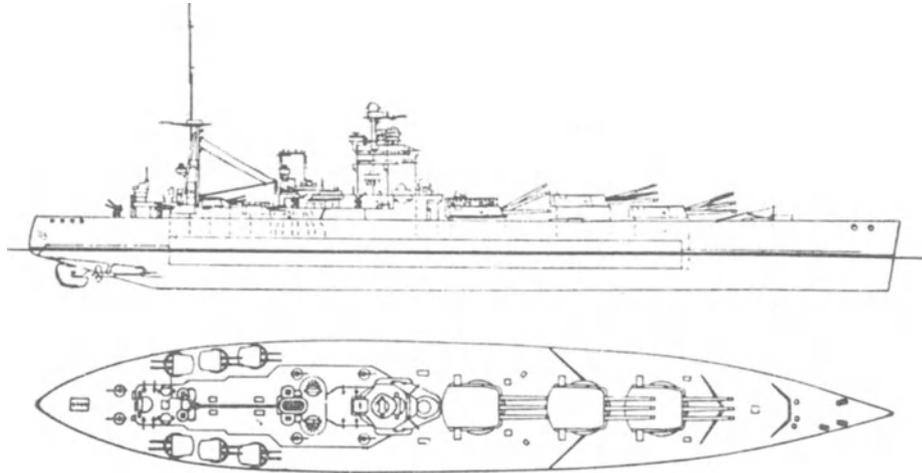


Bild 4. Englischcs Schlachtschiff „Rodney“ von 1925.

nahme vielleicht dazu dienen sollen, Panzersprenggranaten zu entkappen, sofern ihre Dicke dazu ausreicht. Dadurch würde der innenliegende Panzer, der möglicherweise auch noch wie auf „Hood“ schräg gestellt ist (Unterkante der Schiffsmittle näher als Oberkante), vor dem Auftreffen ganz intakter Geschosse bewahrt bleiben. Gegen Geschosse mit Aufschlagzünder sind ähnliche Wirkungen denkbar wie bei mehreren übereinander liegenden Panzerdecks, doch sind das alles nur Vermutungen, die sich aus dem weiteren Kreise bekannten Unterlagenmaterial weder zwingend beweisen noch zwingend bestreiten lassen. Unbedingt zufrieden scheint man jedenfalls mit dem Schutz der „Rodney“-Klasse nicht zu sein, denn die neuen Schiffe der „King George V“-Klasse sind wieder nach dem früheren System geschützt⁵⁾.

Das Auffälligste an beiden Schiffen ist zweifellos die eigenartige und ungewohnte Aufstellung der schweren Artillerie. Sie wird durch den Wunsch erklärt, mit einem Mindestaufwand an Gewicht ein Höchstmaß an Panzerschutz für die Munitionskammern zu erreichen, deren unzureichende Panzerung in der Seeschlacht vor dem Skagerrak so schwere Opfer gekostet hatte. Außerdem verringert die gewählte Aufstellung natürlich die Bettungsfehler der drei Türme untereinander und gegenüber den Leitständen auf ein Kleinmaß.

Die Maschinenanlage dieser Schiffsklasse bietet an sich nichts Bemerkenswertes. Sie ist offenbar recht schwer und verhältnismäßig einfach gebaut, um auf diese Weise eine große Standfestigkeit zu erreichen. Ihr Einheitsgewicht liegt nach englischen Angaben bei 45,3 kg/WPS. Das ist sehr hoch, wenn man bedenkt, daß die noch überwiegend Kohle verfeuernde deutsche „Baden“-Klasse (Entwurf 1913, während des Weltkrieges erbaut und 1916 vollendet) ein entsprechendes Gewicht von 36 bis 40 kg/WPS aufwies, während auf neuzeitlichen schweren Kreuzern die Zahlen zwischen 20 und 23 kg/WPS und angeblich noch darunter liegen! Die Maschinenräume der „Rodney“-Klasse sollen sehr geräumig sein, so daß ein Ingenieuroffizier des Schiffes einem deutschen Besucher gegenüber geäußert haben soll: „Die Deutschen hätten mindestens doppelt soviel Leistung herausgeholt!“

Für die Bedeutung der in „Rodney“ und „Nelson“ verkörperten grundsätzlichen Anschauungen ist es nicht ohne Interesse, festzustellen, daß sie im Auslande keine Nachbauten im engeren Sinne gefunden haben. Nur die französischen „Dunkerque“- und „Richelieu“-Klassen mögen in dem Gedanken der an einer Stelle zusammengefaßten Hauptartillerie ihnen entsprechen. Jeden-

⁵⁾ Auf der „King George V“-Klasse ist der Seitenpanzer wieder in der bekannten Art angebracht, d. h. mit Panzerbolzen außen an die Außenhaut gehängt.

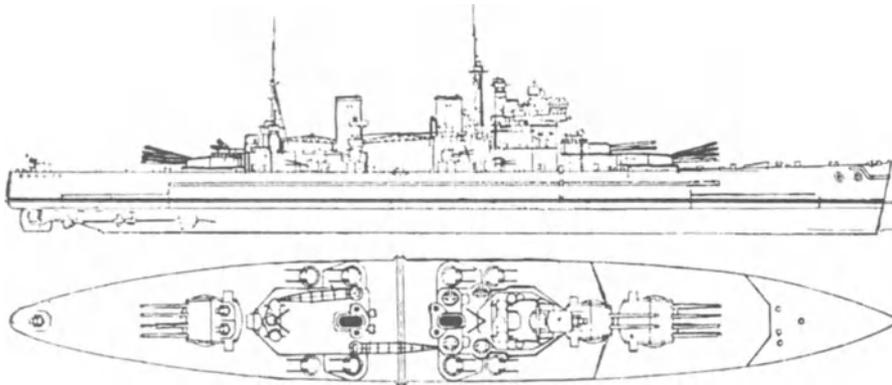


Bild 5. Englischs Schlachtschiff „King George V“ von 1939.

falls verkörpert die „Rodney“-Klasse die konstruktiv ausgewerteten Weltkriegserfahrungen der englischen Marine, gesehen aus dem Blickwinkel der fünf Jahre unmittelbar nach der Beendigung des Krieges: Unter dem Eindruck der schweren Verluste infolge unzulänglichen Schutzes sah man diesen, d. h. die Panzerung und den Unterwasserschutz, als wertvoller an als die Geschwindigkeit, die man bis dahin stark betont hatte.

Als dann um die Mitte der 30er Jahre das gekünstelte Gebäude der Rüstungsbeschränkungen mit der offiziellen Kündigung Japans zusammenzufallen begann, nahm England neue Schlachtschiffe in Bau: Zunächst fünf Schiffe der „King George V“-Klasse, von denen „Prince of Wales“ von den Japanern in Malaya durch einen kombinierten Angriff mit Bomben- und Torpedoflugzeugen versenkt wurde (Bild 5). Anschließend wurden vier Schiffe der „Temeraire“-Klasse begonnen. In Zahlentafel 2 sind die wichtigsten Angaben beider Klassen zusammengestellt.

Zahlentafel 2

Hauptangaben der neuesten englischen Schlachtschiffe

Name des Typschiffes	„King George V“	„Temeraire“
Typverdrängung	35 000 ts	40 000 ts
Länge in der KWL	225,6 m	237,8 m
Breite	31,4 m	32,0 m
Tiefgang bei Typverdrängung	8,55 m	9,14 m
Bewaffnung:		
Schwere Artillerie	zehn 35,6 cm	neun 40,6 cm
Mittelartillerie	sechzehn 13,2 cm ¹⁾	sechzehn 13,2 cm ¹⁾
Leichte Flak	26	24
Flugzeuge	4	2
Schleudern	1 ²⁾	1 ²⁾
Maschinenleistung	100 000 WPS ³⁾	120 000 WPS ³⁾
Geschwindigkeit	28,5 kn	29,25 kn

¹⁾ Dienen zugleich als schwere Flak.
²⁾ Querschiffs angeordnet, nach beiden Bordseiten verwendbar.
³⁾ Nauticus 1942 gibt für „K. G. V“ 130 000 WPS und für „T.“ 120 000 WPS an.

In der „Temeraire“-Klasse gab auch Großbritannien die 35 000-ts-Grenze auf. Beim Übergang zum 40 000-ts-Schiff wurde das Kaliber der Hauptartillerie wieder auf 40,6 cm erhöht. In dem noch auf der „King George V“-Klasse durchgeführten Verzicht auf das schwerste zulässige Kaliber, der wahrscheinlich durch Gewichtsgründe bedingt war, aber nach außen zur Unterstreichung des Willens zur „Abrüstung“ dienen mußte, zeigt sich vielleicht am deutlichsten, wie bitter ernst die englischen Bestrebungen zum Niederhalten der See-

rüstungen gemeint waren. Es muß zugegeben werden, daß Großbritannien um der Rüstungsbeschränkung willen ganz erhebliche Opfer gebracht hat, wenn auch diese Opfer seinen Plänen zugute kommen sollten. Unsere Gegenwart steht dem politischen Geschehen der Zeit zwischen den Kriegen noch zu nahe, zumal die Gegenwart die Perspektiven ganz erheblich gewandelt hat, um schon wirklich abschließend urteilen zu können, aber eine spätere Geschichtsschreibung wird wahrscheinlich feststellen, daß die englischen Bestrebungen zur Beschränkung der Rüstungen zur See im letzten Kern ihres Wesens bereits eine Alterserscheinung darstellten. Das britische Volk ist im Laufe seiner letzten Entwicklung unfähig und daher unwillig geworden, seinen in Jahrhunderten zusammengeraubten Besitz und seine Vorherrschaft zu verteidigen. Der erste Weltkrieg hat also anscheinend trotz seines für England „siegreichen“ Ausganges die Lebenskraft Großbritanniens entscheidend und — unheilbar geschwächt.

Das Auffälligste an der „King George V“-Klasse ist, daß die englische Marine, die sich auf „Rodney“ und „Nelson“ noch nicht ohne starkes Widerstreben zum Drillingsturm für die schwere Artillerie entschlossen hatte, hier zum Vierlingsturm übergegangen ist. Es handelt sich sogar um einen echten Vierlingsturm, denn jedes Rohr ist in einer eigenen Wiege mit Schildzapfen gelagert. Eine so starke Zusammenfassung der Hauptwaffen ist, militärisch gesehen, nicht unbedenklich.

Die noch aus dem ersten Weltkriege stammenden Schlachtschiffe waren unmittelbar an den Friedensschluß anschließend durchweg wegen ihres unzureichenden Torpedoschutzes durch den Anbau von Schutzwulsten (bulges) verbessert worden. Zu Beginn der 30er Jahre begann man einen abermaligen Umbau großen Ausmaßes, um die Schiffe allen neuzeitlichen Forderungen der Feuerleitung, des aktiven und des passiven Luftschutzes anzupassen. Einige erhielten sogar ganz neue Maschinenanlagen, wobei jedoch die Geschwindigkeiten praktisch unverändert blieben. Die Maßnahmen bewirkten im ganzen gesehen eine sehr weitgreifende Erneuerung des Schiffbestandes, der die Schlagkraft der Flotte wesentlich erhöhte.

Frankreich hatte zwar beinahe seit Beginn der Laufzeit des Washington-Abkommens das Recht gehabt, einen Ersatzbau für das 1922 verlorengegangene Schlachtschiff „France“ zu beginnen, aber angesichts der letzten Endes doch keineswegs eindeutig beantworteten Fragen um die Daseinsberechtigung neuzeitlicher Schlachtschiffe, besonders gegenüber der Luftwaffe, zögerte man mit Planung und Neubau. Dieses Zögern erschien um so eher berechtigt, als man Frankreich (und Italien) in Washington nur eine recht geringe Gesamttonnage für Schlachtschiffe zugestanden hatte: 175 000 ts oder fünf Einheiten von 35 000 ts. Sicherheitshalber hatten die französischen Unterhändler sich aber ausbedungen, daß die französische Marine die Größe ihrer Schiffe beliebig festsetzen dürfe, sofern nur die Einheit nicht über 35 000 ts verdränge und die Gesamttonnage nicht mehr als 175 000 ts betrage.

Erst das Bekanntwerden der Einzelheiten der in Deutschland im Entstehen begriffenen Panzerschiffe (Bild 6), die ja im In- und Auslande dank einer meist übelwollenden Pressepropaganda mehr Aufsehen erregt haben als die meisten neuartigen Schiffstypen vor ihnen, veranlaßten auch die französische Marine, sich ernsthafter mit den Fragen des Schlachtschiffbaues zu befassen. Hierfür waren inzwischen 105 000 ts Gesamtverdrängung verfügbar geworden (35 000 ts für die schon erwähnte „France“ und je 35 000 ts planmäßig 1927 und 1929). Diese Verdrängung galt es, möglichst günstig aufzuteilen. In einer militärisch wie technisch unverständlichen Psychose richtete man sich allein und ausschließlich nach dem doch unter allen und jeden Voraussetzungen unterlegenen Deutschen Reich, das der allein in Frage kommende Gegner sein sollte. Demzufolge suchte man eine Lösung, die einen Mittelweg zwischen dem deutschen 10 000-ts-Panzerschiff und dem vertraglich zulässigen 35 000-ts-Schlachtschiff beschritt. Damit war auf jeden Fall die

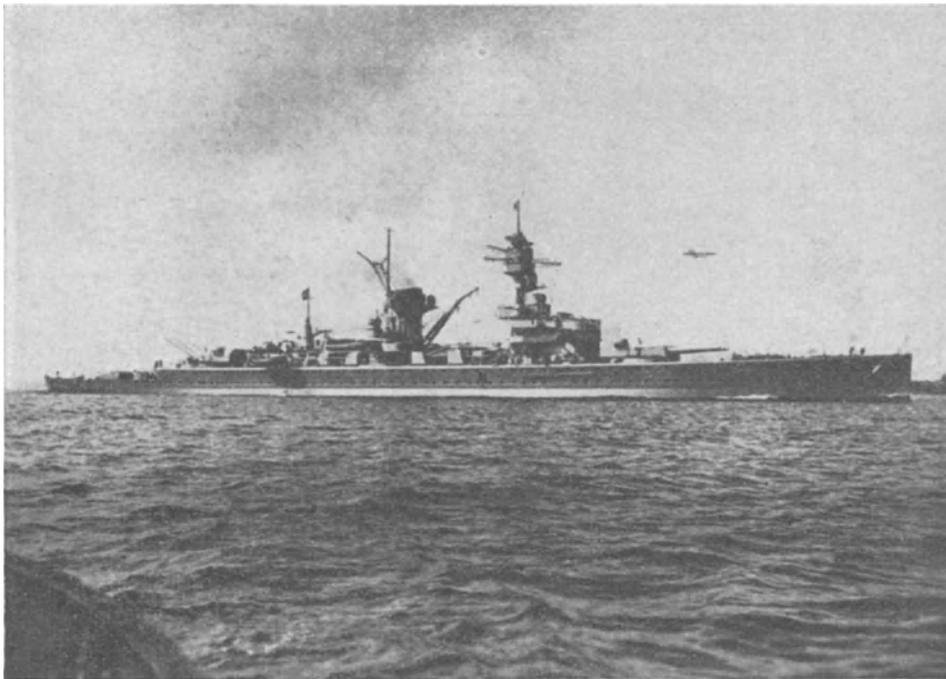


Bild 6. Deutsches Panzerschiff „Deutschland“ (1931), heute schwerer Kreuzer „Lützow“.

Überlegenheit über die infolge der propagandistischen Übertreibungen politischer Hetzer und sensationsgieriger Zeitungsschreiber als unglaublich gefährlich hingestellte „Deutschland“ (jetzt „Lützow“-) Klasse gewährleistet, wie die Zahlentafel 3 zeigt. Betrug doch das Panzergewicht der „Dunkerque“ mit

Zahlentafel 3

Vergleich der „Deutschland“ mit der „Dunkerque“

Name	Typverdrängung	Hauptartillerie	Mittelartillerie	Flak	Geschwindigkeit	Maschinenleistung
„Deutschland“	10 000 ts	6/28 cm	8/15 cm	6/10,5 cm; 8/3,7 cm; 10 MG	26	54 000 WPS
„Dunkerque“	26 500 ts	8/33 cm	16/13 cm ¹⁾	8/3,7 cm; 4/4 cm; 32 MG	30	125 000 WPS

¹⁾ Zugleich schwere Flak.

11 000 ts schon 1000 ts mehr als die Typverdrängung des angeblich so gefürchteten deutschen Gegners!

Die äußere Gestaltung der auf diese Weise geschaffenen beiden Schiffe der „Dunkerque“-Klasse, Bild 7, ist zweifellos in der Anordnung der Hauptartillerie durch ähnliche Überlegungen bestimmt wie die, welche für die Gesamtgestaltung der englischen „Rodney“-Klasse maßgebend waren. Alle Einzelheiten aber zeigen ein durchaus selbständiges Schaffen. Neu und viel erörtert war die Vierlingsaufstellung der schweren Artillerie. Geplant hatte man sie bereits für die kurz vor Ausbruch des ersten Weltkrieges begonnenen Schlachtschiffe der „Béarn“-Klasse, doch waren diese Schiffe nach 1918 nicht weitergebaut worden. Zweifellos bietet diese Geschützanordnung in bezug auf Gewichts- und Raumersparnis Vorteile, wenn auch der zwangsweise große Durchmesser der Barbette schiffbaulich nicht ganz einfach zu meistern ist, aber ohne näher auf die Erörterung der Vor- und Nachteile in militärischer Hinsicht einzugehen, muß doch wohl gesagt werden, daß „reichlich viel Eier in einen Korb getan sind“. Und dieser Nachteil wird noch unterstrichen durch den

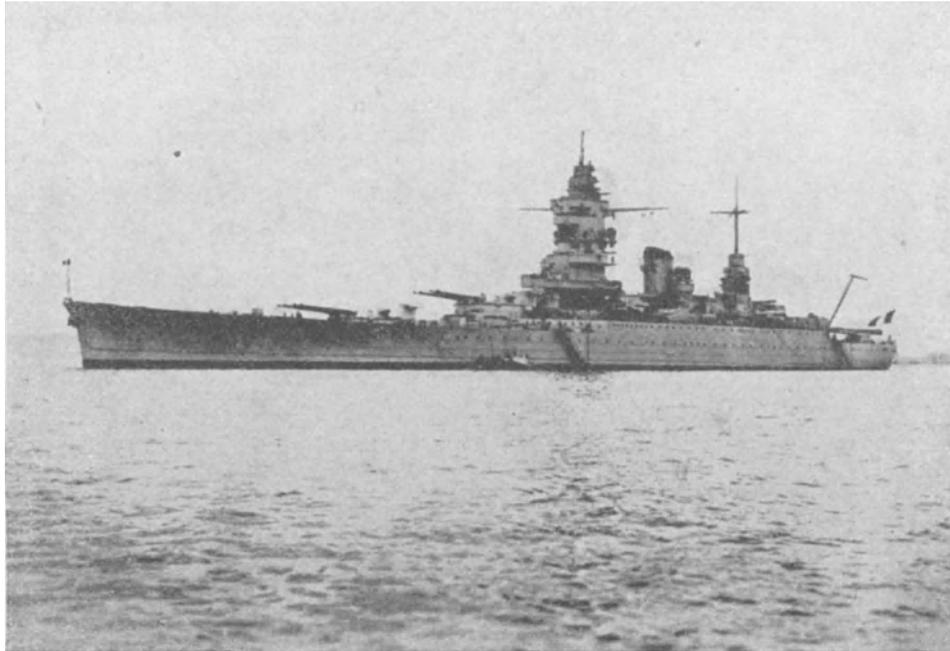


Bild 7. Französisches Schlachtschiff „Dunkerque“ von 1935.

geringen Abstand der beiden Türme, dessen Gefährlichkeit durch eine dazwischenliegende Abteilung nur gemildert, aber nicht behoben werden kann. Irgendeine belanglose, vielleicht in kurzer Zeit behebbare Störung läßt 50% der Hauptbewaffnung des Schiffes ausfallen! Außerdem sind, wie die Lichtbilder des Schiffes zeigen, die Rohre paarweise in Zwillingswiegen zusammengefaßt, was sicher nicht im Sinne einer Leistungssteigerung wirkt. Der Turm ist also ein „unechter Vierling“, d. h. in Wirklichkeit ein Zwillingturm mit zwei Zwillingsgeschützen.

Eine eigentliche Mittelartillerie fehlt. Gewichts- und Platzschwierigkeiten haben, wie es scheint, zu der in anderen Marinen schon öfters durchgeführten Zusammenfassung von Mittelartillerie und schwerer Flak geführt, wobei hier ein 13-cm-Einheitsgeschütz gewählt wurde. Daß damit Nachteile in Kauf zu nehmen sind, ist klar, denn die Wirkung der 13-cm-Granate gegen Seeziele ist geringer als die des 15-cm-Geschosses. Bei Beschuß von Luftzielen ist andererseits die 13-cm-Granate der 8,8-cm- oder 10,5-cm-Granate in der Wirkung am Ziel überlegen, weil sie den größeren Splitterbereich aufweist. Demgegenüber steht aber die Tatsache, daß bei der Bedienung des Geschützes größere Massen bewegt werden müssen und daß bei 13 cm die für hohe Feuergeschwindigkeiten unerläßliche Einheitsmunition⁶⁾ schwer und unhandlich wird. Auf „Dunkerque“ kommt als weitere Erschwerung noch die Zusammenfassung von vier Rohren zu einer Vierlingslafette — wieder je zwei Rohre in einer gemeinsamen Wiege — mit Drehhaube hinzu, die die schnell zu bewegenden Massen erheblich in die Höhe treibt. Jedenfalls ist die Artillerieanordnung dieser Schiffsklasse stark kritisiert worden.

Das Hinterschiff ist auf dem Oberdeck der Bordluftwaffe vorbehalten geblieben. Die vier nach den Flottenlisten an Bord befindlichen Flugzeuge sind in einer, das hintere Stück der Aufbauten bildenden Halle gegen alle Witterungseinflüsse, gegen den Gasdruck der eigenen Artillerie und in gewissem Umfange wahrscheinlich auch gegen leichte Splitter geschützt untergebracht. Die recht schwere und nach deutschen Begriffen etwas klobig ge-

⁶⁾ D. h., Geschöß und Kartusche sind zu einer Patrone vereinigt.

staltete Schleuder steht zwar günstig zu den Flugzeugen, aber ungünstig zum achtern Vierling der schweren Flak, doch ist anzunehmen, daß die Anordnung durch den gewählten Gesamtaufbau des Schiffes bedingt war.

Noch ehe die „Dunkerque“ selbst fertiggestellt war, erwies sich bereits als falsch, daß bei der Bemessung ihrer Kampfwerte allein ein einziger, und noch dazu von vornherein unterlegener, Gegner maßgebend gewesen war. Italiens Gegnerschaft der „lateinischen Schwester“ gegenüber war seit 1930

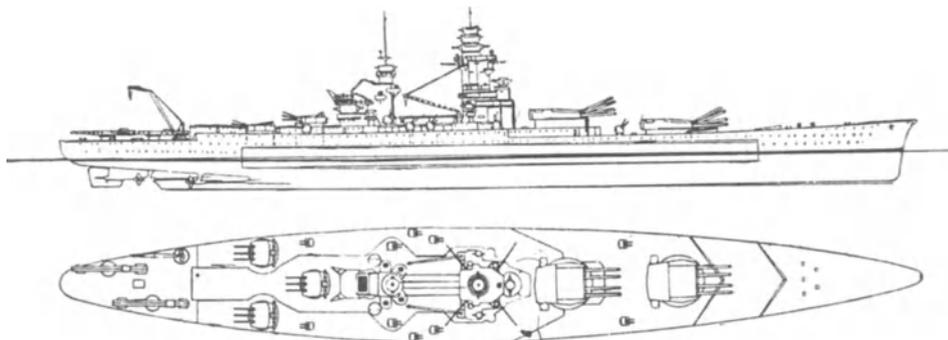


Bild 8. Französisches Schlachtschiff „Richelieu“ von 1939.

immer offener zutage getreten. Im Zuge seiner hiermit unmittelbar zusammenhängenden Aufrüstung hatte es begonnen, seine vier alten Schlachtschiffe aus den Jahren 1911 und 1913 durch einen ungewöhnlich einschneidenden Umbau zu modernisieren. Zugleich waren neue 35 000-ts-Schiffe in Bau genommen worden. Das bedeutete eine ganz unvorhergesehene Wandlung der Lage, und nun entwarf die französische Marine gegen diese neue, ungleich gefährlichere Bedrohung die Schlachtschiffe der „Richelieu“-Klasse, Bild 8. Sie stellt äußerlich und in bezug auf ihre Gefechtswerte eine Vergrößerung der Vorgänger dar, wie Zahlentafel 4 zeigt.

Zahlentafel 4

Hauptangaben für die neuesten französischen Schlachtschiffe

Name des Typschiffes	„Dunkerque“	„Richelieu“
Typverdrängung	26 500 ts	35 000 ts
Länge in der KWL	205,0 m	242,0 m
Breite	31,0 m	33,1 m
Tiefgang bei Typverdrängung	8,6 m	8,1 m
Bewaffnung:		
Schwere Artillerie	acht 33 cm	acht 38,1 cm
Mittelartillerie	sechzehn 13 cm ¹⁾	fünfzehn 15,2 cm
Schwere Flak	—	zwölf 10,0 cm
Mittlere Flak	acht 3,7 cm	acht 3,7 cm
Leichte Flak	32	?
Flugzeuge	4	4
Schleudern	1	2
Maschinenleistung	125 000 WPS	155 000 WPS
Geschwindigkeit	30 kn	33 kn
Anzahl gleichartiger Schiffe	2	4

¹⁾ Zugleich schwere Flak.

Das Typschiff dieser Klasse schwamm am 17. Januar 1939 auf. Es wurde übereilt und noch nicht vollständig fertig am 25. April 1940 in Dienst gestellt und nach Dakar übergeführt, wo es anlässlich der englischen Überfälle erheb-

lich beschädigt worden ist. Das Schwesterschiff „Jean Bart“ schwamm am 6. März 1940 auf, während „Clémenceau“ und „La Gascogne“ noch auf den Hellingen liegen. Vielleicht gehört das zuletzt genannte Schiff auch schon einem neuen Typ an.

Zusammenfassend ist von den französischen Neubauten zu sagen, daß sie hochwertige Schlachtschiffe darstellen, die, ungeachtet aller militärischen Bewertungen des Gesamtentwurfes, in technischer Beziehung durchaus Anerkennung verdienen.

Wie bereits erwähnt, leitete Italien den Wiederaufbau seiner Schlachtschiffsflotte durch den schon 1933 begonnenen Umbau seiner vier alten Schlachtschiffe ein. 1933 bis 1937 wurden „Conte di Cavour“ und „Giulio Cesare“ und 1937 bis 1940 „Caio Duilio“ und „Andrea Doria“ modernisiert.

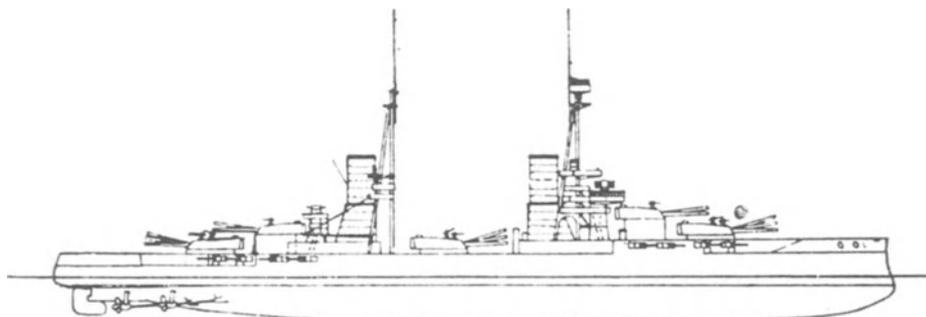


Bild 9a. Das italienische Schlachtschiff „Andrea Doria“ in seiner ursprünglichen Gestalt im Jahre 1913

Im Zuge dieser Arbeiten sind alle vier Schiffe in einem Umfang verändert worden, wie es vorher bei einem Kriegsschiff wohl kaum für möglich und zulässig gehalten worden ist, Bild 9. Zahlentafel 5 stellt die Hauptangaben vor und nach dem Umbau nebeneinander. Die gewiß nicht zu unterschätzenden, weiter oben bereits erwähnten Umbauten der englischen Schlachtschiffe oder der etwa gleichzeitig ausgeführte Umbau des französischen Schiffes

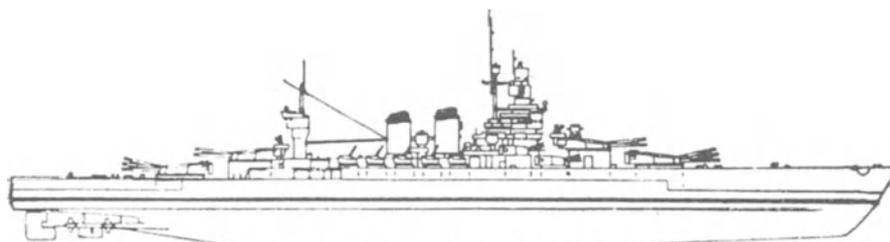


Bild 9b. Das italienische Schlachtschiff „Andrea Doria“ nach dem Umbau 1939.

„Lorraine“ dürfen mit dieser durchgreifenden Verjüngung der italienischen Schlachtschiffe nicht in einem Atem genannt werden. Das faschistische Italien hat damit ein technisches Meisterstück geliefert, das in der technischen Geschichte des Kriegsschiffbaues unvergessen bleiben wird! Sind doch die 20 Jahre alten Schiffe jetzt den Neubauten beinahe ebenbürtig geworden.

Neben den Umbauten begann man in Italien im Jahre 1934 die Neubauten der „Littorio“- und 1938 die der „Impero“-Klasse (Bild 10). In diesen Schiffen entstanden seit der englischen „Rodney“-Klasse die ersten Vertreter des wirklich in jeder Richtung neuzeitlichen Schlachtschiffstyps, der als Quintessenz aller Weltkriegserfahrungen und des Gesamtfortschrittes der kriegsschiffbaulichen Technik die Beweglichkeit der alten Schlachtkreuzer, natürlich in

Zahrentafel 5

Die Hauptangaben der italienischen Schlachtschiffe der „Andrea Doria“-Klasse vor und nach dem Umbau

	vor dem Umbau	nach dem Umbau
Verdrängung	23 000 t ¹⁾	23 622 ts ²⁾
Länge in der KWL	175,9 m	182,0 m
Breite	28,0 m	28,0 m
Tiefgang	8,5 m	9,1 m
Bewaffnung:		
Schwere Artillerie	dreizehn 30,5 cm	zehn 32 cm
Mittelartillerie	sechzehn 15,2 cm	zwölf 13,5 cm
Leichte Artillerie (gegen Seeziele)	sechs 7,6 cm	—
Schwere Flak	sechs 7,6 cm	zehn 9 cm
Leichte Flak	—	39 MG
Maschinenleistung	35 000 WPS	75 000 WPS
Geschwindigkeit	22 kn	27 kn

¹⁾ Konstruktionsverdrängung in t zu je 1 000 kg.
²⁾ Typverdrängung in ts zu je 1 016 kg.

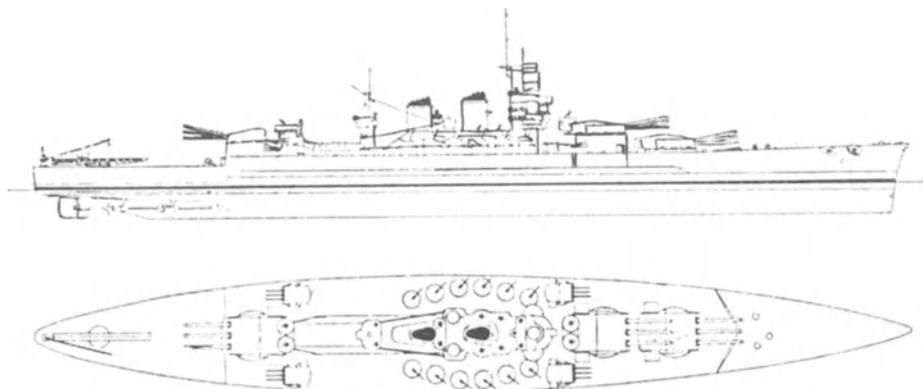


Bild 10. Italienisches Schlachtschiff „Littorio“ von 1937.

moderne Maße gesteigert, vereinigten mit der ebenfalls auf den letzten Stand gebrachten enormen Schlag- und Standkraft des früheren Linienschiffes. Zahrentafel 6 enthält die wichtigsten Angaben dieser vier Schlachtschiffe.

Zahrentafel 6

Hauptangaben für die italienischen Schlachtschiffe der „Littorio“-Klasse

Anzahl gleicher Schiffe	4
Typverdrängung	35 000 ts
Länge in der KWL	236,0 m
Breite	32,4 m
Tiefgang bei Typverdrängung	8,5 m
Bewaffnung: Schwere Artillerie	neun 38,1 cm
Mittelartillerie	zwölf 15,2 cm
Schwere Flak	zwölf 9,0 cm
Leichte Flak	40
Flugzeuge	3
Schleudern	2
Maschinenleistung	130 000 WPS
Geschwindigkeit	30 kn
Besatzung	1 350 Köpfe

Die Vereinigten Staaten von Nordamerika hielten ebenso wie Großbritannien aus außen- und innenpolitischen Gründen — waren sie doch von Anfang an nach außen die Hauptverfechter des ganzen „Abrüstungsgedankens“ gewesen — mit dem Beginn neuer Schlachtschiffbauten zurück bis zum Jahre 1936, als mit dem Fall der quantitativen Bestimmungen der Flottenverträge der Gedanke einer wirksamen Beschränkung der Rüstungen zur See praktisch erledigt war. Die amerikanische Marine hatte ja auch die Entwicklung der Seerüstungen mit verhältnismäßig wenig Sorgen betrachten dürfen, denn einmal bestanden trotz aller Wirtschaftskrisen wirtschaftliche Hemmungen für eine Flottenerweiterung nie, und zum andern besaßen die Vereinigten Staaten in den drei Schiffen der „Maryland“-Klasse (Bild 11)

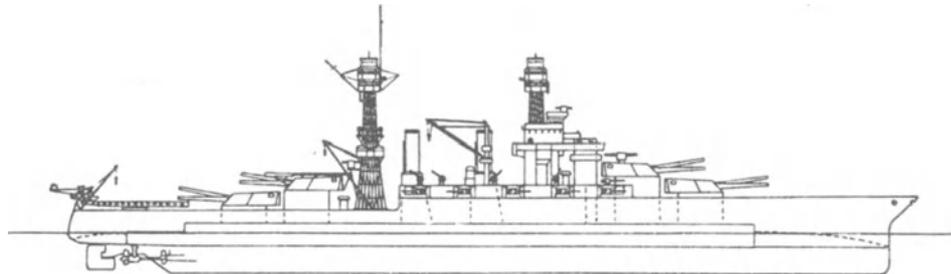


Bild 11. Schlachtschiff „Maryland“ der Vereinigten Staaten von Nordamerika von 1920.

die jüngsten Schlachtschiffe außer „Rodney“ und „Nelson“. Denn es waren, wie aus Zahlentafel 1 hervorgeht, die drei „Marylands“ noch im Bau, als das Washington-Abkommen abgeschlossen wurde. Die vorangegangenen Klassen waren bis auf die fünf ältesten — „Arkansas“, zwei der „New-York“-Klasse und zwei der „Nevada“-Klasse verhältnismäßig jung und zudem durch Umbauten und Verbesserungen durchaus auf dem Stande der Zeit gehalten worden. Die Vereinigten Staaten verfügten also in der ganzen Zeit seit dem Weltkriege über eine durchaus neuzeitliche und allen Ansprüchen genügende Flotte, die nur in ihrem Kreuzerbestand vernachlässigt war.

Als dann aber in Europa der Neubau von Schlachtschiffen wieder aufgenommen wurde, erhoben sich sofort auch in der USA die Stimmen, die für die eigene Marine die entsprechenden Neubauten forderten, zumal das Fach- und auch das Tagesschrifttum den Fragen um die Gestaltung der verschiedenen Schiffstypen immer einen recht breiten Raum gewährt hatte. Daß darüber hinaus der bereits 1916 formulierte Anspruch auf eine „navy second to none“ unter der Oberfläche weiterhin eine mächtige Triebfeder bildete, wurde zwar nicht ausgesprochen, ist aber für einen nicht ganz unaufmerksamen Beobachter leicht festzustellen.

Die ersten neuen Schlachtschiffe, vier der „Washington“-Klasse, wurden 1937 begonnen (Bild 12). Sie wurden inzwischen fertiggestellt. In ihrem Aussehen entsprechen sie durchaus dem „klassischen“ Schema. Nur die Anordnung der Schleuder auf dem Heck, d. h. im Bereich des Gasdrucks der schweren Heckartillerie, läßt vielleicht den Schluß zu, daß die Fachleute der USA-Marine der Bordluftwaffe auf Schlachtschiffen nicht die gleiche Bedeutung zumessen, die andere Marinen ihr zuschreiben. Indessen ist diese Vermutung ohne weiteres weder zu stützen noch zu widerlegen.

Nachrichten, daß Japan, das ja als erste Macht das Washington-Abkommen offiziell kündigte, Schiffe von 40 000 ts oder darüber auf Stapel habe, bildeten dann im Jahre 1939 den Anstoß zur Bewilligung der beiden Schiffe der 45 000 ts verdrängenden „Jowa“-Klasse, nachdem die „Washington“-Klasse auf sechs Schiffe vermehrt worden war. Neuerdings ist die Rede von geplanten 60 000-ts-Schiffen der „Montana“-Klasse. Zur Größensteigerung ist

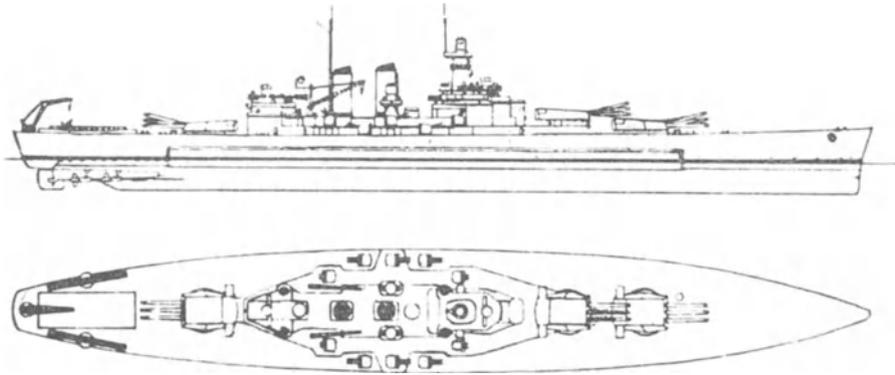


Bild 12. Schlachtschiff „Washington“ der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

ohne nähere Angaben nichts zu sagen. Man weiß nicht, wieweit solche Pläne Bluff für das Ausland oder für das eigene Volk oder wirklich ernste Absicht sind.

Wer amerikanische Kriegsschiffe kritisch betrachten will, muß vorsichtiger zu Werke gehen als bei einer Beurteilung europäischer Bauten, denn mehr als im alten Europa spielen jenseits des Atlantik neben einigen nationalen Eigenarten die von allen europäischen völlig verschiedenen geopolitischen Voraussetzungen eine Rolle. Nicht zu unterschätzen ist ferner, daß die Marine der Vereinigten Staaten eigene Kriegserfahrungen nicht mehr besitzt, denn der Krieg von 1998/99 gegen Spanien konnte irgendwelche Unterlagen für Kriegshandlungen gegen einen ebenbürtigen Gegner nicht liefern, und im ersten Weltkrieg ist die Flotte der USA nicht mehr zum Schlagen gekommen. Diese Feststellung soll nun keineswegs zu einer Unterschätzung der USA-Marine führen, aber die Ereignisse des Krieges gegen Japan haben doch wohl schon jetzt bewiesen, daß zwischen einer wirklichen Kriegsbereitschaft auf Grund von praktischen Erfahrungen und erschöpfenden theoretischen Überlegungen und einer Kriegsbereitschaft Rooseveltscher Prägung mindestens in personeller Hinsicht einige Unterschiede bestehen. Und auch der materielle Wert der amerikanischen Schlachtschiffe scheint nach den bisherigen Nachrichten doch nicht ganz so hoch zu sein, wie man die Welt gern glauben machen möchte . . .

In Zahlentafel 7 sind die Angaben der neuesten Schlachtschiffe der Vereinigten Staaten zusammengestellt. Besonders hinzuweisen ist dabei auf den gegenüber der „Maryland“-Klasse, die zwar schon nach der Skagerrakschlacht, aber noch während des ersten Weltkrieges konstruiert und gebaut wurde, außerordentlich verstärkten Deckspanzer der neueren Schiffe. Ferner wird die Geschwindigkeit mindestens der „Washington“-Klasse von sehr vielen Quellen noch mit 27 kn, also verhältnismäßig gering, angegeben. Jedenfalls ist sie niedriger als der um 30 kn liegende Durchschnitt der großen europäischen Marinen. Als Erklärung hierfür kann vielleicht gelten, daß man die Vorteile des etwas langsameren Schiffes hinsichtlich seiner äußeren und inneren Gestaltung für wertvoller hielt als einige kn mehr in der Höchstgeschwindigkeit. Das Schiff konnte kürzer und etwas breiter werden, was die zu panzernden Flächen verringert und den Unterwasserschutz begünstigt, zumal der Raumbedarf der Anlage wahrscheinlich kleiner wird. Hinzu kommt der geringere Brennstoffverbrauch bei höheren Fahrstufen. Außerdem darf die ganze Anlage, da ihr Gewicht nur einen verhältnismäßig kleinen Teil der Gesamtverdrängung erfordert, zugunsten der größeren Standfestigkeit ohne Bedenken etwas schwerer gehalten werden als bei Schiffen mit höherer Geschwindigkeit.

Zahlentafel 7
Hauptangaben für die neuesten Schlachtschiffklassen
der Vereinigten Staaten von Nordamerika

Name des Typschiffes	„Maryland“	„Washington“	„Jowa“
Typverdrängung	31 500 ts	35 000 ts	45 000 ts
Länge in der KWL	183,0 m	228,6 m	268 m
Breite	29,7 m	32,9 m	33 m
Tiefgang bei Typverdrängung	9,0 m	11,0 m	10,9 m
Bewaffnung:			
Schwere Artillerie	acht 40,6 cm	neun 40,6 cm	neun 40,6 cm
Mittelartillerie	zwölf 12,7 cm	—	—
Schwere Flak	acht 12,7 cm	zwanzig 12,7 ¹⁾ cm	zwanzig 12,7 cm ¹⁾
Leichte Flak	11	32	—
Flugzeuge	3	4	4
Schleudern	2	2	2
Maschinenleistung	34 480 WPS	70 000 WPS	—
Geschwindigkeit	21 kn	27 kn	30 bis 33 kn
Panzerung:			
Gürtelpanzer	406 mm; a. d. E.	406 mm	—
.	203 mm	—	—
Deckspanzer	76 mm	252 mm	—
.	—	oben 152 mm	—
.	—	unten 100 mm	—
Hauptartillerie	457 mm	—	—
Anzahl gleicher Schiffe	3 ²⁾	4	4 ³⁾
¹⁾ Dienen zugleich als Mittelartillerie. ²⁾ Ein Schwesterschiff „Washington“ ist den Abmachungen des Abkommens gemäß in vorgeschrittenem Bauzustande zu Versuchszwecken versenkt. ³⁾ Fünf Schiffe der „Montana“-Klasse von 60 000 ts Typverdrängung sind geplant bzw. bewilligt.			

Was Japan an Schlachtschiffneubauten auf Stapel liegen hat, ist unter einem undurchsichtigen Schleier des Geheimnisses verborgen. Nach den neuesten Flottenlisten sind es zwei Schiffe mit Namen „Nishin“ und „Takamatu“, von denen aber kaum die Tatsache, daß sie 42 500 ts verdrängen, sicher bekannt ist. Dabei sollen diese beiden Neubauten den Anlaß zur Überschreitung der 35 000-ts-Grenze bilden! Sicher ist nur, daß die vorhandenen älteren Schiffe, die aus den Jahren von 1912 bis 1920 stammen, weitgehend umgebaut und in weitestem Umfange allen neuzeitlichen Forderungen angepaßt sind.

Was sind nun die besonders hervortretenden Erscheinungen, wenn man versucht, das Gesamtbild des Schlachtschiffes in den zwei Jahrzehnten zwischen den beiden Weltkriegen zu überblicken?

Die „Rodney“-Klasse ist ebenso wie die beiden Schiffe der französischen „Dunkerque“-Klasse und die deutschen „Scharnhorst“ und „Gneisenau“ als Übergangstyp zu bewerten. Ihre Gestaltung ist noch maßgebend von Faktoren beeinflußt, die man gleichsam als zufallsbedingt betrachten muß, ob es nun in England der stark belastende Eindruck des Schlachtkreuzerverlustes vorm Skagerrak war, der allein auf unzureichenden Schutz zu beruhen schien, ob die Franzosen von der Zwangsvorstellung einer unbedingten Überlegenheit über die deutschen Panzerschiffe besessen waren, oder ob die deutsche Marine zu Beginn ihres Wiederaufbaues aus hier nicht zu erörternden Gründen Grenzen innehalten mußte, die eigentlich zu eng gezogen waren. Das wirklich neuzeitliche Schlachtschiff, auch das von „nur“ 35 000 ts, ist in seiner äußeren Gestaltung wieder zum „klassischen“ Schema der Waffen- und Schutzanordnung zurückgekehrt. Als Hauptkaliber werden 38,1- oder 40,6-cm-Geschütze benutzt. Nur England beschränkte sich, wahrscheinlich aus Gründen einer letzten politischen Propaganda, für den Gedanken einer „künstlichen“ Rüstungsbeschränkung, bei seinen ersten Neubauten noch auf 35,6 cm. Diese Geschütze werden im Auslande durchweg in Mehrlingstürmen, meistens

solchen mit drei Rohren, aufgestellt. England geht sogar zum Vierling über, obgleich noch beim Bau der „Rodney“ der Drilling starker Kritik unterworfen war. Allgemein wird das Bugfeuer betont. Für Schiffsführung und Artillerieleitung steht hinter den vorderen Geschütztürmen ein mächtiger, vielfach turmartiger Aufbau, der in einer Vielzahl von leicht bis stark geschützten Ständen alle Leit- und Führungsstellen aufnimmt. Dieser Aufbau für die Schiffsführung ist heute ein charakteristisches Kennzeichen aller neueren Schlachtschiffe und selbst der Kreuzer geworden. — Die Mittelartillerie steht überall in Türmen, stellenweise mit der schweren Flak zu einem Einheitsgeschütz vereinigt. In diesem Falle beträgt das Kaliber 12,7 cm (in USA) bis 13,2 cm (in Großbritannien); sonst herrscht immer noch das bewährte Kaliber von 6" = 15,2 cm. — Bei der Bordluftwaffe der Schlachtschiffe erkennt man überall das Bestreben, die drei bis vier an Bord befindlichen Flugzeuge möglichst gut zu schützen, wenn dieser Schutz auch immer ziemlich leicht bleiben muß und dennoch viel Gewicht erfordert. Der Platz für die Luftwaffe ist mittschiffs, wo auch die Schleudern stehen. Daß es auf den französischen Schlachtschiffen anders ist, liegt an der grundsätzlich anderen Anordnung der schweren Artillerie. — Die Geschwindigkeit liegt allgemein bei 30 kn, nur die amerikanische „Washington“-Klasse scheint mit 27 kn tiefer zu liegen. In der Verteilung des Panzerschutzes ist insofern eine Wandlung gegen früher eingetreten, als heute der Deckspanzer sehr viel weiter ausgedehnt wurde und erheblich an Dicke zunahm. Soweit die dafür notwendigen Gewichte nicht aus Ersparnissen infolge der inzwischen erreichten technischen Fortschritte gedeckt werden konnten, mußte die Fläche des Gürtelpanzers verkleinert werden.

Auch die neuen Schiffe von 40 000 ts und mehr halten diese Richtung inne. Das Kaliber wird dabei wohl allgemein auf 40,6 cm und das der Mittelartillerie auf 15 cm bzw. 6" bemessen werden, wobei es nicht ausgeschlossen erscheint, daß die bisherige Mittelartillerie auch noch zur Luftabwehr herangezogen werden wird. Unter dem Einfluß der Kriegserfahrungen ist damit zu rechnen, daß, soweit es überhaupt noch möglich ist, der Schutz noch mehr als bisher Raum und Gewicht in Anspruch nehmen wird, denn der Unterwasserangriff faßt jedes Schiff unmittelbar an seinem Lebensgesetz, dem Archimedischen Prinzip. Und abzuweisen sind die Angriffe nicht entfernt so weitgehend wie die der Artillerie, man kann immer nur die Wirkungen begrenzen.

Über die sehr schwierigen Fragen des Fahrbereiches der neuzeitlichen Schlachtschiffe läßt sich auf Grund der in der Öffentlichkeit vorliegenden Unterlagen nichts Wesentliches sagen. Daß eine Marine wie die englische dabei andere Grundsätze verfolgt als die deutsche, liegt auf Grund der beiderseitigen Versorgungsmöglichkeiten auf der Hand. — Daß die Ölmaschine als Hauptmaschine die mit einer Bunkerfüllung erreichbaren Fahrstrecken ganz erheblich über die bisherigen Werte zu steigern vermag, haben die deutschen Panzerschiffe (jetzt Schwere Kreuzer) bewiesen. Ob aber der Dieselmotor sich als Antrieb für Schiffe von der dreifachen Maschinenleistung jener wird durchsetzen können, steht dahin. Die Dieselanlage ergibt schiffbaulich und auch maschinenbaulich ganz andere Aufteilungen als eine Dampfanlage, von denen ohne umfassende Untersuchungen nicht gesagt werden kann, wie weit sie sich verwirklichen lassen. Daher ist auch der naheliegende Vorschlag nicht so einfach auszuführen: Für die Marschfahrt Dieselantrieb, für die Höchstfahrt als Spitzenkraftwerke Hochdruckdampfanlagen! Dabei bietet dieser gemischte Antrieb bestimmt die beste Ausnutzung des Brennstoffes, denn für die meiste Zeit wird mit den sehr wirtschaftlich arbeitenden Dieselmotoren gefahren, die dadurch einen großen Fahrbereich ermöglichen. Die unwirtschaftlicher arbeitende Dampfanlage wird dagegen nur in Betrieb genommen, wenn Spitzenleistungen notwendig werden. — Bei der Erörterung des Fahrbereiches ist ferner — nach den bekannten Unterlagen so gut wie

unmöglich — die Frage der Ausrüstung mit Lebensmitteln, Wasser und allem, was sonst zum Schiffsbetrieb erforderlich ist, in Rechnung zu ziehen, deren Wichtigkeit aus den Berichten der Hilfskreuzer des Weltkrieges deutlich genug hervorgeht. Im allgemeinen wird sich die von den neuzeitlichen Schlachtschiffen mitzuführende Heiz- bzw. Treibölmenge auf gleichgroßen Schiffen ziemlich gleich sein und größenordnungsmäßig 4500 bis 6000 t umfassen.

Und wie sieht die Zukunft des schweren Schlachtschiffes aus? Hat seine Stunde im Hagel der schweren und schwersten Flugzeughbomben und der Lufttorpedos geschlagen? Die Ereignisse im Perlenhafen von Hawai, an der Ostküste von Malaya sowie das tragische Ende des „Bismarck“ könnten sehr leicht in bejahendem Sinne ausgelegt werden, aber sieht das Bild eines mit einem Flugzeugträger zusammen operierenden Schlachtschiffes nicht doch noch etwas zukunftsfreudiger aus? Für uns, die wir die Summe der Seekriegsereignisse heute keineswegs überblicken können, muß die Frage noch offenbleiben. Sicher ist nur, daß die Entwicklung des Schlachtschiffs irgendwie an einem Wendepunkt angekommen ist. In welcher Richtung die Kurve nun weiterverlaufen wird, muß die Zukunft lehren!

Die seit 1918 durchlaufenen Stufen haben eigentlich nur dargetan, daß sich alle notwendigen und wünschenswerten Eigenschaften auf die Dauer nicht in eine politisch, d. h. von militärisch-technischem Standpunkte gesehen, künstlich begrenzte Verdrängung hineinquetschen lassen. Heute ist das fast Anderthalbfache der im Washington-Abkommen seinerzeit zugestandenen Typverdrängung fast erreicht. Und diese Größe von rd. 50 000 ts wird, das ist unvermeidlich, in nicht zu ferner Zeit überschritten werden müssen, wenn man die Erfahrungen dieses Krieges ausgewertet haben wird und bestrebt ist, unter Beibehaltung der heutigen Grundsätze von der Bemessung der Schlagkraft, Standkraft, Beweglichkeit usw., d. h. also die bisherigen Typen beizubehalten. Zur Zeit läßt sich nur feststellen, daß allein größte Schiffe sich standfest genug gestalten lassen, um mit Sicherheit jeder neuzeitlichen Waffenwirkung über Wasser, auf dem Wasser und unter Wasser einigermaßen gewachsen zu sein.

Der zweifellos interessanteste Schiffstyp unter den im Rahmen des Themas betrachteten ist der Flugzeugträger. Er ist der einzige, der auch heute noch in technischer wie in militärischer Beziehung Probleme aufwirft, die von Grund aus neu sind. Bis in die ersten Jahre des gegenwärtigen Krieges wurde sein Wert noch da und dort bestritten oder angezweifelt, aber spätestens seit dem Bekanntwerden der japanischen Erfolge muß man ihn allgemein anerkennen. Sein wichtigstes Merkmal ist, daß das Flugzeug als Jagd-, Kampf- oder Aufklärungsmaschine, u. U. auch als sog. Mehrzweckflugzeug, seine Hauptwaffe ist, während die Artillerie, die sonst nahezu alle Kampfschiffe beherrscht, sich mit einer sehr nachgeordneten Rolle begnügen muß.

Sieht man von den allerersten Anfängen und von den tastenden Vorversuchen ab, die mit dem Ende des Jahres 1910 einsetzten, so fällt die ganze Entwicklungszeit des Flugzeugträgers von der grundsätzlich geklärten Idee und der technisch-militärischen Aufgabe bis zur bedingten und vollendeten Frontreife in den hier betrachteten Zeitraum.

Als der Weltkrieg zu Ende ging, hatte die englische Marine unter dem Zwange der vom Seekrieg im Kanal und in der Nordsee gegebenen Notwendigkeiten alle grundsätzlich entscheidenden Elemente des Flugzeugträgers richtig erkannt und herausgearbeitet. Das erste, für einschlägige praktische Versuche geeignete Fahrzeug, der „Argus“, war soeben in Dienst gestellt, um Erfahrungen im Decksflugbetrieb zu sammeln. Auf diesem Schiff, das aus einem halbfertigen italienischen Schnelldampfer umgebaut worden war, gab es schon ein von vorn bis achtern durchlaufendes Flugdeck, zunächst nur für den Start der Flugzeuge — zu Landeversuchen schritt man erst viele Monate später —, Hallen zum Abstellen der Maschinen, Werkstätten für ihre Pflege

und u. U. Wiederherstellung, Kraftstoff-Versorgungsanlagen, Einrichtungen für die Flugzeugabwurfaffen u. a. m. Da weder ein über das Deck hinausragender Schornstein noch eine feste Kommandobrücke vorgesehen waren, gehörte der „Argus“ zum sog. „Glatdeck-Typ“. Wegen seines durch Tarnanstrich noch seltsamer gestalteten Aussehens hat das Schiff, das etwa Ende September 1918 im westlichen Teil der nördlichen Nordsee auftauchte, dem deutschen Nachrichtendienst sehr viel Sorgen gemacht.

Die mit diesem ersten bedingt betriebsfähigen Flugzeugträger gesammelten Erfahrungen veranlaßten einen abermaligen Umbau des ursprünglich als large light cruiser unter Lord Fisher entworfenen und schon mehrfach in Richtung auf den zum Einsatz von Landflugzeugen geeigneten Träger umgebauten „Furious“ zu einem eindeutigen Glatdeck-Flugzeugträger⁷⁾, Bild 13.

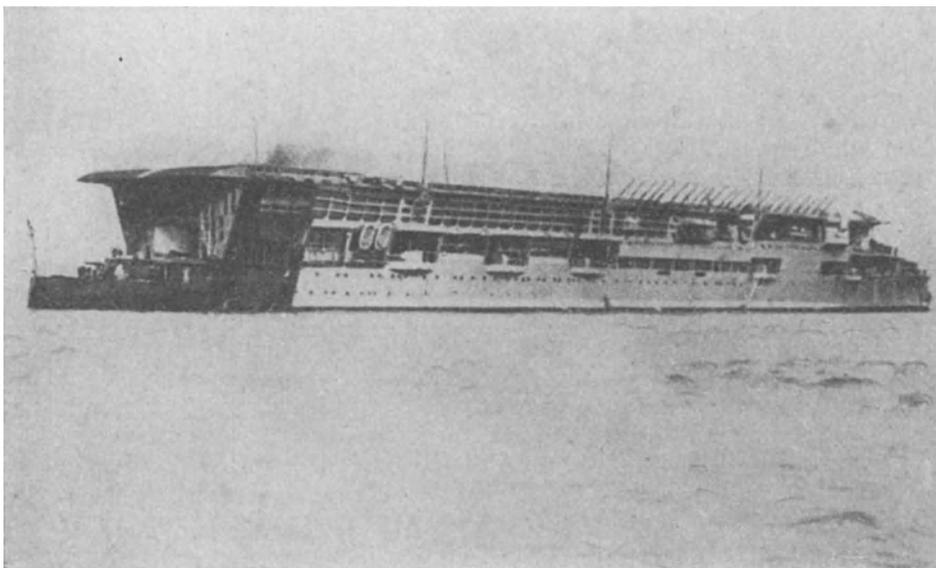


Bild 13. Englischer Flugzeugträger „Furious“ (noch ohne Insel).

Daneben wurde ein für Chile in Bau befindliches Schlachtschiff zu einem Flugzeugträger mit „Insel“, d. h. einem hart auf die Steuerbordseite gerückten Aufbau, der Schornstein, Schiffsführungsstand, Mast, Artillerieleitstände und Flak enthält, umgebaut. Außerdem war seit Januar 1918 ein Neubau von 10 000 ts in Arbeit, der unter dem Namen „Hermes“ noch bis zu seiner Versenkung vor Trisicomali im April 1942 Dienst tat.

Die hier in knappstem Umriß in wenigen Sätzen skizzierte Entwicklung des Flugzeugträgers ist in Wirklichkeit der Ablauf einer kaum übersehbaren Summe von Einzel- und Kleinarbeit mit zahllosen Enttäuschungen und Irrtümern sowie vielen Opfern an Material und kostbaren Menschenleben, deren Last fast ausschließlich von der englischen Marine getragen worden ist. — Als Ergebnis aller Versuche und Erfahrungen entstanden schließlich in der zweiten Hälfte der zwanziger Jahre die beiden Umbauten „Courageous“ und „Glorious“. Auch sie waren wie „Furious“ unter Lord Fisher als large light cruisers erbaut, hatten sich aber als solche in keiner Weise bewährt. Durch den Umbau aber wurden sie — ein seltenes Beispiel in der Geschichte des Kriegsschiffbaues — zu den überlegen besten Flugzeugträgern ihrer Zeit. Diesen Rang behielten sie auch unbestritten bis zur Indienststellung des Neubaus „Ark Royal“ im Jahre 1938. Inzwischen haben sie allerdings beide ihre

⁷⁾ Spätestens bei den umfangreichen Wiederherstellungsarbeiten, die im Jahre 1940/41 auf einer nordamerikanischen Werft durchgeführt wurden, hat auch dieses Schiff eine kleine Insel als Schiffsführungsstand erhalten.

Laufbahn beendet: „Courageous“ wurde am 17. September 1939 durch ein deutsches Unterseeboot südwestlich Irland versenkt, und „Glorious“ fiel im Verlauf der englischen Rückzugsoperationen beim Verlassen Norwegens, wahrscheinlich als Flugzeugtransporter bis an die Grenze des Möglichen mit englischen und norwegischen Maschinen voll gestaut, am 8. Juni 1940 bei Jan Mayen den deutschen Schlachtschiffen „Scharnhorst“ und „Gneisenau“ zum Opfer.

Die neuen Flugzeugträger der englischen Marine von „Ark Royal“ ab, der übrigens auch im Dezember 1941 unweit Gibraltar im Mittelmeer durch ein deutsches Unterseeboot versenkt wurde, gehören ebenso wie die beiden vorher genannten zum Inseltyp, Bild 14. Wenn an ihnen etwas auffällt, so ist es die mit 30,5 bis 32 kn ziemlich bescheidene Geschwindigkeit, die zum



Bild 14. Englischer Flugzeugträger „Ark Royal“ von 1937.

eigentlichen Wesen des Schiffstyps nicht recht passen will. Muß man sich doch darüber im klaren sein: Ein Flugzeugträger darf sich niemals in Kampfhandlungen im Wirkungsbereich von Gegnern verwickeln lassen, deren Hauptwaffe die Artillerie ist. Er ist durch den Kraftstoff seiner Flugzeuge, durch diese selbst und durch die praktisch über das ganze Schiff reichende Fluganlage übermäßig empfindlich gegen jede Art feindlicher Einwirkung. Selbst sehr leichte Beschädigungen der Fluganlage machen den weiteren Einsatz seiner Hauptwaffe bereits unmöglich. Andererseits kann auch der rücksichtsloseste Einsatz des offensiven Teils der Bordluftwaffe (Bomben- und Torpedoflugzeuge) niemals nur angenähert die Schlagkraft einer normalen Bestückung mit Geschützen erreichen. Dazu dürfte er in der Regel zahlenmäßig zu schwach und auf kurze, d. h. Artillerie-Kampferfernungen, zu wenig leistungsfähig sein. Im Falle einer drohenden Gefechtsberührung muß der Flugzeugträger ausweichen, im Notfalle weglaufen, einerlei, wie stark oder wie schwach der Gegner ist. Ob ein Kampfschiffsverband, dem der Träger beigegeben ist, ihn ausreichend schützen kann, steht dahin.

Aus den angedeuteten Gedankengängen heraus ergeben sich in militärischer wie in technischer Beziehung so viele Fragen, daß im hier gegebenen Rahmen nicht weiter darauf eingegangen werden kann.

Die französische Marine hat bisher nur einen Flugzeugträger fertig, das umgebaute, als Schlachtschiff begonnene Fahrzeug „Béarn“. Es bietet in der auf ihm angewendeten Lösung vieler Einzelheiten allerlei Bemerkenswertes, ist aber als Vertreter des Schiffstyps nichts weniger als ein Vorbild. Die geplanten Neubauten sind bisher nicht nennenswert über die Planung und allenfalls den Baubeginn hinausgelangt.

Die italienische Marine hat bis heute als Mittelmeer-Marine auf Flugzeugträger überhaupt verzichtet. Sie glaubt ihrer nicht zu bedürfen, da sie die für sie wichtigen Räume des Mittelmeers einwandfrei mit ihrer Küstenluftwaffe beherrschen kann. Die Kriegsergebnisse haben aber bewiesen, daß auch in dem verhältnismäßig begrenzten Raum des Mittelmeers der Träger eine wertvolle Waffe sein kann, wenn er auch einem größeren Risiko unterworfen ist.

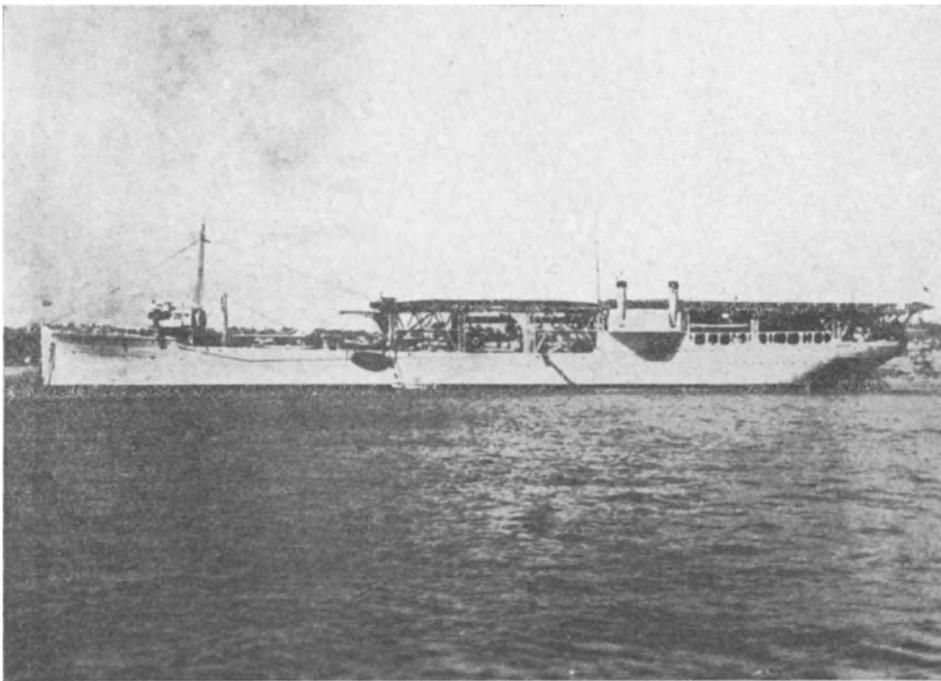


Bild 15. Flugzeugträger „Langley“ der Vereinigten Staaten von Nordamerika, nach dem Umbau zum Mutterschiff für Seeflugzeuge.

Die Vereinigten Staaten von Nordamerika, von denen einstmals der Anstoß zu einer Bordfliegerei ausgegangen war, haben während des ersten Weltkrieges ausschließlich die Frage der Bordluftwaffe auf Kampfschiffen, d. h. als neben- oder richtiger noch nachgeordnete Waffe, voranzutreiben versucht. Zu nutzbaren Ergebnissen sind sie dabei zunächst nicht gekommen. Dann bauten sie einen früheren Flottenkohlendampfer „Jupiter“ zum Versuchsträger „Langley“ um (Bild 15), und nach der Auswertung der damit gewonnenen Erfahrungen begann man mit dem Fertigbau zweier Schlachtkreuzerrümpfe als Flugzeugträger. Diese hätten nach den Bestimmungen des Washington-Abkommens eigentlich abgebrochen werden müssen, wurden aber auf Grund von Ausnahmestimmungen umgebaut. Daraus entstanden die heute noch größten Flugzeugträger der Welt: „Lexington“ und „Saratoga“ (Bild 16). Sie haben sich aber angeblich im Laufe der Zeit als zu groß und unhandlich erwiesen. Auf Grund der mit ihnen gesammelten Erfahrungen entwarf dann die nordamerikanische Marineleitung ihre neuen Flugzeug-

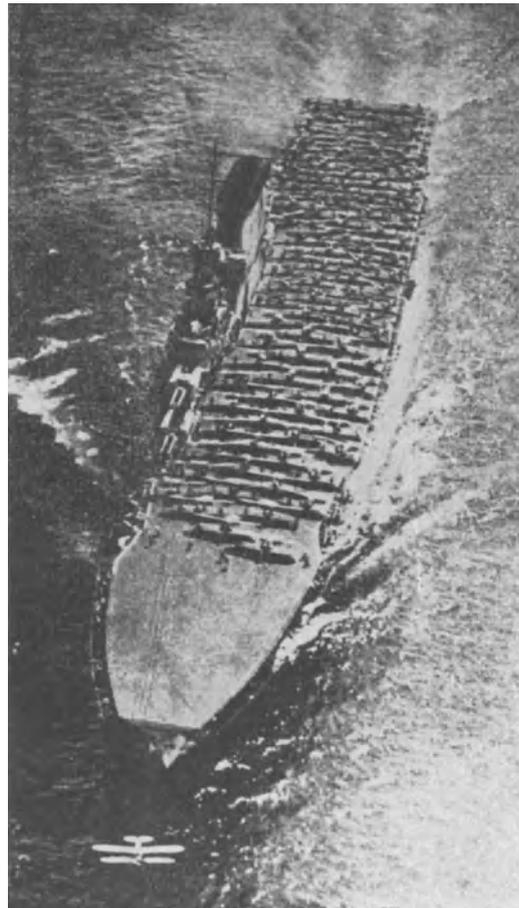


Bild 16. Flugzeugträger „Lexington“ der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

träger (Bild 17). Sie sehen anders aus als die englischen, weil sie auf anderen schiffbaulichen Grundlagen aufbauen. Auf amerikanischen Trägern ist das Hallendeck Hauptverbandsdeck, während andere Marinen meistens das Flugdeck als tragendes Deck für die Längsfestigkeit ausbilden, wodurch die konstruktive ebenso wie die räumliche Gestaltung des Schiffes einschneidend beeinflußt wird.

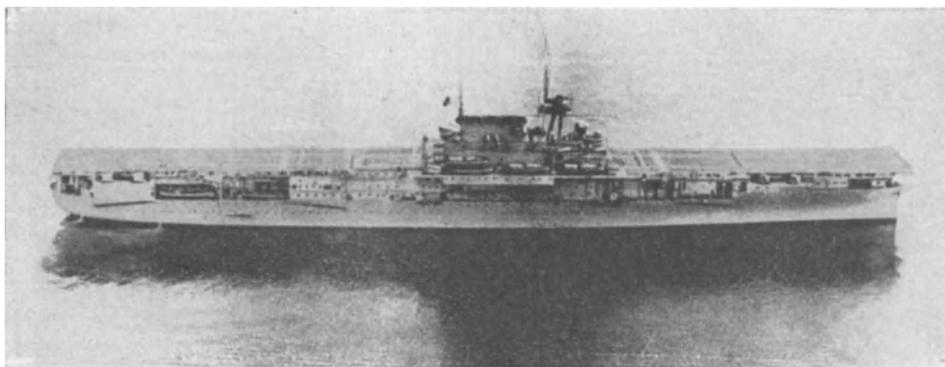


Bild 17. Flugzeugträger „Yorktown“ der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Die japanische Marine hat zunächst neben einem kleinen Versuchs-träger ebenfalls nur vertraglich zum Abbruch bestimmte Schiffskörper von Schlachtschiffen und Schlachtkreuzern umgebaut. Wie auch die Kreuzer und Schlachtschiffe der ostasiatischen Großmacht, so zeigen diese Flugzeugträger ebenfalls typisch japanische Formen (Bild 18). In der Mitte der dreißiger

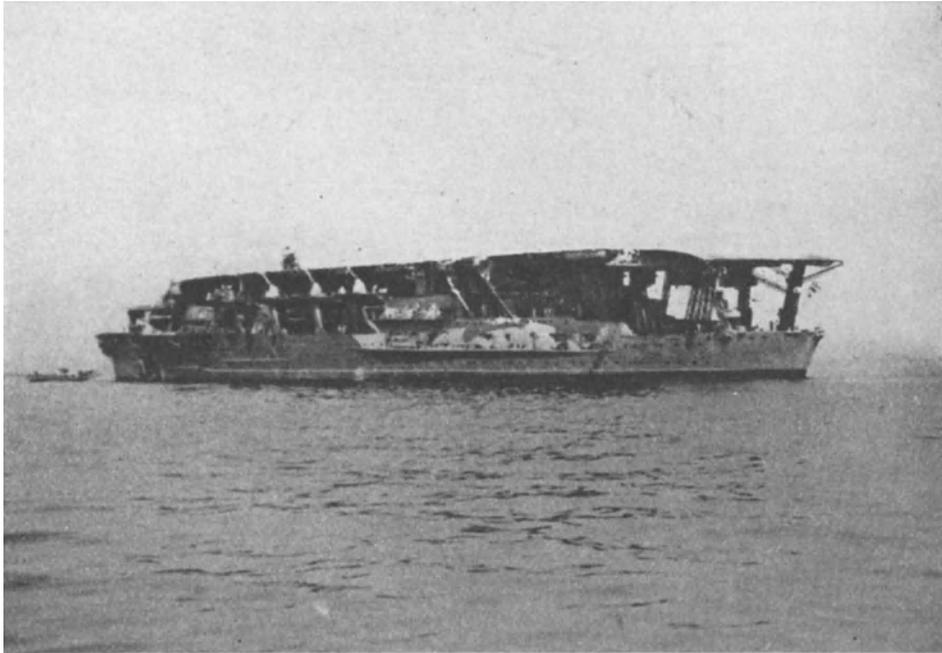


Bild 18. Japanischer Flugzeugträger „Akagi“.

Jahre begann aber auch Japan Trägerneubauten, die von vornherein als solche geplant und gebaut waren. Einzelheiten sind allerdings nur in ganz geringem Umfange bekanntgeworden, man kann diese Schiffe daher nur schlecht in das bekannte Bild des Typs einfügen.

Höchst bemerkenswert sind aber die Ergebnisse, die die Marine des Tenno beim Einsatz ihrer Flugzeugträger im Kriege gegen die Vereinigten Staaten und England gleich zu Beginn bei dem Angriff auf Pearl Harbour und auch im weiteren Verlauf erzielt hat. Man darf sogar auf Grund der jetzt vorliegenden, nur knappen, für die Öffentlichkeit bestimmten Nachrichten schließen, daß die japanische Marine das Wesen des modernen See-Luftkrieges mit dem Einsatz aller hierfür anwendbaren Mittel vollendet beherrscht.

Jeder Fachmann, der von Berufs wegen einmal mit dem Flugzeugträger als Schiffstyp zu tun hatte, oder der nur von dem Vorhandensein eines solchen Schiffes in der eigenen Marine hörte, und vielleicht mehr noch der an Seekriegswesen und Marinefragen interessierte Laie fragt heute: Wie bewährt sich dieser Schiffstyp? Wie setzte man ihn bisher ein, und wie wird man ihn künftig einsetzen müssen? Welcher Art sind die ihm zgedachten Aufgaben?

Eine Antwort auf diese Fragen ist sehr schwierig, selbst bei einer Beschränkung auf die wichtigsten Gesichtspunkte. Daß er seinen Wert bewiesen hat, zeigen mindestens die Ereignisse im pazifischen und ostasiatischen Raum. Auch der Einsatz der englischen Träger beim Niederkämpfen des deutschen Schlachtschiffes „Bismarck“⁸⁾ dürfte einwandfrei für den großen Wert eines mit Aufklärungs- und Angriffsflugzeugen bestückten Kampfschiffes sprechen.

⁸⁾ Siehe Nauticus Bd. 25, 1942 S. 1 ff.

Das Schrifttum bietet bisher nur sehr wenig Beiträge zu den Fragen um die Verwendung der Flugzeugträger bei Operationen der Seestreitkräfte. Vielleicht trifft man den Kern der Sache am besten mit der Feststellung, daß eine Hauptaufgabe in der Aufklärung vom Träger aus liegt, denn das Flugzeug kann ja in viel kürzerer Zeit einen erheblich größeren Raum überwachen als jedes Schiff, und sei es das schnellste. Eine weitere Hauptaufgabe ist im Jagdschutz für den Träger selbst und für seine Kampfgruppe zu sehen. Und schließlich können auch Angriffshandlungen von einem Träger aus durchgeführt werden, wie in großem Umfange von japanischer Seite vor Hawaii und in ebenfalls bemerkenswerter Art durch die Engländer gegen „Bismarck“ ausgeführt. Auf die Fülle der mit diesen Dingen verbundenen militärischen und technischen Einzelfragen kann natürlich im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen werden.

Nur die Frage der Anzahl der an Bord eingeschifften Flugzeuge verdient eine kurze Erwähnung. Anfangs wurden besonders von nordamerikanischer Seite phantastisch hohe Zahlen genannt. Auch für „Ark Royal“ war anfangs die Rede von etwa 70 Flugzeugen. Inzwischen sind diese Zahlen durch die bekanntgewordenen Einzelheiten mehr oder weniger zuverlässig nachzuprüfen gewesen. Dabei erwies sich, daß zu unterscheiden ist zwischen den kriegsmäßig einsatzbereit an Bord unterzubringenden Maschinen, einer vielleicht etwas größeren Zahl, die sich exerziermäßig noch eben bewältigen läßt, und der ausschließlich zu Transportzwecken unterzubringenden Anzahl von Flugzeugen. Es ist anzunehmen, daß die heute im „Weyer“ genannten Zahlen ungefähr das Richtige treffen.

Während der Flugzeugträger durch die vertraglichen Beschränkungen völlig unberührt blieb, und während das Schlachtschiff in seinen spezifischen Typeigenschaften ebenfalls außer durch eine ausschließlich quantitative Einengung nicht betroffen wurde, lag die ganze Last des unnatürlichen Einbruches der Politik in den Kriegsschiffbau auf dem Kreuzer.

Schon die Tatsache, daß man ihn in Washington zwar hinsichtlich seiner Gefechtswerte nach oben eingrenzte, Anzahl und Gesamtverdrängung aber völlig frei ließ, mußte ihn mit den übrigen Kleinkampfschiffen zusammen in den Brennpunkt des Interesses aller Unterzeichnermächte stellen. Bot doch der Ausbau der Kreuzerflotten die einzige noch verbliebene Möglichkeit zu einer von außen her nicht behinderten Vergrößerung des Bestandes an Seekampfmitteln von ozeanischen Wirkungsmöglichkeiten. Fast zwangsläufig waren die bei der Bemessung der Schlachtschiff-tonnage in Washington benachteiligten Marinen, in erster Linie Frankreich und Italien, in zweiter Linie auch die großen wie Japan, die Vereinigten Staaten und selbst England auf eine Bahn gedrängt, die sie im Kreuzer eine Art von „Schlachtschiff-Ersatz“ sehen ließ. Im Fachschrifttum der ersten 20er Jahre findet sich gelegentlich sogar der Gedanke angedeutet, die neuartigen großen Kreuzer, die man heute meist kurzweg als „Washington-Kreuzer“ bezeichnet, wie Schlachtschiffe einzusetzen. Allerdings wurde die militärische Undurchführbarkeit dieses Gedankens bald zugegeben. Aber eine Tendenz war damit gegeben, und sie hat, wie heute leicht nachzuweisen ist, auch in folgerichtigem Weiterwirken zu einer höchst ungesunden und wesenswidrigen Entwicklung einer der wichtigsten Schiffsklassen geführt. — 10 000 ts Typverdrängung und 20,3-cm-Geschütze sind eben für einen wirklichen Kreuzer erheblich zuviel und für einen „Schlachtschiff-Ersatz“ beträchtlich zu wenig! Und das besonders in einer Zeit, die danach strebt, ihren wirklichen Schlachtschiffen Kreuzergeschwindigkeiten zu geben!

Die vertraglich festgesetzten Grenzen für den Kreuzer werden, ohne daß jemals etwas Offizielles darüber bekanntgeworden wäre, allgemein dadurch erklärt, daß die Schiffe der englischen „Hawkins“-Klasse (Bild 19) noch als Kreuzer gelten sollten. Sie sind 1916 unter dem frischen Eindruck der Erfolge

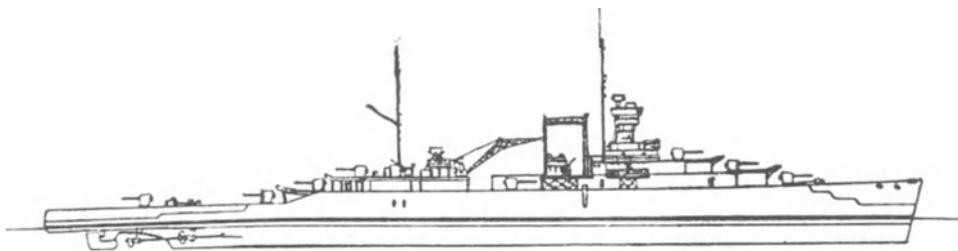


Bild 19. Englischer Kreuzer „Frobisher“ nach Umbewaffnung. Er trug ursprünglich statt der neun 15,2 cm-Geschütze sieben 19 cm in Mittelpivotlafetten. Das Schiff ist als Ahnherr aller Washington-Kreuzer anzusehen.

deutscher Handelszerstörer vom Schlage „Möwe“ und „Wolf“ entstanden⁹⁾. Man wollte mit ihnen einen Schiffstyp schaffen, der unter allen Umständen diesen „corsairs“ überlegen war. Und man muß zugeben, daß diese Aufgabe hervorragend gut gelöst worden ist.

Wenn man diesen im Jahre 1921 vorhandenen größten Kreuzer unter gewissen für das Grundsätzliche unbedeutenden Aufrundungen der Verdrängung, wobei diese außerdem etwas anders berechnet wurde, und des Höchstkalibers als Maß für die vertraglich festzulegende obere Grenze nahm, so war das nur folgerichtig gehandelt. Außerdem ist den beteiligten Sachverständigen wohl zuzutrauen, daß sie diesen Kreuzertyp als Sonderfall, als Ausnahme bewertet haben. Nicht übersehen worden ist aber offenbar die psychologische Seite ihrer Maßnahmen. Denn was auf anderen Gebieten des Lebens oft und eindringlich in Erscheinung getreten ist, geschah auch hier: Im Augenblick, in dem die neuen Höchstgrenzen in Kraft traten, waren sie sogleich die allein noch diskutablen Werte! Ein Kreuzer unter 10 000 ts erschien allen gegenteiligen Erfahrungen, auch des gerade beendeten Krieges, zum Trotz ebenso unvorstellbar wie einer mit leichteren als 20,3-cm-Geschützen. Hierzu trat, allerdings meist unter der Oberfläche wirkend, die bereits erwähnte, an sich unsinnige Idee eines „Schlachtschiff-Ersatzes“. Damit waren die vertraglichen Grenzen mit dem Tage des Inkrafttretens zu einer drückenden Fessel geworden!

Jeder Schiffbauer weiß, daß sich aus einer gegebenen Verdrängung nur eine durch den Stand der Technik bedingte Gesamtsumme von materiellen Gefechtswerten herausholen läßt. Ihre Aufteilung ist typmäßig festgelegt und nur sehr wenig zu verändern. Ein Vorsprung gegenüber den Wettbewerbern in anderen Marinen läßt sich nur dadurch erreichen, daß man die technische Entwicklung mit allen Mitteln vorantreibt. Nur dadurch lassen sich kleine Gewichtsvorteile und damit ein kleines Mehr an Schlagkraft oder an Standkraft oder an Geschwindigkeit usw. erreichen. Größere Unterschiede auf einem Gebiet sind nur durch Verzicht auf einem oder mehreren anderen zu erreichen. Um merkliche Unterschiede zulassen zu können, steht die Technik in allen Kulturstaaten zu gleichmäßig hoch!

Diese Gründe ließen den Washington-Kreuzer, besonders in seinen ersten Vertretern, zu einem sehr umstrittenen Typ werden. Für Kreuzeraufgaben im Flottenverbande war er zu groß, zu kostspielig und zu empfindlich. Als Weiterentwicklung eines Spezial-Handelsschutzkreuzers war er wesentlich nur für dessen Aufgaben, vornehmlich den Handelsschutz, geeignet, sofern seine Gefechtswerte insgesamt in diesem Sinne gestaltet waren. Aber auch bei dieser ureigentlichen Aufgabe des Typs müssen Kampfhandlungen weitgehend vermieden werden, weil die Empfindlichkeit gegen jede Feindeinwirkung zu groß ist. Ursache alles Übels ist die Unausgeglichenheit der Hauptgefechtswerte bei der Gestaltung des Gesamtkampfwertes. Angesichts einer Bestückung von acht bis vereinzelt zehn 20,3-cm-Geschützen als Haupt-

⁹⁾ Vgl. Jane Fighting Ships 1922 S. 45.

artillerie, bei einer Geschwindigkeit von fast überall merklich über 31 kn kann bei den für ein 10 000-ts-Schiff erforderlichen Abmessungen für den Schutze nicht genug Gewicht frei gemacht werden. Natürlich läßt sich niemals eindeutig oder gar in Maß und Zahl sagen, wie stark im Einzelfall der Schutz eines neuzeitlichen Kreuzers zu bemessen ist, zumal die nationalen Notwendigkeiten sehr verschieden sind, aber als eine Art von Richtlinie läßt sich vielleicht folgendes festlegen: Die Wirkung der Waffen des gleichaltrigen gegnerischen Artgenossen auf die lebenswichtigen Teile des Schiffes soll durch den Schutz wenigstens so weit eingeschränkt werden, daß die zur Erfüllung der Aufgaben notwendige Standkraft gewährleistet wird.

Etwa ab 1930 begann die Erkenntnis sich durchzusetzen, daß die 10 000-ts-Kreuzer doch nicht der Kreuzertyp waren, den man brauchte. Zum wenigsten war es notwendig, die Gefechtswerte viel sorgfältiger als bei den ersten Vertretern des Typs gegeneinander abzuwägen. In diesen Bestrebungen kam man zu einer Entwicklung, die stellenweise geradezu wie rückläufig aussieht.

Am sinnfälligsten ist das an den französischen Kreuzern des 10 000-ts-Typs zu beobachten. Die ersten beiden, „Duquesne“ und „Tourville“ (Bild 20), sind praktisch ungeschützt, aber verhältnismäßig schnell. Die nächsten vier, obwohl untereinander in Einzelheiten nicht ganz gleich, doch ungefähr einer Klasse angehörend, sind mehrere Knoten langsamer, besitzen dafür aber einen schmalen, 60 mm dicken Wasserlinienschutz im Bereich der Kessel- und Maschinenanlage. Und „L'Algérie“ (Bild 21), die bereits unter dem Eindruck der stark übertriebenen Nachrichten von den im Bau befindlichen deutschen Panzerschiffen entstanden ist, besitzt dank einer Herabsetzung der Geschwindigkeit auf 31 kn sogar einen recht guten Schutz.

Die Entwicklung der italienischen Kreuzer vom Washington-Typ verlief nicht ganz so auffällig. Die ersten, die „Trieste“-Klasse (Bild 22), erschien im ganzen besser als die meisten ihrer Artgenossen, denn sie trägt neben den „normalen“ acht 20,3-cm-Geschützen eine umfangreiche Flakbewaffnung, ist für ein Schiff ihrer Größe sehr schnell (38 bis 39 kn) und ziemlich ausgedehnt, wenn auch nur leicht gepanzert. Bei der späteren „Fiume“-Klasse (Bild 23) wurde der Panzer um den Preis von 3 bis 4 kn Geschwindigkeitsverminderung nahezu verdoppelt, so daß ein unter seinesgleichen bemerkenswert gut geschütztes Schiff entstand. Da diese Schiffe angesichts der geographischen Lage Italiens für einen ozeanischen Handelskrieg kaum in Frage kommen konnten, ist die Annahme berechtigt, in ihnen eine Betonung der leichten Streitkräfte zu sehen, bei der der Gedanke des bereits erwähnten Schlachtschiff-Ersatzes zweifellos mitgespielt hat.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika erschien der schwere Kreuzer weit mehr als anderswo als ein wünschenswerter Typ, denn die für ihre Marine gegebenen geographischen und politischen Verhältnisse verlangen auch für einen Flottenkreuzer ein größeres Schiff, als in andern Marinen üblich. Da nun die Entstehung der ersten amerikanischen 10 000-ts-Kreuzer in eine Zeit zwar noch latenter, aber doch sehr fühlbarer Spannung mit Japan fiel, das bereits Schiffe mit fünf und sechs 20,3-cm-Geschützen zu bauen begann, die „Hurutaka“- und „Aoba“-Klassen, so versuchte man das Äußerste herauszuholen. In diesem Sinne waren die beiden Schiffe der „Pensacola“-Klasse (Bild 24) ein Versuch, der, wie seither zugegeben wurde, nicht ganz gelang. Auch die anschließende „Augusta“-Klasse gelang noch nicht vollständig, obgleich man die Hauptartillerie um ein Geschütz verringerte und die See-Eigenschaften nachdrücklich zu verbessern trachtete. Erst ab „New Orleans“ (Bild 25) kann man von gelungenen Schiffen sprechen. Die Entwicklung vollzog sich, wie die Flottenlisten zeigen, in der Form, daß man die beim Bau erzielten Gewichtersparnisse für die Verstärkung der Panzerung ausnutzte. So erreichte man auf der zuletzt genannten Klasse die größten Panzerdicken, die überhaupt auf Washington-Kreuzern vorkommen. Ob da-

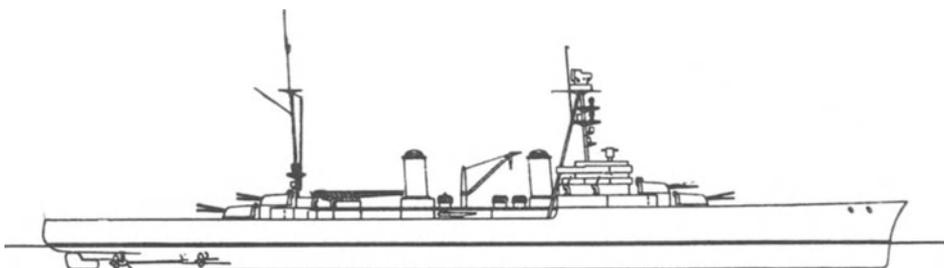


Bild 20. Französischer schwerer Kreuzer „Duquesne“ von 1925.

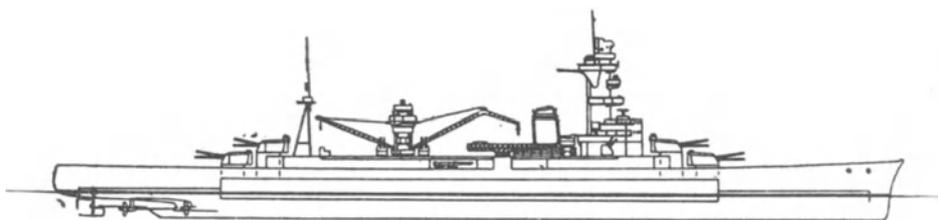


Bild 21. Französischer schwerer Kreuzer „Algérie“ von 1932.

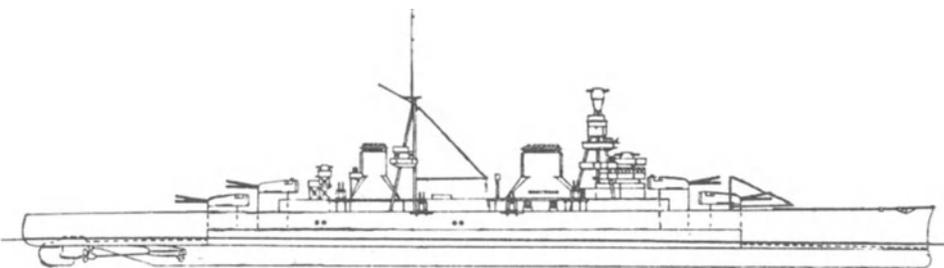


Bild 22. Italienischer schwerer Kreuzer „Trieste“ von 1926.

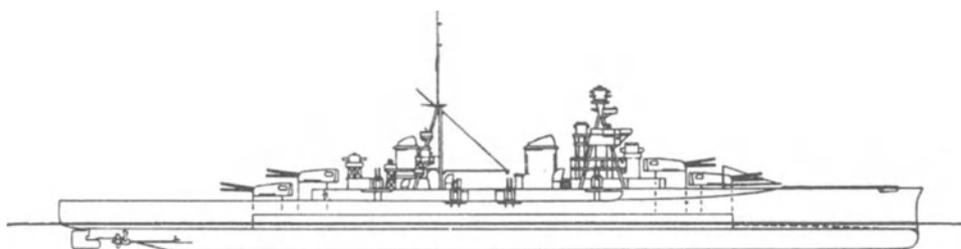


Bild 23. Italienischer schwerer Kreuzer „Zara“ von 1930.

mit allerdings eine wirklich den Aufwand lohnende Standfestigkeit erreicht ist, bleibt noch zu beweisen.

Japan baute bereits gleich nach der Unterzeichnung des Washington-Abkommens die schon erwähnten vier Schiffe der „Hurutaka“- und „Aoba“-Klassen (Bild 26) als überlegene Gegner der amerikanischen „Omaha“-Klasse. Bei diesen Schiffen ist die Geschützaufstellung sehr bemerkenswert. Später folgte man aber dem Beispiel der Amerikaner mit den 10 000 ts verdrängenden „Myoko“- und „Atago“-Klassen (Bild 27), deren Geschützaufstellung der „Hurutaka“ entspricht, nur daß an die Stelle der Drehhaubenlafetten mit einem Geschütz leichte Türme mit zwei Rohren getreten sind.

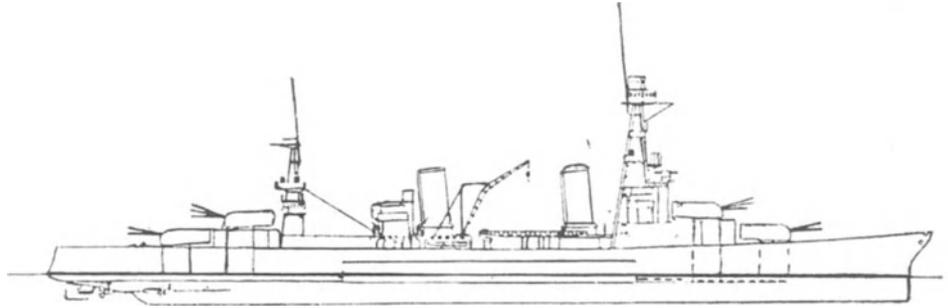


Bild 24. Schwerer Kreuzer „Pensacola“ der Vereinigten Staaten von Nordamerika von 1929.

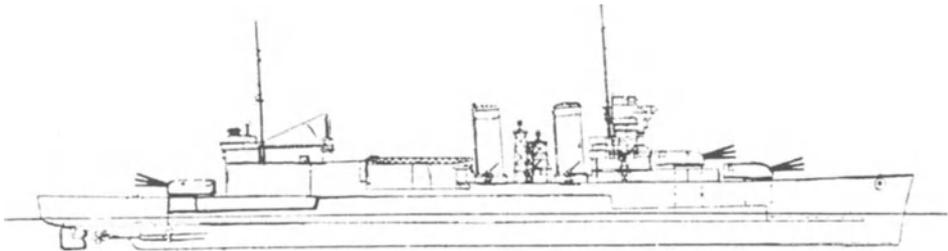


Bild 25. Schwerer Kreuzer „New Orleans“ der Vereinigten Staaten von Nordamerika von 1933.

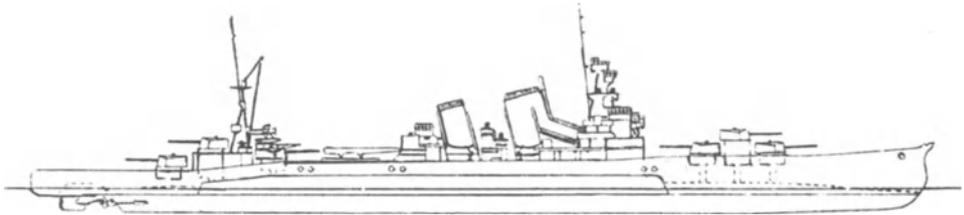


Bild 26. Japanischer schwerer Kreuzer „Hurutaka“ von 1925.

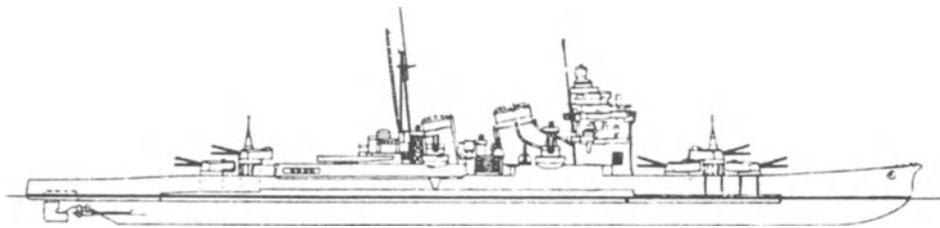


Bild 27. Japanischer schwerer Kreuzer „Myoko“ von 1927.

Im Gegensatz zu allen anderen Großseemächten erbaute England seine schweren Kreuzer in außerordentlich kurzer Zeit. Alle 13 Schiffe liefen in dem Zeitraum zwischen dem 16. Februar 1926 und dem 29. Januar 1929 von Stapel. Während also die langsamer bauenden Marinen sich die Möglichkeit zu Verbesserungen und Weiterentwicklungen offenhielten, mußte England darauf verzichten, seine späteren Washington-Kreuzer schon beim Neubau auf Grund gewonnener Erfahrungen typenmäßig nennenswert weiterzuentwickeln. Wohl wesentlich aus diesem Grunde sind die Unterschiede zwischen der „Suffolk“- und der „London“-Klasse (Bild 28) so gering, daß sie nach außen kaum sichtbar werden. Auch ein Nichtfachmann erkennt an

diesen Schiffen, daß sie robust und auf Seeausdauer gebaut sind. Sie sind tatsächlich die unmittelbaren Nachfolger der „Hawkins“-Klasse, der gegenüber sie aber unzureichend geschützt erscheinen. Das fällt dem Fachmann um so mehr auf, als die Gefechtswerte weder im einzelnen noch im ganzen so überspitzt zu sein scheinen wie bei manchen andern Schiffen dieses Typs. Besonders die listenmäßige Geschwindigkeit von 31,5 bzw. 32,2 kn ist als recht mäßig zu bewerten. Bis zum Beginn des gegenwärtigen Krieges sind einige Schiffe zur Verbesserung des Schutzes schon umgebaut worden, wobei sie, wie Bild 29 der „Cumberland“-Klasse zeigt, einen Wasserlinienschutz von 76 mm Dicke erhielten.

Da die Schiffe aber trotz aller denkbaren Umbauten immer für viele Aufgaben ungeeignet blieben, so wandte sich die englische Marine schon früh (1928) einem kleineren Kreuzertyp zu, der „York“-Klasse, von 8250 ts mit sechs 20,3-cm-Geschützen, 32,25 kn und leichtem Seitenschutz. Ursprünglich wollte man mit diesen Schiffen wohl ein Beispiel bieten, aber der Vorgang fand keinerlei Nachahmung. Daraufhin wandte sich England dem leichten, d. h. mit 15,2-cm-Geschützen bestückten Kreuzer zu. Schon 1931 lief „Leander“ mit acht 15,2 cm in vier Zwillingstürmen von Stapel, das Typschiff für eine Reihe von acht gleichartigen Fahrzeugen (Bild 30). Daran schlossen sich vier noch kleinere Kreuzer der „Arthusa“-Klasse (Bild 31), die zunächst als Geleitkreuzer bezeichnet wurden. Aber auch sie waren, wie aus dem zeitgenössischen Schrifttum hervorgeht, immer noch zu teuer, um in der notwendigen großen Anzahl gebaut werden zu können. Schließlich glaubte man für die Aufgaben des Flottenkreuzers — Aufklärung, Führerschiff für kleine Einheiten und Flakschutz für Verbände — ein noch besseres Schiff in der „Dido“-Klasse gefunden zu haben. Ihre Hauptwaffe ist seit dreißig Jahren zum ersten Male wieder ein Geschütz von einem leichteren Kaliber als dem schon als „klassisch“ anzusprechenden Kreuzergeschütz von 6" Kaliber, denn diese Klasse trägt als Hauptwaffe zehn 13,2-cm-Geschütze in leichten Drehhauben-Zwillingslafetten. Bemerkenswert ist ferner, daß von dieser Bestückung nicht weniger als 60% vorn überhöhend aufgestellt sind, was, wie leicht einzusehen ist, sich aus den für das Schiff vordringlich wichtigen Aufgaben eines Flakkreuzers erklärt. Diese Aufstellung ist auf einem Neuentwurf erstmalig, vorher ist sie absolut erstmalig auf dem auf Grund vertraglicher Verpflichtungen umbewaffneter Kreuzer „Frobisher“ der „Hawkins“-Klasse ausgeführt worden.

Für den Kriegsschiffbauer, der die Einzelercheinungen nicht so sehr als Individuen betrachtet, sondern sie mehr als zeitlich bedingte Formulierungen von militärisch und technisch bestimmten Funktionen zu sehen gewohnt ist, sind diese Schiffe besonders interessant, denn sie stellen einen Schiffstyp dar, der hier vom Kreuzer früherer Prägung zurückentwickelt wurde. Das ist eine Erscheinung, zu der es nur wenig Parallelfälle gibt. Andere Marinen streben ähnliche Ziele meistens durch Weiterentwickeln der nächstkleineren Schiffsgattung an. Als Beispiel mögen die sehr großen, schon durchaus kreuzerartig erscheinenden Überzerstörer der französischen „Mogador“-Klasse dienen oder das Schiff „Tromp“ der niederländisch-indischen Marine, das als eine Weiterbildung gewisser niederländischer Kanonenboote erscheinen könnte.

Inzwischen war die Entwicklung der politisch betriebenen Rüstungsbeschränkungen zur See weitergelaufen. Sie hatte unter anderen Folgen auch zu einer zahlenmäßigen Beschränkung der schweren, d. h. mit 20,3-cm-Geschützen bestückten, sowie der leichten, d. h. mit 15,5-cm-Kaliber oder leichter bewaffneten Kreuzer geführt. Ein Bedarf an Handelsschutzkreuzern kam hinzu. Jedenfalls begann die englische Marine nunmehr neben den zahlreichen Kreuzern der „Dido“-Klasse den Bau von größeren Fahrzeugen mit 15,2-cm-Geschützen. Die „Southampton“-Klasse (Bild 32) von 9100 ts, zwölf 15,2-cm-Geschützen und 32,5 kn, sollte die Antwort auf die japanische „Mogami“-Klasse sein. Die 8000 ts große „Fiji“-Klasse ist um einen Knoten

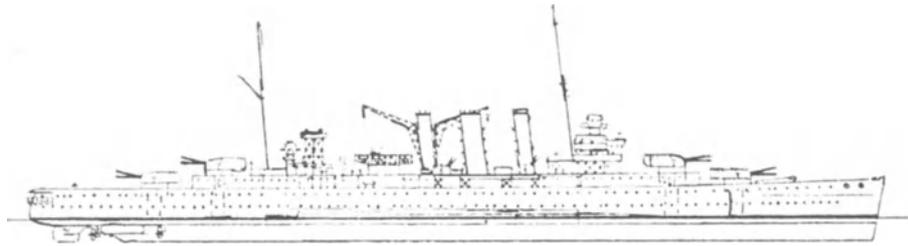


Bild 28. Englischer schwererKreuzer „London“ von 1927.

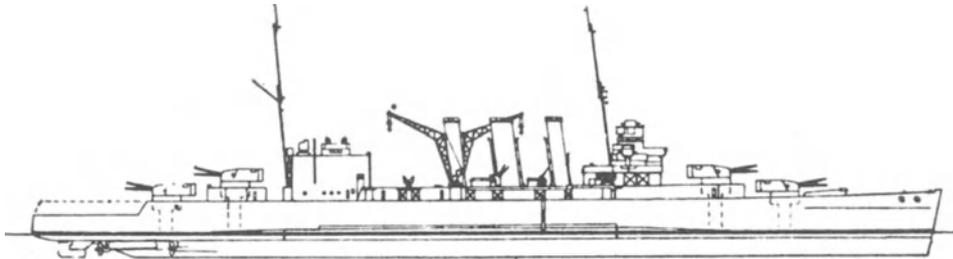


Bild 29. Englischer schwerer Kreuzer „Cumberland“ von 1926, nach dem Umbau 1937.

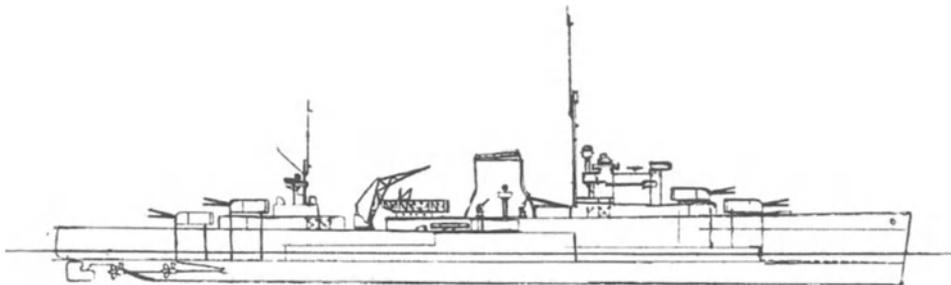


Bild 30. Englischer leichter Kreuzer „Leander“ von 1931.

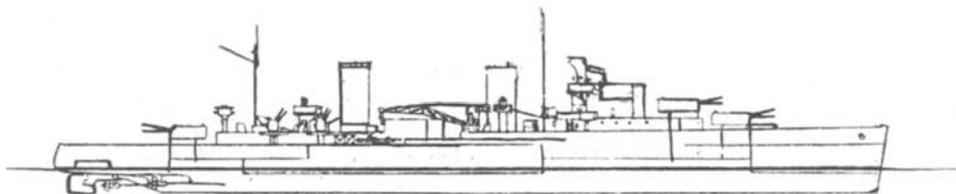


Bild 31. Englischer leichter Kreuzer „Arethusa“ von 1934.

langsamer, vielleicht auch etwas weniger geschützt, entspricht im ganzen gesehen aber den Vorgängern. Nur die beiden 10 000 ts verdrängenden Kreuzer der „Edinburgh“-Klasse fallen noch aus dieser Entwicklung heraus. — Jedenfalls ist es nicht ohne Interesse, in der Entwicklung des englischen Kreuzers den riesigen Umweg über den sog. Washington-Kreuzer festzustellen, der notwendig war, bis sie den Anschluß an den durchaus natürlich verlaufenen Gang bis zum Jahre 1921 wiedergefunden hatte.

In den Vereinigten Staaten und Japan wurden nach der Fertigstellung bzw. Inbaugabe der letzten schweren Kreuzer nur sehr große leichte gebaut, wobei die Amerikaner mit ihrer 10 000 ts verdrängenden „Savannah“-Klasse (Bild 33), die neun Schiffe umfaßt, einen Typ geschaffen haben, der

zwar etwas groß erscheint, aber mit seinen fünf Drillingstürmen, gutem Schutz und 32,7 kn Geschwindigkeit doch recht gut aufeinander abgestimmte Gefechtswerte aufweist. Die japanische „Mogami“-Klasse (Bild 34) scheint dagegen bei gleicher Hauptartillerie und um 0,3 kn größeren Geschwindigkeit irgendwie ungesund, zumal die Typverdrängung nur 8500 ts beträgt. Allerdings fehlen die Unterlagen, um sicher urteilen zu können.

Am weitaus interessantesten verlief die Entwicklung des leichten Kreuzers in Italien. Dort liefen bereits 1930 vier Schiffe der sog. „Condottieri“-Klasse von Stapel (Bild 35). Sie erregten Aufsehen durch ihre Probefahrtsergebnisse, denn die erreichten Geschwindigkeiten kamen an die bis dahin einzig dastehenden Bestleistungen der französischen Flottillenführerschiffe heran. Dabei sollen die Geschwindigkeiten im Gegensatz zu jenen sogar bei einer größeren als Typverdrängung erreicht worden sein. Die nächsten Schiffe sind dann nicht mehr ganz so schnell ausgefallen, weil man unter Vergrößerung der Verdrängung den Schutz nachhaltig zu verbessern trachtete. Jedenfalls sind die beiden jüngsten Schiffe, die der „Garibaldi“-Klasse (Bild 36), sicher zu den am besten gelungenen leichten Kreuzern der Gegenwart zu zählen.

Der Bau der französischen leichten Kreuzer ist sichtlich durch die in Italien beschrittenen Wege beeinflusst worden. Nach den in den ersten 20er Jahren fertig gewordenen Schiffen der „Duguay-Trouin“-Klasse, die ohne jeden Schutz blieben, sind die Kreuzer der „Galissonière“-Klasse (Bild 37) ihren italienischen Artgenossen durchaus ebenbürtig. Alles was über sie im Laufe der Zeit bekanntgeworden ist, spricht auch auf diesem Gebiet für eine durchaus aner kennenswerte kriegsschiffbauliche Leistung, wie überhaupt zuzugeben ist, daß der französische Ingenieur im Verein mit dem französischen Handwerker überall dort, wo er sich auswirken kann, sehr bemerkenswerte Leistungen vollbringt.

Wie sieht das Gesamtbild des Kreuzers heute aus? — Sicher ist das eine: Der schwere, sog. Washington-Kreuzer gehört in seiner bisherigen Prägung der Vergangenheit an. Solange es in den verschiedenen Marinen noch Vertreter dieser Gattung gibt, wird man noch mit ihnen zu rechnen haben, aber Neubauten sind kaum noch zu erwarten. Für einschlägige Kreuzeraufgaben ist dieser Typ, wie bereits ausgeführt, teils zu groß und teuer, teils nicht standfest genug. Und ist nicht bei genauer Würdigung der Aufwand an Verdrängung für acht oder allenfalls neun 20,3-cm-Geschütze als Hauptteil der Schlagkraft reichlich groß, wenn man bedenkt, daß dieses Kaliber bereits viele der Nachteile der schweren Artillerie besitzt, ohne als Ausgleich die entsprechenden Vorteile zu bieten! Man spürt eben immer, welchen Vertreter des Washington-Kreuzers man auch betrachten mag, daß dieser Typ nicht organisch gewachsen ist, sondern aus der wesenswidrigen Beeinflussung des Kriegsschiffbaues durch die Politik entstand. Dadurch wurden der Soldat und der Ingenieur gezwungen, die kennzeichnenden und entscheidenden Eigenschaften rückwärts zu errechnen, also einen an sich in logischer Form nicht umkehrbaren Vorgang doch umzukehren, und das führte in jedem Falle zu unbefriedigenden Resultaten.

Und der leichte Kreuzer? — Bei ihm fehlt ein eindeutiges Bild. Man kann nicht klar erkennen, ob die Vielgestaltigkeit der Erscheinungen, die die vorstehende Abhandlung in knappsten Umrissen zu zeichnen versuchte, nur ein Abirren vom natürlichen Wege war, wobei den vertraglichen Bindungen die Hauptschuld an den weniger gut gelungenen Lösungen zuzuschreiben wäre, oder ob darin schon das Suchen nach etwas ganz Neuem sich ausdrücken will. Oder ist es nur eine Überalterungserscheinung? Manche Klassen, z. B. die englische „Edinburgh“- , die „Southampton“-Klasse, die amerikanischen „Savannah“ u. a., erscheinen letzten Endes ähnlich wie die Washington-Kreuzer nicht vollkommen ausgeglichen in ihrem Kampfwert. Irgendwie stimmen Bestückung, Schutz, Geschwindigkeit und Größe nicht zueinander, ohne daß sich das in kurzen einfachen Worten sagen ließe. Dadurch erschei-

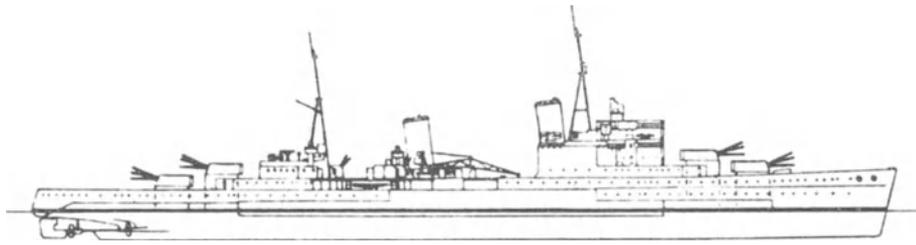


Bild 32. Englischer leichter Kreuzer „Southampton“ von 1936.

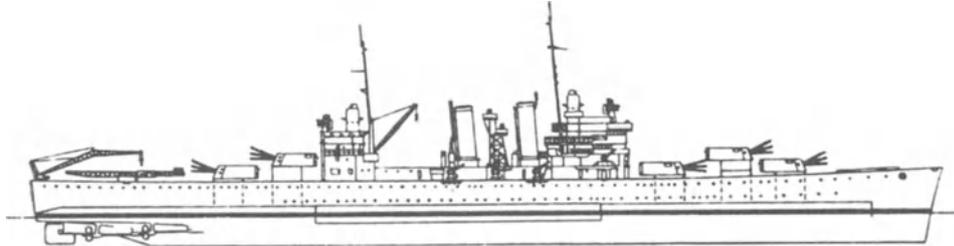


Bild 33. Leichter Kreuzer „Savannah“ der Vereinigten Staaten von Nordamerika von 1937.

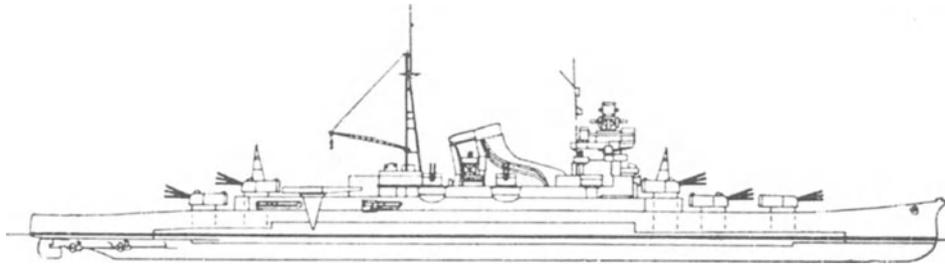


Bild 34. Japanischer leichter Kreuzer „Mikuma“ von 1934.

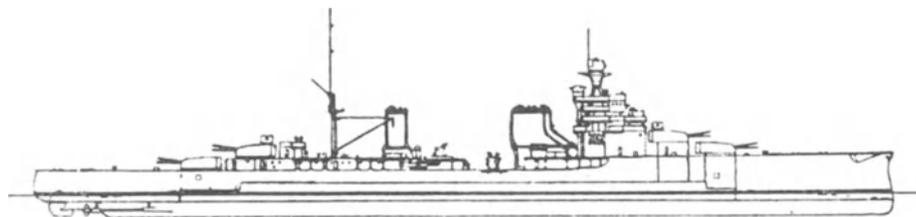


Bild 35. Italienischer leichter Kreuzer „Alberico da Barbiano“ von 1930 (sogen. Condottieri-Klasse).

nen die großen leichten Kreuzer in mancher Hinsicht als Übersteigerungen, deren Ausmaß weniger eine militärische Überlegung als die Ausnutzung oder Nichtausnutzung politisch festgelegter Grenzen bestimmte. Zum Teil können sie auch einfach dadurch zustande gekommen sein, daß ein Keil den andern trieb.

Schließlich wird der Wert aller Kreuzer, wenigstens aller einzeln fahrenden Kreuzer, heute dadurch in ernste Zweifel gezogen, daß das Schlachtschiff zur schnellen Kampfeinheit wurde, die sich in ihrer praktischen Geschwindigkeit vom Kreuzer nicht mehr allzusehr unterscheidet, und die, was sehr schwer wiegt, mit gutem Erfolge im Handelskrieg eingesetzt werden kann. Gegen seine Schlagkraft ist auch der am besten gelungene Kreuzer machtlos!



Bild 36. Italienischer leichter Kreuzer „Giuseppe Garibaldi“ von 1936.

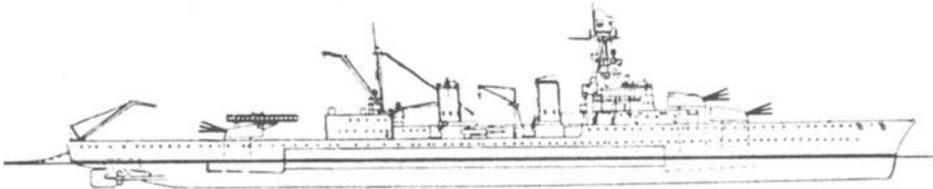


Bild 37. Französischer leichter Kreuzer „La Galissonnière“ von 1933.

Was wird die Zukunft bringen! Die Luftwaffe ist heute ein maßgebender Faktor des Seekrieges geworden, und ihr Einfluß wird sicher in der kommenden Zeit nicht kleiner werden, was ebenfalls schwer auf der künftigen Entwicklung des Kreuzers lastet. Wird er unter diesem Druck verschwinden? Wird der schwere Kreuzer als eine Art leichten Schlachtschiffes wieder aufstehen, wie es die Vereinigten Staaten jetzt angeblich planen? Wird der leichte Kreuzer abgelöst werden durch wenig oder ganz leicht geschützte Schiffe, die den heutigen übergroßen Zerstörern verwandt sind, wobei die Zahl der Individuen ersetzen muß, was dem einzelnen an Standkraft mangelt? Oder gehört die Zukunft den Fahrzeugen von der Art der englischen „Dido“-Klasse? — Je mehr man sich mit den Fragen befaßt, um so schwieriger wird es, eine Antwort oder auch nur die Richtung zu einer Antwort zu erkennen. Sicher ist aber wohl, daß der augenblickliche zweite Weltkrieg hier Entscheidendes an Erfahrungen bringen wird.

*

Es liegt auf der Hand, daß die vorstehenden Ausführungen nur die allerwichtigsten Entwicklungslinien in ihren Hauptzügen herausstellen konnten. Sie sind in Wirklichkeit überlagert und verdeckt durch eine schwer übersehbare Fülle von Einzelheiten, die hier nicht einmal aufgezählt werden konnten.

Vielleicht noch mehr als alle anderen Erzeugnisse der Wehrtechnik sind Kriegsschiffe das Ergebnis einer unauflösbar engen Gemeinschaftsarbeit nicht nur aller beteiligten technischen Stellen der verschiedenen Fachrichtungen, sondern besonders der verständnisvollen Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Soldat! Was diese Arbeit mit so ungeheurer schwerer Verantwortung belastet, ist die von außen so gut wie nie beachtete Tatsache, daß keine Erprobung, kein Versuch abschließend bestätigen kann, ob das Geschaffene nun auch wirklich gut und richtig ist. Diese Bestätigung bietet nur der Ernstfall, der Krieg, der Kampf. Und er entscheidet endgültig und ohne Berufungsinstanz über das „Richtig“ oder „Falsch“ der Ausführungen!

Der Ausgang des gegenwärtigen Krieges wird jedenfalls, des dürfen wir sicher sein, die innere und die äußere Struktur der Flotten stark beeinflussen. Für den deutschen Kriegsschiffbau wird es daher an Aufgaben aller Art nicht fehlen!

XI. Namenverzeichnis

der Redner in den Vorträgen und Erörterungen nebst Sachangabe und Seitenzahl

(Die Namen der Verfasser sowie die Titel der Vorträge sind fett gedruckt.)

Name des Vortragenden oder Redners bei den Erörterungen	Inhalt des Vortrages oder der Erörterung	Seite
Bleicken	Systemfragen im elektrischen Schiffsantrieb	79
Hadeler	Über die Entwicklung einiger wichtiger Kriegsschiffstypen seit dem Weltkriege	256
Keller	Kunststoffe im Maschinen- und Schiffbau	98
Micali	Entwicklung des Schiff- und Schiffsmaschinenbaues in Italien	209
Strelow	Neuere Entwicklung von Schweißelektroden und ihre Anwendung im Schiffbau	185
Classen	Schweißfolge beim Schweißen von Nähten und Stößen. Wahl der Schweißdrähte	207
Achenbach	Schweißung mit Kohlenelektroden. Einlegen von Metallstäben in die Schweißnaht	207
Schnadel	Schweißung mit ummantelten Elektroden	208
Weber	Der Schiffswiderstand vom Standpunkt der Ähnlichkeitsmechanik geschichtlich-kritisch dargestellt unter besonderer Würdigung der Verdienste Friedrich Reechs, des Schöpfers der Hauptmodellgesetze des Schiffbaus	120
Weinblum	Buchstabenbezeichnung für die Reech-Froudesche Zahl	183

Jahrbücher der Schiffbautechnischen Gesellschaft

42. Jahrgang - 1941

Umfang 328 Seiten 4^o, mit 3 Photogravüren,
147 Abbildungen und 18 Zahlentafeln

Aus dem Inhalt:

Dipl.-Ing. W. Overhoff: Schiffbau an der Donau
Dr.-Ing. H. Techel: Der „Ictineo“ von Narciso Monturiol,
Beitrag zur Geschichte des Unterseebootes
Oberregierungs- und -baurat Dr.-Ing. M. Weitbrecht: Vom
Sog, ein Versuch seiner Berechnung
Dipl.-Ing. F. Judaschke: Hafenschiffe, ein Beitrag zu deren
Entwicklung unter besonderer Berücksichtigung hambi-
rgischer Typen
Oberbaurat H. Schlüter und Oberbaurat H. Stemmer: Der
Stapellauf eines großen Schiffes
Ferner eine Zusammenstellung der Themen sämtlicher Vor-
träge und Beiträge, die seit dem Jahre 1926 bis zum Jahre 1941
auf den Tagungen der STG gehalten und in den Jahrbüchern
veröffentlicht worden sind.

41. Jahrgang - 1940

Umfang 376 Seiten mit 286 Abbildungen und
3 Photogravüren

Aus dem Inhalt:

Dr.-Ing. W. Benz: Das Synchronisieren von Schiffsmaschinen
Prof. Dr.-Ing. F. Horn: Beitrag zur Theorie ummantelter
Schiffsschrauben
Reg.-Baurat Dr.-Ing. F. Gutsche: Versuche an umlaufenden
Flügelnschnitten mit abgerissener Strömung
Dr.-Ing. R. Mundt: Die derzeitigen Erfahrungen mit Wälz-
lagern als Stevenrohrlager
Marinebaurat a. D. Dr.-Ing. C. v. d. Steinen: Über die Not-
wendigkeit der Versuchsforschung für den Ausbau der Stabi-
litäts-Theorie
Prof. Dr.-Ing. R. Erbach: Die deutsche Segelschiffahrt und
der deutsche Segelschiffbau zur Zeit der Reichsgründung
Prof. Dr.-Ing. G. Schnadel: Neuere Versuche über die Zug-
festigkeit von Schiffsverbänden
Min.-Dir. F. Brandes: Der schnelllaufende Dieselmotor und der
Hochdruckdampf als Antriebsmittel neuartiger Kriegsschiffe

40. Jahrgang - 1939

Umfang 408 Seiten mit 270 Abb., 3 Tafeln
und 1 Photogravüre

Aus dem Inhalt:

Oberingenieur P. Claassen: Die Anwendung der Elektro-
schweißung im Handelsschiffbau und der Vierjahresplan
Dr.-Ing. O. Leihener: Schmiedestücke im Dampfturbinenbau
Direktor Dr.-Ing. A. Ranfft: Die Werkstoffprüfung für den
Schiffbau durch den Germanischen Lloyd
Dipl.-Ing. B. Mustelin: Die Maschinenanlage des ersten mit
Veloxkesseln ausgerüsteten Handelsschiffes und einige damit
gemachte Betriebserfahrungen
Dipl.-Ing. E. K. Roscher: Wirtschaftliche und wissenschaft-
liche Bedeutung ummantelter Schiffsschrauben
Prof. W. Laas: Der deutsche Schiffbau um das Jahr 1800
Direktor G. Mitzloff: Neues vom elektrischen Schiffsantrieb.
Das Umsteuern
Dr. Hopf: Die neuere Entwicklung auf dem Gebiete der
synthetischen organischen Werkstoffe
Dr. O. Achilles: Die Anwendung von Kunstharzpreßstoffen
unter besonderer Berücksichtigung des Schiffbaues
W. Salge: Bericht über im Betrieb befindliche Hochdruck-
Dampfananlagen mit Kolbendampfmaschinen an Bord von
schiffen
Dr.-Ing. Dickmann: Wechselwirkung zwischen Propeller und
Schiff unter besonderer Berücksichtigung des Welleneinflusses
Generaldirektor A. Thiele: Die Entwicklung des Fahrgast-
schiffes auf dem Rhein
Dipl.-Ing. L. Tetzlaff: Beitrag zur praktischen Ausbildung
des Qualitätsarbeiternachwuchses im Werftbetrieb

39. Jahrgang - 1938

Umfang 432 Seiten mit 300 Abbildungen und
2 Photogravüren

Aus dem Inhalt:

Maschinenbaudirektor B. Bleicken: Der Drehstromantrieb
von Haupt- und Hilfsmaschinen auf Grund der Erfahrungen
mit dem Frachtschiff „Wuppertal“
Oberingenieur R. Dreves: Starrgekuppelte Getriebe-Dieselmotoren
im Schiffsantrieb
Direktor Dr.-Ing. G. Kempf und K. Helm: Grenzgeschwin-
digkeit für den Schlepplapp auf dem Kanal
Dr.-Ing. F. Gutsche: Einfluß der Gitterstellung auf die
Eigenschaften der im Schiffschraubenentwurf benutzten
Blattschnitte
Dr.-Ing. F. Schultz-Grunow: Der hydraulische Reibungs-
widerstand von Platten mit mäßig rauher Oberfläche, ins-
besondere von Schiffsoberflächen
Direktor Dr. L. Rellstab: Theorie und Erfahrung bei der
Schlingerdämpfung von Seeschiffen

Dipl.-Ing. Herbert Steinwarz: „Amt für Schönheit der
Arbeit“. Die Unterbringung von Mannschaften auf deutschen
Seeschiffen

Prof. Dr.-Ing. Föttinger: Über einige Forschungsarbeiten
auf dem Gebiete der Strömungslehre und ihrer Anwendungen
Prof. Dr.-Ing. Georg Weinblum: Wellenwiderstand auf
beschränktem Wasser

Direktor F. Riepe: Die Entwicklung des Hilfsdieselmotors
Dr.-Ing. C. v. d. Steinen: Die Funktionen der Zusatzstabi-
litäten als Rechenverfahren, insbesondere zur Bestimmung der
Grenzstabilität

Prof. Dr.-Ing. Marcard: Feuerungstechnische Verhältnisse in
Schiffskesseln

Branddirektor Dr.-Ing. Zaps: Erfahrungen über Schiffsbrände
der letzten Jahre und Schlußfolgerungen für die notwendigen
Sicherheitsmaßnahmen

Direktor Georg Buchsbaum: Ladeluken und Stabilität
Oberingenieur K. Beschoren: Über das Schleppen in der
Binnenschiffahrt

Werftbesitzer Theodor Hitzler: Binnenschiffahrt ohne
Antrieb einst und jetzt

Bundeskanzler a. D. Ernst Ritter von Streerwitz: Die
österreich. Schlüsselstellung in der europäischen Binnenschiffahrt
Direktor Dr.-Ing. Friedrich Gebers: Die Geschichte und
das Wirken der Schiffbautechnischen Versuchsanstalt in Wien

38. Jahrgang - 1937

Umfang 416 Seiten mit über 300 Abbildungen
und 2 Photogravüren

Aus dem Inhalt:

Obering. Schneider: Betriebsergebnisse und -erfahrungen
der drei Ostasien-Schnelldampfer des Norddeutschen Lloyd
Regierungsbaumeister R. Blaum: Zuverlässigkeitsversuche
an Seewasserverdampfern zur Herstellung des gesamten
Frischwasserbedarfs an Bord von Dampf- und Motorschiffen
Dipl.-Ing. W. Brose: Groß-Dieselmotoren für Schiffsantrieb
Direktor E. Ofterdinger: Der Zweitakt-Tauchkolben-
Dieselmotor höherer Drehzahl mit Untersetzungsgetriebe
im Schiffsbetrieb

Direktor Dr.-Ing. G. Kempf: Über den Einfluß der Raubig-
keit auf den Widerstand von Schiffen

Dr.-Ing. H. Amtsberg: Untersuchungen über die Form-
abhängigkeit des Reibungswiderstandes

Oberregierungs- und -baurat Dr.-Ing. M. Weitbrecht: Über
Formgebung von Rennbooten für Ruder und Paddel

O. Föppl: Die Anpassung der Schiffstabilisation an die
augenblickliche Schwingungszahl des Schiffes und die damit
verbundene Steigerung der Stabilisationswirkung

Dipl.-Ing. Dr. H. Hort: Die Entwicklung und der heutige
Stand der aktivierten Schiffstabilisierung

E. Feld: Beitrag zur Schlingerdämpfungsfrage unter beson-
derer Berücksichtigung des Främschen Tanks

Prof. Dr.-Ing. E. h. O. Lienau: Messungen über das Arbeiten
des Schiffsbodens und der Decksbeplattung während der
Hochseemeßfahrt 1934

Direktor Dipl.-Ing. E. Koch: Die Werkstoffe im Kolbenbau.
Anforderungen — Verhalten in der Wärme — Einfluß auf
die konstruktive Gestaltung

Prof. Dr.-Ing. E. H. Schulz: Die Korrosion von Eisen und
Stahl als technisches Problem

Dr.-Ing. habil. K. Krekeler: Die Verhinderung der Korro-
sionen bei Brennkraftmaschinen

Prof. Dr.-Ing. H. Föttinger: Die Kohlenstaubturbine auf
Grundlage der hydrodynamischen Arbeitsübertragung (Tur-
bo-Übertragung)

37. Jahrgang - 1936

Umfang 432 Seiten mit 325 Abbildungen und
2 Photogravüren

Aus dem Inhalt:

Schiffbaudirektor i. R. G. Wahl: Über den Einfluß der Schiffs-
form auf den Schiffswiderstand

Dr.-Ing. C. v. d. Steinen: Schlingerkiel-Dämpfungs-Versuche
an einem nicht fahrenden Schiffsmodell

Prof. Dr.-Ing. G. Schnadel: Die Beanspruchung des Schiffes
im Seegang. Dehnungs- und Durchbiegungsmessungen an
Bord des MS. „San Francisco“ der Hamburg-Amerika Linie

Prof. Dr.-Ing. F. Horn: Hochseemeßfahrt. Schwingungs- und
Beschleunigungsmessungen

Prof. Dr.-Ing. G. Weinblum und W. Block: Stereophoto-
grammetrische Wellenaufnahmen

Dipl.-Ing. G. Weiß: Gerät zur Messung der Wellenkontur

Regierungsbaurat Dr.-Ing. F. Gutsche: Kennwertinflüsse
bei Schiffsschrauben-Modellversuchen

Maschinenbaudirektor Dipl.-Ing. B. Bleicken: Die Maschinen-
anlage der „Potsdam“

G. Wurdel: Neue Erkenntnisse über das Fernsprechen in ge-
räuschgestörten Räumen, insbes. in den Dieselmotorenräumen
von Schiffen, bei richtiger Anwendung der akust. Gesetze

A. Tiller: Deutscher Motorjachtbau 1900—1935

Oberingenieur W. Henschke: 35 Jahre Motorschnellboote

E. Hahnkamm: Betrachtungen über Schwingungsdämpfer
Dr.-Ing. R. Mundt: Wälzlager im Schiffsbetrieb

H. Schlichting: Ein neues Verfahren zur Messung des
Strömungswiderstandes von rauhen Wänden

Preis je Band in Leinen gebunden RM 30,—

Deutsche Verlagswerke Strauß, Vetter & Co., Berlin SW 68, Neuenburger Str. 8