



Verlag von Julius Springer, Berlin

Phot. Clara Behncke, Berlin W.

*Bunsen*

# Jahrbuch

der

## Schiffbautechnischen Gesellschaft



**30. Band**

**1929**

**Berlin**  
Verlag von Julius Springer

1929

ISBN-13:978-3-642-90165-2 e-ISBN-13:978-3-642-92022-6  
DOI: 10.1007/978-3-642-92022-6

Alle Rechte vorbehalten

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1929

## Inhaltsverzeichnis.

<b>Geschäftliches :</b>	Seite
I. Mitgliederliste . . . . .	3
II. Bericht über das 30. Geschäftsjahr 1928 . . . . .	30
Niederschrift über die geschäftliche Sitzung der 29. ordentlichen Hauptversammlung am 22. November 1928 . . . . .	43
III. Unsere Toten . . . . .	45
Gedächtnisfeier für den verstorbenen Vorsitzenden Geheimen Regierungsrat Professor Dr.-Ing. e. h. Carl Busley . . . . .	58
<b>Vorträge der 29. Hauptversammlung :</b>	
IV. Die Schwimmfähigkeit der Fahrgastschiffe nach Havarien und ihre internationale Regelung. Von W. Laas . . . . .	73
V. Die Verwendung außergewöhnlicher großer Rettungsboote in Ver- bindung mit dem Welin-Maclachlan-Davit auf großen Passagier- schiffen. Von P. Biedermann . . . . .	95
VI. Neuere Fortschritte in der Metallurgie des Stahles für Schiffs- körper und -kessel. Von E. H. Schulz . . . . .	122
VII. Aufgaben und Fortschritte der Dehnungsmessung am fahrenden Schiff. Von Siemann . . . . .	148
VIII. Über die Knickung von Platten. Von G. Schnadel . . . . .	170
IX. Rückblick und Ausblick auf die Entwicklung des Contrapropellers. Von R. Wagner . . . . .	195
X. Das Schiffbaulaboratorium der Technischen Staatslehranstalten in Hamburg. Von C. v. d. Steinen . . . . .	257
<b>Beiträge :</b>	
XI. Die Darstellung des Schiffes in der Kunst von den ältesten Zeiten bis zum Ausgang des Mittelalters. Von Fr. Moll . . . . .	287
<b>Besichtigung :</b>	
XII. Das Großkraftwerk der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke „Klingenberg“ in Rummelsburg . . . . .	298
<b>Anhang :</b>	
XIII. Namenverzeichnis . . . . .	299



# Geschäftliches.

Die Satzungen werden in Zukunft in den Bänden mit ungerader Nummer, das Mitgliederverzeichnis in den Bänden mit gerader Nummer abgedruckt werden.

# I. Mitgliederliste.

Schirmherr:

SEINE MAJESTÄT KAISER WILHELM II.

Ehrenvorsitzender:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT, Dr.-Ing. ehr.  
GROSSHERZOG FRIEDRICH AUGUST.

Vorsitzender:

Walter Laas, Professor, Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin.

Stellvertretender Vorsitzender:

Paul Preße, Dr.-Ing. ehr., Ministerialdirektor im Reichswehrministerium, Geheimer Oberbaurat und  
Chef der Marine-Konstruktionsabteilung, Berlin.

Fachmännische Beisitzer:

Gustav Bauer, Dr. phil., Dr.-Ing. ehr., Professor,  
Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinen-  
bau A. G., Hamburg.

Caspar Berninghaus, Dr.-Ing. ehr., Werft-  
besitzer, Duisburg.

Friedrich Romberg, Geh. Reg.-Rat, Professor, Nikolassee b. Berlin, Teutonenstr. 20.

Walther Blohm, Dipl.-Ing., Persönlich haften-  
der Gesellschafter der Kommanditgesellschaft  
Blohm & Voß, Hamburg.

Victor Nawatzki, Vorsitzender des Aufsichts-  
rates des Bremer Vulkan, Vegesack.

Beisitzer:

Arnold Amsinck, Vorsitzender des Vorstandes  
der Woermann-Linie A. G. und der Deutschen  
Ost-Afrika-Linie, Hamburg.

Walter Borbet, Dr.-Ing., Generaldirektor des  
Bochumer Vereins für Bergbau u. Gußstahl-  
Fabrikation, Bochum.

Eduard Gribel, Reeder, Stettin.

Philipp Heineken, Dr.-Ing. ehr., Präsident des  
Norddeutschen Lloyd, Bremen.

Geschäftsführer:

Hans Mohr, Dr.-Ing., Direktor a. D.

Geschäftsstelle: Berlin W8, Kanonierstr. 1 IV.

Fernsprecher: A. 4. Zentrum 1105.

Bankkonto: Disconto-Gesellschaft, Berlin,  
Abt. IVd Nr. 170.

Drahtung: Berlin, Schifftechnik.

Postscheckkonto: Berlin 38 469.

## 1. Ehrenmitglieder:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT, Dr.-Ing.  
HEINRICH, PRINZ VON PREUSSEN  
(seit 1901),

SEINE KAISERLICHE HOHEIT, KRONPRINZ WILHELM  
(seit 1902),

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT GROSSHERZOG FRIEDRICH FRANZ IV.  
(seit 1904),

Hermann Blohm, Dr.-Ing., Werftbesitzer in Firma Blohm & Voss, Hamburg  
(seit 1918),

Johannes Rudloff, Dr.-Ing., Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Professor, Berlin  
(seit 1923),

Philipp Heineken, Dr. Ing., Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen  
(seit 1924),

Victor Nawatzki, Vorsitzender des Aufsichtsrates des Bremer Vulkan, Vegesack  
(seit 1924).

## 2. Inhaber der Goldenen Denkmünze der Schiffbautechnischen Gesellschaft:

SEINE MAJESTÄT KAISER WILHELM II.  
(seit 1907),

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT, Dr.-Ing.  
GROSSHERZOG FRIEDRICH AUGUST  
(seit 1908),

Hermann Frahm, Dr.-Ing., Direktor der Werft von Blohm & Voß, Hamburg  
(seit 1924).

Gustav Bauer, Dr.-Ing., Dr. phil., Professor, Direktor der Deutschen Schiff- und  
Maschinenbau A. G., Hamburg  
(seit 1925).

## 3. Inhaber der Silbernen Denkmünze der Schiffbautechnischen Gesellschaft:

Hermann Föttinger, Dr.-Ing., Professor an der Techn. Hochschule in Berlin  
(seit 1906),

Gustav Bauer, Dr.-Ing., Dr. phil., Professor, Direktor der Deutschen Schiff- und  
Maschinenbau A. G., Hamburg  
(seit 1916),

Karl Schaffran, Dr.-Ing., Leiter des wissenschaftlich-technischen Instituts  
für Schiffsantrieb, Altona  
(seit 1920).

Tjard Schwarz, Geheimer Marinebaurat a. D., Wandsbek  
(seit 1927),

Rudolf Wagner, Dr. phil., Direktor der Wagner Hochdruck Dampfturbinen A.-G., Hamburg  
(seit 1928).

## 4. Fachmitglieder.

## a) Lebenslängliche Fachmitglieder:

- Allard, Erik, Ingenieur der Königl. Marineverwaltung, Stockholm, Mastersammelsgatan 6.
- Baur, G., Geheimer Baurat, Fried. Krupp A.-G., Essen-Hügel, Auf dem Hügel 15.
- Berghoff, Otto, Marinebaurat, Berlin C 54, Dragonerstr. 23.
- 10 Berninghaus, C., Dr.-Ing. und Werftbesitzer, Duisburg.
- van Beuningen, Frederik, Direktor der Machinefabrik en Scheepswerf, P. Smit jun., Rotterdam, Avenue Concordia 75.
- Bignami, Leopold, Schiffbau-Ingenieur, Genua, Piazza Grillo Cattaneo 6.
- Biles, Sir John H., Broadway Chambers, 40 Broadway, Westminster London, S. W. 1.
- Blohm, Rudolf, Dipl.-Ing., i. F. Blohm & Voß, Hamburg 13, Harvestehuderweg 19.
- 15 Blohm, Walther, Dipl.-Ing., pers. haftender Gesellschafter der Kommanditges. Blohm & Voß, Hamburg-Alsterdorf, Bebelallee 141.
- Bodewes, G. H., Direktor der Lobith'sche Scheepsbouw Maatschappij, Nijmegen, Barbarossastr. 97.
- Bodewes, Jan, Direktor der Lobith'sche Scheepsbouw Maatschappij Nijmegen, Pater Brugmanstraat 78.
- Böös, Carl C: son, Marinebaumeister, Stockholm, Jungfrugatan 6.
- Bormann, Alfr., Schiffbau - Ober - Ingenieur, Wiborg, Neitsytniemi, Pekonkatn 5 as 2.
- 20 Boschi, Luigi, -Schiffbau-Ingenieur, Cantiere Navale Gio Ansaldo & Co., Sestri Ponente.
- Brodin, Olof, Dipl.-Ing., Stockholm, Kornhamnstorg 53.
- Bruhn, Johannes, Dr., Direktor von Norske Veritas, Oslo, Post Boks 82.
- Burchard, Carl, Fabrikbesitzer, Hamburg 24, Papenhuderstr. 6.
- Burgerhout, Adolf, Direktor d. N. V. Burgerhout's Machinefabrik en Scheepswerf, Rotterdam.
- 25 Burgerhout, Hugo, Direktor d. N. V. Burgerhout's Machinefabrik en Scheepswerf, Rotterdam.
- Cassel, Fredrik, Marinebaumeister d. R., Wedevags Bruks A/Bol., Wedevag.
- de Champs, Ch., Konteradmiral der Königl. Schwed. Marine, Schiffbau- und Elektro-Ingenieur von der Königl. Techn. Hochschule in Stockholm, Stockholm, Johannesgatan 20.
- Claussen, Georg, Generaldirektor d. Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Geestemünde, Claussenstr. 4.
- Cornehl, Otto, Direktor der Reiherstieg-Schiffswerfte u. Maschinenfabrik, Wandsbek, Ahornstr. 6.
- 30 Creutz, Carl Alfr., Schiffbau-Ingenieur, c. o. J. W. Schreiber, Wear Ever Building, New Kensington, Pens. U. S. A.
- Creutz, Claes Emil, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Bayonne, N. J. c. o. Creutz, Martin, I. P. Banks Electric Co., 4 Phönix-Ave, Waterbury, Conn. U. S. A.
- Ekström, Gunnar, Extra - Marine - Ingenieur, Stockholm, Birger Jarlgatan 58.
- Fasse, Adolf, Generaldirektor a. D., Altona, Othmarschen, Lenbachstr. 3.
- Flohr, Justus, Dr.-Ing., Geheimer Baurat, Pymont.
- Frahm, Herm., Dr.-Ing., Direktor der Werft 35 Blohm & Voß, Hamburg, Brahmsallee 40.
- Gall, Hermann, Fabrikbesitzer, Hamburg, Agnesstraße 28 b.
- Gerlach, Walter, Marine-Oberbaurat z. D., Berlin SW 61, Wartenburgstr. 17.
- Giljam, Job, Werftdirektor, Rotterdam, West Kruiskade 26a.
- Goedkoop, Daniel, Werftdirektor, Amsterdam, Keizergracht 729.
- Goedkoop, Heyme, Werftdirektor, Huize „de 40 Vyf“, Laren (N. H.) Holland.
- Göbel, Ludwig, Ingenieur, Lübeck, Curtiusstraße 3—5.
- Greve, Carl, Werftdirektor, Altona, Flottbecker Chaussee 165.
- Halldin, Gustaf, Marineingenieur, Karlskrona, Kungl. Flottans Varv.
- Helling, Wilhelm, Mitinhaber d. Fa. Theodor Zeise, Altona-Ottensen, Friedensallee 7/9.
- Hitzler, Theodor, Werftbesitzer, Groß-Flott- 45 bek, Bismarckstr. 18.
- Howaldt, Bernh., Direkt., Flensburg, Clädenstraße 10.
- Jespersen, Theodor, Ober - Ingenieur, Oslo, Karl Johannsgade 41.
- Kahrs, Otto, Dipl.-Ing., Oslo, Kronprinsengate 9.
- Kötter, Georg, Ingenieur, Hamburg-Amerikalinie, Abtlg. Maschine, Hamburg-Kuhwärder.
- Kraft de la Saulx, Ritter Friedrich, Ober- 50 Ingenieur der Société Cockerill, Seraing, Belgien.
- Kremer, Hermann, Schiffbau-Ingenieur, Schiffswerft Elmshorn.
- Leux, Carl, Schiffbau-Direktor a. D., Berlin-Wilmersdorf, Prager Platz 3.
- Levati, Rinaldo, Schiffbau-Ingenieur, Pegli bei Genua, Via de Nicolay 10.
- Lindberg, Elis, Marinebaumeister, Karlskrona, N. Kungsgatan 28a.
- Ljungzell, Nils J. Schiffbau-Ingenieur, Professor-Vikar an der Kgl. Techn. Hochschule, 55 Stockholm, Malmskillnadsgatan 42.
- Löfgren, Johan, Ingenieur, Karlskrona, Tegnér- liden 7.
- Lorentzen, Öivind, Dipl. - Ing., Oslo, Karl Johannsgade 1.
- Lorenz - Meyer, Georg C. L., Ingenieur und Direktor, Hamburg, Kl. Fontenay 4.
- Nawatzki, V., Vorsitzender des Aufsichtsrats des Bremer Vulkan, Eisenach, Liliengrund 6.
- Nordström, Hugo Frederik, Dozent a. d. Königl. 60 technischen Hochschule, Stockholm, Brävallagatan 12—14.
- Penning, Charles, Werftdirektor, Amsterdam, Plantage Franschelaan 13a.
- Pingel, Johannes, Marinebaurat, Rüstringen, Schulstr. 100.

- Posse, Lage, Marinebaumeister, Karlskrona, Ronnebygatan 26.
- Rinesi, Giovanni, Generaldirektor von G. Ansaldo & Co., Genua, via Garibaldi 2.
- 65 v. Roeszler, Ernst, Direktor d. ung. Fluß- u. Seeschiffahrt A.-G., Budapest VII, Damjanichgasse 36, 2. Hof Nr. 1.
- Ruthof, Josef, Werftbesitzer, i. Fa. Christof Ruthof, Wiesbaden, Mainzer Str. 42.
- Sachsenberg, Georg, Kommerzienrat, Dessau, Albrechtstr. 126.
- Salberg, Jan Hendrik Cornelis, Direktor d. Nederlandsche Maatschappij, Amsterdam, Noord.
- Schalin, Hilding, Konsultierender Ingenieur, Gothenburg, v. Hamngatan 2.
- 70 Schütte, Joh., Dr.-Ing. Geh. Regierungsrat u. Professor, Berlin-Lichterfelde-Ost, Annastr. 1a.
- Shigemitsu, Atsumu, Dir. d. Teishinsho, Schiffbau-Versuchsanstalt, Mercantile Marinebureau, Ministry of Communication, Tokio, Japan.
- Spetzler, Carl Ferd., Dipl.-Ing., Kassel, Herkulesstr. 93.
- Steinike, Karl, Baurat, Schiffbau-Direktor a. D., Darmstadt, Herdweg 89.
- Wilton, B., Werftbesitzer, Rotterdam-Westkousdyk.
- Wilton, J. Henry, Werftdirektor, Rotterdam. 75
- Wrobbel, Gustav, Dr.-Ing., Dozent f. Schiffbau u. Staatswissenschaften an den Techn. Staatslehranstalten zu Hamburg, Hamburg, Bellevue 2.
- Ziese, Rud. A., Ingenieur, Dresden-Kl.-Zschachwitz, Meublitzerstr. 67.
- Zoelly-Veillon, H., Ingenieur, Vorstandsmitglied und technischer Direktor bei Escher, Wyß & Cie., Zürich.

## b) Ordnungsmäßige Fachmitglieder:

- Abel, Paul, Ing., Düsseldorf, Konkordiastr. 58.
- 80 Abel, Wilh., Schiffbau-Ingenieur, Professor an d. technischen Staatslehranstalten, Hamburg 22, Finkenau 25.
- Achenbach, Friedrich W., Dr.-Ing., Berlin W 50, Culmbacher Str. 3.
- Ackermann, Max, Obergeringenieur, Hamburg 30, Husumer Str. 14.
- Adolph, Einar, Direktor für die Schiffsinspektion des dänischen Marineministeriums, Kopenhagen.
- Ahlers, Ludwig, Schiffbau-Direktor und Vorstandsmitglied der Gebr. Sachsenberg A.-G., Roßlau a. E., Steutzer Str. 5/6.
- 85 Ahlrot, Georg, Schiff- und Maschinenbau-Direktor, Malmö, Kockums Mek. Verkstads A.B.
- Ahnhudt, Schiffbaudirektor, a. W. Chef d. techn. Beratungsstelle d. Türkischen Marine, Konstantinopel, Pera, Ayaz Pascha, Rue Mezarlik 11, Appartement 10.
- Ahsbahs, Otto, Marinebaurat, Groß-Flottbek, Voßstr. 5.
- Albrecht, J., Dr.-Ing., Schiffsvermessungs-Direktor, Hamburg 39, Gryphiusstr. 11.
- Allardt, Julius, Marinebaurat, Hamburg, Carolinenstr. 6.
- 90 Alverdes, Max, Zivilingenieur, Inhaber des Eilenburger Motoren-Werkes, Bad Schwartau bei Lübeck, Bahnhofstr. 12.
- Ambrohn, Victor, Dipl.-Ing., Obering. d. Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 71/72.
- Amann, Hermann, Maschinen-Obergeringenieur, Hamburg 30, Gneisenastr. 5.
- Andresen, Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Kommanditär der Werft H. C. Stülcken Sohn, Hamburg 25, Oben-Borgfelde 3.
- Apitzsch, Fritz, Dipl.-Ing., Leipzig S. 3, Kochstraße 46.
- 95 Appel, Paul, Dipl.-Ing., Expert beim Verein Hamburger Assuradeure, Hamburg, Curschmannstr. 4.
- Arera, Hans, Obergeringenieur und Bevollm. der F. Caesar Wollheim, Schiffswerft u. Maschinenfabrik, Deutsch-Lissa b. Breslau, Marienstr. 12.
- Arnold, Karl, Oberregierungsrat, Berlin-Steglitz, Arndtstr. 35.
- Artus, Oberbaurat, Altona-Othmarschen, Beseleerplatz 10.
- Baath, Kurt, Dipl.-Ing., Obergeringenieur und Prokurist d. Howaldtwerke, Kiel-Wellingdorf, Hansens Privatstraße 6.
- Baetke, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, Direktor der Schiffswerft und Maschinenfabrik Theodor Hitzler, Hamburg 25, Oben-Borgfelde 25. 100
- Baisch, Ludwig, Obergeringenieur, Kiel, v. d. Goltz-Allee 17.
- Bandtke, Hugo, Dipl.-Ing., Schiffb.-Betriebsing. der Vulcan-Werke, Stettin, Kronenhofstr. 24.
- Barberis, Luigi, Oberstingenieur bei der Kgl. italienischen Botschaft, Berlin W 15, Kurfürstendamm 197.
- Barth, Hans, Dipl.-Ing., Leiter der technischen Abteilung der Fa. H. Diederichsen, Kiel, Düsternbrook 75.
- Bauer, G., Dr.-Ing., Dr. phil., Professor, Maschinenbau-Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau Aktiengesellschaft, Hamburg 37, Mittelweg 82. 105
- Bauer, M. H., Direktor, Friedrichshagen b. Berlin, Hahns Mühle 7.
- Bauer, O., Obergeringenieur der Flensburger Schiffbau-Gesellschaft, Flensburg, Neustadt 49.
- Bauer, J., Direktor der Flensburger Schiffbau-Gesellschaft, Flensburg, Moltkestr. 35.
- Bauermeister, Hermann, Dipl.-Ing., techn. Referent beim Sperrversuchskommando, Kiel, Hohenbergstr. 19a.
- Bausch, Fritz, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ing. u. 110  
Werftbesitzer, Köln-Riehl, Rheinwerft.
- Becker, Richard, Maschinenbau - Direktor Deutsche Werke A.-G., Hamburg 13, Rotenbaumchausee 47.
- Becker, Max, Marinebaurat, Direktor der Helix-Maschinenbau G. m. b. H., Sao Paulo (Brasilien), Avenida Rodriguez Alves 96a (Villa Marianna).
- Beeck, Otto, Ing., Hamburg, Grindelhofstraße 56 IV r.
- Behrmann, Georg, Obergeringenieur, Kiel, Winterbeker Weg 32.
- Benjamin, Ludwig, Zivil-Ingenieur, Hamburg 24, Ackermannstr. 34. 115
- Berndt, Hermann, Dipl.-Ing., Obergeringenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 25, Claus Grothstr. 6.
- Berling, G., Dr.-Ing., Geh. Marinebaurat, Cöln-Mülheim, Genovevastr. 94.

- Berndt, Bruno, Ingenieur, Bad Godesberg a. Rh., Rüngsdorfer Str. 41.
- Beschoren, K., Dipl.-Ing., Regensburg, Vonder-Tann-Str. 20.
- 120 Betzhold, Dr.-Ing., Oberregierungsbaurat, Groß-Lichterfelde-West, Steglitzer Str. 19.
- Biedermann, Paul, Dipl.-Ing., Direktor des Norddeutschen Lloyd, Bremen, Donandtstr. 18.
- Biese, Max, Obergeringenieur, Besichtiger d. Germ. Lloyd, Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Straße 114.
- Birkner, Ernst, Dipl.-Ing., Köln-Riehl, Stammheimerstr. 125.
- Blau, Rudolf, Reg.-Baumeister a. D., Direktor der Atlas-Werke, A.-G., Bremen.
- 125 Blechschmidt, Obermarinebaurat, Potsdam, Moltkestr. 7.
- Bleicken, B., Dipl.-Ing. Obergeringenieur, Hamburg-Fuhlsbüttel, Farnstr. 31.
- Block, Hch., Zivil-Ingenieur, Hamburg 13, Magdalenenstr. 53.
- Blohm, Eduard, Ingenieur, Hamburg, Werderstraße 29.
- Blohm, M. C. H., Ingenieur, Hamburg, Isestraße 111.
- 130 Blume, Herm., Betriebs-Obergeringenieur, Vegesack, Weserstr. 67/69.
- Bocchi, Guido, Schiffbau-Ingenieur, Sestri Ponente, Via Ugo Foscolo 5.
- Bockhacker, Eugen, Geheimer Oberbaurat, Berlin-Wilmersdorf, Nassauische Str. 1.
- vom Bögel, Wilhelm, Obergeringenieur der Gutehoffnungshütte, Leiter d. Rheinwerft Walsum, Walsum-Niederrhein, Acherstr. 91.
- Böhm, Heinrich, Obergeringenieur, Bremen, Ellhornstr. 14 I.
- 135 Böhme, Herm., Direktor d. American Transportation and Trading Corporation, New York, Niederlassung Berlin, Falkensee bei Spandau, Gartenstr. 8.
- Bohnstedt, Max, Professor, Oberstudiendirektor der Staatlichen höheren Schiff- u. Maschinenbauschule zu Kiel, Knooper Weg 56.
- v. Bohuszewicz, Oskar, Marinebaurat a. D., Direktor u. Vorstandsmitglied der Düsseldorfer Maschinenb.-A.-G. vorm. J. Losenhausen, Düsseldorf, Kaiserswerther Str. 272.
- Böning, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Contrescarpe 166.
- Borchers, Heinr., Obergeringenieur, Elbing, Äußerer Mühlendamm 3.
- 140 Börnsen, Heinr., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Betriebsleiter bei Blohm & Voß, Hamburg 20, Nissenstr. 14.
- Boyens, Friedrich, Ingenieur, Elbing, Bismarckstraße 6 III.
- Bramigk, Schiffbau-Ingenieur, Roßlau, Anhalt, Zerbster Str. 13.
- Brandes, Ober-Marinebaurat, Wilhelmshaven, Parkstr. 20 II.
- Brandt, Paul, Dipl.-Ing., Königsberg i. Pr., Kronprinzenstr. 9.
- 145 Breitländer, Wilh., Schiffsmaschinenbau-Obergeringenieur u. Prokurist der Akt.-Ges. Neptun, Rostock, Schröderstr. 39.
- Brennhausen, Curt, Dipl.-Ing., Obergeringenieur i. Normen-Ausschuß d. deutsch. Industrie, Berlin-Grünwald, Friedrichsruher Str. 32.
- Brinkmann, G., Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Berlin-Charlottenburg, Westend, Kirchschanallee 1a.
- Brodersen, Wilhelm, Marinebaurat a. D., Berlin-Johannisthal, Trützscherstr. 12.
- Bröking, Fritz, Marinebaurat, Goldschuk bei Ismid, Türkei.
- Brose, Eduard, Schiffbauingenieur, Elbing, 150 Äußerer Mühlendamm Nr. 76.
- Brose, Walter, Obergeringenieur der Deutschen Schiff- und Maschinenbau A.-G., Werk Vulcan Hamburg 21, Heinrich-Hertz-Str. 19.
- Bross, Walter, Dipl.-Ing., Oberger. d. Thyssen & Co. Masch.-Fabr. Mülheim, Ruhr, Mellingerstr. 70.
- Bruckwilder, Wilh., Dipl.-Ing., Vorstand des Zweigbüro Köln der Elektrotechnischen Fabrik Rheydt, Max Schorch & Co. A.-G., Köln a. Rh., Titusstr. 26.
- Bub, H., Schiffbau-Ingenieur, Bremer Vulkan, Vegesack, Hafenstr. 9.
- Buchsbau, Georg, Schiffbau-Obergeringenieur u. 155 Prokurist des Germ. Lloyd, Berlin-Friedenau, Niedstr. 14.
- Burckhardt, Ober-Marinebaurat, Berlin-Lichterfelde, Hortensienstr. 21 c I.
- Bürkner, H., Dr.-Ing., Geheimer Oberbaurat, Gr.-Lichterfelde-Ost, Mittelstr. 1.
- Busch, H. E., Ingenieur, Hamburg, Dammtorstr. 14.
- Buschberg, E., Geheimer Baurat u. vortragender Rat i. d. Marineleitung, Berlin-Schöneberg, Martin-Luther-Str. 58.
- Büscher, Hans, Schiffbau-Obergeringenieur, Geestemünde, Mittelstr. 19.
- 160 Buse, Dietrich, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Michaelsweg 2a II.
- Büsing, R., Maschinenbau-Direktor der Stettiner Oder-Werke A.-G., Stettin, Gießereistr. 17.
- Buttermann, Ingenieur, Direktor d. German Lloyd, Berlin-Grünwald, Hohenzollern-damm 111.
- Cantiény, Georg, Dipl.-Ing., Direktor der Kohlenscheidungsges. m. b. H., Berlin-Südende, Langestr. 5.
- 165 Claussen, Carl, Ingenieur, Kressbronn am Bodensee.
- Cleppin, Max, Marinebaurat a. D., Oberlehrer u. Professor an den Technischen Staatslehranstalten in Hamburg 26, Lohhof 9 II.
- Collin, Max, Marine-Oberbaurat, Danzig-Langfuhr, Hermannshofer Weg 16.
- Commentz, Carl, Dr.-Ing., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 8, Gröninger Str. 1.
- Conradi, Carl, Marineingenieur, Oslo, Prinsens Gade 2b.
- 170 Cordes, Tönjes, Direktor der A.-G. „Neptun“, Schiffswerft u. Maschinenfabrik, Rostock.
- Cossutta, Ferruccio, Ingenieur, Triest, Stabilimento Tecnico Triestino.
- Coulmann, Wilhelm, Marinebaurat a. D., Hamburg, Wandsbeker Chaussee 76.
- Crosock, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Schöneberg, Rubenstr. 103.
- Dahlby, Gustav, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Bergsunds Verkstad, Stockholm.
- 175 Dammann, Friedrich, Schiffbauingenieur, Hamburg-Langenhorn, Langenhorner Chaussee 197.
- Dannenbaum, Adolf, Dipl.-Ing., i. Fa. Blohm & Voß, Hamburg 19, Eichenstr. 54.
- Dauwe, Robert, Ingenieur-Schiffbaumeister an der Firma John Cockerill, 14. Avenue Louise, Hoboken-Antwerpen (Belgien).

- Degn, Paul Frederik, Dipl.-Ing., Direktor der Howaldtswerke, Kiel-Neumühlen-Dietrichsdorf, Lichtenbergskamp 3.  
 Deichmann, Karl, Ingenieur, Hamburg 6, Kleiner Schäferkamp 28 II.  
 180 Delfs, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Wilhelminenstr. 14a.  
 Demai, Anton, Direktor des Stabilimento Tecnico Triestino, Triest, Lazzaretto vecchio 38.  
 Dengel, Roderich, Marinebaurat a. D., Kiel, Feldstr. 148.  
 Dentler, Heinr., Ober-Ingenieur d. Atlas-Werke A.-G., Zweigbureau Stettin, Birkenallee 9.  
 Deters, K., Direktor, i. Fa. H. Stinnes, Hamburg, Hamburger Hof.  
 185 Dieckhoff, Hans, Prof., Vorstandsmitglied der Woermann-Linie u. der deutschen Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Gr. Reichenstr. 27.  
 Dietrich, A., Schiffbaudirektor a. D., Braunfels, Kreis Wetzlar, Fürst-Ferdinand-Straße.  
 Dietze, E., Schiffbau-Ingenieur, Fähr-Vegesack, Lindenstr. 1.  
 Dittmer, Georg, Oberingenieur u. Maschinen-Inspektor, Hamburg-Gr.-Borstel, Borsteler Chaussee 184.  
 Dohr, Matth., Dipl.-Ing., Baurat, Leiter des Hamburger Staatsbaggereiwesens, Hamburg 14, Dalmanstr. 3.  
 190 Dohrmann, H., Schiffbau-Direktor der A.-G. Neptun, Rostock, Friedrichstr. 32.  
 von Dojmi, Hans, Ober-Ingenieur, Bremen, Am Wall 143/144.  
 Domke, R., Ober-Marinebaurat a. W., Wilhelmshaven, Hollmannstr. 13.  
 Donau, Zivil-Ing., Bremen, Rosenkranz 35.  
 Dörr, W. E., Dipl.-Ing., Direktor, Überlingen am Bodensee, Bahnhofstr. 29 I.  
 195 v. Dorsten, Wilhelm, Ober-Ing., Schiffs- und Maschinen-Inspektor des Germanischen Lloyd, Mannheim-Feudenheim, Schützenstr. 24.  
 Drakenberg, Jean, Konsultierender Ingenieur, Stockholm, Linnegatan 83.  
 Dressel, Carl, Dr. phil., Dipl.-Ing. des Schiffbau-faches, Pankow, Hartwigstr. 110.  
 Dreyer, E. Max, Zivilingenieur für Schiff- und Maschinenbau, Hamburg 11, Steinhöft 3.  
 Dreyer, Fr., Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg 21, Petkumstr. 19.  
 200 Dreyer, Karl, Oberingenieur der Firma F. Schichau, Elbing, Arndtstr. 3.  
 van Driel, Abraham, Schiffbau-Ingenieur der staatlichen niederländischen Schiffahrts-Inspektion, Voorburg beim Haag, Rusthoflaan 24.  
 Drösel, Regierungsbaurat, Berlin-Lankwitz, Ziethenstr. 32.  
 Dyckhoff, Otto, Dipl.-Ing., Direktor der Hansa-Lloyd-Werke A.-G., Hannover-Linden, Hanomag.  
 Ehrenberg, Ober-Marinebaurat, Berlin W 15, Württembergische Str. 31/32.  
 205 Ehrlich, Alexander, Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Herzog-Friedrich-Str. 56 I.  
 Eichholz, Ernst, Ingenieur der Firma Rhein-haflag, Köln, Riehler Str. 53.  
 Eichhorn, Oscar, Geh. Marinebaurat a. D., Danzig-Langfuhr, Hauptstr. 7 II.  
 v. Eidlitz, Cornél, Dipl.-Ing., Chef der techn. Abt. d. „Adria“, S. A. di Navigazione Marittima, Fiume.  
 Eigendorff, G., Schiffbau-Oberingenieur und Besichtiger des Germanischen Lloyd, Brake i. Oldenburg.  
 Elste, R., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, 210 Bismarckstr. 1.  
 Elze, Theodor, Schiffbau-Ingenieur, i. Fa. Irmer & Elze, Bad Oeynhausen, Mindener Str. 29.  
 Engberding, Dietrich, Marinebaurat, Berlin-Schöneberg, Grunewaldstr. 59.  
 Engehausen, W., Betriebs-Ingenieur, Bremen, Großgöschenstr. 25.  
 Erbach, R., Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Ordentlicher Professor für den Lehrstuhl Schiffstheorie und Entwerfen von Schiffen an der Techn. Hochschule, Danzig, Techn. Hochschule.  
 Erdmann, Paul, Ing., Maschinenbesichtiger d. 215 Germanischen Lloyd, Rostock, Friedrichstr. 7.  
 Erhardt, Julius, Dipl.-Ing., Direktor d. Fa. Ganz & Co., Danubius A. G., Budapest X, Kőbányai utca 31.  
 von Essen, W. W., Ingenieur, Hamburg-Groß-Flottbek, Fritz-Reuter-Str. 9.  
 Esser, Matthias, Direktor des Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 77a.  
 Falbe, E., Dipl.-Ing., Blankenese, Goethestr. 10.  
 Fechter, Erich, Dipl.-Ing., Stellvertretender 220 Direktor der Union-Gießerei, Königsberg i. Pr., Arndstr. 4.  
 Fechter, Walther, Ingenieur, Stettin, Bollwerk 3.  
 Feilcke, Fritz, Dipl.-Ing., Stellvertretender Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau Aktiengesellschaft, Hamburg 30, Moltkestraße 47.  
 Ferdinand, Ludwig, Dipl.-Ing., Oberinspektor d. Fa. Ganz & Co., Danubius A. G., Budapest, V., Vaci ut 204.  
 Fesenfeld, Wilh., Studienrat und Dipl.-Ing., Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Str. 75.  
 Fichtner, Rudolf, Dipl.-Ing., Ober-Ingenieur u. 225 Prokurist b. Danneberg & Quandt, Berlin NW 40, Lüneburger Str. 9.  
 Fischer, Ernst, Schiffbau-Oberingenieur beim Germanischen Lloyd, Hamburg, Alsterterrasse 3.  
 Fischer, Karl, Dipl.-Ing., Schiffsmaschinenbau-Oberingenieur, Danziger Werft, Danzig.  
 Fischer, G. R., Dipl.-Ing., Major d. kgl. ungar. Honved-Ingenieurstabes, Wilmersdorf, Kaiser-allee 157.  
 Fischer, Willi, Ingenieur, Altona a. d. Elbe, Philosophenweg 25.  
 Flamm, Osw., Dr.-Ing.; Geheimer Regierungs- 230 rat, Professor an der Technischen Hochschule, Nikolassee bei Berlin, Sudetenstr. 47.  
 Flettner, Anton, Direktor, Berlin W 30, Neue Bayreuther Str. 7.  
 Fliege, Gust., Direktor a. D., Bergedorf, Moltkestraße 5.  
 Flügel, Gustav, Professor, Dr.-Ing., Technische Hochschule, Danzig-Langfuhr, Hauptstr. 131.  
 Flood, H. C., Ingenieur und Direktor der Bergens Mechaniske Verkstad, Bergen (Norwegen).  
 Fock, John, Oberingenieur u. Prokurist der 235 Deutschen Werft, Hamburg 8, Nordereibstr. 4.  
 Foerster, Ernst, Dr.-Ing., Hamburg, Alsterdamm 39, Europahaus.  
 Forner, Georg, Dr.-Ing., Privatdozent an der Technischen Hochschule, Berlin NW 21, Dortmunder Str. 13.  
 Forthmann, Willy, Ingenieur, Hamburg, Martinistr. 19.

- Föttinger, Hermann, Dr.-Ing., Professor, Berlin-Wilmersdorf, Berliner Str. 65.
- 240 Frankenstein, Georg, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Pölitzer Str. 80.
- Fregin, Fritz, Dipl.-Ing., Prokurist d. Vulcan-Werke, Stettin, Mühlenstr. 9.
- Freundlich, Erich, Dipl.-Ing., Düsseldorf-Oberkassel, Sonderburger Str. 24.
- Freytag, Emanuel, Ingenieur, Hamburg 9, Arningstr. 15.
- Friederichs, K., Geheimer Rechnungsrat, Neu-Finkenkrug, Kaiser-Wilhelm-Str. 49.
- 245 Fritz, Walter, Direktor d. E. Wilke A.-G. Holzbearbeitungsmaschinen und Werkzeugfabrik, Berlin N 54, Fehrbelliner Str. 14.
- Frohnert, Adolf, Oberingenieur, Hamburg 23, Ritterstr. 38.
- Fromm, Rudolf, Ober-Regierungsbaurat, Berlin-Zehlendorf, Irmgardstr. 35.
- Fromm, Walther, Ingenieur, Hamburg, Glockengießer-Wall 2 (Wallhof).
- Gaede, Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Rendsburg, Königskoppel 5.
- 250 Garweg, Arthur, Dipl.-Ing., Hamburg 19, Bismarckstr. 31.
- Gebauer, Alex., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing, Am Lustgarten 14.
- Gebers, Fr., Dr.-Ing., Direktor der Schiffbau-technischen Versuchsanstalt, Wien XX, Brigittenauer Lände 256.
- Gehlhaar, Franz, Oberregierungsrat, Mitglied d. Schiffs-Vermessungs-Amtes, Berlin-Lichterfelde, Steinäckerstr. 10.
- Gemberg, Walter, Dipl.-Ing., Rotterdam, Beukeldyk 62b (Heimat: Kiel, Königsweg 38).
- 255 Gerloff, Friedrich, Schiffbau-Direktor der G. Seebeck A. G., Wesermünde, Bismarckstr. 62.
- Gerner, Fr., Betriebs-Ober-Ingenieur der Fried. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel, Hassee, Schleswiger Str. 45.
- Gerisch, Arthur, Betriebsingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg-Kl.-Borstel, Wellingbütteler Landstr. 22.
- Gerosa, Victor, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Werft Gusto, Firma A. F. Smulders, Schiedam, Plein Endragt 13a.
- Giebeler, H., Schiffbau-Betriebsingenieur, Kiel-Gaarden, Werftstr. 125.
- 260 Giese, Alfred, Dipl.-Ing., Altona-Othmarschen, Rosenhagenstr. 44.
- Giese, Ernst, Geheimer und Ober-Regierungsrat a. D., Stettin, Neue Str. 1.
- Gnutzmann, J., Schiffbau-Direktor, Danzig, Schichau-Werft.
- Gödecke, Ernst, Dipl.-Ing., Hamburg-Groß-Borstel, Klotzenmoor 1.
- Goos, Emil, Chef des Maschinenwesens der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg 37, Isestraße 111.
- 265 Gorgel, Alfred, Dipl.-Ing., Mannheim, Medicusstraße 2.
- Grabow, C., Geheimer Marinebaurat, Rittergutsbesitzer, Rittergut Rarvin bei Görke, Kreis Cammin, Pommern.
- Grabowski, E., Schiffbau-Ingenieur, Professor, Bremen, Friedrich-Wilhelm-Str. 35.
- Graemer, L., Werft-Direktor und Vorstandsmitglied der Schiffswerft Nüske & Co., A.-G., Stettin, Karkutschstr. 1.
- Graf, August, Ingenieur, Hamburg 13, Rutschbahn 27.
- Grambow, Adolf, Ingenieur, Schiffs- und Maschinenbesichtiger d. Germ. Lloyd, Vaterstetten bei München, Luitpoldring 56.
- Grauert, M., Geheimer Oberbaurat, Berlin-Steglitz, Humboldtstr. 14.
- Grimm, Max, Dipl.-Ing., Regierungsrat im Reichswehrministerium, Marineleitung, Charlottenburg 9, Eichenallee 33.
- Gromoll, Johannes, Betriebsdirektor i. R., Hamburg 25, Oben Borgfelde 26a.
- Gronwald, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 24, Mühlendamm 30.
- 275 Grosset, Paul, Ingenieur, Inhaber der Werkzeug-Masch.-Fabr. Grosset & Co., Altona-Elbe, Turnstr. 42.
- Groth, W., Ingenieur, Hamburg 21, Petkumstr. 3.
- Grotrian, H., Schiffbau-Ingenieur, Professor Hamburg-Fuhlsbüttel, Fuhlsbütteler Str. 589.
- Grundt, Erich, Geheimer Baurat, Berlin W 30, Maaßenstr. 17.
- Grunert, Kurt, Betriebs-Ingenieur, Wilhelmshaven, Königstr. 88.
- Gummelt, Carl H., Schiffbau-Ingenieur, Wesermünde-Geestemünde, Schillerstr. 26.
- 280 Gundlach, Emil, Techn. Direktor der Schiffswerft u. Maschinenfabrik vorm. Janssen & Schmilinsky A.-G., Hamburg, Gr.-Flottbek bei Hamburg, Brahmstr. 1.
- Gunning, Maximilian, Ingenieur der Marine, Vlissingen, Badhuisstraat 121.
- Günther, Friedr., Ing., Bremen, Geestemünder Straße 4.
- Gütschow, Wilhelm, Dr.-Ing. Germanischer Lloyd, Berlin W 30, Barbarossastr. 16.
- Haack, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, 285 Am Königstor 8.
- Habermann, Egon, Technischer Direktor der Hessischen Automobilges. A.-G., Darmstadt, Eichbergstr. 16.
- Hadeler, Wilhelm, Dipl.-Ing., Berlin W 62, Wichmannstr. 4.
- Haensgen, Oscar, Maschinenbau-Oberingenieur u. Prokurist der Flensburger Schiffbau-Ges., Flensburg, Marienholweg 17.
- Haertel, Siegfried, Schiffbau-Dipl.-Ing., Berlin, Charlottenburg, Schaumburg-Allee 10.
- Haesloop, Reinhard, Schiffbau-Ingenieur, Bremen, A.-G. „Weser“, Blumenthal i. H., Kaffeestr. 12.
- 290 Hagemann, H. Paul, Schiffbau-Ingenieur und Betriebsleiter der Deutschen Werke, Kiel, Hardenbergstr. 5.
- Hahn, Paul L., Zivil-Ingenieur, Sachverständiger für Schiffsmaschinen- und Kesselbau, Cassel-Wilhelmshöhe, Wilhelmshöher Allee 271.
- Haimann, G., Dr.-Ing., Spandau, Zeppelinstraße 46 II.
- Hammar, Hugo G., Generaldirektor, Aktiebolaget Götaverken, Göteborg.
- 295 Hammer, Felix, Dipl.-Ing., Audorf b. Rendsburg, Kieler Straße.
- Hantelmann, Kurt, Dipl.-Ing., Studienrat an der Seemaschinen- u. Schiffingenieurschule, Flensburg, Stuhls-Allee.
- Häpke, Gustav, Dipl.-Ing., Reg.-Baurat, Berlin-Schöneberg, Luitpoldstr. 38.
- Hardebeck, Walter, Dipl.-Ing., Marinebaurat, Direktor der Lokomotivfabrik Henschel & Sohn, Kassel, Wohnung: Lokstedt bei Hamburg, Werderstr. 23.



- Hartmann, C., Baudirektor, Vorstand des Aufsichtsamtes für Dampfkessel und Maschinen, Hamburg, Juratenweg 4.
- 300 Harun, Mustava, Dr.-Ing., Berlin-Friedenau, Bachstr. 5.
- Has, Ludwig, Marinebaurat, Rüstringen i. O., Birkenweg 14.
- Hass, Hans, Dipl.-Ing., Dozent und Professor, Bergedorf, Hohler Weg 28.
- Hechtel, H., Direktor der Schiffswerft Gebr. Sachsenberg A.-G., Köln-Deutz.
- Hector, D. A., Oberingenieur der Finnboda Varf, Stockholm.
- 305 Hede mann, Wilh., Dipl.-Ing., Schiffsmaschinenbau-Ing., Obering. d. deutschen Schiff- u. Maschinenbau Aktiengesellschaft, Abtlg. Act.-G. Weser, Bremen, Isarstr. 86.
- Hedén, A. Ernst, Schiffbau-Direktor, Göteborg, Mek. Verkstad.
- Heidtmann, H., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 21, Hofweg 64.
- Hein, Hermann, Dipl.-Ing., Schiffbau-Direktor und Mitglied des Vorstandes der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Holbeinstr. 14.
- Hein, Paul, Oberingenieur, Hamburg 30, Bismarckstr. 80.
- 310 Heinemann, Richard, Zivilingenieur, Hamburg 9, Kamerunweg 9.
- Heinemann, Rudolf, Dipl.-Ing., Direktor der Junkers-Luftverkehr A.-G., Bln.-Wilmersdorf, Hindenburgstr. 35 III.
- Heinen, Joh., Ingenieur und Fabrikbesitzer, Lichtenberg bei Berlin, Herzbergstr. 24/25.
- Heitmann, Ludwig, Ober-Ingenieur, Hamburg 19, Am Weiher 23.
- Heldt, Adolf, Marinebaurat, Kiel, Esmarchstraße 53 I.
- 315 Helle mans, Thomas Nikolaus, Schiffbau-Ingenieur, Muntok auf Banka (Niederl. Indien).
- Hemmann, A., Regierungsbaurat, Hochkamp b. Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Str. 8.
- Hennig, Albert, Dipl.-Ing., Kiel, Düvelsbeker Weg 29.
- Henning, J. R., Schiffbau-Ingenieur, Berlin NO 43, Meyerbeerstr. 14 II.
- Hering, Bernhard, Geh. Konstr.-Sekretär, Bln.-Zehlendorf, Hauptstr. 60/62.
- 320 Hermanuz, Alfred, Dipl.-Ing., Kassel-Wilhelmshöhe, Schmidtstr. 10.
- Herner, Heinrich, Dr. phil., Dipl.-Ing., Professor an der höheren Schiff- und Maschinenbauschule, Kiel, Sophienblatt 66.
- Hey, Erich, Marinebaurat, Berlin W15, Fasanenstraße 58.
- Heydemann, Rudolf, Dipl.-Ing., Stettin, Bethanienstr. 6.
- Hildebrandt, Hermann, Schiffbau-Direktor, in Fa. Hermann Johs. Hildebrandt. Bauingenieur-Büro, Bremen, Holler Allee 1.
- 325 Hildebrandt, Max, Schiffsmaschinenbau-Oberingenieur, Stettin, Pölitzer Str. 96.
- Hilgendorff, Erich, Schiffbau-Oberingenieur, Berlin W 57, Bülowstr. 57.
- Hillebrand, Friedrich, Dipl.-Ing., Geestemünde, Ludwigstr. 8.
- Hillmann, Bernhard, Schiffbaubetriebs-Oberingenieur, Joh. C. Tecklenberg A.-G., Bremerhaven, Bürgermeister-Smid-Straße 27.
- Hinrichsen, Erich, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 22, Finkenau 27.
- Hinrichsen, Henning, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing.
- Hirsch, Alfred, Direktor, Berlin-Dahlem, Thiel-Allee 11.
- Hoch, Johannes, Direktor der Ottenser Maschinenfabrik, Altona - Ottensen, Friedensallee 42.
- Hochstein, Ludwig, Oberingenieur, Wandsbek b. Hamburg, Waldstr. 7.
- Hoefler, Kurt, Dr.-Ing., Oberingenieur u. Prokurist d. Germanischen Lloyd, Berlin W 15, Bleibtreustr. 33.
- Hoefs, Fritz, Maschinenbau-Direktor bei G. Seebeck, A.-G., Bremerhaven, Am Deich 27.
- 335 Hölzermann, Fr., Geheimer Marinebaurat a. D., Potsdam, Roonstr. 7.
- Hoff, Wilh., Dr.-Ing., o. Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin. Vorstand der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt. E. V. Cöpenick, Gutenbergstr. 2.
- Hoffmann, W., Betriebsingenieur der Werft von Blohm & Voß, Hamburg 19, Marktplatz 4.
- Hohn, Theodor, Oberingenieur der Tunghochschule, Woosum bei Shanghai, China.
- Hollitscher, Wilhelm, Ingenieur, Techn. Direktor d. I. Donau-Dampfschiffahrt-Ges., Wien III, Arenbergring 15.
- 340 Holm, Paul, kgl. Direktor d. Maschinenunterrichts, Kopenhagen, K, Kristiansgade 12.
- Holtusen, Wilhelm, Ziv.-Ing. für das Schiff- u. Maschinenbauwesen, Hamburg 24, Güntherstraße 51.
- Holzhausen, Kurt, Dipl.-Ing., Düsseldorf-Oberkassel, Düsseldorfer Str. 66.
- Horn, Fritz, Dr.-Ing., Professor, Charlottenburg, Berliner Straße, Technische Hochschule.
- Hornbeck, Albert, Ingenieur, Wandsbek, 345 Friesenstr. 13.
- Hosemann, Paul, Dipl.-Ing., Elbing, Westpr., Stromstr. 5.
- Howaldt, Georg, Ingenieur, Konsul, Hamburg I, Mönckebergstr. 7 a.
- Howaldt, Gerhard, Schiffbau-Ingenieur, Stralsund, Schiffswerft von Georg Schuldt, Werftstraße 7 a.
- Hoyer, Niels, Schiffbau-Ingenieur, Linz, Donau, Schubertstr. 21.
- Hüllmann, H., Dr.-Ing., Professor, Geh. Oberbaurat, Berlin W 15, Württembergische Str. 31 bis 32 II.
- 350 Hundt, Paul, Maschinenbau-Ingenieur b. Joh. C. Tecklenberg A.-G., Geestemünde, Georgstr. 54.
- Ibsen, Julius, Dipl.-Ing., Großflintbek bei Voorde (Holstein).
- Icheln, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Oevelgöner Str. 32.
- Ilgenstein, Ernst, Oberbaurat, Charlottenburg, Knesebeckstr. 2.
- 355 Immich, Werner, Dr.-Ing., Marinebaurat a. D., Maschinenbau-Direktor der Werke Kiel A.-G., Kiel, Feldstr. 116 I.
- Isakson, Albert, Schiffbau-Oberingenieur, Inspektor des Brit. Lloyd, Stockholm, Bredgränd 2.
- Jaborg, Georg, Ministerialrat, Berlin-Wilmersdorf, Wittelsbacherstr. 27.
- Jacob, Carl, Dipl.-Ing., Betriebs-Ingenieur bei Blohm & Voß, Altona-Bahrenfeld, Wagnerstraße 31.
- Jacob, Oskar, Oberingenieur, Stettin I, Kaiser-Wilhelm-Str. 17.

- 360 Jacobsen, J., Ingenieur, Bergedorf b. Hamburg, Möörkenweg 22.  
 Jahn, Gottlieb, Dipl.-Ing., Kiel, Niemannsweg 30.  
 Jahn, Joh., Dr., Oberreg.-Rat, Bremen, Technische Staatslehranstalten.  
 Janssen, Diedr., Obergeringenieur, Bremerhaven, Bogenstr. 11.  
 Jappe, Fr., Ober-Ingenieur, Schiffsbesichtiger des Germanischen Lloyd, Danzig-Langfuhr, Baumbachallee 4.  
 365 Johannsen, F., Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Wellingdorf, Wehdenweg 20.  
 Johns, H. E., Ingenieur, Hamburg, Steinhöft 11.  
 de Jong, Jan, Schiffbau-Ing., A.-G. „Weser“, Bremen, Wernigeroder Str. 1.  
 Jordan, Desiderius, ungar. Eisenbahn- u. Schiffahrts-Inspektor, Leiter der Schiffahrts-Sektion der ungar. General-Inspektion für Eisenb. u. Schiffahrt, Budapest II, Fötüca 59.  
 Jourdan, Johannes, Ingenieur der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg 30. Moltkestr. 47.  
 370 Judaschke, Franz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Volksdorf, Eulenkruhchaussee 94.  
 Jüllicher, Ad., Schiffbau-Ingenieur und Inspektor des Germ. Lloyd. Bremen, Rutenstr. 29.  
 Just, Curt, Ministerialrat im Reichswehrministerium, Marineleitung, Berlin.
- Kaerger, Alfred, Patent-Ingenieur, Groß-Flottbek bei Hamburg, Lindenstr. 7.  
 Kalderach, J. F. A., Obergeringenieur, Expert des Vereins Hamburger Assecuradeure, Hamburg 37, Eppendorfer Baum 9.  
 375 Kampffmeyer, Th., Dipl.-Ing., Direktor a. D., Marinebaurat, Rüstingen i. O., Birkenweg 18.  
 Kappel, Henry, Obergeringenieur, Cassel-Wilhelmshöhe, Landgraf-Karl-Str. 27.  
 Karstens, Paul, Ober-Ingenieur, Altona-Bahrenfeld, Friedhofstr. 15.  
 Kasten, Max, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Langhorn, Heinfelderstr. 18.  
 Katzschke, William, Baurat, Direktor d. Deutschen Werke Kiel, Akt.-Ges., Geschäftsstelle Berlin, Berlin W 9, Bellevuestr. 12a.  
 380 Kaye, Georg, Baurat, Junker-Luftverkehr A.-G., Dessau-Ziebigk, Junkerswerke.  
 Keiller, James, Obergeringenieur, Kabinettskammerherr S. M. d. Königs von Schweden, Göteborg, Kungspportsavenyen 4.  
 Kell, W., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Bremen, Lützowerstr. 6.  
 Kelling, Erich, Dipl.-Ing., Hamburg 21, Richterstraße 24.  
 Kellner, Arno, Dipl.-Ing., Hamburg 13, Schlankreye 23.  
 385 Kempf, Günther, Dr.-Ing., Hamburg 33, Schlicksweg 21.  
 Kertscher, Rudolf, Marinebaurat a. D., Direktor d. Gesellschaft für Teerverwertung, Duisburg-Meiderich, Bahnhofstr. 101.  
 Kienappel, Karl, Ober-Ingenieur, Elbing, Schiffbauplatz 1.  
 Kiene, Robert, Schiffbau-Dipl.-Ing., Schiedam (Holl.), Warande 97.  
 Kiep, Nicolaus, Dipl.-Ing., Maschinenbaudirektor bei der Deutschen Schiff- und Maschinenbau Aktiengesellschaft, Hamburg, Werk Vulcan.  
 390 Kiepke, Ernst, Maschinen-Ingenieur, Stettin-Bredow, Derfflingerstr. 4.  
 Killat, Georg, Marine-Obergeringenieur, Berlin-Wilmersdorf, Laubacher Straße 37.
- Kirberg, Friedrich, Ingenieur, Ministerial-Amtmann, Berlin-Steglitz, Ringstr. 57 I.  
 Klage mann, Johannes, Maschinenbaudirektor a. D., Bln.-Wilmerdorf, Hohenzollerndamm 197.  
 Klatte, Johs., Ingenieur, Werftbesitzer i. Fa. J. H. N. Wichhorst, Hamburg, Leinpfad 60.  
 Klaus, Heinrich, Besichtiger des Germanischen Lloyd, Berlin-Steglitz, Friedrichruher Str. 3 I. 395  
 Klawitter, Fritz, Ingenieur u. Werftbesitzer, Danzig, i. Fa. J. W. Klawitter, Danzig, Brabank 1b.  
 Kleen, J., Obergeringenieur, Hamburg, Pappelallee 46 I.  
 Klein, Karl, Betriebs-Obergeringenieur, Danzig, Schichau-Werft.  
 Klein, Marcell, Dr.-Ing., Privatdozent der Technischen Hochschule Wien, Zivilingenieur für Schiffbau und Maschinenbau, Wien XVIII. Währinger Gürtel 9.  
 Klemann, Friedrich, Dr.-Ing., Baurat, Berlin-Wilmersdorf, Kaiserplatz 16. 400  
 Klewitz, Max, Ingenieur, Danzig, Holm-Werftgelände.  
 Klie mchen, Franz, Dipl.-Ing., Obergeringenieur der Dampfschiffahrtsgesellschaft „Neptun“, Bremen, Häfen 60/63.  
 Klock, Chr., Direktor, Hamburg, Stubbenhuk 10.  
 Kluge, Hans, Dipl.-Ing., Professor a. d. Technischen Hochschule Karlsruhe, Mathysstr. 40. 405  
 Knauer, W., Direktor, Vorstandsmitglied des Bremer Vulkan, Vegesack, Gerh.-Rohlf-Str. 17.  
 Knierer, Clemens, Zivilingenieur für Schiff- u. Maschinenbau, Hamburg 3, Mühlenstr. 50.  
 Knipping, Paul, Dr.-Ing., Direktor der Bulgarischen Schiff-Lokomotiv- und Waggonbau A. G. Varna, Bulgarien, Uliza Ochlizka 10.  
 Knoop, Ulrich, Dr.-Ing. des Schiffbaufaches, Neu-Finckenkrug b. Spandau, Poetenweg 64.  
 Knörlein, Michael, Dipl.-Ing., Obergeringenieur der Fa. Weise Söhne, Halle a. S., L.-Wuchererstraße 87.  
 Knorr, Paul, Studienrat und Professor an der staatl. höheren Maschinenbauschule, Elberfeld, Augustastr. 32. 410  
 Koch, Erich, Dipl.-Ing., Direktor i. Fa. Rohrbach Metall-Flugzeugbau G. m. b. H., Bln.-Dahlem, Im Dol 25.  
 Koch, Hans, Marinebaurat, Potsdam, Vermessung der Märkischen Wasserstraßen, Neue Königstraße 31.  
 Koch, Joh., Schiffbau-Direktor a. D., Neumühlen-Dietrichsdorf b. Kiel, Gr. Ebbenkamp 5.  
 Koch, W., Dipl.-Ing., Abteilungs-Direktor beim Norddeutschen Lloyd, Bremen, Dobben 20.  
 Koch, W., Ing., Schiffswerft Henry Koch A.-G., Lübeck, Rathenastr. 25. 415  
 Koehnhorn, Regierungsbaurat, Berlin NW 87, Levetzowstr. 21.  
 Köhler, Albert, Ober-Marinebaurat, Wilhelmshaven, Bismarckstr. 110.  
 Kolbe, Chr., Werftbesitzer, Wellingdorf bei Kiel.  
 Kolk mann, J., Schiffsmaschinenbau-Obergeringenieur, Elbing, Hohezinnstr. 12.  
 Kölln, Friedr., Dipl.-Ing., Hamburg 24, Eilenau 9. 420  
 König, Robert, Obergeringenieur der Schiffswerft u. Maschinenfabrik Gustavsborg, Mainz, Rhein-allee 32.  
 Konow, K., Geheimer Oberbaurat, Charlottenburg, Witzlebenstr. 33.  
 Körber, Theodor, Dipl.-Ing., Haarlem, Rozenhagenplein 10.

- Koschmider, G., Dipl.-Ing., Obering. bei F. Schichau, Elbing, Yorckstr. 6.
- 425 Köser, I., Direktor der Norderwerft A.-G., Blankenese bei Hamburg, Strandweg 60.
- Köster, Georg, Schiffbau-Direktor, Vorstandsmitglied der Stettiner Oderwerke, Stettin, Pölitzer Str. 104 III.
- Kraeft, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Bremerhaven, Bürgerm.-Smidt-Str. 129.
- Kraft, Ernest, A., Dr.-Ing., Professor a. d. Techn. Hochschule, Berlin, Direktor d. AEG, Turbinenfabrik, Charlottenburg 4, Bismarckstr. 99.
- Krainer, Paul, Ordentl. Professor a. d. Techn. Hochschule Berlin - Halensee, Kurfürstendamm 136.
- 430 Kramer, L., Direktor d. Vertretungsges. m. b. H. der Germania-Werft, Hamburg 21, Adolphstraße 39.
- Krasmann, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 26, Schulenbecksweg 15.
- Krause, Hans, Marine-Schiffbaurat, Brandenburg (Havel), Domlinden 27.
- Krebs, Hans, Marinebaurat, Berlin-Steglitz, Am Stadtpark 1.
- Krell, Otto, Dr., Professor, Direktor d. Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Dahlem, Kronbergerstraße 26.
- 435 Kretschmer, Herbert, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 37, Hochallee 31.
- Kretschmar, F., Schiffbau-Ingenieur, Zürich, Rotbuchstr. 36.
- Krohn, Heinrich, Zivilingenieur, Neu-Rahlstedt b. Hamburg, Am Gehölz 17.
- Krüger, Gustav, Ingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 19, Eppendorfer Weg 109.
- Krüger, Hans, Marinebaumeister a. D., Direktor d. J. Frerichs & Co. A. G., Osterholz-Scharmбек.
- 440 Kruse, Ludwig, Werftdirektor, Zarkau b. Glogau.
- Kucharski, Waltherr, Ingenieur, Kiel, Neufeldt & Kuhnke, Betriebs-G. m. b. H., Werk Ravensberg.
- Küchler, Paul, Marinebaurat, Wilhelmshaven, Kronprinzenstr. 9.
- Kuck, Franz, Marine-Oberbaurat, Kiel, Feldstraße 134.
- Kuehn, Richard, Schiffbau-Ingenieur, Blumenthal (Hannover), Lange Str., Villa Magdalena.
- 445 Kühnke, Max, Regierungsbaurat, stellvertretender Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau Akt.-Ges. Bremen, Bulthauptstr. 21.
- Kuhsen, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Blumenthal i. Hann., Lindenstr. 106a.
- Kurgas, Erich, Dipl.-Ing., Ober-Ingenieur, Kiel, Blücherplatz 4.
- Laas, Walter, Professor, Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin-Dahlem, Löhleinstr. 41.
- Laible, Friedrich, Ingenieur, Elbing, Schiffbau-platz 1.
- 450 Lange, Alfred, Dipl.-Ing., Schiffbau-Betriebs-Ingenieur, Hamburg 30, Moltkestr. 47 part.
- Lange, Claus, Obering., Vorsteher des Konstruktionsbureaus für Dieselmotoren der Fa. Gebr. Sulzer A.-G., Ludwigshafen a. Rh., Rheinstr. 12, III.
- Lange, Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Blankenese b. Altona, Friedrichstr. 10.
- Lange, Johs., Dipl.-Ing., Regierungsrat, Charlottenburg, Röntgenstr. 14.
- Langhans, Ernst, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Kaiserstr. 23 II.
- Lankow, E., Ingenieur, Elbing, Äuß. Mühlen-damm 20.
- Laudahn, Wilhelm, Ministerialrat, Berlin-Lankwitz, Meyer-Waldeck-Straße 2.
- Lauster, Immanuel, Dr.-Ing., Direktor der M. A. N., Augsburg, Frölichstr. 14.
- Läzer, Max, Schiffbau-Ing., Kiel, Lornsenstr. 50.
- Lechner, E., Marinebaurat, Generaldirektor, Köln-Bayenthal, Oberländer Ufer 118.
- Lehm, Karl, Dipl.-Ing., Werftdirektor a. D., 460 Plauen, Vogtland, Antonstr. 1.
- Leisner, Ad., Schiffbau-Ingenieur, Berlin W 50, Spichernstr. 15.
- Lempelius, Ove, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Flensburger Schiffb.-Ges., Flensburg, Bauerlandstr. 1.
- Leucke, Otto, Dr. phil., Dipl.-Ing., Hamburg 20, Beim Andreasbrunnen 4.
- Leux, Ferdinand, Boots- und Yachtwerft, Frankfurt a. M.-Süd, Schifferstr. 94.
- Levin, Friedr., Marinebaurat, Kiel, Forstweg 32.
- 465 Leymann, Hermann, Dipl.-Ing., Stralsund, Mönchstr. 10.
- Lienau, Otto, Professor, Dipl.-Ing., Oliva bei Danzig, Cöllner Landstr. 16.
- Lilie, Arthur, Oberingenieur u. Bevollmächtigter von F. Schichau, Danzig, Schichauwerft.
- Lincke, Barnim, Dipl.-Ing., Bremen, Utbremerstraße 37.
- 470 Lindemann, Ehrich, Schiffbau-Ingenieur, Lübeck, Victoriast. 8.
- Lindenaу, Paul, Werftbesitzer, Schiffswerft, Memel-Süderhuk, Festungstr. 4.
- Linder, Ernst, Direktor, Stettin 10, Hans-Sachs-Weg 4.
- Lindfors, A. H., Ingenieur, Alingsas b. Gothenburg, Schweden, Strand 3.
- Lippold, Fr., Schiffbau-Oberingenieur, Hamburg 24, Schröderstr. 17.
- 475 Loesdau, Kurt, Marinebaurat a. D., Delmenhorst, Roonstr. 7.
- Löflund, Walter, Marinebaurat a. W., Schiffbau-Abteilungs-Direktor Deutsche Werke Kiel, Kiel-Gaarden, Werftstr. 132.
- Löfvén, Erik Elias, Marinebaumeister, Gothenburg, Karl Gustavgatan 15.
- Lorenzen, L., Ingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 36, Fehlandstr. 46.
- Lottmann, Obermarinebaurat, Betriebsdirektor für Schiffbau, Wilhelmshaven, Parkstr. 27.
- 480 Luchsinger, Emil, Dipl.-Ing., p. Adr. Verein Deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Friedrich-Ebert-Str. 27.
- Ludasi, Viktor, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Ganz & Co., Danubius A. G., Budapest, X. Köbanyai ut 31.
- Ludwig, Emil, Oberingenieur, Hamburg 13, Grindelhof 56.
- Ludwig, Friedrich, Ingenieur u. Fabrikbesitzer, Bremen, Hartwigstr. 10.
- Ludwig, Karl, Dipl.-Ing. Direktor a. D., Hamburg 37, Hansastr. 65.
- 485 Lühring, F. W., Mitinhaber d. Fa. C. Lühring, Schiffswerft, Kirchhammelwarden i. O.
- Lürssen, Otto, Ingenieur, Aumund-Vegesack, Bootswerft.
- Machule, Joh., Oberingenieur, Charlottenburg, Suarezstr. 2 III.
- Mades, Rudolf, Dr.-Ing., Direktor d. Helix-Maschinenbau G. m. b. H., Berlin-Schöneberg, Kaiser-Friedrich-Str. 6.

- Maeder, Fritz, Dipl.-Ing., Regierungsrat, Spandau, Johannes-Stift, Körnerhaus.
- 490 Mahler, Heinrich, Dipl.-Ing., Vorstandsmitglied im Ravené-Konzern, Berlin-Charlottenburg, Kaiser-Friedrich-Str. 47.
- Mainzer, Bruno, Oberingenieur, Techn. Leiter d. Reederei Paulsen & Ivers, Konsul der Republik Argentinien, Kiel, Martensdamm 26.
- Malisius, Paul, Obermarinebaurat, Bauaufsicht der Marineleitung, Kiel, Feldstr. 144 a.
- Mangold, Walther, Marinebaurat a. D., Kiel, Holtenuer Str. 179.
- Martins, Ludwig, Schiffbau-Ingenieur und Schiffsbesichtiger des Germ. Lloyd, Kiel, Wilhelminenstr. 14 b.
- 495 Matthaei, Wilhelm O., Dr.-Ing., Berlin-Charlottenburg, Galvanistr. 7.
- Matthias, Franz, Dr.-Ing., Hamburg, Raiboisen 40.
- Matthiessen, Paul, Zivilingenieur, Blankenese, Süldorferweg 50.
- Matzkaik, Edgar, Dipl.-Ing., Direktor der Schiffswerft u. Maschinenfabrik d. Rigaer Börsenkomitees, Riga, Basteiboulevard 6, W 5.
- Mau, Wilhelm, Dipl.-Ing., Techn. Direktor der Werft Nobiskrug G. m. b. H., Rendsburg, Grothstraße 1.
- 500 Mechau, Wilhelm, Schiffbau-Ingenieur, Buenos-Aires, A d. Mayo 548.
- Medelius, Oskar Th., Betriebs-Ingenieur, Göteborg, Mek. Verkstad.
- Meienreis, Walther, Regierungsrat, Berlin-Friedenau, Wiesbadener Str. 4.
- Meier, B., Schiffbau-Ingenieur, Fried. Krupp A.-G. Germania-Werft, Kiel-Elmschenhagen, Kiefkampstr. 6.
- Meier, Bruno, Schiffbau-Oberingenieur d. Danziger Werft-Eisenbahnwerkstätten A.-G., Danzig.
- 505 Meisner, Erich, Marinebaurat a. D., Berlin-Schlachtensee, Wannsee Str. 29.
- Menadier, Marinebaurat, Hamburg-Alt-Rahlstedt, Ohlendorfstr. 17.
- Mendelsohn, Franz, Marinebaurat, Danzig-Langfuhr, Gr. Allee 38.
- Menke, Hermann, Ingenieur, Hamburg 37, Isestr. 29.
- Mennicken, E., Rechnungsrat, Berlin-Steglitz, Stubenrauchplatz 3.
- 510 Methling, Marine-Oberbaurat, Ministerialrat, Steglitz, Sedanstr. 12.
- Meyer, Alfred, Maschinen-Ing., Stettin, Bogislavstraße 52 II r., Eingang Turnerstr.
- Meyer, C., Dipl.-Ing., Hamburg 23, Landwehr 75.
- Meyer, Erich, Dr.-Ing., Elbing, Bismarckstraße 7 I.
- Meyer, F., Schiffbau-Oberingenieur, Danzig, Schichau-Werft, Hansaplatz 2 b.
- 515 Meyer, Franz Jos., Schiffbau-Ingenieur, Werftbesitzer, Papenburg.
- Meyer, H., Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Hamburg-Langenhorn, Heinfeld Str. 19.
- Meyer, Hans, Techn. Direktor d. Schinag, Bremen, Domshof 26/30.
- Michael, Alfred, Oberingenieur der Atlaswerke, Bremen, Mathildenstr. 9.
- Michaeli, Erich, Marinebaurat a. W., Bitterfeld, Parsivalstr. 70.
- 520 Michelbach, Jos., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg, Mönckebergstr. 17.
- Mierzinsky, Hermann, Dipl.-Ing., Direktor der A. B. Flygindustri Malmö (Schweden) Villa Sonekulla, Limhamnsvägn.
- Misch, Ernst, Oberingenieur des Germanischen Lloyd, Berlin-Groß-Lichterfelde-West, Karlstraße 32.
- Mitzlaff, Georg, Marinebaurat a. D., Mannheim, Otto-Beck-Str. 12.
- Mladiáta, A. Johannes, Dipl.-Ing., Obersting. u. Chef d. techn. Depart. d. k. ung. Stromwache, Budapest I, Zupliget utca 41.
- Mohr, Hans, Dr., Altona, Flottbeker Chaussee 176. 525
- Möller, Rechnungsrat, Nowawes, Heinestr. 9.
- Möllenberg, E., Dipl.-Ing., Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Georg-Gröning-Str. 193.
- Molsen, Jan, Ingenieur, Direktor der Hafendampfschiffahrt-A.-G., Hamburg 39, Eppendorferstieg 8.
- Momber, Bruno, Dipl.-Ing., Werftdirektor a. D., Stettin, Grabower Str. 23 I.
- Monhemius, S. F., jr. Oberingenieur der Kgl. 530 Niederländischen Marine, Helder.
- Mötting, Emil B., Zivilingenieur für Schiffahrt u. Schiffbau, Bremen, Contrescarpe 186.
- Mrazek, Jaroslav, Schiffbau-Ingenieur, Triest 10, Stabilimento Tecnico. Triestino 10.
- Mugler, Julius, Marine-Oberbaurat, Berlin W 30, Berchtesgadener Str. 12.
- Müller, Bernhard, Obermarinebaurat a. D., Wilhelmshaven, Kaiserstr. 38.
- Müller, Emil, Oberingenieur d. Joh. C. Tecklenborg A.-G., Geestemünde, Borriesstr. 16. 535
- Müller, Ernst, Professor, Diplom-Schiffbau-Ingenieur, Technische Staatslehranstalten, Bremen, Rheinstr. 6 pt.
- Müller, F. H. W., Schiffbau-Ingenieur, Ingenieur- u. Havarie-Bureau, Geestemünde, Am Deich 18.
- Müller, Hermann, Schiffbau-Oberingenieur u. Direktor, Potsdam, Neue Königstr. 49.
- Müller, Max, Zivilingenieur i. F. Paul Matthiessen u. Max Müller, Hamburg 1, Chilehaus A, Fischertwiete 2, V. Stock.
- Müller, Paul, Marine-Ingenieur, Rüstringen i. O., 540 Schulstr. 58.
- Müller, Paul Friedrich Carl, Oberingenieur und Chef der Abtlg. Maschine d. Hamburg-Südamerikan. Dampfschiffahrts-Ges., Wandsbek b. Hamburg, Löwenstr. 5a.
- Müller, Rich., Geh. Oberbaurat, Abteilungschef im Reichswehrministerium a. D., Berlin-Wilmersdorf, Spessartstraße 13.
- Mundt, Robert, Direktor der Bayerischen Schiffbau-Ges. m. b. H., Erlbach a. Main, Bayern.
- Mustelin, Bruno, Dipl.-Ing., Schiffskonstrukteur bei der Marineabteilung des Verteidigungsministeriums, Helsingfors (Finnland), Tempelgatan 21.
- Naglo, Fritz, Dipl.-Ing., Inhaber der „Naglo-Werft“, Berlin-Spandau, Post Pichelsdorf. 545
- Neeff, Fritz, Dipl.-Ing. u. Prokurist d. Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Orleansstr. 42.
- Neesen, Marinebaurat i. Fa. Pohl & Vent, G. m. b. H., Altona-Othmarschen, Margaretenstraße 17.
- Neß, Artur, Ingenieur, Hamburg 22, Hamburger Straße 164.
- Neugebohrn, Carl, Dr.-Ing., Bergedorf, Roonstraße 9.

- 550 Neumann, Bernhard, Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Gaarden, Schulstr. 12.  
Neumann, Walter, Schiffbau-Ingenieur, Dessau, Askan. Pl. 5.  
Nielsen, Johannes, Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Klopstockstr. 11.  
Nilsson, Nils Gustaf, Chef des Kgl. Kommerkollegiums, Fahrzeugabteilung, Stockholm.  
Noack, Ulr., Schiffbau-Dipl.-Ing., Technische Staatslehranstalten, Bremen, Friedrich-Wilhelm-Straße 49.
- 555 Notholt, Alfred, Dipl.-Ing., Hamburg 39, Maria-Louisen-Str. 102, pt.  
Nüßlein, Georg, Dipl.-Ing. u. Prokurist der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Bischofstr. 2.
- Oberländer, Paul, Dipl.-Ing., Regierungsrat, Zehlendorf-West, Am Heidehof 3.  
Oeding, Gustav, Oberinspektor u. Prokurist des Nordd. Lloyd, Techn. Betrieb, Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Str. 150.  
Oelkers, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Mitinhaber der Schiffswerft J. Oelkers, Hamburg, Finkenau 1.
- 560 Oertz, Max, Dr.-Ing., Konstrukteur, Hamburg, An der Alster 84.  
Oesten, Karl, Stellvertretender Schiffbau-Direktor der Fr. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel, Niemansweg 96.  
Oestman, Erik, Schiffbau-Ingenieur, Stockholm, Slußplan 5.  
Ofterdinger, Ernst, Direktor der Deutschen Levante-Linie, Technischer Betrieb, G. m. b. H., Hamburg 1, Mönckebergstr. 7.  
Ohlerich, Heinrich, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Prinz-Heinrich-Str. 41 II.
- 565 Oppers, Emanuel, Dr.-Ing., Reg.-Baum., Beratender Ingenieur, Hamburg 20, Rehhagen 5.  
Orbanowski, K., Generaldirektor der Amstra, Wannsee, Kl. Seestr. 19.  
Ornell, Niels J., Oberlehrer f. Schiffbau in Bergens Tekn. Skole, Bergen, Harald Haarfagersgade 4.  
Ott, Julius, Schiffbau-Ingenieur, Basel (Schweiz), Alemannengasse 2.  
Otto, Walther, Regierungsbaurat, Berlin-Dahlem, Lentze-Allee 16.
- 570 Overbeck, Paul, Stellv. Direktor d. Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Kronprinzenstr. 43.  
Overhoff, Walter, Dr.-Ing. Generaldirektor d. Schiffswerft Linz, Wien I, Schwarzenbergplatz 18.
- Paatzsch, Gustav, Betriebs-Ingenieur, Hamburg, Finkenwärders Arbeitsamt D. W.  
Paech, Hermann, Marinebaurat, Hamburg-Gr. Flottbek, Bismarckstr. 1.  
Paysen, Hans, Ing. und Bürochef der Vulcan-Werke, Aumund-Vegesack, Nordstr. 15.
- 575 Peltzer, Franz Ferdinand, Dipl.-Ing., Oberingenieur u. Prokurist d. Ehrhardt & Sehmer A.-G., Saarbrücken 2, Trierer Str. 83.  
Peters, A., Regierungsbaurat i. R., Hamburg, Raboisen 72.  
Peters, Franz, stellvertr. Direktor, Godesberg, Plittersdorfer Str. 41.  
Peters, Karl, Betriebs-Ingenieur i. R., Kiel, Feldstraße 7—9 I r.  
Petersen, Fr. Alb., Ingenieur, Maschinen-Besichtiger des Germ. Lloyd, Dorfmark - Hannover.
- Petersen, Hans, Dipl.-Ing., Regierungsbau-meister, Mitinhaber d. Fa. Zipperling, Keßler & Co., Hamburg 24, Hartvicusstr. 19.
- Petersen, Lorenz, Zivil-Ingenieur, Mitinhaber der Firma Hein & Petersen, Ingenieur-Bureau, Hamburg 13, Heinrich-Barth-Str. 29.
- Petersen, Otto, Marine-Oberbaurat a. D., Ingenieurbüro G. m. b. H., Icking bei München.
- Peuss, Franz, Werftdirektor, Elsfleth, Friedrich-August-Str. 15.
- Pichon, Walter, Dipl.-Ing., Hamburg 21, Averbhoffstr. 24.
- v. Plato, Felix, Ingenieur, Reval, Tatarenstraße 53.
- 585 Plehn, Gerhard, Geheimer Marinebaurat, Danzig, Große Allee 44.
- Pogatschnig, Jos., Schiffbau-Oberingenieur, Vertreter der Werft und Maschinenfabrik Caesar Wollheim, Breslau, Dessau, Blumenthalstr. 27 II.
- Pohl, A., Ingenieur, Kiel, Feldstr. 138 I.
- Pollnow, J., Ober-Ing. d. Mineralölwerke A.-G., Hamburg P. 30, Eidelstedterweg 24 I.
- Pophanken, Dietrich, Maschinenbau-Direktor, 590 Bornhöved i. Holstein.
- Pophanken, Erich, Dr.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Deidesheimerstr. 8, b. Gellert.
- Popp, Michael, Dipl.-Ing., Hamburg 23, Rückertstraße 52.
- Poppe, Carl, Zivil-Ingenieur, Bremen, Margarethenstr. 10 c.
- Prachtl, Guido, Dr.-Ing., Gen.-Dir. d. Adler-Werke A.-G., Brandenburg (Havel), Hammerstraße 4 III.
- Preße, Paul, Dr.-Ing. e. h., Ministerial-Direktor 595 im Reichswehrministerium, Geheimer Oberbaurat und Chef der Marine-Konstruktionsabteilung, Bln.-Wilmersdorf, Konstanzer Str. 56.
- Probst, Martin, Dr.-Ing., Hamburg 37, Innocentiastr. 49.
- Pröll, Arthur, Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule, Hannover, Militärstr. 18.
- Rabbeno, Giorgio, Oberstingenieur bei der Kgl. italienischen Botschaft, Berlin W 15, Kurfürstendamm 197.
- v. Radinger, Carl Edler, Ing., Geschäftsführer der Westdeutschen Celluloidwerke, Düsseldorf-Oberkassel, Kaiser Wilhelm-Ring 12.
- Rappard, Jhr. C. van, Direktor van's Rijskwerf, 600 Hellevoetsluis.
- Rappard, M. Jhr. ir., Schiffbau-Direktor d. Kgl. Niederländischen Marine, s'Gravenhage, Ministerie van Marine.
- Rasenaek, Walter, Marine-Baurat a. D., Berlin-Friedenau, Niedstr. 25.
- Rasmussen, Henry, Yacht-Konstrukteur, Mitinhaber der Firma Abeking & Rasmussen, Lemwerder a. d. Weser, Vegesack, Bremerstraße 30.
- Rath, Carl, Ingenieur, Berlin-Steglitz, Schloßstraße 17.
- Rauert, Otto, Dipl.-Ing., Hamburg 25, Ober- 605 Borgfelde 15.
- Rechea, Miguel, Ingeniero Naval, Madrid, Mariana Pinco 5.
- Rehder, M., Dr.-Ing., München 2, Mauerkircherstr. 16.
- Reichert, Gustav, Dipl.-Ing., Kiel, Kleiststr. 27.
- Reitzner, Paul, Dipl.-Ingenieur, Mödling b. Wien, An der goldenen Stiege 7.

- 610 Rembold, Viktor, Dr.-Ing., Professor a. d. Techn. Hochschule, Danzig-Langfuhr, Hohenfriedberger Weg 5.
- Renner, Felix, Dipl.-Ing., Zivil-Ingenieur, Hamburg 1, Paulstr. 11.
- Richter, Adolf, Dipl.-Ing., Hamburg-Langenhorn, Heinfeldler Str. 4.
- Richter, Otto, Schiffbau-Obering. der Deutschen Werke Kiel A.-G., Kiel, Düsternbrooker Weg 64.
- Riechers, Carl, Oberingenieur u. Betriebsleiter d. Maschinenbau-Abtlg. der Firma F. Schichau, Elbing, Brandenburger Str. 1.
- 615 Rieck, John, Dipl.-Ing., Hamburg-Fuhlsbüttel, Maienweg 301.
- Riecke, Marinebaurat, Rüstringen i. O., Hegelstraße 18.
- Riemeyer, Marine-Baurat z. D., Bremen, Am Wall 76.
- Rieseler, Hermann, Oberingenieur Sección F.N., T. de la casa Echevarrieta y Larrinaga Astilleros de Cádiz, Cadiz.
- Riess, O., Dr. phil., Geheimer Regierungsrat, Direktor a. D. des Reichsschiffsvermessungsamts, Neubrandenburg, Adolf-Friedrich-Str. 13.
- 620 Rindfleisch, Max, Werftdirektor, Wesermünde, Lehe, Hafenstr. 60.
- Roehrig, Hellmuth, Dipl.-Ing., Direktor d. Gas- u. Wasserwerkes, Barmen, Victoriast. 27.
- Roellig, Martin, Reg.-Baurat, Berlin-Wilmersdorf, Umlandstr. 86.
- Roeser, Kurt, Dr.-Ing., Oberingenieur der Fried. Krupp A.-G., Essen-Rellinghausen, Hagelkreuz 26.
- Roesler, Leonhard, Ministerialrat u. Binnenschiffahrts-Inspektor im Bundesministerium für Verkehrswesen, Wien XVIII/3, Hockegasse 84.
- 625 Roester, Hermann, Schiffbau-Diplom-Ingenieur, Vegesack-Bremen, Bremer Str. 45.
- Rohlfs, Carl, Ingenieur, Altona a. d. Elbe, Eggerallee 17.
- Rohlfs, Willy, Ingenieur, Neu-Rahlstedt, Kaiser-Friedrich-Str. 11.
- v. Rohr, Joachim, Regierungsbaurat, Stettin, Friedrich-Karl-Str. 13.
- Romberg, Friedrich, Geheimer Regierungsrat, Professor a. d. Techn. Hochschule zu Berlin, Nikolasseeb. Berlin, Teutonenstraße 20.
- 630 Rose, Konrad, Oberingenieur, Elbing, Friedrich-Wilhelm-Platz 7.
- Rosenberg, Conr., Direktor, Bremerhaven, Bogenstr. 17.
- Rosenberg, Eduard, Ingenieur, Bremerhaven, Kaiserstr. 3.
- Rosenberg, Max, Obering., Amtl. Schiffs- u. Maschinenbesichtiger, Bremerhaven, Bogenstraße 19.
- Rosenstiel, Rud., Direktor der Schiffswerft von Blohm & Voß, Hochkamp b. Klein-Flottbek, Bahnstr. 10.
- 635 Roth, C., Generaldirektor, Oberingenieur, Elbing, Altstadt. Wallstr. 10.
- Röttmann, Erich, Direktor, Hamburg 1, Spitalerstr. 11.
- Rücker, Wilhelm, Dipl.-Ing., Prokurist d. Fa. F. Schichau, Elbing, Schichau-Werft, Damaschkestraße 14.
- Rudloff, Johs., Dr.-Ing., Wirkl. Geheimer Oberbaurat und Professor, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 32.
- Ruprecht, Ernst, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Schwarzerweg 7 I.
- Sachsenberg, Ewald, Dr.-Ing., Professor d. 640 Techn. Hochschule, Dresden-A. 27, Westendstraße 23.
- Saiuberlich, Th., Vorstandsmitglied und technischer Direktor der Adlerwerke, vorm. Heiner. Kleyer, A.-G., Frankfurt a. M., Forsthausstraße 107a.
- Sass, Friedrich, Dr.-Ing., Berlin-Charlottenburg, Sophie Charlottenstr. 57/58.
- Schäfer, Dietrich, Dr.-Ing., Ministerialrat a. D., Berlin-Steglitz, Friedrichstr. 7.
- Schäfer, Paul, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur u. Bürochef d. Joh. C. Tecklenborg A.-G., Langen Nr. 141, Bez. Bremen.
- Schaffran, Karl, Dr.-Ing., Leiter des wissenschaftlich-technischen Instituts für Schiffsantrieb Altona (Elbe), Bergstr. 265. 645
- Scharlibbe, Ludwig, Dipl.-Ing. Direktor bei Borsig, Berlin-Tegel, Veitstr. 21.
- Schätzle, Jos. H., Oberingenieur, Hamburg, Saling 13.
- Schellenberger, F. J., Direktor d. Bayerischen Schiffbau-Ges. m. b. H. vorm. Anton Schellenberger, Erlenbach a. Main.
- Scherbarth, Franz, Dipl.-Ing., Stettin, Grabower Str. 12.
- Scheunemann, Georg, Schiffbau-Betriebsingenieur, Stettin, Derflingerstr. 20. 650
- Schilling, Walter, Dr.-Ing., Erfurt, Herrenberg 22.
- Schirmer, C., Geheimer Marinebaurat, Wilhelmshaven, Roonstr. 41.
- Schirmer, Georg, Marinebaurat, Wilhelmshaven, Parkstr. 34 II.
- Schirokauer, Felix, Dipl.-Ing., Germanischer Lloyd, Berlin NW 40, Älßenstr. 12.
- Schlichting, Ministerialrat im Reichswehrministerium (Marineleitung), Steglitz, Wrangelstraße 10. 655
- Schlueter, Fr., Marinebaurat a. D., Berlin W 15, Pariser Str. 20.
- Schmedding, Ad., Marinebaurat, Alt-Rahlstedt b. Hamburg, Waldstr. 50.
- Schmeißer, Marinebaurat, Berlin-Schöneberg, Wexstr. 63.
- Schmidt, Eugen, Marine-Oberbaurat a. D., Kiel, Holtener Str. 65.
- Schmidt, G., Wilhelm, Dr.-Ing., Schriftleiter 660 beim V. d. L., Berlin-Friedenau, Feurigstr. 2.
- Schmidt, Harry, Geheimer Marinebaurat, Berlin, Groß-Lichterfelde-West, Berner Str. 15.
- Schmidt, Heinrich, Ministerialrat im Reichswehrministerium, Marineleitung, Berlin-Charlottenburg, Soldauerallee 15.
- Schmidt, Rudolf, Dr.-Ing., Inhaber d. Firma Steup & Dr. Schmidt, Bremen, Wachmannstr. 53.
- Schmiedeberg, Wilhelm, Ingenieur, Stettin-Grabow, Gießereistr. 25.
- Schmieske, Carl, Oberingenieur, Bremen 9, 665 Wangerooger Str. 12.
- Schnadel, Georg, Dr.-Ing., Professor a. d. Techn. Hochschule, Charlottenburg 9, Mecklenburg-Allee 22.
- Schnapauff, Wilh., Professor, Berlin-Zehlendorf, Johannesstr. 12.
- Schneider, Edgar, Oberingenieur, Rheinschiffahrts-G. m. b. H. Mannheim, Mollstr. 30.
- Schneider, F., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 8, Holzbrücke 8.
- Schneider, Rudolf, Dipl.-Ing., Betriebs-Ing. d. 670 Vulkan-Werke, Hamburg 21, Osterbeckstr. 9.

- Schnitger, Lübke, Obring, u. Prokurist der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Hohenzollernstr. 7.
- Scholz, Wm., Dr.-Ing., Schiff- u. Maschinenbau-Direktor, Vorstandsmitglied der Deutschen Werft A.-G., Kleinflottbek bei Hamburg.
- Schoeneich, Hugo, Dr.-Ing., Oberregierungsrat, Mitglied d. Reichsversicherungsamts, Spandau, Feldstr. 49.
- Schoening, Hermann, Fabrikbesitzer, Berlin-Frohnau, Franziskanerweg 23/24.
- 675 Schotte, Friedrich, Marinebaurat, Berlin W 50, Nürnberger Platz 3.
- Schowalter, Johannes, Dipl.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Deidesheimer Str. 22.
- Schriever, L., Ingenieur auf Dampfer „Columbus“, Hamburg, Moltkestr. 55.
- Schröder, Hans, Zivilingenieur für Schiffbau, Yacht-Konstrukteur, Berlin W 57, Bülowstr. 66.
- Schröder, Hermann, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Am Johannisberg 1.
- 380 Schröder, Paul, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Emilienstr. 55.
- Schroeder, Richard, Betriebsingenieur der Schichau-Werft, Danzig, Große Allee 36.
- Schubert, E., Schiffbau-Ing., Hamburg 19, Eichenstr. 19.
- Schulthes, K., Marinebaurat a. D., Vertreter der Fried. Krupp A.-G., Berlin-Lichterfelde, Bernerstr. 18.
- Schultz, Alwin, Oberingenieur und Prokurist der Deutschen Schiff- und Maschinen-Aktiengesellschaft, Werk Joh. C. Tecklenborg, Wesermünde-Geestemünde.
- 685 Schultz, Heinrich, Dr.-Ing., Ober-Ing. bei der Werft von Blohm & Voß, Hamburg, Schröteringsweg 14.
- Schulz, Bruno, Marine-Oberbaurat, Berlin-Wilmersdorf, Holsteinische Str. 26.
- Schulz, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Claudiusstr. 33.
- Schulz, Carl, Ingenieur, Betriebschef der Kesselschmiede und Lokomotivenfabrik F. Schichau, Elbing, Trettinkenhof.
- Schulz, Christian, Marine-Schiffbaudirektor, Wilhelmshaven, Adalbertstr. 6.
- 690 Schulz, Richard, Dipl.-Ing., Regierungsrat, Erfurt, Brühler Str. 38a.
- Schulze, Fr. Franz, Werftdirektor der 1. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Budapest III, hajógyár.
- Schürer, Friedrich, Marinebaurat a. D., Buenos Aires, Berlin-Lichterfelde, Lukas-Cranach-Str. 6.
- Schwarz, L., Dr.-Ing., Schiffbau-Direktor a. D. der Stettiner Maschinenbau-Akt.-Ges. Vulcan, Hamburg 13, Schlankreye 35 ptr. r.
- Schwarz, Tjard, Geheimer Marinebaurat a. D., Wandsbek, Freesenstr. 15.
- 695 Schweder, Joachim, Dipl.-Ing., Schiffbauingenieur, Stettin, Gabelsbergerstr. 44.
- Schwerin, Otto, Marine-Oberingenieur i. R., Berlin-Friedenau, Kaiserallee 108.
- Seide, Otto, Ingenieur, Bremen, Oldesloer Str. 8.
- Severin, C., Oberingenieur, Breslau, Friedrich-Wilhelm-Str. 8.
- Sieg, Georg, Marinebaurat, Regierungsbaurat a. W., Stettin, Barnimstraße 23 III 1.
- 700 Siemann, Dr.-Ing., Oberlehrer a. d. techn. Staatl. Lehranstalten, Bremen, Isarstr. 69.
- Simon, Otto, Dipl.-Ing., Direktor der Gewerkschaft Elise II, Halle, Königstr. 87.
- Smith, Danchert, Dr.-Ing., Oslo, Gabelsgatan 21.
- Smitt, Erik, Schiffbau-Ingenieur, Gothenburg, Vasagatan 4.
- Sokol, Franz, Direktor, Skoda-Werke, Pilsen, Tschecho-Slowakei.
- Sombeek, C., Stellvertretender Direktor des Germanischen Lloyd, Hamburg, Jordanstr. 51.
- Sommer, Aloys, Schiffbau-Dipl.-Ing., Bremen, Lindenhofstr. 44.
- Spiess, Marinebaurat a. D. u. Handlungsbevollmächtigter d. A.-G. Weser, Bremen, Fitgerstr. 25.
- Spruth, Hans, Dipl.-Ing., Fabrikdirektor a. D., Berlin-Lankwitz, Kaulbachstr. 45.
- Stach, Erich, Marinebaurat, Berlin-Steglitz, Sedanstr. 20 a.
- 710 Stammel, Paul, Ingenieur, Hamburg 3, Mühlenstraße 50.
- Stauch, Adolf, Dr.-Ing., Oberingenieur und Direktor in der Zentralverwaltung der Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H., Charlottenburg 5, Kaiserdamm 113.
- Steeermann, Erich, Schiffbau-Ingenieur bei F. Schichau, Elbing, Talstr. 13.
- Steinbach, Erich, Ingenieur, Frankfurt a. M., Kettenhofweg 104.
- Steinbeck, Friedr., Ingenieur, Rostock, Georgstraße 14.
- Steinberg, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Collastr. 5.
- 715 von den Steinen, Carl, Dr.-Ing., Marinebaurat, Bergedorf bei Hamburg, Grüner Weg 2.
- Steiner, F., Techn. Werft-Direktor a. D. Mannheim, Rennershofstr. 11.
- Stellter, Fr., Schiffbau-Ing., Kiel, Kaistr. 24.
- Stemmer, Henry, Dipl.-Ing., Berlin NW 21, Essener Str. 17 I.
- 720 Stern, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Prokurist der Firma Schulte & Bruns, Emden, Bentinksweg 2.
- Stockhusen, Schiffbau-Oberingenieur, Neumühlen-Dietrichsdorf b. Kiel, Augustenstr. 10.
- Strache, A., Marine-Oberbaurat, Hermsdorf, Sächsische Schweiz.
- Strebel, Carlos, Oberingenieur, Leiter d. Hamburg. Zweigbüros der Atlaswerke, Hamburg 24, Armgardstr. 28.
- Strehlow, Bernhard, Schiffbau-Dipl.-Ing., Nr. 9 Schinotani, Sumacho, Kobe, Japan b. Ad.: Dipl.-Ing. H. Wohlfarth, Stolp, Henkelstr. 4.
- 725 Strelow, Waldo, Dr.-Ing., Schiffs- und Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg 39, Flemingstraße 4.
- van der Struyf, J., Oberingenieur der Kgl. Niederländischen Marine, Haag, Laan van N. Oost-Indie 222.
- Süchting, Wilhelm, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Hamburg 39, Blohm & Voß, Sierichstr. 70.
- Süß, Georg, Konstr.-Ingenieur bei A. Borsig, Berlin-Tegel, Buddenstr. 19.
- Süss, Peter Ludwig, Betriebsingenieur der Vulcan-Werke, Stettin-Bredow, Neue Vulcanstraße 1.
- 730 Süssenguth, H., Marine-Oberbaurat, Danzig-Langfuhr, Kastanienweg 8.
- Süssenguth, W., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing, Sonnenstr. 68.
- Sütterlin, Georg, Oberingenieur der Werft von Blohm & Voß, Hamburg-Blankenese, Schillerstraße 42.
- Techel, H., Dr.-Ing., ehr., Direktor des Ingenieurskantoor. voor Scheepsbouw N. V. 23, Den Haag, Hofzichtlaan 24.

- Techow, Alfred, Marinebaurat a. D., Wattenbeck, Post Bordesholm, Holstein.
- 735 Telfer, Edmund, Assistant Naval Architect, The Monitor Shipping Corporation, New-Castle on Tyne, 5 St. Nicholas Buildings.
- Teubert, Wilhelm, Dr.-Ing., Regierungs- u. Baurat, Mannheim, Hebelstr. 13.
- Thierry, Julius, Dipl.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Helmstedter Straße 15.
- Thilo, Adolf, Zivilingenieur, Riga (Lettland), Küterstr. 10.
- Thye, Bruno, Dipl.-Ing., Berlin - Wilmersdorf, Kaiserallee 27.
- 740 Tillmann, Max, Dr.-Ing., Hamburg 24, Eilenau 13.
- Totz, Richard, Professor, Direktor der 1. priv. Donau-Dampfschiff.-Ges. und Mar.-Ober-Ing. d. R. Wien XVIII, Gersthofstr. 126.
- Toussaint, Heiner, Berlin-Lankwitz, Waldmannstr. 23 ptr.
- Tradts, M., Dipl.-Ing., Schiffbaudirektor der Howaldt-Werke, Kiel, Düsternbroock 132.
- Trautwein, William, Vereidigter Sachverständ. f. Schiffe u. Schiffsm., Duisburg-Ruhrort, Harmoniestr. 11.
- 745 Trümmler, Fritz, Inhaber d. Fa. W. & F. Trümmler, Spezialfabrik für Schiffsausrüstungen usw., Mülheim a. Rh., Delbrücker Str. 25.
- Türk, Richard, Oberingenieur der Vereinigungs-Ges. Rhein. Braunkohlenbergwerke, Abtlg. Schifffahrt, Wesseling, Bez. Cöln, Römerstr. 27/29.
- Uhlig, Alfred, Direktor der Hamburger Elbe-Schiffswerft A.-G., Hamburg, Haynstr. 33.
- Ulfers, Otto, Ober-Marinebaurat, Wilhelmshaven, Prinz-Heinrich-Str. 41.
- Ullmann, Th., Dipl.-Ing., Elektrizitätswerk, Coblenz a. Rh., Eltzerhof-Str. 6 II.
- 750 Ulrichs, Carl, Dipl.-Ing., Bremen, Gröpelinger Heerstr. 413.
- Unger, Johannes, Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Freiburger Str. 42.
- Vedeler, Georg, Dipl.-Ing., Bergen (Norwegen), Kalfarli 21.
- v. Viebahn, Friedrich Wilhelm, Dr.-Ing., Daimler Benz Akt.-Ges., Verkaufsstelle Hamburg, Alsterdamm 16/19.
- Vogel, Hans, Oberingenieur, Technical adviser of Mitsubishi & Kawasaki Dockyard Co., Nishimada-Neno, 542 Higashihara, Kobe shigai, Japan.
- 755 Vogt, Paul, Werftdirektor a. D., Bremen, Fitzerstr. 38.
- Vollmer, Franz, Schiffbau-Betriebsingenieur der Stettiner Oderwerke, Stettin, Kronenhofstr. 8.
- Vollrath, Willibald, Dipl.-Ing., Bremen, Paschenburgstr. 27.
- Vos, Bernard, Dipl.-Ing., Chef-Betriebsleiter d. Schiffsbaues beim Etablissement Feyenoord. Rotterdam. Matheneserlaan 19b.
- Voß, Karl, Ingenieur, Warnemünde, Blücherstr. 7.
- 760 Vossnack, Ernst, Professor a. d. Technischen Hochschule, Delft, Holland.
- Vrede, Anton, Dipl.-Ing., Bochum i. Westfalen, Marktplatz 2 II bei Altegör.
- Wach, Hans, Dr.-Ing., Generaldirektor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Blumenthalerstr. 9.
- Wächter, Franz, Schiffbau-Ingenieur und Sachverständiger der Danziger Handelskammer, Danzig, Kohlenmarkt 9.
- Wagner, Rud., Dr. phil., Direktor der Wagner-Hochdruck-Dampfturbinen A.-G., Hamburg, Bismarckstr. 105.
- Wahl, Gustav, Schiffbau-Oberingenieur, Kiel, Feldstr. 90. 765
- Walcher, Ernst, Marinebaurat, Kiel, Kirchenstr. 3.
- Waldmann, Ernst, Dr.-Ing., Volksdorf Bez. Hamburg, Vensensbalken 64.
- Wälde, Rudolf, Dipl.-Ing., o. Professor a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt, Im Geisensee 9.
- Walter, J. M., Ingenieur und Direktor, Berlin W 35, Steglitzer Str. 21.
- Walter, M., Dr.-Ing., Schiffbau-Direktor, Bremen, Lothringer Str. 47. 770
- Wandel, Fritz, Ingenieur, i. Fa. F. Schichau, Elbing, Friedrich-Wilhelm-Platz 16.
- Wandesleben, Dipl.-Ing., Essen-Ruhr, Zweigertstr. 2.
- Wanner, E., Schifffahrtsdirektor a. D., Münchenbuchsee bei Bern.
- Weber, Heinrich, Dipl.-Ing., Marinebaurat i. R., Warnemünde, Diedrichshagen Chaussee 29.
- 775 Weber, Moritz, Dr., Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin, Nikolasee, Lückhofstr. 19.
- Weber, Norbert, Ing., Oberinspektor d. D. D. G. G., Korneuburg, Werfte, Nied. Österreich.
- Wehber, Friedr., Zivilingenieur, Kiel, Ringstr. 55.
- Weichardt, Marinebaurat, Bremen, Soegestraße 23 III.
- Weidehoff, Georg, Dr.-Ing., Oberingenieur der A. E. G. Turbinenfabrik, Berlin NW 87, Agricolastr. 7.
- Weinblum, Georg, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Technische Hochschule. 780
- Weir, William, Lord, i. F. Messrs. G. & J. Weir, Ltd. Cathcart, Glasgow.
- Weitbrecht, Dr.-Ing., stellvertr. Direktor, Berlin NW 87, Schleppversuchsanstalt Schleuseninsel im Tiergarten.
- Wellmann, Max, Ingenieur, Altona-Elbe, Langenfelderstr. 45.
- Wels, Wilhelm, Ingenieur, Inhaber der Wels-Werft, Kiel, Lübecker Chaussee 27a.
- 785 Wendenburg, H., Baurat u. Schiffbaudirektor a. D., Bremen, Hohenlohestr. 11a.
- Wermser, Felix, Regierungsbaurat, Rendsburg, Saatsee.
- Werneke, Paul, Oberingenieur u. Bevollmächtigter der Motoren-Werke Mannheim, vorm. Benz & Co., Verkaufsbüro, Hamburg 19, Lutterothstr. 5.
- Westphal, Gustav, Schiffbau-Ingenieur, Fried. Krupp A.-G., Germaniaerft, Kiel, Bellmannstraße 15.
- Wiebe, Ed., Oberingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing, Sonnenstr. 67.
- 790 Wiebe, Th., Schiffsmaschinen-Ingenieur, Büro-leiter für Handelsschiffsmaschinenbau, Mannheim, Lameystr. 18.
- Wiegand, V., Ober-Ingenieur, Danzig-Langfuhr, Falkweg 9.
- Wiegel, Richard, Ober-Marinebaurat, Maschinenbau-Direktor i. R., Zeitz, Vater-Jahn-Str. 10.
- Wie mann, Paul, Ingenieur und Werftbesitzer, Brandenburg a. H.
- Wiesinger, W., Marinebaurat a. D., Direktor der Frerichs & Co. A.-G., Einswarden i. O.



- 795 Wigankow, Franz, Fabrikant, Charlottenburg, Kaiserdamm 30.  
 Wilson, Arthur, Schiffbau-Oberingenieur, Stettin, Dürerweg 35.  
 Winter, Johann, Oberingenieur, Hamburg, Zippelhaus 18, Seeberufsgenossenschaft.  
 Winter, M., Oberingenieur, Klein-Flottbeck b. Altona, Wilhelmstr. 7.  
 Wipperfurth, C., Direktor d. techn. Betriebes des Norddeutschen Lloyd, Hamburg 23, Wagnerstraße 103.
- 800 Wischer, Herbert, Regierungsbaurat, Zehendorf-W., Elsestr. 11.  
 Witt, Friedrich, Oberingenieur, Hamburg 19, Bismarckstr. 52.  
 Wittmann, Wilhelm, Marine- u. Regierungsbaurat, Berlin-Steglitz, Siemensstr. 7.  
 Wolfram, Siegfried, Dipl.-Ing., Obering. b. Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 65.  
 Wölke, Hermann, Oberingenieur, Berlin-Friedenau, Kaiserallee 90 I.
- 805 Wolter, Friedr., Dr.-Ing., Hamburg 20, Loehrs-  
 weg 2a.
- Worsoe, Wilh., Ingenieur, Germaniawerft, Kiel, Lerchenstr. 7.  
 Wurm, Erich, Marinebaurat, Wilhelmshaven, Adalbertstr. 32.  
 Wustrau, H., Marinebaurat a. D., Berlin-Wilmersdorf, Westphälische Str. 82.
- Zeyss, Edgar-Georg, Dr.-Ing., Direktor d. Hammer & Co. G. m. b. H., Hamburg 30, Neuerwall 75.
- Zickerow, Karl, Schiffbau-Oberingenieur bei der Lübecker Maschinenbau-Ges., Lübeck, Schönbekener Str. 24. 810
- Ziegelasch, Dipl.-Ing., Direktor der Rutenganio, Tukuya, Tanganyika, Territory, Central East-Africa.
- Ziehl, Emil, Direktor, Berlin-Weißensee, Große Seestr. 5.
- Zimmermann, Erich, Dr.-Ing., Marinebaurat a. D., Bremen, Georg-Gröning-Str. 70.
- Zimnic, Josef Oscar, Marine-Oberingenieur, Wiener-Neustadt, Mühlgasse 11.
- Zöpf, Th., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Kiel-Wellingdorf, Gabelsbergerstr. 35. 815

## 5. Mitglieder.

## a) Lebenslängliche Mitglieder:

- Andreae, Enno, Gesellschafter u. Geschäftsführer der deutschen Bitnamel Gesellschaft m. b. H., Hamburg, Wandsbeker Chaussee 18.
- Arndt, Alfred, Dipl.-Ing., Berlin W35, Kurfürstenstr. 53.
- Ardelt, Paul, Direktor der Ardeltwerke, G. m. b. H., Eberswalde.
- Ardelt, Robert, Dr., Direktor der Ardeltwerke, G. m. b. H., Eberswalde.
- 820 Benson, Arthur, Direktor, Hässleholm, Schweden.
- Böniger, Carl F., Direktor der S. K. F. Norma, G. m. b. H., Berlin-Grünwald, Menzelstraße 13/15.
- v. Borsig, Ernst, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin N 4, Chausseestr. 6.
- Buchloh, Hermann, Reeder, Mülheim-Ruhr, Friedrichstr. 28.
- Bündgens, Anton, Dr. jur. Assessor, Syndikus, Kiel, Sophienblatt 21—23.
- 825 Claussen, Carl Fr., Kaufmann, Gr. Flottbeck-Othmarschen, Dürerstr. 8.
- Cuno, Wilhelm, Dr., Geh. Oberregierungsrat a. D., Generaldirektor d. H. A. L., Hamburg, Alsterdamm 25.
- Enström, Axel, Dr. phil., Kommerzienrat, Stockholm, Grevturegatan 24.
- Falk, Hans, Ingenieur, Düsseldorf, Bachstr. 15.
- Forstmann, Erich, Kaufmann, i. Fa. Schulte & Schemmann und Schemmann & Forstmann, Hamburg, Neueburg 12.
- 830 Fröhlich, Theodor, Maschinenfabrikant, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35.
- Froriep, Otto, Dr., Fabrikbesitzer, Rheydt, Steinstr. 2.
- Geßler, Otto, Dr., Oberbürgermeister, Nürnberg.
- Gilles, Alfred, Hüttendirektor, Mülheim-Ruhr, Scheffelstr. 7.
- Grünthal, Ingenieur und Mitbesitzer der Eilenberg-Moenting & Co. m. b. H., Schlebusch-Monfort, Düsseldorf, Lindemannstr. 8.
- Grutzner, Fritz, Konsultierender Ingenieur, 835  
 c/o Fairbanks, Morse & Co., Milwaukee Road, Beloit, Wis. U.S. A.
- v. Guillaume, Max, Geheimer Kommerzienrat, Remagen a. Rh., Haus Calmuth.
- Harder, Hans, Berlin-Britz, Jahnstr. 74.
- Heineken, Phil., Dr.-Ing., Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen.
- Herken, Emil, Direktor der Oberschlesischen Eisen-Industrie A.-G. für Bergbau u. Hüttenbetrieb, Grünwald, Hubertusbaderstr. 14.
- Hirsch, Siegmund, General-Direktor, Vorstand der Hirsch, Kupfer- u. Messingwerke A.-G., Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 9/11. 840
- Jercke, Otto, Direktor, Wien I, Franz-Josefs-Kai 7/9.
- Johnson, Axel Axelsen, General-Konsul, Stockholm, Wasagatan 4.
- Johnson, Gustav John, Dr. jur., Kriegsgerichtsrat, Stockholm, Jakobsgatan 28.
- Johnson, Helge Ax:son, Hovjägmästare, Stockholm, Hovslagaregatan 5.
- Karcher, Carl, Reeder, i. Fa. Raab, Karcher & Co., G. m. b. H., Mannheim, Otto Beckstr. 23. 845
- Kiep, Johannes N., Deutscher Konsul a. D., Ballenstedt (Harz), Haus Kiep.
- Kosche, Arno, Direktor der Nordsee-Handels-A.-G., Hamburg 1, Gerhofstr. 2, Adlerhof.
- Krupp von Bohlen und Halbach, Dr. phil., Außerordentlicher Gesandter und bevollmächtigter Minister, Essen-Ruhr, Villa Hügel.
- Kubatz, Alfred, Dr., Inh. d. Schiffs- u. Abwrackwerft, Berlin W 35, Lützowstr. 89/90.
- Küchen, Gerhard, Dr., Kommerzienrat, Mülheim a. d. Ruhr, Uhlenhorster Weg 29. 850
- Kuewnick, Franz A., Kapitän, 928 Hudsonstreet, Hoboken, N.-J.
- Lehmann, Bruno, Stahlwerks-Direktor, Berlin-Lichterfelde, Dahlemer Str. 62.
- v. Linde, Carl, Dr., Dr.-Ing., Geheimer Hofrat, Professor, München, Heilmannstr. 17.

- Lindquist, Erik Gustav Werner, Zivilingenieur, Kungl. Tekniska Högskolan, Valhallavägen, Stockholm.
- 855 Ljungman, Andreas, Dipl.-Ing., Direktor d. Bergsunds Mekaniske Verkstatts A.-B., Stockholm, Näckströmsgatan 2, 5 tr.
- Loesener, Rob. E., Schiffsreeder, i. Fa. Rob. M. Sloman & Co., Hamburg, Alter Wall 20.
- Märklin, Ad., Kommerzienrat, Goslar, Gartenstraße 1.
- Meister, Carl, Direktor der Schiffs- u. Maschinenbau-A.-G., Mannheim.
- Moleschott, Carlo H., Ingenieur, Konsul der Niederlande, Rom (21), Via Gaeta 26.
- 860 Monfort, Jos., Ingenieur und Maschinenfabrik-Besitzer, M.-Gladbach, Kronprinzenstr. 21.
- Müller, Paul H., Dr.-Ing., Hannover, Rumannstraße 29.
- v. Parseval, August, Dr., Professor, Major z. D., Charlottenburg, Niebuhrstr. 6.
- Pekrun, Hermann, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Coswig in Sachsen.
- Petersen, Boye, Reederei-Inspektor bei F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.
- 865 Pfeiffer, W., Kommerzienrat, Düsseldorf, Hofgartenstr. 12a.
- Pohlmann, Ludwig, Kaufmann, Hamburg 36, Gänsemarkt 33, Nicolhof.
- Ravené, Louis, Geheimer Kommerzienrat, Dr. phil., Berlin C 19, Wallstr. 5—8.
- Ravené, Peter, Konsul, Mitinhaber der Ravenéschen Firmen, Berlin C 19, Wallstr. 5—8.
- Rickmers, P., Generaldirektor der Rickmers Reederei & Schiffbau A.-G., Bremerhaven.
- Riedler, A., Dr., Geh. Regierungsrat u. Professor, Berlin-Charlottenburg, Techn. Hochschule. 870
- Roer, Paul G., Generaldirektor a. D., Potsdam, Schließfach 27.
- Rosenbaum, Bruno, Dipl.-Ing., Direktor der Erich F. Huth G. m. b. H., Berlin SW 47, Wilhelmstr. 130—132.
- Rottgardt, Karl, Dr., Geschäftsführer, Berlin-Dahlem, Fontanestr. 14.
- Scheld, Theodor Ch., Technischer Leiter der Firma Th. Scheld, Hamburg 11, Elbhof.
- Schnaas, Eugen, Generaldirektor, Berlin C 25, Kaiserstr. 41, Hansa Transport G. m. b. H. 875
- v. Selve, Walter, Dr.-Ing., Fabrikant und Rittergutsbesitzer, Altona i. W., Villa Alpenburg.
- v. Skoda, Karl, Freiherr, Ing., Pilsen, Ferdinandstr. 10.
- Stangen, Carl, Gutsbesitzer, Rittergut Altbärbau, Post Pielburg.
- Stangen, Ernst, Kommerzienrat, Berlin W 10, Matthäikirchstr. 31a.
- Temmler, Hermann, Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Kgl. bulgarischer Generalkonsul, Bln.-Karlshorst, Prinz-Eitel-Friedrich-Str. 19/20. 880
- Traun, H. Otto, Dr., Fabrikant, Hamburg, Meyerstr. 59.
- Wallmann, Carl, Hüttendirektor, Mülheim a. Ruhr, Ruhrstr. 5.
- Werner, Julius, Gesellschafter und Geschäftsführer der deutschen Bitunamel-Gesellschaft m. b. H., Hamburg, Ludolfstr. 42.
- Wille, Eduard, Fabrikant, Cronenberg (Rhld.), Herichhauser Str. 30.
- Zeise, Peter Theodor, Fabrikbesitzer, i. Fa. Theodor Zeise, Altona, Palmaille 43. 885

## b) Ordnungsmäßige Mitglieder:

- Ahlborn, Friedrich, Dr. phil., Professor, Oberlehrer, Hamburg 22, Uferstr. 23.
- Ahlers, Karl, Kaufmann und Reeder, Bremen, Holzhafen, Platz 8a.
- Ahlfeld, Hans, Oberingenieur der A. E. G., Bahrenfeld bei Hamburg, Giesestr. 51.
- Amsinck, Arnold, Vorsitzender des Vorstandes der Woermann-Linie A.-G. und der Deutschen Ostafrika-Linie, Hamburg, Afrikahaus.
- 890 Amsinck, Th., Direktor der Hamburg-Südamerikan. Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg, Holzbrücke 8 I.
- Andrae, Max P., Dipl.-Ing., Hamburg 13, Feldbrunnenstr. 68.
- Arendt, Erich, Dipl.-Ing., Direktor der Gebrüder Sulzer A.-G., Ludwigshafen.
- Arp, H. F. C., Reeder, Hamburg, Mönckebergstraße 9, II, Haus Roland.
- Asbeck, G., Direktor, Düsseldorf-Rath, Wahler Straße 34.
- 895 Aufhäuser, Dr. phil., Professor, beedigter Handelschemiker, Hamburg 8, Dovenfleeth 20.
- Avé-Lallemant, Hans, Direktor, Brunn, Post Stettin N. I.
- Axelrad, H. E., Dipl.-Ing., Charlottenburg, Kantstr. 3.
- von Bach, C., Dr.-Ing., Exzellenz, Staatsrat, Professor a. d. Technischen Hochschule in Stuttgart, Stuttgart, Johannesstr. 53.
- Bach, Julius, Professor d. techn. Staatslehranstalten, Chemnitz, Helenenstr. 42.
- Baierle, Ivo, M., Kapitän, Berlin W 50, Würzburger Str. 6. 900
- Banner, Otto, Dipl.-Ing., Ingenieur, Milwaukee, Wis., 3703, Highland Boulevard.
- Banning, Heinrich, Fabrikdirektor, Hamm i. Westf., Moltkestr. 7.
- Barckhan, Paul, Kaufmann, Bremen, Langenstraße 5/6.
- Bartsch, Carl, Direktor des „Astillero-Behrens“, Valdivia, Chile.
- Baurichter, Emil, Direktor, Berlin W 8, Behrenstr. 58. 905
- Becker, Erich, Fabrikbes., Berlin-Reinickendorf-Ost, Graf-Roedern-Allee 18—24.
- Becker, Julius Ferdinand, Schiffbau-Ingenieur, Glücksburg (Ostsee).
- Becker, Ludwig, Dipl.-Ing., Direktor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., Gustavsburg b. Mainz.
- Becker, Theodor, Dipl.-Ing., Berlin NO 18, Elbingerstr. 14.
- Beckh, Otto, Dipl.-Ing. und Oberingenieur, Berlin-Friedenau, Kaiserallee 138. 910
- Beckh, Richard, Dr., Fabrikteilhaber, Nürnberg, Sulzbacherstr. 39.
- Beckmann, Erich, Dr.-Ing., Professor der Techn. Hochschule, Hannover, Oeltzenstraße 19.
- Behm, Alexander, Physiker, Kiel, Hardenbergstraße 31.

- Behm, Georg, Dr., Direktor der Neuen Dampfer-Compagnie, Stettin, Bollwerk 21.
- 915 Behncke, Paul, Admiral a. D., Exz., Berlin W 62 Wichmannstr. 10.
- Beikirch, Franz Otto, Direktor der Firma Gruson & Co., Magdeburg-Buckau, Feldstr. 37—43.
- Benkert, Hermann, Direktor, Harburg a. E., Akazienallee 10.
- Berg, Fritz, Hüttendirektor, Bonn a. Rhein, Haus Fichtenau.
- Bergner, Fritz, Fabrikdirektor a. D., Velbert, Schloßstr. 42.
- 920 Bergsma, G. Hermann E., Direktor im Kgl. Patentamt, s'Gravenhage, Oostduinlaan No. 2.
- Bertens, Eugen, Ingenieur d. Chilenischen Kriegsmarine, Apostadero Naval, Talcahuano, Chile.
- Bernigshausen, F., Direktor, Berlin SO 16, Brückenstr. 6b.
- Bierans, S., Ingenieur, Bremerhaven, Sielstraße 34, I.
- Bierwes, Heinrich, Dr., Generaldirektor, Düsseldorf, Goltsteinstr. 24/25.
- 925 Bingel, Rudolf, Direktor der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Charlottenburg-Neu-Westend, Schwarzburg Allee 18.
- Blomberg, Hjalmar, Generaldirektor, Halmstadt, Schweden, Hallands Angbats-Aktiebolag.
- Blumenfeld, Bd., Kaufmann und Reeder, Hamburg, Chilehaus.
- Böger, Marius, stellvertretender Vorsitzender der Vorstandes der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Alsterdamm 26.
- Böhlen, Lothar, Kaufmann, Hamburg, Gr. Reichenstr. 27, Afrikahaus.
- 930 Boner, Franz A., Dr. jur., Geschäftsinhaber der Disconto-Gesellschaft, Berlin W 8, Unter den Linden 33.
- Borbet, Walter, Dr.-Ing., Generaldirektor des Bochumer Vereins für Bergbau u. Gußstahlfabrikation, Bochum.
- Borck, Hermann, Dr. phil., Ingenieur der Fliegertruppe, Berlin NW 23, Händelstr. 5.
- v. Born, Theodor, Korvetten-Kapitän a. D., Hochkamp, Bez. Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Straße 15.
- v. Borsig, Conrad, Dr.-Ing., Geh. Kommerzienrat u. Fabrikbesitzer, Berlin N 4, Chausseestr. 13.
- 935 Böttcher, A., Direktor der D.E.M.A.G. Akt.-Ges., Duisburg, Altona-Othmarschen, Nienkamp 30.
- Böttcher, Karl, Oberingenieur, Duisburg, Karl-Lehr-Str. 13.
- Brandenburg, Jacob, Oberingenieur der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Rheinland.
- Bredow, Hans, Dr.-Ing., Staatssekretär im Reichspostministerium, Berlin-Dahlem, Sachsallee 19.
- Brennecke, Rudolf, Dr.-Ing., Generaldirektor d. Oberschlesisch. Eisenbahn-Bedarfs A.-G., Gleiwitz 2, Niedstr. 4.
- 940 Bresina, Richard, Generalvertreter für Nord- u. Mitteldeutschland der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag, Bremen, Contrescarpe 56.
- Brinker, Richard, Generaldirektor der Stahl-schmidt-Werkzeugkompagnie, Commandit.-Ges., Elberfeld-Hahnerberg-Kaisergarten (Rhld.).
- Brunn, Alfons, Fabrikdirektor, Borsigwalde, Spandauer Str.
- Brunner, Karl, Ingenieur, Neckargemünd, Bahnhofstr. 62.
- Büchen, Friedr., Oberingenieur, Hamburg, Haynstr. 10.
- Budde, H., Ingenieur, Bremen, Osterthorsteinweg 95. 945
- Bühning, John Charles, Fabrikant, Hamburg 1, Spalding-Str. 21/23.
- Bündgens, Franz, Vizekonsul, Fabrikbesitzer, Kiel, Kirchhofallee 46.
- Burgmann, Robert, Dr.-Ing., Inhaber der Asbest-Werke Feodor Burgmann, Dresden N. 6, Stadtteil Loschwitz, Bautzner Str. 112.
- v. Busse, Andreas, Vertreter d. Linke-Hofmann-Werke, Hamburg 36, Neue Rabenstr. 3.
- Busse, Hugo, Dipl.-Ing., Direktor, Bremen, Parkallee 201a. 950
- Bütow, Emil, Ingenieur, Hamburg 11, Deichstraße 29.
- Buz, Richard, Geheimer Kommerzienrat, Direktor der Masch.-Fabr. Augsburg-Nürnberg A.-G., Augsburg.
- Calmon, Alfred, Dr.-Ing., Generaldirektor, Asbest- und Gummiwerke, Akt.-Ges., Hamburg.
- Canaris, Karl, Dr.-Ing., Direktor d. Masch.-Fabr. J. J. Maffei, München 23, Gysslingstr. 18.
- Caspary, Emil, Dipl.-Ing., Hamburg 13, Moorweidenstr. 26. 955
- Castens, G., Dr., Professor, Oberregierungsrat, Hamburg IX, Deutsche Seewarte.
- Christiansen, R., Fabrikant, Harburg (Elbe), Neue Str. 48.
- Christink, Bernh., Dipl.-Ing., Bremen, Georgstraße 17.
- Clouth, Max, Fabrikant, Dr.-Ing. e. h., Köln-Marienburg, Lindenallee 47.
- Coppel, C. G., Fabrikant, Düsseldorf, Schumannstraße 16. 960
- da Costa, C. Th., Inspektor, Direktor da Marinha Mercante Ministerio da Marinha, Lissabon-Portugal.
- Cropp, Johs., Direktor i. Fa. Cropp & von Plettenberg, Hamburg 11, Kl. Johannistr. 10 IV.
- Dahl, Hermann, Dr.-Ing., Ingenieur und Direktor der Gesellschaft für moderne Kraftanlagen, Berlin W 62, Maaßenstr. 37.
- Dahlmann, Wilhelm, Dipl.-Ing., Dr. phil., Studien- und Baurat, Rahlstedt bei Hamburg, Oldenfelderstr. 18.
- Dahlström, Axel, Direktor der Reederei Akt.-Ges. von 1896, Hamburg, Steinhöft 8/11, Elbhof. 965
- Dahlström, F. W. A., Direktor der Reederei Aktien-Gesellschaft von 1896, Hamburg, Steinhöft 9 IV.
- Defant, A., Dr., Prof., Direktor des Instituts für Meereskunde, Berlin NW 7, Georgenstraße 34/36.
- Deichsel, A., Kommerzienrat, Berlin-Grünwald, Hubertusbader Str. 17/19.
- Dieckhaus, Jos., Kommerzienrat, Fabrikbesitzer und Reeder, Papenburg a. Ems.
- Dieterich, Georg, Direktor, Berlin W 9, Linkstraße 29. 970
- v. Dietlein, Heinrich, i. F. H. C. Stülcken Sohn, Hamburg, Jungfrauenthal 12.
- Dietrich, Alfred, Oberingenieur d. Maschinenfabrik Schieß A.-G., Düsseldorf, Hüttenstr. 152.
- Dietrich, Otto, Fabrikbesitzer, Berlin-Charlottenburg, Potsdamer Str. 35.
- Dietrich, Ottokar, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Breslau VI, Alsenstr. 56.

- 975 Dittmers, Ludwig, Kaufmann, Hamburg, Boltenhof, Admiralitätsstr. 33/34.  
 Dittrich, Reinh., Dipl.-Ing., Hamburg 13, Hallerstr. 6.  
 Dodillet, Richard A., Oberingenieur, Berlin W 15, Umlandstr. 43.  
 Döhne, Ferd., Dr., Direktor d. Maschinenfabrik vorm. Hartmann, Chemnitz.  
 Dotterweich, Gerog, Direktor, Dipl.-Ing., Mannheim, Stebelstr. 1.  
 980 Dransfeld, Wilh. Fr., Kaufmann, Kiel, Wall 1.  
 Droth, Alfred, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Kassel-Wilhelmshöhe, Neckarweg 7.  
 Düring, Franz, Oberingenieur, Luzern, Theaterstraße 16.  
 Düvel, Friedrich, Ingenieur, Ahrweiler, Rheinland, Postfach.
- Edye, John Alfred, Reeder, Hamburg, Baumwall 3.
- 985 Eichel, Kapitän zur See, Oberwerftdirektor, Wilhelmshaven.  
 Eltze, Hans, Gen.-Dir. der Rhein. Metallwaren- und Maschinen-Fabrik, Düsseldorf, Graf-Recke-Straße 53.  
 Emden, Paul, Dr., Fabrikdirektor, St. Gallen, Tigerbergstr. 12.  
 Emmerich, Ernst, Direktor d. Fa. Fried. Krupp A.-G., Germaniawerft, A.-G., Kiel, Reventlow-Allee 24.  
 Erb, Adolf, Ingenieur, Berlin SW 61, Hornstr. 8.  
 990 Erdmann, Otto A., Schiffbau-Ingenieur, Charlottenburg 2, Kantstr. 14.  
 Ericson, Hans, Generaldirektor der Rederiaktiebolag „Svea“, Stockholm, Skeppsbron 30.  
 Ermler, Richard, Ingenieur, Werkzeugmasch.-Fabrik, Berlin N 20, Uferstr. 6.  
 Eschenburg, Hermann, Kaufmann, Lübeck, Am Burgfeld 4.  
 Essberger, J. A., Direktor der Elektrizitätsges. für Kriegs- und Handelsmarine, Berlin-Schöneberg, Nymphenburgerstr. 4.  
 995 Eurich, Karl, Dr.-Ing., Fabrikdirektor d. Fa. Fichtel & Sachs, Schweinfurt, Schultesstr. 42.  
 Evers, Karl, Werftdirektor, Stettin, Grabower Straße 29.  
 Eversbusch, Ernst, Direktor, Heidelberg, Grambergweg 5.
- Fabig, Hermann, Dipl.-Ing., Direktor der Bonner Maschinen-Fabrik Mönckemöller G. m. b. H., Hamburg - Fuhsbüttel, Bromberger Weg 57.  
 Fehling, W., Vorstandsmitglied der Woermann-Linie A.-G., und der Deutschen Ost-Afrika-Linie, Hamburg, Afrikahaus, Gr. Reichenstr.  
 1000 Felsing, Wilhelm, Ingenieur, Hamburg 25, Alfredstr. 59.  
 Fendel, Fritz, Direktor der Rheinschiffahrt-Aktiengesellschaft vorm. Fendel, Mannheim, Hafenstr. 6.  
 Fischbeck, Norman, Fabrikbesitzer, Kiel, Esmarchstr. 12/14.  
 Fischer, Ernst, Ingenieur, Danzig, Hansaplatz 11.  
 Fischer-Schierholz, H. A., Hamburg 39, Sierichstr. 138.  
 1005 Flick, Fr., Hüttendirektor, Vorstandsmitglied der A.-G., Charlottenhütte in Niederschelden (Sieg).  
 Förster, Georg, Altona-Othmarschen, Böcklinstraße 3.
- Frensdorff, Walter, Vorstandsmitglied der Fritz Caspary Aktiengesellschaft, Berlin-Marienfelde.  
 Freywald, Carl, Oberingenieur, Magdeburg, S Hönebecker Str. 71.  
 Fritz, Nikolaus Hermann, Kaufmann, Hamburg, Hartzloh 2.  
 Frölich, Fr., Dipl.-Ing., Charlottenburg 9, 1010 Reichskanzlerplatz 4.  
 Früh, Karl, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. Prof. Junkers, Berlin-Charlottenburg 9, Hessenallee 12.  
 Funck, Carl, Kaufmann, Elbing, Schmiedetor 1.
- Ganssaug, Paul, Teilhaber der Firma F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.  
 Gentsch, Wilhelm, Geheimer Regierungsrat, Berlin-Wilmersdorf, Brandenburgische Str. 24.  
 Gerhards, Max, Marine-Oberingenieur, Kiel, 1015 Lübecker Chaussee 2.  
 Gess, F., Dr., Geh. Hofrat, Professor a. d. Techn. Hochschule, Dresden-A., Bismarckplatz 18.  
 Geyer, Wilh., Regierungsbaumeister a. D., Berlin-Südende, Oehlertsr. 28.  
 Giese, Georg, Direktor, Hamburg, Brahmsallee 27.  
 Giese, Georg, Kaufmann, Hamburg, Brahmsallee 27.  
 Glässel, F., stellvertretender Vorsitzender des 1020 Vorstandes des Norddeutschen Lloyd, Bremen, Wachmannstr. 81.  
 Gloth, Friedrich, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Rüdesheimer Str. 3.  
 Glür, Bruno, Korvetten-Kapitän a. D., Berlin-Wilmersdorf, Güntzelstr. 13.  
 Goldschmidt, Siegfried, Dr., Geschäftsführer d. Verbandes Deutscher Schiffsmakler, Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 20.  
 v. d. Goltz, Rüdiger, Freiherr, Korvettenkapitän a. D., Potsdam, Spandauer Str. 15.  
 Göricke, Erwin, Fabrikant u. Ingenieur, Berlin 1025 NW 87, Tilo-Wardenberg-Str. 15.  
 Görtz, Heinr., Dr. jur., Rechtsanwalt u. Notar, Lübeck, Kohlmarkt 7/13.  
 Goßler, Oskar, Inhaber d. Fa. John Monnington, Hamburg 11, Rödingsmarkt 58.  
 Grattenaer, A., Ingenieur, Deutsche Dampfschiffahrts-Ges. „Hansa“, Bremen, Schlachte 6.  
 Greiser, G., Fabrikbesitzer, i. Fa. Greiserwerke G. m. b. H., Metallwarenfabrik, Hannover, Fischerstr. 1.  
 Gribel, Ed., Konsul, Reeder, Stettin, Gr. Lastadie 56. 1030  
 Gribel, Franz, Geheimrat, Reeder, Stettin, Gr. Lastadie 56.  
 Grosse, Carl, Kaufmann, Hamburg 1, Mönckeburgstr. 1.  
 Grube, Diedr., Zivilingenieur, Bremen, Wielandstraße 10.  
 Grube, Edwin, Direktor d. Schichauwerft, Danzig.  
 de Gruyter, Dr. Paul, Stadtrat, Fabrikbesitzer, 1035 Wusterhausen a. Dosse, Schloß Bantikow.  
 Gürtler, Robert, Fabrikdirektor, Rheinische Elektrostahlwerke Schöller, von Einem & Co., Bonn.  
 Guthknecht, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Dortmund, Brückstr. 2.
- Haack, Heinr. Chr., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg 4, Eimsbütteler Str. 43 I.  
 Haarman, Ewald, Marine-Stabsingenieur a. D., Reg.-Rat bei der Inspektion des Bildungswesens der Marine, Kiel, Düsternbrook, Marinekommandogebäude.

- 1040 Hahn, Georg, Dr. phil., Fabrikbesitzer, Berlin W 9, Bellevuestr. 14.  
 Hahn, Willy, Dr., Justizrat, Berlin W 62, Lützow-Platz 2.  
 Haller, M., Direktor der Firma Siemens & Halske A.-G. und der Siemens-Schuckertwerke m. b. H., Berlin-Grünwald, Hagenstr. 73.  
 Hammar, Birger, Direktor, Stockholm, Arsenalsgatan 9 u. Hamburg 36, Neuerwall 75.  
 Hammler, Ernst, Direktor des Reichswerkes, Spandau, Neuendorferstr. 29—30.
- 1045 Hansen, Heinrich, Dipl.-Ing., Direktor u. Vorstandsmitglied der Deutschen Werke A.-G., Kiel, Werftstr. 114.  
 Harbeck, M., Gr. Flottbek b. Hamburg, Theodor-Sturm-Str.  
 Harryers, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, München, Thienschstr. 14 I.  
 Hartmann, Otto H., Direktor der Schmidtschen Heißdampf-Gesellschaft, Kassel-Wilhelmshöhe, Rolandstr. 2.  
 Haspel, Richard, Direktor, Eberswalde, Kaiser Friedrich-Str. 33.
- 1050 v. Haxthausen, Kontreadmiral a. D., Kiel, Düsternbrooker Weg 70—90, Hauptbücherei d. Mar.-Stat. d. Ostsee.  
 Hebbinghaus, Vizeadmiral z. D., Exz., Berlin W 10, Königin-Augusta-Str. 51 II.  
 Heemsoth, Heinrich, General-Vertreter, Hamburg, Esplanade 6.  
 Heesch, Otto, Oberingenieur, Direktor der Schiffswerft Theodor Hitzler, Hamburg-Veddel, Altona-Blankenese, Mörikestr.  
 Heidmann, Henry W., Ingenieur, Hamburg 37, Isestr. 132.
- 1055 Heinrich, W., Dipl.-Ing., Kiel, Jägersberg 10.  
 Heinrichs, Werner, Dipl.-Ing., Berlin-Steglitz, Belfortstr. 40.  
 Hellmann, Heinrich, Ingenieur u. Direktor, Berlin-Marienfelde, Adolfstr. 74.  
 Hellmich, W., Dr.-Ing., Direktor des V. d. I., Berlin NW 7, Friedrich Ebertstr. 27.  
 Hemprich, Robert, Dipl.-Ing., Direktor der Danziger Werft, Danzig.
- 1060 Henkel, Gustav, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Stadtrat, Direktor der Herkulesbahn, Kassel-Wilhelmshöhe, Villa Henkel.  
 Henrich, Otto, Generaldirektor d. Siemens-Schuckert-Werke, Berlin W 15, Kurfürstendamm 179.  
 Hensolt, Johannes, Dipl.-Ing., Hamburg 34, Hornerlandstr. 64.  
 Herpen, August Th., Dr.-Ing., Leipzig, Waldstraße 78.  
 Herwig, August, Hüttenbesitzer, Dillenburg, Oranienstr. 6.
- 1065 Herwig, M. Hüttenbesitzer, Dillenburg, Hindenburgstr. 14.  
 Hesse, Paul, Fabrikdirektor, Berlin NW 21, Alt-Moabit 86.  
 Heubach, Ernst, Ingenieur, Berlin-Lankwitz, Lessingstr. 7.  
 Heymann, Alfred, Fabrikbesitzer, Hamburg 36, Neuer Wall 42.  
 Heyne, Walter, Direktor i. Fa. W. Siemens & Co., Hamburg, Alsterdamm 7.
- 1070 Hiehle, Kurt, Direktor d. Stock-Motorpflug A.-G., Berlin, Prinz-Albrecht-Str. 8.  
 Hincke, Friedrich, preuß. Generalkonsul, Geschäftsinhaber der Nationalbank für Deutschland, Berlin-Grünwald, Herthastr. 11a.
- Hiorth, Jens Br., Dipl.-Ing., Chefingenieur der Star Centrapropeller A.-G. Hövik, Oslo, Norwegen, Postbox 252.  
 Hirsch, Aron, Dr., Kaufmann, i. Fa. Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.-G., Berlin NW 7, Unter den Linden 57/58.  
 Hirt, Fritz, Ing., Direktor des Stahlwerks Becker, A.-G., Berlin W 15, Meinekestr. 2.  
 Hissink, Dr., Generaldirektor der Bergmann-Elektrizitätswerke, Charlottenburg, Kaiserdamm 36. 1075
- Hitzemann, Rudolf, Hamburg, Tesdorfstr. 9.  
 Hoepfner, Kaufmann, Hauptmann d. R., Hamburg, Mittelweg 188.  
 vom Hofe, Max, Direktor, Charlottenburg, Bismarckstr. 72.  
 Hoffmann, S., Direktor d. Schmidt'schen Heißdampfgesellschaft m. b. H., Kassel-Wilhelmshöhe, Steinhöferstr. 4.  
 Hogner, Einar G. E., Dozent an der Universität, Stockholm, Nybrogatan 59. 1080
- Hoinkiss, Reinhold, Leiter und Mitinhaber der Rheinischen Metallwerke Goercke & Co., Annen i. W.  
 Holzapfel, A. C., Fabrikant, 25 Broadway, New York.  
 Holzwarth, Hans, Dr.-Ing., Düsseldorf, Goethestraße 7.  
 Horter, C. W., Direktor der N. V. Carp & Horter's Handel-Maatschappij, Rotterdam, Veeskade 1.  
 Howaldt, Adolf, Oberingenieur, Lübeck, Mengstraße 16. 1085
- Hülß, Friedr., Oberingenieur u. Prokurist d. Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Halensee, Westfälische Str. 59, II.  
 Huß, Carl, Dipl.-Ing. und Patentanwalt, Berlin SW 61, Gitschiner Str. 4.
- Imle, Emil, Dipl.-Ing., Dresden-Loschwitz, Querstr. 15.  
 Iseler, Albert, Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Leipzig-Plagwitz, Karl-Heine-Str. 26a.  
 Ivers, Curt, Reeder i. Fa. Paulsen und Ivers, Kiel, Holstenbrücke 28. 1090
- Jacobsen, Louis, Oberingenieur, Wellingsbüttel, Bez. Hamburg, Buchtstr.  
 Jakopp, Heinz, Ingenieur, Hamburg, Neue Rabenstr. 3.  
 Jaeger, G., Generaldirektor, Mannheim, L. 4. 16.  
 Jaeger, Gustav, Dipl.-Ing., Hamburg, Mittelweg 25.  
 Jaeger, Paul, Dozent für Anstreichtechnik der Techn. Hochschule, Stuttgart, Neue Weinsteige 54. 1095
- Jannasch, G. A., Fabrikdirektor, Laurahütte O.-S.  
 Jarke, Alfred, Kaufmann i. Fa. Bromberg & Co., Hamburg 1, Alsterdamm 17.  
 Jasper, Karl, Kptl. a. D., Berlin-Friedenau, Niedstr. 37.  
 Jochimsen, Karl, Oberingenieur, Berlin-Charlottenburg, Kaiserin-Augusta-Allee 77.  
 Jochmann, Ernst, Oberingenieur der Firma Thyssen & Co. A.-G., Hamburg, Awerhoffstr. 4. 1100
- Joost, J., Direktor der Farbenfabrik Joost, G. m. b. H., Hamburg, Steinhöft 8/11.  
 Jordan, Paul, Direktor, Baurat, München 27, Mauerkircherstr. 59.  
 Junkers, Hugo, Dr.-Ing., Professor, Dessau, Kaiserplatz 21.

- Jurenka, Rob., Dr.-Ing., Direktor der Deutschen Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke A.-G., Oberhausen (Rheinland), Duisburger Str. 375.
- 1105 Kahlert, Vizeadmiral a. D., Friedenau, Hähnelstraße 19.
- Kalbe, Otto, Dipl.-Ing., Verbandsdirektor, Berlin W 15, Umlandstr. 44.
- Kaminski, Paul, Ingenieur, Wittenau, Eisenpfehlstr. 29.
- Kammerhoff, Meno, Direktor, New Jersey U.S.A., 252 West Graisbury Avenue.
- Kauermann, Aug., Dr.-Ing. e. h., Generaldirektor, Düsseldorf, Elberfelder Str. 4.
- 1110 Kemperling, Adolf, Direktor der Gebr. Böhler & Co. A.-G., Berlin NW 5, Quitzowstr. 24/26.
- Kiep, Leisler, Dr., Direktor, Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg I, Alsterdamm 25.
- Killinger, Hans, Reg.-Rat a. D., Rostock.
- Kindermann, Franz, Ober-Ing. d. Allgem. Elektr.-Ges., Duisburg a. Rh., Mainstr. 56.
- Kinzel, Walther, Kapitän z. S., Abt.-Chef im Reichswehrministerium, Berlin-Südende, Berliner Str. 20.
- 1115 Kirchberger, G., Freg.-Kap. a. D. u. Direktor, Hohenstein-Ernstthal.
- Kirchner, Ernst, Fabrikdirektor, Leipzig C 1, Philipp-Rosenthal-Str. 25.
- Kirstein, Büchereivorstand, Hauptbücherei der Marine-Station der Nordsee, Wilhelmshaven, Hollmannstr. 3.
- Kirsten, Georg, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Bismarckstr. 125.
- Kisse, K., Ober-Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Günzelstr. 34.
- 1120 Klawitter, Willi, Dr.-Ing., Kaufmann u. Werftbesitzer i. Fa. J. W. Klawitter, Danzig, Hauptstraße 95.
- Kleiber, Friedrich, Redakteur der Zeitschrift „Schiffbau“, Berlin-Steglitz, Kissinger Str. 12.
- Klein, Jacob, Dr.-Ing., Kommerzienrat, Generaldirektor von Klein, Schanzlin & Becker, Frankenthal i. Pfalz.
- von Klemperer, Herbert, Dr.-Ing., Direktor der Berliner Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. L. Schwartzkopff, Berlin N 4, Chausseestr. 23.
- Klindwort, Ernst, Dipl.-Ing., Altona-Othmarschen, Ulmenstr. 12.
- 1125 Klippe, Hans, Ingenieur, Hamburg 1, Durchschnitt 27.
- Klose, Rechnungsrat, Büchereivorsteher, Bücherei des Reichspostministeriums, Berlin W 66.
- Knackstedt, Ernst, Dr., Generaldirektor, Düsseldorf, Achenbachstr. 107.
- Knobloch, Geheimer Kommissionsrat, Charlottenburg, Kantstr. 159.
- Köcher, Robert, Ingenieur und Yachtkonstrukteur, Berlin W 15, Umlandstr. 50.
- 1130 Köhler, J., Ing., Hamburg 19, Ottersbeckallee 13.
- Köhler, Karl, Techn. Direktor, Werft von Caesar Wollheim, Kosel bei Breslau.
- Köhn, Adolf, Fregatten-Kapitän (J.) a. D., Hamburg 24, Lübeckerstr. 147.
- Köpcke, Max, Direktor der Assecuranz Union von 1865, Hamburg, Trostbrücke 1.
- Köper, Eugen, Ingenieur, Bergedorf, Grüner Weg 4.
- 1135 Koppen, Kapitän z. S. (J.) a. D., Friedenau, Büsingstr. 10a.
- Koppenberg, Heinrich, Dr., Betriebsdirektor des Stahl- u. Walzwerks Riesa der A.-G. Lauchhammer, Gröba, Elbweg 3.
- Korten, A., Syndikus, Direktor, Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eid-Düdelingen A.-G., Saarbrücken.
- Kortmann, Paul, Oberingenieur und Fabrikdirektor der B. A. M. A. G. vorm. L. Schwartzkopff, Berlin N 24, Oranienburger Str. 19 I.
- Köser, Fr., Kaufmann, i. Fa. Th. Höeg, Hamburg, Steinhöft 9, Elbhof.
- Köster, E. W., Dr.-Ing., Baurat u. Generaldirektor 1140 Frankfurter Masch.-A.-G., Frankfurt a. M., Roonstraße 4.
- Krafft, E., Ingenieur, Bremen, Sögestr. 23 III.
- Krayn, M., Verlagsbuchhändler, Berlin W 10, Genthiner Str. 39.
- Krieger, R., Dr.-Ing., Hüttdirektor, Düsseldorf-Oberkassel, Kaiser-Friedrich-Ring 20.
- Krogmann, Richard, Dr.-Ing., Präsident der See-Berufsgenossenschaft, Hamburg, Zippelhaus.
- Krueger, Hans, Freg.-Kap. a. D., Vorstandsmitglied der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G., 1145 Düsseldorf, Tiergartenstr. 36.
- Krüger, Hans, Fabrikdirektor, Mannheim, Waldparkstraße 27a.
- Krumm, Alfred, Mitinhaber der Firma Krumm & Co., Remscheid, Lindenstr. 57.
- Kuhnke, Fabrikant, Kiel, Forstweg 19.
- Kunstmann, Arthur, Konsul und Reeder, Stettin, Dohrnstr. 1.
- Kunstmann, W., Konsul und Reeder, Stettin, 1150 Bollwerk 1.
- Kux, Eduard, Dr.-Ing., Vorstandsmitglied d. Gebr. Körting A.-G., Hannover-Linden, Badenstedterstr. 75.
- Lamarche, Julius, Hüttdirektor, Düsseldorf, Stahlhaus, Breitestr. 67.
- Landsberg, Oberbaurat, Kanal-Direktor, Berlin W 10, Viktoriastr. 17.
- Lange, Ernst, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. techn. Betrieb des Norddeutschen Lloyd, Bremen, Hamburger Str. 289.
- Lange, Hans, Kapitän, Karmin auf Usedom. 1155
- Lange, Karl, Dipl.-Ing., Bremen, Klosterstraße 2—5.
- Langen, A., Dr., Direktor der Gasmotoren-Fabrik Deutz, Cöln, Fürst-Pückler-Str. 14.
- v. Langen, Fritz, Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Haus Tanneck b. Elsdorf, Rheinland.
- Langner, Max, Major, Charlottenburg, Tegeler Weg 101.
- Lans, Otto, Konter-Admiral a. D., Leiter der 1160 Direktions- u. Export-Abtlg. der Gasmotorenfabrik Deutz, Berlin-Nikolassee, Prinz-Friedrich-Leopold-Str. 2.
- v. Lans, W., Admiral à la suite des Seeoffizierkorps, Exzellenz, Charlottenburg 9, Kaiserdamm 39.
- Läsch, Otto, Direktor, Mitarbeiter bei der Deutsch-Australischen Dampfschiff.-Ges., Altona-Othmarschen, Nienkampstr. 26.
- Laurick, Carl, Ingenieur, Berlin SW 61, Hornstraße 2.
- Lawaczek, Franz, Dr.-Ing., Oberingenieur, München, Baierbrunner Str. 17.
- Lawrenz, Paul, Dipl.-Ing., Gebr. Sulzer A.-G., 1165 Ludwigshafen a. Rh.
- Lazarus, Victor, Ingenieur, Fiume, Stabilimento Lazarus.
- Leitholf, Otto, Dr.-Ing. ehr., Zivilingenieur, Berlin SW 11, Hallesche Str. 19.

- Lenz, Richard, Direktor der Rheinmetall-Edelstahl-Vertriebs-G. m. b. H., Berlin-Charlottenburg, Pestalozzistr. 55.
- Lewerenz, Alfred, i. Fa. Deurer & Kaufmann, Hamburg, Hagenau 50a.
- 1170 Lienau, Hermann, Kapitänleutnant a. D., Lübeck, Moltkestr. 30.
- List, Friedrich, Dr., Privatdozent, Technische Hochschule Darmstadt.
- Litz, Valentin, Dr., Betriebsdirektor bei A. Borsig, Berlin-Tegel, Spandauer Str. 8a.
- Loeck, Otto, Kaufmann, Hamburg, Agnesstr. 22.
- v. Loewenstein zu Loewenstein, Hans, Dr.-Ing., Bergassessor und Geschäftsführer, Essen (Ruhr), Friedrichstr. 2.
- 1175 Loewer, Kurt, Dipl.-Ing., Bremen, Schönhausenstraße 35.
- Lorenz, Hans, Dr., Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat und Professor an der Techn. Hochschule in Danzig-Langfuhr, Johannisberg 7.
- Lorenz, Max, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin W 15, Bayerische Str. 6.
- Lorey, Hermann, Konteradmiral a. D., Vorstand der Reichsmarine-Sammlung im Museum für Meereskunde, Berlin-Lichterfelde, Hortensienstraße 61.
- Lothes, P., Oberingenieur, Blankenese, Marienhöhe, Wedeler Chaussee 160.
- 1180 Lotzin, Willy, Kaufmann, Danzig, Brabank 3.
- Loubier, G., Patentanwalt, Berlin SW 61, Belle-Alliance-Platz 17.
- Lübcke, Charles, Expert des Vereines Hamburger Assecuradeure, Hamburg 22, Richardstraße 38.
- Lueg, E., Ingenieur, i. Fa. Haniel & Lueg, Düsseldorf, Achenbachstr. 54.
- Lüders, W. M. Chr., Fabrikant, Hamburg 8, Norderelbstr. 31.
- 1185 Lühr, Eduard, Ingenieur, Betriebsleiter der Motorlokomotivfabrik von Orenstein & Koppel, A.-G., Nordhausen, Am Gehege 2.
- Lux, Fritz, Elektro-Ingenieur, Bayerische Ziegelwerke, Hösbach, Unterstr.
- Maaß, Robert, Kaufmann, Hamburg 9, Steinhöft 3.
- Maas, Rudolf, Dr., Hamburg 6, Schäferkampsallee 28.
- Macke, Theodor, Oberingenieur u. Inspektor, Hamburg 24, Ifflandstr. 8.
- 1190 Madelung, Georg, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule zu Berlin, Berlin-Grünau, Viktoriastraße 16.
- Markau, Karl, Dr., Direktor, Deutsche Gasglühlicht Auer Gesellschaft m. b. H., Berlin O 17, Ehrenbergstr. 11-14.
- von Matern, John A., Direktor und Chef der Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag, London, London, E. C. Laurence Pountney, Hill 6.
- Matschoss, Conrad, Professor, Dr.-Ing., Direktor des Vereins Deutscher Ingenieure, Berlin NW 7, Friedrich Ebertstr. 27.
- Mattenklott, Otto, Direktor der Metallwerke von Galkowski & Kielblock A.-G., Eberswalde, Neue Kreuzstr. 15.
- 1195 Maulick, Paul, Direktor des Stahlwerk-Verbandes, Düsseldorf, Lindemannstr. 43.
- Maybach, Karl, Direktor, Friedrichshafen a. Bodensee, Zeppelinstr. 21.
- Meier, Ernst, Direktor der M. A. G. Balke-Bochum, Bochum, Overhoffstr. 15.
- Merkel, Carl, Ingenieur, i. Fa. Willbrandt & Co., Hamburg 8, Mattentwiete 24.
- Meyer, Eugen, Leoni am Starnberger See.
- Meyer, Hermann, Ingenieur, Berlin, Köpenicker 1200 Straße 32 a.
- Meyer, P., Professor a. d. Techn. Hochschule, Delft, Holland, Heemskerckstraat 17.
- Meyer, W., Justizrat, Hannover, Wilhelmstr. 5.
- Mintz, Maxim, Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW 11, Königgrätzer Str. 52.
- Mittelstaedt, Max, Oberingenieur der Fritz Caspary Aktiengesellschaft, Berlin-Marienfelde.
- Mohr, Otto, Fabrikant, i. Fa. Mannheimer Masch.-Fabr. Mohr & Federhaff, Mannheim. 1205
- Möllers, G., Direktor der Verkaufsvereinigung für Teererzeugnisse G. m. b. H. Essen-Ruhr, Zweigertstraße 85.
- Momsen, Hans, Dipl.-Ing., Motoren-Werke Mannheim, vorm. Benz, Abt. stationärer Motorenbau, Mannheim, Mühldorferstr. 8.
- Mornico, U., Fregattenkapitän bei der Kgl. italienischen Botschaft, Berlin W 15, Kurfürstendamm 197.
- Mühlberg, Johannes, Konsul, Dresden-Loschwitz, Carolaweg 3.
- Müller, Gustav, Dr.-Ing., Staatssekretär z. D., 1210 Verwaltungsdirektor der See-Berufsgenossenschaft, Hamburg 8, Zippelhaus 18.
- Müller, Hugo, Bibliothekar des Reichsverkehrsministeriums, Berlin W 66, Leipziger Str. 125.
- Müller, Otto, Oberingenieur, Prokurist, Berlin-Charlottenburg, Knobelsdorffstr. 54.
- Müller, Wilhelm, Direktorstellvert. d. d. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Wien III, Hintere Zollamtstraße 1.
- Münzesheimer, Martin, Dr. rer. pol., Generaldirektor der Gelsenkirchener Gußstahl- und Eisenwerke. Düsseldorf, Jägerhofstr. 22.
- Nägel, Adolph, Dr.-Ing., Professor, Dresden-A. 1215 24, Altzellerstr. 29.
- Naht, A. W., Kaufmann, Hamburg 1, Alsterdamm 16/18.
- Netter, Ludwig, Regierungsbaumeister a. D. und Fabrikbesitzer, Berlin W 15, Kurfürstendamm 52.
- Neubauer, Johannes, Dipl.-Ing., Neurössen b. Merseburg, van t'Hoff-Str. 9.
- Neuberg, Ernst, Zivilingenieur, Berlin W 62, Keithstr. 10.
- Neudeck, Martin, Kaufmann, Kiel, Wall 1. 1220
- Neufeldt, H., Ing. und Fabrikbesitzer, Kiel, Jungmannstr. 43.
- Neuffer, Felix, Linienschiffsleutnant a. D., Firma Carl Zeiß, Jena, Berlin W 9, Potsdamer Straße 139.
- Neuhaus, Fritz, Dr.-Ing., Baurat, Generaldirektor bei A. Borsig-Tegel, Berlin W 15, Kaiserallee 220.
- Neuhaus, Ludwig, Direktor von A. Borsig, Berlin W 15, Kurfürstendamm 69.
- Neumann, Kurt, Dr.-Ing., ord. Professor an 1225 der Techn. Hochschule, Hannover, Stader Chaussee 34.
- Neureuther, Karl, Korvetten-Kapitän a. D., München, Lieprunstr. 53.
- Niederquell, Wilhelm, Direktor, Oberingenieur, Kiel, Prinz-Heinrich-Str. 28.
- Niemeyer, Georg, Fabrikbesitzer, Harburg/Elbe, Stader Str. 224.
- Nissen, Andreas, Oberingenieur, Hamburg, Heinrich Hertzstr. 19 II.

- 1230 Nissen, Hans, Ingenieur und Wertbesitzer, Berlin-Steglitz, Südendstr. 9.  
 Nobiling, Heinr., Reeder, Berlin SO 16, Brückenstraße 6b.  
 Noë, Ludwig, Dr.-Ing., Maschinenbauingenieur, Professor, General-Direktor der Danziger Werft, Danzig.  
 Noltenius, Fr. H., Direktor d. Atlas-Werke A.-G., Bremen.  
 Noske, Ernst, Dipl.-Ing., Altona-Ottensen, Arnoldstr. 28—30.
- 1235 Nover, Wilhelm, Dr.-Ing., Chemiker, Bremen, Metzger Str. 63.  
 Olsson, Henning, Ingenieur, Direktor der Aktieng. Welin, Hamburg, Barkhof.  
 Opitz, Paul, Kapitän, Hamburg, Moltkestr. 6.  
 L'Orange, Prosper, Dipl.-Ing., technischer Leiter und Teilhaber der R. E. F. Apparatebau G. m. b. H., Feuerbach-Stuttgart, Stuttgart, Zeppelinstraße 153.  
 Ostendorf II, Ministerialrat im Ministerium des Innern, Oldenburg i. O.
- 1240 Ott, Franz, Dr., Generaldirektor der Rhein- und Seeschiffahrts-Gesellschaft, Köln-Marienburg, Parkstr. 2.  
 Ott, Max, Dipl.-Ing., Direktor, Hannover, Marsla-Tour-Str. 8.  
 Otte, W., Vertreter der Schiffswerft Caesar Wollheim in Kosel, Berlin-Wilmersdorf, Hanauer Straße 30.  
 Otto, Oswald, Oberingenieur, Schöneiche bei Friedrichshagen, Waldstr. 77.
- Paasch, Lothar, Kaufmann, Oberleutnant a. D., Berlin-Friedenau, Kaiserallee 114.
- 1245 Pahl, Gustav, Finanzrat, Berlin NW 7, Neustädtische Kirchstr. 15.  
 Pantke, Marine-Oberstabsingenieur a. D., Berlin-Pankow, Pestalozzistr. 39.  
 Pauli, F., Ingenieur, Hamburg - Wandsbek, Apfelhof, Süthornweg.  
 Pels, Henry, Fabrikbesitzer, Berlin - Westend, Eichenallee 3.  
 Petersen, Otto, Dr.-Ing., Geschäftsführer des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, Breite Str. 27.
- 1250 Pfenninger, Carl, Dr.-Ing. e. h., München 23, Martiusstr. 7.  
 Pfleiderer, Carl, Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule, Braunschweig.  
 Piehler C., Technischer Direktor, Westf. Stahlw. A.-G., Berlin W 10, Bendlerstr. 36.  
 Pierburg, Wilhelm, Generaldirektor, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 111.  
 Platz, Richard, Generaldirektor der Hackethal Draht- und Kabel-Werke A.-G., Hannover, Richard-Wagner-Str. 23.
- 1255 Pohlig, Julius, Direktor der J. Pohlig A.-G., Köln-Zollstock.  
 Pohlmann, Hans, Ingenieur u. Fabrikant, Hamburg 1, Bieberhaus, II. St.  
 Popp, P., Oberingenieur, Hamburg, Tornquiststraße 15.  
 Pötter, Wilh., Direktor, in Fa. Ferd. Müller, Hamburg 39, Sierichstr. 78.  
 Prager, Curt, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Nikolsburger Str. 6.
- 1260 Prandtl, Ludw., Dr. phil., Prof. a. d. Universität in Göttingen, Göttingen, Calsowstr. 15.  
 Predeck, Albert, Dr. phil., Hochschulbibliothekar, Techn. Hochschule, Danzig.
- Prentzel, Kontre-Admiral, Chef des Allgemeinen Marineamts, Berlin W 10, Königin-Augusta-Straße 38/42.  
 Projahn, Heinr., Betriebsdirektor der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G., Gießerei Gelsenkirchen, Oskarstraße 16.  
 Puck, Vorstandsmitglied der Reederei-A.-G. von 1896, Hamburg, Steinhof 8—10, Elbhof.
- Radinger, A. E., Fabrikdirektor, H. Putsch & Co., Hagen i. W. 1265  
 Radouloff, Konstantin, Ingenieur, Charlottenburg 1, Kaiser-Friedrich-Str. 82, p. Adr. Pelckmann.  
 Raeder, Dr. h. c., Admiral, Chef der Marineleitung, Berlin W 10, Königin-Augusta-Straße 38/42.  
 Rah t j e n, J. Frank, Kaufmann, Hamburg, Mittelweg 19.  
 Ranft, P., Baurat, Leipzig C 1, Kurze Str. 1.  
 Rasch, Georg, Hüttdirektor, Berlin-Dahlem, Am Erlenbusch 12. 1270  
 Raschen, Herm., Ingenieur der Chem. Fabriken Griesheim-Elektron, Griesheim a. M., Rathenaustraße 38.  
 Redlin, Johannes, Gerichtsassessor a. D., Syndikus, Berlin-Charlottenburg 1, Berliner Str. 97.  
 Regenbogen, Konrad, Dipl.-Ing., Dr.-Ing. h. c., Maschinenbau-Direktor der Fa. Friedr. Krupp, Hamburg, Neuer Jungfernstieg 21.  
 Rehfeld, Ernst, Direktor, Berlin-Weißensee, Riebestr. 1.  
 Reh fus, Wilh., Dr.-Ing., Stuttgart, Herdweg 76. 1275  
 Re h m k e, Hans, Dr., Gerichtsassessor, Syndikus des Zentralvereins deutscher Reeder, Hamburg, Adolfsbrücke 9—11.  
 Reichel, W., Dr.-Ing., Geheimrat, Professor, Direktor der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Lankwitz, Beethovenstr. 14.  
 Reinhardt, Karl, Dr.-Ing., Generaldirektor bei Schüchtermann & Kremer, Dortmund, Körnerbach tr. 2.  
 Reissner, Hans, Dr.-Ing., Professor d. Techn. Hochschule, Berlin-Charlottenburg, Ortelsburg-Allee 4.  
 Rek, Franz, Direktor der Vereinigten Elbschiffahrts-Gesellschaften, Dresden, Permosastraße 11/16. 1280  
 Rellstab, Ludwig, Dr., Direktor der Thermophon Ges., Nikolassee bei Berlin, An der Rehwiese 31.  
 Reusch, Paul, Dr.-Ing., Kommerzienrat, Vorstandsmitglied der Gutehoffnungshütte, Oberhausen, Rheinland.  
 Reuter, Wolfgang, Dr.-Ing., Generaldirektor der Deutschen Maschinenfabrik-A.-G., Duisburg, Duisburg.  
 Richter, Hans, Stahlimport, Berlin W 15, Lietzenburgerstr. 5.  
 Riedel, Karl, Schiffskapitän, Mannheim-Feudenheim, Hauptstr. 137. 1285  
 Ringe, Hermann, Werftdirektor, Lehe bei Bremerhaven, Hafenstr. 224.  
 Rischowski, Alb., Direktor der Firma Caesar Wollheim, Breslau, Kleinburgstr. 13.  
 Ritter, Th., i. Fa. Woermann-Linie, Hamburg 39, Willistr. 15.  
 Rodin, Woldemar, Dipl.-Ing., Hamburg-Fuhlsbüttel, Fuhlsbütteler Damm 47.  
 Rogge, Vize-Admiral a. D., Exc., Berlin-Wilmersdorf, Nikolburgerstr. 8/9. 1290  
 Rohde, Paul, Inhaber der Fa. Otto Mansfeld & Co., Berlin W 9, Bellevuestr. 6a.



- Rollmann, Admiral z. D., Exzellenz, Blankenburg a. H., Rübeldänder Str. 25.
- Rompano, C., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Weidenstieg 8 III.
- Roser, E., Dr.-Ing., Direktor, Bochum, Westfalen, Friederikestr. 68.
- 1295 Roux, M., Direktor d. Askania-Werke A.-G., Berlin-Friedenau, Kaiser-Allee 87/88.
- Rubbel, H., Direktor, Düsseldorf, Sommersstraße 10.
- Rudeloff, E. G., Direktor d. Mineralölwerke Rhenania A.-G., Hamburg, Alsterdamm 16/19.
- Rüger, Fritz, Dr., Deutsche Schiff- u. Maschinenbau A.-G., Hamburg 13, Schröderstiftgasse 16 III.
- Rüßmann, Paul, Direktor u. Vorstand, Düsseldorf-Oberkassel, Teutonenstr. 5.
- 1300 Ruth, Gustav, Chemische u. Lackfabriken, Wandsbek-Hamburg, Feldstr. 136/142.
- Sachse, Walter, Kapitän a. D., und Oberinspektor der Hamburg-Amerika-Linie, Blankenese (Elbe), Gofblers Park 1.
- Sachsenberg, Hans, Direktor in Junkers Flugzeugwerk, Dessau, Antoinettenstr. 4.
- Sachsenberg, Paul, Kommerzienrat, Dessau, Mariannenstr. 1.
- Salge, Wilhelm, Ingenieur und techn. Direktor der Willy Salge & Co., Technische Gesellschaft m. b. H., Berlin W 62, Budapesterstr. 35.
- 1305 Salomon, B., Dr.-Ing. e. h., Professor, Generaldirektor, Frankfurt a. M., Westendstr. 25.
- Sarnow, Albert, Oberingenieur u. Prokurist d. Eisen- u. Stahlwerks Gruson & Co., Magdeburg-Buckau, Schönebecker Str. 70.
- Schärfte, Franz, Ingenieur, Lübeck, Engelsewisch 42/48.
- Scheller, Wilh., Direktor a. D., beratender Ingenieur für Wärmewirtschaft u. Kraftmaschinen, Essen-Ruhr, Renatastr. 24.
- Schenck, Max, Direktor von Schenck und Liebeharkort, G. m. b. H., Düsseldorf-Oberkassel, Sonderburger Str. 5a.
- 1310 Schiementz, Paul, Fabrikdirektor, Berlin-Waidmannslust, Bondickstr. 67.
- Schiele, Ernst, Dr.-Ing., Inhaber der Fa. Rud. Otto Meyer, Hamburg 23, Pappelallee 23/29.
- Schilling, Dr., Professor, Bremen - Horn, Schwachhauser Heerstraße 351.
- Schilling, Karl Ernst, Dipl.-Ing., Dessau, Schillerstr. 10 ptr.
- Schimmelbusch, Julius, Direktor d. Dampfkessel-Fabrik vorm. Arthur Rodberg A.-G., Darmstadt, Schollweg 2.
- 1315 Schinkel, Otto, Ingenieur, Poggenhagen b. Neustadt a. Rügenberge.
- Schippmann, Karl, Dr., Oberingenieur, Brown, Boveri & Cie., Hamburg, Gryphiusstr. 10.
- Schlotte, Paul, Betriebsingenieur d. A.-G. Lauchhammer, Wittenau, Post Borsigwalde.
- Schmadalla, Joh., Ingenieur und Lehrer für Masch.- und Schiffbau a. d. Navigationsschule Lübeck, Lübeck, Marlistr. 9b.
- Schmidt, Ehrhardt, Admiral a. D., Exzellenz, München, Steinbacherstr. 2 I.
- 1320 Schmidt, Emil, Fabrikbesitzer, Hamburg, Hofweg 6.
- Schmidt, Friedrich, Fabrikdirektor, Altona-Bahrenfeld, Kluckstr. 4.
- Schmidt, Gerhard, Direktor der Elektroacustic, Gesellschaft m. b. H., Kiel, Werk Ravensburg.
- Schmidt, Joachim, Oberingenieur u. Prokurist, Lübeck, Geibelplatz 21.
- Schmidt, Karl, Direktor der A.-E.-G., Berlin, Klopstockstr. 53.
- Schmidt, Max, Dr.-Ing. e. h., Generaldirektor, Mitglied des Reichstags, Hirschberg i. Schles. 1325
- Schmidt, Rudolf, Torpeder Kapitän a. D., Ministerial-Amtmann i. Reichswehrministerium (Marineleitung), Berlin-Friedenau, Beckerstr. 6 II r. b. Tietze.
- Schmidt, Wilh., Ingenieur, Benneckenstein, Wernigeroder Str. 1.
- Schmidlein, C., Dr. jur., Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW 11, Königgrätzer Str. 87.
- Schmitt, A., Fabrikdirektor, Laurahütte, O.-S.
- Schmitz, Paul, Fabrikdirektor, Brake i. Oldenburg. 1330
- Schmitz, Walther, Dr., Geschäftsführendes Vorstandsmitglied, Duisburg, Haus Rhein.
- Schneider, Arthur, Vorstand der Abt. Rhederei Deutsch-Amerikan. Petroleum Ges. Hamburg, Neuer Jungfernstieg 21.
- Schneider, Heinr., Dipl.-Ing., 1263 Eaton Ave., Beloit, Wisc., U. S. A.
- Schnorr, Aug., Generaldirektor der Münden-Hildesheimer Gummiwaren-Fabriken, Gebr. Wetzell A.-G., Hildesheim.
- Schönian, Hans, Dipl.-Ing., Direktor d. Vosswerke A.-G., Sarstedt b. Hannover, Giftener Straße 258. 1335
- Schrödter, Albert, Kaufmännischer Direktor, Germania-Werft, Kiel, Düsternbrooker Weg 160.
- Schröter, Richard, Techn. Direktor d. Dampfschiffahrt-Ges. f. d. Nieder- und Mittelrhein, Düsseldorf 71, Bergerufer 1.
- Schrüffer, Alexander, Dr., Rechtsanwalt, Direktor, Augsburg, Hochfeldstr. 29.
- Schult, Hans, Ingenieur, i. Fa. W. A. F. Wiechhorst & Sohn, Hamburg 24, Lübecker Str. 88.
- Schulte, F., Oberingenieur der Harpener Bergbau-Akt.-Ges., Dortmund, Saarbrücker Str. 49. 1340
- Schultz, Otto, Fabrikbesitzer, Tezettwerk, Charlottenburg 9, Bayernallee 16 II.
- Schultze, J., Dr. jur., Direktor der Oldenburg-Portugiesischen Dampfschiffs-Reederei, Hamburg, Mittelweg 38.
- Schultze, Moritz, Direktor d. Commerz- u. Privatbank A.-G., Berlin W 62, Kurfürstenstr. 115.
- Schütte, Alfred, H., Kommerzienrat, Inhaber d. Fa. Alfr. H. Schütte, Köln-Deutz, Rheinallee.
- Schüttler, Paul, Ingenieur, Direktor der Pallas-Vergaser-Ges., Berlin-Wilmersdorf, Paulsborner Straße 1. 1345
- Schwerd, Professor a. d. techn. Hochschule, Hannover, Podbielskistr. 14.
- Seiffert, Franz, Dr.-Ing., Direktor der Akt.-Ges. Franz Seiffert & Co., Berlin-Charlottenburg, Umlandstr. 173/174.
- Seiler, Max, Patentanwalt, Berlin SW 61, Belle-Alliance-Platz 6a.
- Sening, Aug., Fabrikant, i. Fa. F. A. Sening, Blankenese-Dockenhude, Elbchaussee 99/101.
- Senst, Fritz, Regierungsbaumeister, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Kieler Str. 61 II. 1350
- Siebel, Werner, Fabrikbesitzer, i. Fa. Bauartikel-Fabrik A. Siebel, Düsseldorf-Rath, Haus Siebel, Ratherbroich 155a.
- Siebert, G., Direktor, Berlin W 50, Regensburger Str. 5a.
- Siedentopf, Otto, Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW 68, Lindenstr. 1.

- Sieg, Waldemar, Kommerzienrat, Direktor der Danziger Reederei-Akt.-Ges. und Vorstandsmitglied der See-Berufsgenossenschaft, Danzig, Langenmarkt 20.
- 1355 Siegmund, Walter, Direktor der „Turbina“, Aktien-Gesellschaft, Potsdam, Seestr. 30.
- v. Siemens, Carl F., Dr.-Ing., Siemensstadt b. Berlin.
- Sitte, H., Direktor der Maffei-Schwartzkopff-Werke, Caputh b. Potsdam, Kol. Friedrichshöhe.
- Söhnngen, F., Fabrikdirektor, Dortmund, Alexanderstr. 8.
- Somfleth, J. P., Direktor des Eisenwerks vorm. Nagel & Kaemp A.-G., Hamburg 39, Barmbecker Str. 4.
- 1360 Sorge, Otto, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Westfälischestr. 92.
- Spalding, Felix, Dipl.-Ing., Versuchs-Anstalt f. Wasserbau u. Schiffbau, Berlin-Lichtenberg, Lückstr. 78.
- Spangenthal, Hugo, Kaufmann, Berlin W 50, Marburger Str. 3.
- Spannhake, Wilhelm, Dipl.-Ing., Professor a. d. Techn. Hochschule, Karlsruhe-Gartenstadt, Auerstr. 26
- Spitzer, Julius, Ingenieur, Direktor der Witkowitz Bergbau- und Eisenhüttengewerkschaft, Eisenwerk Witkowitz, Mähren.
- 1365 Sprenger William, Kapitän a. D. und Reeder, Stettin, Schillerstr. 11.
- Springer, Fritz, Dr.-Ing., Verlagsbuchhändler, Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
- Springer, Julius, Dr.-Ing., Verlagsbuchhändler, Zehlendorf-West, Schillerstr. 10.
- Springorum, Fr., Dr.-Ing., Kommerzienrat, Dortmund, Kaiser-Wilhelm-Allee 68.
- Springorum, Ernst, Fabrikdirektor i. F. G. u. J. Jäger, A.-G., Elberfeld, Burgholzstr. 68.
- 1370 Stachelhaus, Herm., Reeder u. Fabrikant, i. Fa. Stachelhaus & Buchloh, Mannheim E 7, 22.
- Stadelhofer, Josef, Direktor, Berlin, Köpenicker Str. 32a.
- Staffel, E., Fabrikbes., Witzenhausen, Bez. Kassel.
- Stahl, Paul, Hamburg 39, Bebelallee 12.
- Stapelfeldt, Franz, Generaldirektor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen 13, Parkallee 95.
- 1375 Starkmann, Em., Direktor, Vertreter der Actiengesellschaft „Weser“ in Bremen, Berlin W 30, Viktoria-Luise-Platz 9.
- v. Stauß, E. F., Dr., Direktor der Deutschen Bank, Berlin-Dahlem, Cecilienallee 14/16.
- Stegmeyer, Hermann, Ingenieur, Charlottenburg, Sophie-Charlotten-Str. 5.
- Stein, Erhard, Fabrikant, Hannover, Stüvestr. 7.
- Stein, Gustav, Dr., Verwaltungsdirektor der Westdeutschen Binnenschiffahrts-Berufsgenossenschaft, Duisburg, Ruhrorter Str. 18.
- 1380 Stein, Rich., jr., Fabrikant, Hannover, Stüvestr. 7.
- Stelljes, Erich, Maschinenbau-Ingenieur, Bremen, Erfurterstr. 36.
- Stentzler, Carl, Vertreter in- u. ausländischer Berg-, Hütten- u. Walzwerke, Berlin-Friedenau, Wilhelm-Hauff-Str. 6.
- Stieghorst, Hermann, Dipl.-Ing., Kiel, Holtenauer Str. 139 I.
- Stinnes, Leo, Kommerzienrat, Reeder, Mannheim, Werderstr. 50.
- 1385 Stoessel, Paul, Fabrikbesitzer, Düsseldorf, Malkastenstr. 6.
- Storck, O., Kaufmann, Direktor, Werft Nobiskrug, Rendsburg.
- Strasser, Geh. Regierungsrat, Direktor im Patentamt a. D., Berlin W 15, Fasanenstr. 64.
- Stratenwerth, G., Direktor der Union Metall-Ges. m. b. H., Düsseldorf, Achenbachstr. 77.
- Strisower, Julius, Dipl.-Ing., Düsseldorf, Marienstraße 7.
- Strube, A., Dr., General-Konsul, Bankdirektor, 1390 Deutsche Nationalbank, Bremen, Graf-Moltke-Straße 51.
- Struck, H., Prokurist der Firma F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.
- Stubmann, P., Dr. phil., Senator a. D., Direktor, Hamburg 39, Wentzelstr. 15.
- Stumpf, Johannes, Dr., Geheimer Regierungsrat u. Professor, Berlin W 15, Kurfürstendamm 33.
- Sylvester, Emilio, Generaldirektor, Fabrica de Mieres, Ablaño, Spanien.
- Tecklenborg, Fritz, Kaufmann, Werftdirektor, 1395 Bremen, Wachmannstr. 80.
- Tetens, F., Dr. jur., Direktor der Aktien-Gesellschaft „Weser“, Berlin W 35, Potsdamerstr. 27 a.
- Textor, Johannes, Fabrikant, Berlin-Charlottenburg, Kaiserdamm 116.
- Theobald, Wilhelm, Gesellschafter und Direktor der Vereinigten Asbestwerke, Danco-Wetzell & Co., G. m. b. H., Dortmund, Knappenberger Straße 120.
- Thiele, Ad., Konteradmiral a. D., Reichs-Kommissar bei dem Seeamte Bremerhaven, Bremen, Lothringer Str. 21.
- Thielicke, Carl, Kaufmann, Charlottenburg, 1400 Goethepark 13 II.
- Thoma, Dieter, Dr.-Ing., Professor, München, Prinzenstr. 10.
- Thomas, Paul, Dr.-Ing. e. h., Generaldirektor d. Presse-Walzwerke A.-G. Reisholz u. d. A.-G. Oberbilker Stahlwerk, Düsseldorf 107, Achenbachstr. 6.
- Thulin, P. G., Vize-Konsul, Stockholm, Skeppbron 34.
- Tigler, Hermann, Direktor, Duisburg, Prinz Albrecht-Str. 6.
- Tillmann, Oberbaudirektor für Strom- und 1405 Hafenanbau, Bremen, Contrescarpe 105.
- Tolksdorf, B., Patentanwalt, Berlin W 9, Potsdamer Str. 139.
- van Tongel, Richard, Geschäftsführer der van Tongelschen Stahlwerke, Gustrow, Grabenstraße 16 (Mecklenburg).
- Traub, Alois, Direktor bei A. Borsig, G. m. b. H., Berlin-Tegel, Spandauer Str. 3.
- Trauboth, Walter, Direktor, Berlin-Friedenau, Südwestkorso 69.
- Tromsdorff, Oberbibliothekar der Technischen 1410 Hochschule, Hannover.
- Urlaub, Fr., Direktor, Kiel, Moltkestr. 29.
- Urlaub, Paul, Ingenieur u. Fabrikbesitzer, Berlin NW 87, Hansa-Ufer 3.
- Usener, Hans, Dr. phil., Fabrikant, Kiel, Niemannsweg 107.
- Vaas, Wilhelm, Dr. rer. pol., Direktor der Kjellberg Elektroden u. Maschinen G. m. b. H., Berlin SW 68, Alte Jacobstr. 9.
- Vassel, Walter, Obergeringenieur bei A. Borsig, Berlin-Tegel, Hauptstr. 32. 1415

- Vehling, H., Hüttendirektor, Vorstands-Mitglied der Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Aachen-Rothe Erde.
- Vetter, Ernst, Dr., Verlagsbuchhändler, Zehendorf, Scharfestr. 5.
- Viereck, K., Marine-Oberstabsingenieur a. D., Lütjensee, Holstein.
- Voerste, Otto, Direktor d. Siemens-Schuckertwerke, Hamburg, Semperhaus, Spitalerstraße 10.
- 1420 Vögler, Albert, Dr.-Ing., Generaldirektor, Dortmund, Deutsch-Luxemb. Berg- u. Hütten-A.-G.
- Vollbett, O. D., Betriebchef des Reparaturbetriebes der Vulcan-Werke, Altona a. d. Elbe-Palmaille 108.
- Wagenführ, H., Oberingenieur der Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Bremen, Am Wall 77/78.
- Wallwitz, Franz, Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Groß-Flottbek, Geibelstr. 4.
- Warnholtz, Max, Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Agnesstr. 42.
- 1425 Weber, Ed., Kaufmann, Hamburg, Raboisen 5.
- Wedemeyer, Dr.-Ing., Hüttendirektor, Sterkrade, Rhld., Hüttenstr. 16.
- Wegener, Erich, Dipl. Ing., Charlottenburg, Charlottenburger Ufer 6.
- Wehrlin, Harry, Oberingenieur, Berlin-Groß-Lichterfelde, Mittelstr. 6.
- Weickmann, Albert, Patentanwalt und Ingenieur, München-Bogenhausen, Steinbacher Straße 2 II.
- 1430 Weidemann, Alex, Kaufm. Direktor der Schinag. Schiffs-Inst. A.-G., Bremen, Domschhof 26/30.
- Weise, Max, Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Kirchheim-Teck, Württemberg.
- Weiss, Julius, Dipl.-Ing., Direktor, Köln a. Rh., Apostelnkloster 21-25.
- Weißhuhn, Friedr., Kaufmann, Kiel, Bismarckallee 32.
- Welin, Axel, Ingenieur, The Welin Davit & Engineering Co., London E. C. 3, Hopetown House, Lloyds Avenue, Deutsche Welin-Gesellschaft m. b. H., Hamburg 36, Stadthausbrücke 13.
- 1435 Weller, Bruno, Kaufmann, Potsdam, Jaarmunderstr. 1/2.
- Welter, Otto, Regierungsrat, Waldkirch i. Breisgau, Baden.
- Wempe, Friedrich, Oberingenieur, Cassel-Wilhelmshöhe, Kunoldstr. 49.
- Wendemuth, Dr.-Ing., Oberbaudirektor, Mitglied der Wasserbau-Direktion, Hamburg 14, Dalmannstr. 1.
- Wendler, H., Maschinenbau-Dipl.-Ing., Wandsbek, Waldstr. 15.
- 1440 Wenske, Wilhelm, Direktor, Zwickau, Sa., Schulgrabenweg 4.
- Werner, Siegfried, Dr.-Ing., Gießereibesitzer, Düsseldorf, Lindemannstr. 18.
- Werner, Rich., Dr., Direktor der Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Siemensstadt.
- Werners, Paul, Dipl.-Ing., Direktor von H. Büsing, Braunschweig, Elmstr. 40.
- Wiecke, A., Dr., Generaldirektor der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G., Charlottenburg, Knesebeckstr. 59/60.
- 1445 Wieland, Philipp, Dr.-Ing., Geheimer Kommerzienrat, Ulm a. D., Neutorstr. 7.
- Wieland, Philipp J. H., Dr.-Ing., Vorstandsmitglied der Wieland-Werke A.-G., Ulm a. d. Donau, Postfach 8.
- Wiemann, Fritz, Mitinhaber der Firma Gebr. Wienann, Brandenburg a. H.
- Wierz, Dr., Privatdozent, Direktor der David Grove Akt.-Ges., Berlin W 57, Bülowstraße 90.
- Wildenhahn, Max, Direktor, Werkstätten Bernard Stadler A.-G., Paderborn, Reumontstraße 50.
- Wilhelmi, J., Ingenieur, Blankenese, Neuer Weg 17. 1450
- Wiligut, Imre, Ingenieur, Charlottenburg, Kaiserdamm 114.
- Wilken, Heinr., Kaufmann, Hamburg, Isestraße 28.
- Winkler, Gustav, Floßbootwerke Möwe, Berlin, Köpenicker Str. 32a.
- Winkler, Gustav, Großindustrieller, Berlin C 19, Wallstr. 13.
- Winter-Gürther, Berthold, Dr.-Ing., Geh. Baurat, Direktor, Nürnberg, Siemens-Schuckertwerke, Landgrabenstraße 100. 1455
- Wirtz, Adolf, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Direktor der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A.-G., Direktor d. Friedrich-Wilhelms-Hütte, Mülheim (Ruhr), Aktienstraße 15.
- Wiß, Ernst, Dr.-Ing., Direktor der ehem. Fabrik Griesheim-Elektron, Griesheim a. M., Feldstraße 2.
- Wittenburg, H. F., Direktor der Rohrbogenwerke, G. m. b. H., Hamburg 23, Hagenau 73.
- Wittmann, Rudolf, Ingenieur u. Geschäftsinhaber d. Gußstahlwerke Wittmann A.-G., Haspe i. W.
- Woermann, Paul, i. Fa. Woermann, Brock & Co., Hamburg, Gr. Reichenstr. 27. 1460
- Wolf, Georg, Ingenieur, Generaldirektor der C. Lorenz A.-G., Berlin-Lichterfelde, Boothstraße 20.
- Wolfenstetter, Dipl.-Ing., Maschinenbau-Oberingenieur u. stillvertr. Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Schwachhauser Heerstr. 194.
- Wriedt, Hans, Fabrikbesitzer, Kiel, Düsternbrook 36/37.
- Würth, Albert, Dr.-Ing., Generaldirektor der Gebr. Körting A.-G., Körtingsdorf bei Hannover.
- Zapf, Georg, Gen.-Dir., Dr., Köln-Mülheim. 1465
- Zapp, Adolf, Ingenieur, i. Fa. Robert Zapp, Haus Schlatt b. Düsseldorf-Rath.
- Zeller, Oscar, Dr. jur., Dr.-Ing., Patentanwalt, Hamburg 5, Große Allee 29.
- Ziegler, E. T., Ingenieur, Sterkrade (Rhld.), Steinbrink 108.
- Zimmer, Aug., Schiffsmakler und Reeder, Fa. Knöhr & Burchardt Nfl., Hamburg 11, Neptunhaus.
- Zimmermann, Oberingenieur i. R., Berlin-Charlottenburg, Eosanderstr. 7 I. 1470
- Zschucke, O., Dr. jur., Professor, Geschäftsführendes Präsidialmitglied d. Reichsverbandes der deutschen Privatschiffahrt, Berlin C 2, Burgstraße 29.
- Zürn, W., Berlin W 30, Frankenstr. 9.

6. Verstorbene Ehrenmitglieder:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT  
FRIEDRICH, GROSSHERZOG VON BADEN  
(seit 1907) † 1907.

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

Geo Plate, Präsident des Norddeutschen Lloyd  
(seit 1911) † 1914.

Albert Ballin, Dr.-Ing., Vorsitzender des Direktoriums der Hamburg-Amerika-Linie  
(seit 1911) † 1918.

Georg Claussen, Dr.-Ing., Kgl. Baurat, Direktor von Joh. C. Tecklenborg A.-G., Geestemünde  
(seit 1919) † 1919.

Carl Busley, Dr.-Ing. ehr., Geheimer Regierungsrat, Professor  
(seit 1920) † 1928.

7. Verstorbene Inhaber der Goldenen Denkmünze:

Rudolf Veith, Dr.-Ing., Wirklicher Geheimer Ober-Baurat  
(seit 1915) † 1917.

Carl Busley, Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat, Professor, Berlin  
(seit 1913) † 1928.

8. Verstorbener Inhaber der Silbernen Denkmünze:

Ludwig Gumbel, Dr.-Ing., Professor an der Techn. Hochschule in Berlin  
(seit 1914) † 1923.

Abgeschlossen am 1. Dezember 1928.

***Die Gesellschaftsmitglieder werden im eigenen Interesse ersucht, jede  
Anschriftenänderung sofort auf besonderer Karte der Geschäftsstelle  
anzuzeigen.***

## II. Bericht über das 30. Geschäftsjahr 1928.

### A. Veränderungen in der Mitgliederliste.

Die schlechte wirtschaftliche Lage zwang wiederum manche unserer Mitglieder zum Austritt. Gestorben sind 22 Mitglieder, eingetreten 31. Unser Mitgliederbestand belief sich am Jahresende auf 1472. Es sind eingetreten:

#### a) als Fachmitglieder:

1. Dauwe, Robert, Ingenieur u. Schiffbaumeister, Hoboken-Antwerpen.
2. Barberis, Oberstingenieur bei der Italienischen Botschaft, Berlin.
3. Haderl, Wilhelm, Dipl.-Ing., Berlin.
4. Krasmann, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg.
5. Rabbeno, Oberstingenieur bei der Italienischen Botschaft, Berlin.
6. Stemmer, Henry, Dipl.-Ing., Berlin.
7. Vedeler, Georg, Dipl.-Ing., Bergen.

#### b) als Mitglieder:

8. Dahlmann, Wilhelm, Dr. phil. Dipl.-Ing., Studien- u. Baurat, Rahlstedt bei Hamburg.
9. Dietrich, Ottokar, Dipl.-Ing., Ober-Ing., Hamburg.
10. Dotterweich, Georg, Direktor, Mannheim.
11. Eltze, Hans, Generaldirektor, Düsseldorf.
12. Heinrichs, Werner, Dipl.-Ing., Berlin.
13. vom Hofe, Max, Direktor, Berlin.
14. Horter, C. W., Direktor der N. V. Carp & Horter's Handel-Maatschappij. Rotterdam.
15. Jaeger, Paul, Dozent für Anstreichtechnik d. Techn. Hochschule, Stuttgart.
16. Jakopp, Heinz, Ingenieur, Hamburg.
17. Krafft, Eugen, Ingenieur, Bremen.
18. Lienau, Hermann, Kapitänleutnant a. D., Lübeck.
19. Maas, Rudolf, Dr., Dipl.-Ing., Hamburg.
20. Meyer, Hermann, Ingenieur, Berlin.
21. Mitzlaff, Georg, Marinebaurat, Mannheim.
22. Monico, U., Fregattenkapitän, Marine-Attaché bei der Italienischen Botschaft, Berlin.
23. Rasenack, Walter, Marinebaurat, Berlin.
24. Rüger, Fritz, Dr., Hamburg.

25. Rüßmann, P., Direktor, Düsseldorf.
26. Springorum, Ernst, Fabrikdirektor, Elberfeld.
27. Stadelhofer, Josef, Direktor, Berlin.
28. Stegmeyer, Hermann, Ingenieur, Berlin.
29. Wieland, Philipp, J. H., Dr.-Ing., Vorstandsmitglied der Wieland-Werke A.-G., Ulm a. Donau.
30. Winkler, Gustav, Floßbootwerke „Möwe“, Berlin.
31. Winkler, Gustav, Großindustrieller, Berlin.

Es starben:

1. Auerbach, Erich, Direktor, Hahnenklee.
2. Busley, Carl, Geheimer Regierungsrat, Professor Dr.-Ing. e. h. Berlin.
3. Deutsch, Felix, Dr.-Ing., ehr., Kommerzienrat, Generaldirektor der AEG Berlin.
4. v. Dojmi, Carl, Major a. D., Hamburg.
5. Eggers, Julius, Dr.-Ing., ehr., Hamburg.
6. Heise, Wilh., Oberingenieur, Kobe.
7. Krey, Hans, Dr.-Ing., Regierungs- und Oberbaurat, Berlin.
8. Linker, B. G., Zivilingenieur, Hamburg.
9. Mühlberg, Albert jun., Oberingenieur, Oberriexingen a. d. Enz.
10. Müller, Carl, Direktor, Berlin.
11. Nagel, Joh. Theod., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg.
12. Preuß, A. F. W., Schiffbaudirektor, Stettin.
13. Rinne, Hermann, Direktor der Mannesmannrohrenwerke, Bonn.
14. Rodiek, Otto, Zivilingenieur, Kiel.
15. Rolle, M., Architekt, Berlin.
16. Schadt, Walter, Bankdirektor, Berlin.
17. Schwanhäuser, Wm., Direktor, New-York.
18. Schwerdtfeger, Wulff, Schiffbaudirektor, Danzig.
19. Sorge, Kurt, Generaldirektor, Magdeburg.
20. Topp, Carl, Kgl. Baurat, Stralsund.
21. Zelle, Otto, Werftdirektor, Lübeck.
22. Zetzmann, Ernst, Ingenieur, Wandsbek.

## B. Wirtschaftliche Lage.

Die wirtschaftliche Lage hat sich gegenüber dem Vorjahre leider nicht gebessert, da die Kosten langsam weiter gestiegen, die Einnahmen aber fast unverändert geblieben sind.

Im Jahre 1928 ist die Aufwertung der Staatspapiere beendet worden; die seit 1922 gemeinschaftlich verwalteten Vermögensteile der Schiffbautechnischen Gesellschaft, der Veith-Stiftung und der Berghoff-Stiftung wurden jetzt wieder getrennt; vom Geschäftsjahr 1928 ab werden getrennte Vermögensübersichten über das Gesellschafts- und die Stiftungsvermögen veröffentlicht werden.

Die Aufwertung hat folgendes Ergebnis gehabt:

- a) Schiffbautechnische Gesellschaft:  
7625 Mk. Anleihe-Ablösungsschuld mit Auslosungsrechten,  
825 Mk. dito ohne Auslosungsrechte.
- b) Veith-Stiftung:  
7500 Mk. Anleihe-Ablösungsschuld mit Auslosungsrechten.
- c) Berghoff-Stiftung:  
1250 Mk. Anleihe-Ablösungsschuld mit Auslosungsrechten.

Einnahmen.		1927.	Ausgaben.	
1. Kassenbestand am 1. Januar 1927 . . . . .	160,99		1. Jahrbücher und Versand	20 773,25
2. Bankguthaben am 1. Januar 1927 . . . . .	24 715,—		2. Gehälter . . . . .	2 720,—
3. Postscheckguthaben am 1. Januar 1927 . . . . .	852,95		3. Kanzleibedarf . . . . .	4 323,26
4. Beiträge . . . . .	29 766,69		4. Post . . . . .	1 539,44
5. Eintrittsgelder . . . . .	365,—		5. Bücherei . . . . .	106,75
6. Zuschuß von der Marine	2 000,—		6. Drucksachen . . . . .	1 320,10
7. Jahrbuch-Ertrag . . . . .	1 008,40		7. Spenden und Beiträge .	840,—
8. Einnahmen für den Einband . . . . .	44,—		8. Verschiedene Ausgaben .	7 388,24
9. Zinsen aus Wertpapieren und Bankguthaben . . . . .	893,20		9. Hauptversammlung . .	2 777,95
10. Zahlung von J. Springer für Werft, Reederei und Hafen . . . . .	4 000,—		10. Sprechabend . . . . .	225,—
11. Verschiedene Einnahmen	6 643,55		11. Bankbestand am 31. Dezember 1927 . . .	22 537,—
			12. Kassenbestand am 31. Dezember 1927 . . .	227,69
			13. Postscheckbestand am 31. Dezember 1927 . . .	5 671,10
		Mk. 70 449,78		Mk. 70 449,78

Berlin, den 31. Dezember 1927.

Geprüft und richtig befunden

Berlin, den 20. Januar 1928

gez. Carl Schulthes

gez. P. Krainer.

### C. Tätigkeit der Gesellschaft.

#### a) Fachausschuß.

Die 16. Sitzung des Fachausschusses fand am 5. Juni 1928 in Hamburg statt und war mit der 4. Besprechung mit den Forschern auf dem Gebiete der Schiffsfestigkeit verbunden. Anwesend waren die Herren: Dr. Bauer, Dr. Presze, Dr. Föttinger, Laas, Lineau, Lorenz, Dr. Scholz, Süchting, Dr. Mohr, Ackermann; Burkhardt, Dr. Dahlmann, Dr. Kempf, Dr. Siemann, Dr. Wrobbel.

Der Fachausschuß verhandelte zunächst über die Auswahl der Vorträge für die Hauptversammlung im November 1928 und legte sodann das Programm für den am gleichen Tage stattfindenden Sprechabend fest; vgl. weiter unten.

Von den Forschern auf dem Gebiete der Schiffsfestigkeit wurde folgendes über den Fortgang ihrer Arbeiten berichtet.

Herr Professor Lienau entwickelte zunächst ein Gesamtprogramm der Festigkeitsversuche und theoretischen Arbeiten:

I. Laboratoriumsversuche:

- A) an Platten: Zug, Druck, Schub, Knickung, Biegung (Wasserdruck);
- B) an Kastenträgern (geschlossene und offene) und Profilträgern (auch Einzelverbände): Biegung, Knickung, Drehung; auch bei Wasserdruck.

II. Laboratoriumsversuche am schwimmenden Großmodell (40 m lang):

- A) Biegung, Drehung, örtliche Belastung, Wasserdruck;
- B) Untersuchung der Einzelverbände im Schiffsverbände.

III. Bordmessungen am Schiffskörper: Dehnungen, Spannungen, Durchbiegungen, Verdrehungen (A und C), Schwingungen, Wellenmessung, dynamisches Verhalten des Schiffes (nur B):

- A) am Schiff im Hafen durch Ladungsänderung (Flußschiff und Seeschiff);
- B) am Schiff in See durch Wellenbewegung;
- C) beim Stapellauf und während des Baues.

IV. Apparatebau für

- A) Dehnungsmessung, mechanisch, elektrisch, akustisch;
- B) Durchbiegungs- und Verdrehungsmessung, optisch;
- C) Messung der Schiffsbewegungen und der Wellen, mechanisch und elektrisch;
- D) Schwingungsmessung, Schwingungswagen, Pallograph.

V. Materialversuche in Laboratorien mit Baustählen:

- A) elastisches und plastisches Verhalten, unbearbeitet und bearbeitet;
- B) Ermüdung und Alterung, Corrosion;
- C) Verbindungen, Nietung, Schweißung.

Sodann führte er folgendes aus:

Nachdem die Versuche an dem 6 m langen Modell auf der Zugseite beendet waren, sind im letzten halben Jahr auf der Druckseite eingehende Versuche mit Dehnungsmessungen vorgenommen worden, wobei sich zeigte, daß schon bei sehr geringen Druckmessungen ein Ausknicken stattfindet. Es wurde eine gute Übereinstimmung der entstehenden Wellenbildung mit der Theorie erzielt und zugleich festgestellt, daß die Druckspannungen von den entstehenden Knickspannungen etwa so überlagert werden, wie die Theorie angenommen hat. Der Verlauf der elastischen Durchbiegungen und der entstehenden Spannungen wurde an einigen Diagrammen gezeigt. Die Versuche werden zur Zeit noch fortgesetzt, es ist zu erwarten, daß durch die Versuche eine wertvolle Klärung der Spannungsverhältnisse auf der Knickseite möglich wird.



Diese Versuche haben erneut gezeigt, daß nur ein systematisches Durchmessen ganzer Versuchskörper zu einwandfreien Erkenntnissen über die Spannungsverteilung führen kann und daß erst dann Versuche am großen Schiff wertvolle Ergebnisse bezüglich Spannungsverteilung zeitigen können, wenn die allgemeinen Grundlagen durch Vorversuche ermittelt sind. Das hindert jedoch nicht, zwecks Vervollkommnung der Meßgeräte die Bordversuche weiter durchzuführen.

Herr Dr. Siemann berichtet über die Ergebnisse der Meßreise 1927 mit dem N.D.L. Frachtdampfer „Göttingen“.

Das Ziel der Meßreise war die in einem Schaubild vereinigte Aufzeichnung von Wellenprofil-, Schiffsbeschleunigungs- und Materialdehnungskurve gewesen.

Er schildert zunächst das Prinzip der Ferndehnungsmessung mit den von ihm konstruierten Apparaten und deren letzte Entwicklung; alsdann berichtet er über die Methode der gleichzeitigen Bestimmung der Schiffsbewegung und endlich über die Methode der Wellenprofilmessung und belegt die Möglichkeit der Messung durch die während der Reise erzielten Aufnahmen, die im gleichen Bilde drei Spannungskurven, vier Schiffsbeschleunigungskurven und zwei Wellenprofilkurven aufweisen.

Ferner weist er darauf hin, daß allein schon die Aufnahme der Wellenprofile so wertvolle Ergebnisse zu liefern verspricht, daß die baldige Wiederholung der Messungen an Bord möglichst großer Schiffe dringend wünschenswert erscheint.

Endlich bittet er wegen Mangel an Zeit die Fortführung der aussichtsvollen Messungen am fahrenden Schiff jüngeren Herren zu übertragen, denen er seine Erfahrungen gern zugänglich machen wolle.

Auf Wunsch des Fachausschusses erklärt sich Herr Dr. Siemann bereit, auf der Hauptversammlung 1928 eingehend über die Ergebnisse der Meßreise zu berichten.

Dr. Dahlmann: Zu der durch die Ausführungen des Herrn Prof. Lienau erneut in den Vordergrund getretenen Frage, ob Modellversuche oder Versuche am naturgroßen Schiff zweckmäßig sind, werde ich in einem demnächst in „Werft, Reederei, Hafen“ erscheinenden Aufsatz Stellung nehmen. Dieser Aufsatz wird auch die Ergebnisse meiner vorjährigen Meßfahrt mit dem Erzdampfer „Frigga“ sowie die Auswertung der Meßdaten bringen.

Die Mittel zu einer diesjährigen geplanten umfangreichen Meßfahrt sind von der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft leider nicht bewilligt worden.

Zur Zeit arbeite ich gemeinsam mit der Firma Zeiss-Jena an einem Meßgerät, welches die Durchbiegungen und Verdrehungen des Schiffskörpers im Diagramm aufzeichnen soll.

Um die Festigkeitsforschungen rationell und systematisch auszubauen, schlage ich vor, ein Forschungsinstitut für Festigkeitsmessungen am Schiff einzurichten, in welchem die Meßtechnik zu entwickeln und die Meßfahrten zu organisieren und durchzuführen wären.

Ober-Marinebaurat Burckhardt: Die Versuche der Marine auf dem Gebiete der Festigkeit haben in letzter Zeit im wesentlichen die elektrische Schweißung von Schiffsverbänden behandelt. Hierüber ist von Oberbaurat

Lottmann auf der letzten Hauptversammlung so eingehend berichtet worden, daß nichts wesentlich Neues dazu zu sagen ist.

Von besonderem Interesse ist es, daß im Laufe der Versuche auch bisher noch nicht allgemein bekannte Eigenschaften der bisherigen Nietverbindungen gefunden worden sind. Wie aus dem Vortrage von Oberbaurat Lottmann bekannt ist, brachen Proben mit Längsschweißungen bereits bei Beanspruchungen, die nur wenig über der Fließgrenze des Materials lagen. Es zeigte sich, daß sich Proben mit längsgenieteten Nähten fast ebenso verhielten. Bisher sind Außenhaut- und Decksnähte noch nie als eine Schwächung des Längsverbandes angesehen worden. Wieweit dieses Ergebnis etwa durch die geringe Breite der Proben (350 mm) beeinflußt worden ist, soll demnächst an etwa 1500 mm breiten Proben auf der 3000-t-Maschine des Materialprüfungsamtes nachgeprüft werden.

Solche Erscheinungen weisen aber aufs neue darauf hin, wie wichtig die vom Professor Lienau vorgeschlagenen Modellversuche sind. Erst wenn die elementaren Zusammenhänge erschöpfend geprüft worden sind, werden die Beobachtungen am naturgroßen Schiff an Wert gewinnen können. Die Modellversuche bieten außerdem den Vorteil, daß sie bis zur Zerstörung durchgeführt werden können, was unbedingt notwendig ist.

Über die Vorarbeiten für den großen Versuchstank wird folgendes berichtet:

Professor Lienau: Bezüglich des von mir in Aussicht gestellten Berichtes über das Hamburger Projekt einer vergrößerten Versuchsanlage bin ich zu dem Ergebnis gekommen, daß es zweckmäßig ist, zunächst noch weitere Kleinversuche anzustellen, um Erfahrungen für Versuche im großen zu machen. Bei den für ein vergrößertes Institut in Hamburg aufzubringenden hohen Geldbeträgen erscheint es zweckmäßig, die Frage dieses Baues zurückzustellen, bis genügend Erfahrungen gesammelt sind.

Ich empfehle ferner, für Versuche an Schiffsbaumaterialien zwecks Feststellung der Materialeigenschaften durch Dauerbeanspruchung auch andere Institute für diese Frage zu interessieren und für Versuchsarbeiten heranzuziehen. Das von mir bereits im vergangenen Jahr aufgestellte Versuchsprogramm nebst Arbeitseinteilung halte ich im wesentlichen auch heute noch für zweckmäßig.

Dr. Kempf: Die Anregungen von Herrn Prof. Lienau wurden in unser Projekt des großen Festigkeitspontons hineingearbeitet, und es wurde vorgesehen, dieses Ponton durch Pressen von je 75 t Druck an den Enden und beliebigen Stellen belasten zu können. Für dieses Projekt wurde dann von Dyckerhoff und Widmann ein Kostenanschlag eingeholt, welcher für die Baulichkeiten insgesamt eine Summe von Mk. 120 000 ergab. Hierbei ist das Festigkeitsponton selbst nicht einbegriffen. Bei einer von Herrn Prof. Lienau vorgeschlagenen Verkleinerung des Pontons auf die Hälfte seiner Länge würden die Kosten der Baulichkeiten entsprechend geringer werden. Bisher liegen Mittel für die Ausführung des Planes noch nicht vor.

Professor Lienau: Bei der bisherigen Modellgröße von 6,00 · 1,15 · 0,40 m war es unmöglich, Innenmessungen zu machen. Wir wollen später Modelle von 2 m Innenhöhe bauen, wenn dann die Ergebnisse der Innenmessungen vorliegen,

kann entschieden werden, in welcher Länge der naturgroße Versuchskörper gebaut werden muß.

Es wird angeregt, die Versuche durch die Berliner Hochschule durchführen zu lassen, da dort unter den Studenten billige Arbeitskräfte für die Messungen zur Verfügung stehen. Das Kultusministerium und die Marine sollen später gebeten werden, die erforderlichen Mittel zur Verfügung zu stellen.

Die 17. Sitzung des Fachausschusses fand in Verbindung mit der 5. Besprechung mit den Forschern auf dem Gebiete der Schiffsfestigkeit am 23. November 1928 in Berlin statt. Anwesend waren die Herren: Dr. Presze, Dr. Föttinger, Laas, Lienau, Lorenz, Dr. Schnadel, Dr. Mohr, Ackermann; Dr. Dahlmann, Dr. Bernhardt, Dr. Kempf, Dr. Schilling, Dr. Sie-mann, Dr. Wrobbel, Burkhardt, Dr. Horn.

In Vertretung des erkrankten Vorsitzenden leitete Herr Dr. Presze die Sitzung. Herr Prof. Lienau gab weitere Erläuterungen zu dem der vorigen Sitzung vorgelegten Gesamtprogramm und schlug vor, die einzelnen Arbeiten auf die verschiedenen Forschungsstellen zu verteilen. Die Versuche zu I A und I B müßten in Danzig, später eventuell auch in Berlin fortgesetzt und beendet werden. Herr Prof. Schnadel schlägt vor, zur Ersparnis von Kosten zunächst keine Versuche zu II A und B im Laboratorium zu machen, sondern diese Versuche an einem hochbeanspruchten Torpedoboot durchzuführen, wie es die Engländer mit dem Torpedoboot „Wolf“ getan hätten. Herr Dr. Presze will versuchen, bei der Marine durchzusetzen, daß ein Boot für diese Versuche zur Verfügung gestellt wird.

Nach eingehender Aussprache werden die weiteren Forschungsarbeiten folgendermaßen verteilt:

Versuche zu III A: Dr. Schnadel.

Versuche zu III B: Zunächst zurückstellen, bis Vorversuche zu IV abgeschlossen.

Versuche zu III C: Burkhardt.

Vorversuche zu IV A und IV B, d. h. Erprobung aller Apparatetypen im Laboratorium zur Ermittlung der geeignetesten Apparate für Bordmessungen:

Dr. Dahlmann.

Versuche zu IV C: Zunächst zurückstellen.

Versuche zu IV D: Dr. Horn.

Versuche zu V A: Die gleiche Stelle, welche die Versuche zu I A und I B durchführt.

Versuche zu V B und V C: Burkhardt, in Verbindung mit Dr. E. H. Schulz (Forschungsinstitut der vereinigten Stahlwerke) und Dr. Strehlow-Hamburg.

Die erforderlichen Versuchskosten sollen bei der Marine und der Notgemeinschaft beantragt werden.

#### b) Sprechabend.

Im Anschluß an die Sitzung des Fachausschusses fand der 4. Sprechabend der Schiffbautechnischen Gesellschaft statt, der durch eine Ansprache des neu gewählten Vorsitzenden Professor Walter Laas eingeleitet wurde. Folgende Herren hielten Vorträge:

1. Herr Ministerialrat Schlichting: „Die Grundlagen des Schiffswiderstandes und einige seiner wichtigen Probleme“;
2. Herr Professor Horn: „Gewisse Fehlerquellen bei Schiffsmodellversuchen“;
3. Herr Professor Dr. Erbach: „Widerstand und Vortrieb des leicht beladenen Schiffes“;
4. Herr Dr.-Ing. G. Kempf: „Schiffsform und Maschinenleistung“;
5. Herr Dr.-Ing. Probst: „Forschungsergebnisse des Auslandes“.

Eingehende Referate über diese Vorträge sind in der Zeitschrift „Werft — Reederei — Hafen“, Heft 15 und 16 des Jahrganges 1928 veröffentlicht.

### c) Weltkraftkonferenz.

Für den Weltingenieurkongreß und die Teilkonferenz der Weltkraftkonferenz in Tokio Oktober 1929 ist das Programm festgelegt; es umfaßt unter anderen folgende Fragen:

- A. Nationale und internationale Entwicklung der Kraftquellen.
- B. Rationale Vereinheitlichung und wirtschaftliche Verwaltung elektrischer Krafterzeugung.
- C. Die Zukunft der Energieverwendung im Transportwesen.
  - a) Eisenbahnlokomotiven,
  - b) Kraftfahrzeuge im allgemeinen,
  - c) Flugzeuge,
  - d) Schiffsantrieb, Dampf, Diesel, elektrischer Antrieb,
  - e) Drahtseilbahnen,
  - f) Hochbahnen.
- D. Verbesserung des Wirkungsgrades bei der Krafterzeugung.
- E. Verteilung von Brennstoff und Energie.
- F. Rauchbelästigung in Städten.

Umfangreiche Besichtigungen von Industrieanlagen und eine 14tägige Rundreise durch Japan sind vorgesehen. Eine große Anzahl deutscher Teilnehmer sind bereits angemeldet.

Ebenso liegt das Programm für die zweite Weltkraftkonferenz in Berlin, 16.—25. Juni 1930 fest; es lautet im Auszuge:

- A. Energiequellen.
    - I. Feste Brennstoffe,
    - II. Flüssige Brennstoffe,
    - III. Gasförmige Brennstoffe,
    - IV. Wasserkräfte,
    - V. Ausnutzung der Erd- und Sonnenwärme, Windkräfte usw.
  - B. Energieerzeugung, Energietransport und Energiespeicherung.
    - I. Dampfkraftanlagen und Brennstoffe.  
Transport und Lagerung von Kohlenstaub; Erzeugung von Hochdruckdampf mit mehr als 30 at; Quecksilberdampfturbinen und Zweistoffturbinen.
    - V. Mechanische Energieleitung unter besonderer Berücksichtigung der Getriebe.
  - C. Verkehrswesen, Energieverwendung im Schiffsbetrieb.
  - D. Allgemeines:
    - Vertrieb von Energie, Energiewirtschaft und Recht, Ausbildungsfragen, Gemeinschaftsarbeit.
- Die Vorarbeiten für die Konferenzen in Tokio und Berlin werden vom Deutschen Nationalen Komitee der Weltwirtschaftskonferenz Berlin NW 7, Ingenieurhaus, bearbeitet.

### d) Deutscher Verband technisch wissenschaftlicher Vereine.

Auch in diesem Jahr stand die Tätigkeit des Deutschen Verbandes vornehmlich im Zeichen der Arbeit seiner Ausschüsse.

Das Deutsche Nationale Komitee der Weltkraftkonferenz hatte die Teilnahme an der in diesem Jahre stattfindenden Teilkonferenz in London vorzubereiten. An der Tagung, die ausschließlich Brennstofffragen gewidmet war, nahmen etwa 1200 Herren teil, darunter 70 aus Deutschland, unter Führung des Vorsitzenden des Deutschen Nationalen Komitees, Herrn Generaldirektor Dr. Köttgen. Von den rund 170 Berichten, die der Versammlung vorgelegt wurden, stammten 17 aus Deutschland.

Von den Illustrierten Technischen Wörterbüchern konnte in diesem Jahre der Fachband „Elektrotechnik und Elektrochemie“ in neuer, wesentlich größerer Auflage herausgegeben werden.

Der Ausschuß für Technisches Schrifttum, der erst seit einem Jahr besteht, verabschiedete kurz nach seiner Gründung ein Merkblatt für technisch-wissenschaftliche Veröffentlichungen, dessen erste Auflage von 10000 Stück bereits vergriffen ist. Zur Zeit werden Richtlinien für Vorträge technischen Inhalts sowie Richtlinien für die Ausgestaltung von Vortragsräumen ausgearbeitet. Der Ausschuß hat ferner eine Umfrage über die Errichtung eines technisch-wissenschaftlichen Quellennachweises veranstaltet, die zur Zeit noch nicht abgeschlossen ist.

Der Deutsche Ausschuß für das Schiedsgerichtswesen wählte an Stelle des ausgeschiedenen Vorsitzenden, Herrn Baurat Dr.-Ing. G. de Grahl, Herrn Reg.-Baumeister Eiselen zum Vorsitzenden.

Zur Zeit sind Beratungen im Gange, die zuletzt im Jahre 1925 neu herausgegebene Schiedsgerichtsordnung in einigen Punkten zu ergänzen bzw. abzuändern (z. B. in der Frage des Kostenvorschusses, des Einflusses von Konkursen usw.).

Der ebenfalls erst vor Jahresfrist ins Leben gerufene Auslandsdienst hat Richtlinien für die Teilnahme an internationalen technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen im Druck herausgegeben sowie eine Übersicht über Umfang und Inhalt derartiger internationaler technisch-wissenschaftlicher Veranstaltungen nach dem Stande vom 1. Februar 1928.

Die dem Verband angeschlossene Siemens-Ring-Stiftung verlieh am 13. Dezember 1927 Se. Exzellenz Osk. v. Miller den Siemensring. An neuen Ehrungen wurde beschlossen, in München einen Platz nach v. Hefner-Alteneck zu benennen, die Franzius-Plakette in Zukunft nicht nur in Hannover und Berlin, sondern an allen Technischen Hochschulen zu verleihen, sowie zur Erinnerung an Werner v. Siemens hervorragenden Absolventen der Elektrotechnik an allen deutschen technischen Hochschulen ein eigens für diesen Zweck hergestelltes Bild von Werner v. Siemens zu überreichen. Ferner soll eine Druckschrift über den Ehrensaal des Deutschen Museums angefertigt und an Volks- und Mittelschulen des Deutschen Reiches kostenlos verteilt werden. Eine Druckschrift über Aufgaben und Arbeiten der Siemens-Ring-Stiftung befindet sich in Vorbereitung.

Die Nachfrage nach Lehrmitteln bei der dem Verband ebenfalls angeschlossenen Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale hat auch im vergangenen Jahre bedeutend zugenommen. Käuflich und leihweise wurden zusammen rund 48000 Diapositive abgegeben gegen 34500 im Vorjahre. Ungefähr 2400 Diapositive wurden in der Geschäftsstelle neu angefertigt. Mehrere neue Lehrmittelfilme wurden hergestellt, bzw. nach sorgfältiger Prüfung zum Vertrieb übernommen.

### e) Deutscher Dampfkesselausschuß.

Die Werkstoff- und Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel sind von der Mitgliederversammlung am 25. Oktober 1927 in der vom Unterausschuß für Schiffsdampfkessel beschlossenen Fassung gutgeheißen und auch durch den Reichsrat gebilligt worden. Sie traten mit dem Tage ihrer Verkündung im Deutschen Reichsanzeiger, Nr. 35, am 10. Februar 1928, in Kraft mit der Maßgabe, daß sie

1. vom Tage der Verkündung ab angewendet werden dürfen,
2. vom 1. Januar 1929 ab angewendet werden müssen,
3. bei Neugenehmigung obiger Kessel nach § 24 der R.G.O. oder bei erneuter Genehmigung solcher Kessel nach § 25 R.G.O. die bis zur Verkündung dieser Vorschriften geltenden Material- und Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel angewendet werden dürfen.

Schwierigkeiten in der Handhabung der neuen Vorschriften sind bislang nicht aufgetreten, da für 1928 noch Übergangsvorschriften gelten.

### f) Deutscher Ausschuß für Technisches Schulwesen (DATSCH).

Der Deutsche Ausschuß für Technisches Schulwesen hat seine Arbeiten zur gemeinnützigen Förderung der technischen Ausbildung im Berichtsjahre 1928 fortgesetzt und teilweise wesentlich erweitert.

In den Fragen der Weiterentwicklung des technischen Schulwesens wurde durch Zusammengehen mit den einschlägigen Behörden, den betreffenden Schulgattungen und ihren Vertretern versucht, Fortschritte zu erzielen; insbesondere wurde die für die Wirtschaft bedeutungsvolle und schwierige Frage der Gewerbelehrausbildung in Ausschußsitzungen eingehend erörtert. Dies führte zu einer viel beachteten Eingabe betreffend Gewerbelehrausbildung an das Preußische Ministerium für Handel und Gewerbe und an den Preußischen Landtag. Das Problem ist noch nicht abgeschlossen.

Auch das Mittelschulwesen wurde zunächst intern, dann aber auch in der „Technischen Erziehung“ eingehender behandelt und soll im nächsten Jahre Gegenstand der Erörterungen auf der Tagung des Deutschen Ausschusses sein.

Eine größere Fachsitzung „Ausbildungswesen“ wurde in Essen im Juni 1928 in Verbindung mit dem Verein deutscher Ingenieure unter dem Vorsitz des Vorstandsmitgliedes des DATSCH, Herrn Regierungsbaumeister a. D. Direktor Blaum, abgehalten. Herr Professor Dr.-Ing. E. h. C. Matschoss sprach über das Thema „Der VdI und die Fortbildung der Ingenieure“. Weiter wurden Vorträge gehalten von Herrn Professor A. Kluge, Karlsruhe, über das Thema „Die Erziehung des Konstrukteurs“ und von Herrn Direktor Professor Dr.-Ing. Kraft, Berlin, über „Die Fortbildung der in der Praxis tätigen Konstrukteure“. Zu diesen Vorträgen fanden lebhaftes Aussprachen statt. Gleichzeitig wurden in einer Ausstellung die neueren Arbeiten des DATSCH, die auf die Vortragsthemen Bezug hatten, gezeigt.

Auf der „Internationalen Gießereifachausstellung“ in Paris im September 1927 wurden die einschlägigen fremdsprachlichen Lehrtafeln des Deutschen Ausschusses ausgestellt, worauf in Anerkennung der ausgezeichneten Arbeiten dem DATSCH die „Goldene Medaille“ verliehen wurde. Auch auf einer großen Anzahl anderer Ausstellungen wurden die Lehrmittel des Deutschen Ausschusses ausgelegt und damit zu ihrer Verbreitung beigetragen.

Die Ausarbeitung der vom DATSCH herausgegebenen Lehrgänge zur Ausbildung unseres technischen Nachwuchses wurde auch im Berichtsjahre weiter gefördert. So ist der Werkzeugmacherlehrgang durch Herausgabe des dritten Teils fertiggestellt und auch als Lehrgangsbuch erschienen. Die Reihe „Schweißtechnik“ wurde durch 4 Tafeln der Gruppe „Widerstandsschweißung“ und 8 Tafeln der Gruppe „Lichtbogenschweißung“ ergänzt. — Im Anschluß an die im vorigen Jahre stattgefundene „Werkstofftagung“ erfolgte die Bearbeitung und Fertigstellung der Lehrtafeln „Roheisenerzeugung“ und „Roheisenweiterverarbeitung“ wie auch der Tafeln über Metallographie und der Baustofftafeln und -Blätter. Vom Feinmechanikerlehrgang erschien der erste Teil. — Auf dem Gebiete des Bauwesens konnte der erste Teil des Maurer- und Zimmererlehrgangs herausgebracht werden, die beide sehr großen Anklang gefunden haben.

Zu der Ernährungsausstellung 1928 in Berlin, an der sich der DATSCH ebenfalls beteiligte, erschien die Broschüre „Der Mensch im Kreislauf des Stoffes“ mit 16 farbigen Tafeln von Dr. Walter Krüger. Der im Jahre 1920 aufgestellte Lehrplan für Lehrlinge des Metallgewerbes wurde neu bearbeitet herausgegeben, ebenso erschien ein Rechenbuch „Fachrechnen für Klassen des Metallgewerbes an Berufs-, Fach- und Werkschulen“.

Gemeinsam mit dem Reichsbund Deutscher Technik erfolgte die Veröffentlichung des Jugendkalenders „Technik voran!“ 1929, der in einem Umfang von 224 Seiten, mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen versehen, der technischen Jugend anregenden Unterhaltungsstoff zu einem geringen Preise bietet.

Die Zeitschrift „Technische Erziehung“, die vom Deutschen Ausschuß mit den im Arbeitsausschuß für Berufsausbildung zusammenwirkenden Spitzenkörperschaften der Wirtschaft herausgegeben wird, behandelt das gesamte technische Erziehungswesen und erscheint monatlich einmal unter der Schriftleitung von Dr.-Ing. Harm, dem Geschäftsführer des DATSCH.

### g) Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit (RKW).

Das RKW konnte auch im letzten Jahre seine Tätigkeit als Vermittlungs- und Unterstützungsstelle zur Förderung der Rationalisierung in Deutschland dank der Bewilligung weiterer Reichsmittel durch die gesetzgebenden Körperschaften fortsetzen und ausbauen. Für das Etatsjahr 1928/29 wurden 1,45 Millionen Reichsmark bewilligt. Davon haben Vorstand und Finanzausschuß 804004,43 RM. an die verschiedenen Körperschaften und Ausschüsse für die Zeit vom 1. IV. bis 30. IX. ausgeschüttet. Der Rest wird für die weiteren Arbeiten vom 1. X. bis 31. III. 1929 zugewiesen werden. Die Mittel werden durchweg für bestimmte und zeitlich begrenzte Aufgaben verwendet.

Über die Tätigkeit der besonders interessierenden Ausschüsse des RKW ist folgendes zu berichten:

#### I. Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF).

Die dem AWF gestellte Aufgabe:

Bearbeitung der Fragen der Rationalisierung auf dem Gebiet der Fertigung in allen Wirtschaftszweigen, insbesondere Erforschung der jeweils günstigsten Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren, Arbeitsweisen usw., Sammlung der darüber vorliegenden Erfahrungen und Verbreitung der gewonnenen Ergebnisse mit allen zu Gebote stehenden Mitteln ist mit Erfolg weitergeführt worden. Aus den verschiedenen Arbeitsgebieten des AWF werden zur Zeit folgende Aufgaben behandelt:

##### 1. Hilfswissenschaften der Technik.

###### aa) Graphisches Rechnen.

Die vom Ausschuß für graphische Rechenverfahren veranstalteten Kurse zur Anfertigung von Rechentafeln haben so großen Anklang gefunden, daß eine Wiederholung auch für die Folge in Aussicht genommen ist. Der Lehr- und Übungsstoff ist zusammengestellt in einem Buche: „Graphisches Rechnen, Beispielsammlung und Richtlinien für Anfertigung und praktische Ausgestaltung von Rechentafeln.“ Die Berichte über die Anwendung des graphischen Rechnens in der Praxis, die in den Zeitschriften erscheinen, werden fortlaufend bearbeitet und in den AWF-Mitteilungen oder in den RKW-Nachrichten bekanntgegeben.

###### bb) Getriebewesen.

Die auf der Getriebemodellschau 1928 in Leipzig gezeigten Getriebe sind in Buchform zusammengestellt worden, wobei der praktische Zweck jedes einzelnen Getriebes kurz erläutert ist. Der Erfolg der Modellschau hat den Ausschuß für Getriebedarstellungen beim AWF veranlaßt, eine solche Schau im Frühjahr 1929 nicht nur in Leipzig, sondern auch in einigen großen Industriestädten in wesentlich erweiterter Form zu veranstalten. Die Sammlung von Getriebeblättern, die eine Anleitung für die praktische Anwendung der einzelnen Getriebearten geben, wird ständig erweitert.

#### 2. Technische Arbeit.

##### aa) Arbeitsvorbereitung.

Die Zusammenfassung der Arbeitsergebnisse des Ausschusses für Handarbeit betreffend Durchführung und Auswertung von Zeitstudien wird als Grundlage verwendet, um Richtlinien für Zeitstudien in den verschiedenen Wirtschaftszweigen zu schaffen. Die Weiterführung der Arbeiten in diesem Sinne bezweckt, die Industrie ganz allgemein auf die Bedeutung richtig durchgeführter Zeitstudien und auf die verschiedenen Aufgaben der Betriebsführung hinzuweisen. Die Sammlung von Vordrucken für die karteimäßige Erfassung von Betriebseinrichtungen wird entsprechend den aus den verschiedenen Industrien kommenden Anregungen dauernd erweitert. Die Erörterungen über das Auftragswesen sind zum Abschluß gekommen (AWF-Druckschrift 224 „Arbeitsvorbereitung, Richtlinien für Auftragsvorbereitung“). Nunmehr werden die technischen Unterlagen für die Einleitung der Fertigung in der Werkstatt erörtert, sowie die Grundsätze für das Terminwesen in der Fertigung aufgestellt. Zur Klärung der Fragen über das „Kühlen und Schmierien bei der Metallbearbeitung“ hat Prof. Gottwein unter Benutzung seiner umfassenden Versuche auf diesem Gebiete die Neuauflage der AWF-Druckschrift 205 wesentlich erweitert.

##### bb) Arbeitsweise.

Die Betriebsuntersuchungen in einzelnen Industriezweigen, wie Uhrenindustrie, Klein-Eisen-Industrie, keramische Industrie usw. haben diese Industrien zu überzeugen vermocht, daß wertvolle Ergebnisse erreichbar sind, wenn die Beteiligten die Erörterung bestimmter Teilfragen auf dem Wege der Gemeinschafts-

arbeit unterstützen. Als zweckmäßig hat sich erwiesen, die Grundlagen der Einzel-, Reihen- und Fließfertigung und deren Sonderarten nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten rechnerisch und graphisch zu untersuchen. Dadurch wird es möglich, in jedem Einzelfalle ganz objektiv festzustellen, welche Fertigungsart für ein bestimmtes Erzeugnis sich am besten eignet. Um Anhaltspunkte für die Anwendungsmöglichkeiten der Fließarbeit unter Beachtung der besonderen deutschen Verhältnisse zu schaffen, werden rechnerische Grundlagen für die Einrichtung der wechselnden Fließarbeit und die Voraussetzung für deren Durchführung erörtert. Die den Fachzeitschriften mitgeteilten Erfahrungen mit Fließarbeit werden ausgewertet und der Allgemeinheit in übersichtlicher Form zugänglich gemacht. Auf dem Gebiet „Ausbesse- rungsarbeiten“ wird die Frage der Automobilreparatur zusammen mit dem Deutschen Automobilhändler- verband und dem Reichsverband der Automobilindustrie eingehend erörtert. Auf der Internationalen Automobil Ausstellung im November 1928 soll eine Musterreparaturwerkstatt für mittlere Betriebe auf- gestellt werden.

#### cc) Arbeitsverfahren.

Die vom Ausschuß für Stanzereitechnik ausgearbeitete Reihe von Konstruktionsbeispielen für Schnittwerkzeuge ist abgeschlossen. Die darüber erschienenen Blätter sollen dem Konstrukteur die Arbeit erleichtern, die gegenwärtig noch herrschende Vielheit der Werkzeugformen beseitigen und damit die Nor- mung der Werkzeugbestandteile vorbereiten, für deren wichtigste Abmessungen vom Ausschuß Richtwerte herausgegeben werden.

Die vom Ausschuß für Verpackungswesen veranstalteten Tagungen in Hamburg und Bremen hatten eine außerordentlich große Beteiligung aus allen Kreisen der Wirtschaft und Behörden nicht nur Deutsch- lands, sondern auch des Auslands, insbesondere der Schweiz, Österreichs und der Tschechoslowakei. Nach Abschluß der ersten Arbeiten über Verschlüsse und Sicherungen, über seemäßige Verpackung, über zweck- mäßige Verpackung aus Holz sind jetzt weitere Aufgaben in Angriff genommen worden, für die besondere Unterausschüsse gebildet werden. Über internationale Merkzeichen für Versandgüter sind Vorschläge bereits veröffentlicht worden. Die zweiten Auflagen der Druckschriften „Seemäßige Verpackung“ und „Zweckmäßige Verpackung aus Holz“ werden neu bearbeitet. Entsprechende Abhandlungen für Pappe und Blech sind in Vorbereitung. Geplant ist die Herausgabe von Richtlinien für die Verpackung von Staub- gütern und — in Gemeinschaft mit der Reichspost — von Richtlinien für den Postpaketversand. Die wich- tige Klärung des Begriffs „mangelhaft verpackt“ wird vom Verpackungsausschuß des AWF zusammen mit der Reichsbahn und den führenden Spitzenverbänden durchgeführt werden.

### 3. Gemeinkostengebiete.

#### aa) Energieleitung.

Die Unterausschüsse für die einzelnen Teilgebiete führen ihre Arbeit weiter. Der Ausschuß für mecha- nische Energieleitung befaßt sich zur Zeit mit der Ergänzung der Unterlagen über Riemenberechnung durch eine Vorschrift über Riemenspannung. Die Durchführung dieser Aufgabe ist schwierig, weil die früheren Riemenberechnungstabellen über die Annahme der Riemenspannung stillschweigend hinweg- gegangen sind und weil die bisher nur für Lederriemen ausgeführten Arbeiten auch auf Textil- und Gummi- riemen ausgedehnt werden müssen, wofür die Unterlagen schwer zu beschaffen sind, da für Riemen dieser Art wissenschaftliche Untersuchungen fehlen. Auf dem Gebiet der Schmierung wurden die Richtlinien für die Anordnung von Schmiernuten durch eine Übersicht über die gebräuchlichen Schmierverfahren und durch Hinweise zur Erleichterung der Wahl des in jedem Falle zweckmäßigen Verfahrens ergänzt. Der Ausschuß für pneumatische Energieleitung befaßt sich mit dem weiteren Ausbau von Richtlinien für Preßluftanlagen und mit der Ergänzung dieser Richtlinien hinsichtlich der Instandhaltung der Anlagen durch Herausgabe von Maschinenkarten für Kompressoren, Preßluftwerkzeuge u. a. m. Der Ausschuß für den Antrieb von Arbeitsmaschinen führt die Untersuchungen auf diesem Gebiete weiter, ein abschlie- ßender Bericht ist in Vorbereitung.

#### bb) Förderwesen.

Der AWF-Förderfilm wird nach Ergänzung durch einige neue Aufnahmen bei Fachverbänden, Fabrik- betrieben, Schulen usw. auch weiterhin vorgeführt. Einen gewissen Abschluß haben die Untersuchungen über die Fahrwiderstände der verschiedenen Fahrbahnen erreicht. Die Ergebnisse ermöglichen den Ver- gleich der einzelnen Fahrbahnen in Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Belastung. Die Versuche werden fortgesetzt, um auch den Einfluß von Raddurchmesser und Radbreite zu erfassen. Außerdem werden in den Betrieben Feststellungen über die Anlage von Fahrbahnen gemacht und in Verbindung damit allgemeine Angaben über die verschiedenen Fußbodenarten gesammelt. Das Zusammenwirken der verschiedenen Fördermittel für Dauer-, Hub-, Flur- und Gleisförderung bildet Gegenstand eingehender Untersuchungen, über die eine größere Abhandlung in Vorbereitung ist. Zur Ergänzung der im Frühjahr 1928 erschienenen Druckschrift „Behelfsmäßige Fördermittel in der Fließarbeit“ werden weitere Unterlagen gesammelt. Über das Förderwesen in Baubetrieben, insbesondere bei kleinen Wohnungsbauten, sind Untersuchungen aufgenommen. Mit der keramischen Industrie wurde Verbindung gesucht, um für die Betriebe dieses Industriezweigs besondere Richtlinien zu schaffen. In der Holzindustrie sind die Arbeiten für die Unter- suchung des Förderwesens auf dem Rundholzplatz von Sägewerken soweit gediehen, daß eine Druckschrift darüber herausgegeben werden kann. Besonders wichtig ist es in diesem Zusammenhange auch, einheitliche Begriffsbestimmungen festzulegen und Betriebsblätter für Hilfsgeräte des Förderwesens herauszugeben.

### 4. Sonderarbeiten in bestimmten Industriezweigen.

Die Erfahrung, daß die auf einzelnen Teilgebieten der Fertigung erzielten Ergebnisse der Gemeinschafts- arbeit auch auf andere Industriegebiete ohne weiteres als Grundlage für die Erörterung bestimmter Einzel- fragen verwendet werden können, hat sich auch in der Holzindustrie bestätigt. Andererseits hat hier

die Entwicklung der Arbeiten dazu geführt, daß bestimmte Einzelfragen, die lediglich für die Holzindustrie von Bedeutung sind, besonders behandelt werden müssen. So sind von der Gruppe Werkzeuge im Ausschuß Holz beim AWF Versuche an Kreissägen durchgeführt worden, um Richtlinien aufstellen zu können in bezug auf verschiedene Zahnformen bei Sägeblättern, auf gesteigerte Zahngeschwindigkeit, Größe des Vorschubs, Grad- und Schrägschliff, Schränkung, Überstand der Blätter usw., so daß es möglich wird, die für jeden Betrieb erforderlichen Werte bezüglich Gestaltung des Sägeblattes zu ermitteln. Der AWF unterstützt auch die an anderen Stellen eingeleiteten Untersuchungen über Holzverarbeitung, z. B. die Untersuchung von Gattersägen. Die Ergebnisse werden in Form von Betriebsblättern oder Druckschriften der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden. Eine weitere Gruppe für Arbeitsverfahren ist gebildet, die als erste Aufgabe Ermittlungen über die Festigkeit von Leimfugen in Angriff genommen hat. Schließlich ist eine besondere Gruppe eingesetzt zu dem Zwecke, Richtlinien für Arbeitszeitermittlungen aufzustellen, die nach holzzeugender und holzweiterverarbeitender Industrie unterteilt werden sollen.

## II. Reichsausschuß für Lieferbedingungen (RAL).

Der RAL hat seine Aufgabe, einheitliche Lieferbedingungen und Prüfverfahren für Rohstoffe, Halbfabrikate und Fertigwaren durch Gemeinschaftsarbeit zwischen Erzeuger-, Handels-, Verarbeiter- und Verbraucherkreisen zu schaffen, weitergeführt.

Bisher sind nachfolgende Lieferbedingungen und Prüfverfahren aufgestellt worden und im Druck erschienen:

- Nr. 066 A, „Lieferbedingungen für Ledertreibriemen“,
- „ 093 A2, „Lieferbedingungen für Haut-, Leder-, Knochen- und Mischleim“,
- „ 301 A, „Bezeichnungsvorschriften für Baumwolle“,
- „ 302 A, „Lieferbedingungen für Farbbänder“,
- „ 302 B, „Lieferbedingungen für Farbtücher“,
- „ 330 A, „Bezeichnungsvorschriften für Leinen“,
- „ 360 B, „Einfache Prüfung von Wolle“,
- „ 380 B, „Prüfung von Kunstseide“,
- „ 390 A2, „Lieferbedingungen für Maschinenputztücher“,
- „ 390 B2, „Lieferbedingungen für Scheuertücher“,
- „ 390 C, „Lieferbedingungen für Putzlappen“,
- „ 390 D, „Lieferbedingungen für Polierscheiben aus Geweben“,
- „ 390 E, „Lieferbedingungen für Putzwolle“,
- „ 391 A, „Allgemeine Gütevorschriften und Prüfverfahren für Segeltuch“,
- „ 392 A, „Bezeichnungsvorschriften für Textilmischungen mit Leinen oder Baumwolle“,
- „ 545 A, „Allgemeine Gütevorschriften und Prüfverfahren für Asbestwaren“,
- „ 840 A2, „Einfache Prüfung von Farben und Lacken“,
- „ 840 B, „Farbtonkarte für Fahrzeuganstriche“,
- „ 840 C, „Farbtonkarte für Fußbodenanstriche“,
- „ 848 A, „Lieferbedingungen für rohes, gebleichtes, raffiniertes und Lackleinöl“,
- „ 848 B, „Lieferbedingungen für Leinölfirnis“,
- „ 848 C, „Lieferbedingungen für Terpentinöl“,
- „ 849 A, „Lieferbedingungen für handelsüblichen Lackspachtel“,
- „ 871 A, „Allgemeine Prüfverfahren für Seifen und Seifenpulver“,
- „ 932/1, „Lieferbedingungen und Prüfverfahren für Siegellack“,

(DIN 1821, Einfache Werkstoffprüfung Leder)

(DIN 1831, Einfache Werkstoffprüfung Papier).

Weitere Arbeiten auf den eingangs gekennzeichneten Gebieten sind im Gange. An der Erarbeitung der obengenannten Lieferbedingungen und Prüfverfahren haben auch der Handelsschiff-Normenausschuß (HNA) und der Verein Deutscher Schiffswerften lebhaften Anteil genommen.

### h) Deutscher Schulschiff-Verein.

Der Deutsche Schulschiff-Verein hat sein in den Jahren 1926/27 auf der Werft von Joh. C. Tecklenborg A.-G. in Bremerhaven-Geestemünde (jetzt Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.-G.) erbautes Schulschiff „Schulschiff Deutschland“ am 10. August 1927 übernommen. Dies ohne Hilfsmotor ausgerüstete Schiff hat sich während der Winterreise 1927/28 als ein vorzüglicher Segler erwiesen. Es hat für die Reise im November/Dezember 1927 von Rio de Janeiro nach Kapstadt nur 20 Tage und für die Reise im Januar 1928 von Kapstadt nach St. Helena nur 10 Tage gebraucht.

Das Schulschiff „Großherzogin Elisabeth“ wurde im Herbst 1927 auf der Werft von Blohm & Voss in Hamburg einer gründlichen Bodenreparatur unterzogen; es hat wieder die höchste Klasse des Germanischen Lloyd erhalten.

Die Besatzung dieser beiden Schulschiffe setzte sich zusammen aus je 6 nautischen Schiffsoffizieren mit 1 Arzt und 1 Zahlmeister, je 13 Unteroffizieren, einigen Vollmatrosen und rund gerechnet je 150 Zöglingen.

Die Überweisung von Zöglingen nach Vollendung des ersten Ausbildungsjahres von den beiden Schulschiffen auf die mit dem Deutschen Schulschiff-Verein verbundenen Hamburger und Bremer Frachtschulschiffe ist in der vereinbarten Weise vorgenommen.

Anmeldungen von geeigneten Jungen laufen nach wie vor in so reichlicher Zahl beim Deutschen Schulschiff-Verein ein, daß es der Annahmekommission immer möglich ist, eine strenge Sichtung vorzunehmen. Seit dem Frühjahr 1927 werden auch Deutsch-Österreicher — allerdings nur in geringer Zahl —



berücksichtigt, um diesem gewaltsam von der See abgeschnittenen deutschen Volke die Betätigung im Seemannsberuf zu ermöglichen. Um einem wiederholt ausgesprochenen Wunsche nachzukommen, hat der Deutsche Schulschiff-Verein ausnahmsweise die Altersgrenze von 18 auf 19 Jahre für solche Bewerber heraufgesetzt, die das Abiturientenexamen einer höheren Lehranstalt abgelegt haben. Andererseits werden nach wie vor Volksschüler mit einem guten Schlußzeugnis auf den Schulschiffen gerne eingestellt. Die Ausbildung aller Zöglinge erfolgt ohne Rücksicht auf Alter, Schulbildung und Herkommen; wenn sich auch durch die verschiedene Schulbildung beim Unterricht manche Schwierigkeiten ergeben, z. B. im englischen Sprachunterricht, so haben die Kapitäne und Offiziere der Schulschiffe diese Schwierigkeiten durch entsprechende Einteilung der Zöglinge nach Möglichkeit aus dem Wege geräumt.

In Rücksicht auf die guten Beförderungsaussichten in der Schiffsoffizierslaufbahn ist die Abwanderung von jungen Leuten nach Vollendung der Segelschiffsausbildung auf den Schulschiffen in andere Berufe nur sehr gering gewesen.

### i) Der XV. Deutsche Seeschiffahrtstag

wurde unter dem Vorsitz des Herrn Karl Holm, Flensburg, am 30. Juni 1928 in Hamburg abgehalten.

Nach einem kurzen Überblick über die wirtschaftliche Lage der Seeschiffahrt gab der Vorsitzende einen Bericht über die Tätigkeit im verflorbenen Geschäftsjahr. Es wurden besonders hervorgehoben die Arbeiten für die Revision des Internationalen Signalbuches, der Seestraßenordnung, des Seeunfalluntersuchungsgesetzes, die Vereinheitlichung des Ruderkommandos sowie die Bemühungen um die Erhaltung des nautischen Werkes der Marineleitung. Während diese Arbeiten erfolgreich weitergeführt bzw. beendet werden konnten, war es leider nicht möglich, die Einführung einer einheitlichen Verordnung über den Befähigungsnachweis für Haff- und Flußschiffer durchzusetzen und die vom vorjährigen Seeschiffahrtstag angenommenen Kommissionsbeschlüsse über die Schiffahrtsbestimmungen im Entwurf des Strafgesetzbuches weiter zu verfolgen. Anschließend gab Herr Dr. Kuhl, Hamburg, den Bericht der Kommission, betreffend Haftung der Nautiker für nautisches Verschulden bekannt, nach dem die Kommission empfiehlt, der Regierung unter Überreichung des vorliegenden Materials den Wunsch zu unterbreiten, die zivilrechtliche Haftung der Nautiker für nautisches Verschulden dem Grade nach durch Gesetz zu beschränken. Über die Frage des Ausgucks auf Seeschiffen brachte Herr Seefahrtsschuldirektor Preuß, Bremen, die Kommissionsbeschlüsse zur Kenntnis, im § 10 der Unfallverhütungsvorschriften das Wort „stets“ zu streichen und den Paragraphen durch eine Fußnote zu erläutern. Die Beschlüsse der Kommission, betreffend sichtbare Kurssignale, gab Herr Kapitän Schlüter, Bremen, bekannt, die Regierung zu bitten, bei sich bietender Gelegenheit das Problem des Kurs- bzw. Manöversignals und die Frage, ob neben dem akustischen Signal ein optisches Signal angebracht und durchführbar erscheint, international zu erörtern. Nach Genehmigung der vorstehenden Kommissionsberichte durch die Versammlung hielt Herr Kapitän Sönnichsen, Hamburg, ein Referat über den Transozeanluftverkehr. Die Notwendigkeit der Änderung der Bestimmungen des öffentlichen und privaten Seerechts als Grundlage für den zukünftigen Transozeanluftverkehr und die Notwendigkeit der Einschaltung der Schiffahrtskreise und Nautiker wurde besonders betont. Die Versammlung beschloß, die Frage durch eine siebengliedrige Kommission in Gemeinschaft mit den zuständigen Stellen prüfen zu lassen. Unter dem Thema Funkpeildienst stellte Herr Seefahrtsoberlehrer Kapitän Fleschner, Elsfleth, als Referent den Antrag, zur Schaffung eines störungsfreien Peilempfanges die Organisation sämtlicher Funkbaken international zu regeln, das Funkpeilen in die Prüfungsvorschriften für Nautiker einzugliedern und in den „Nautischen Funkdienst“ eine Liste der Funkpeilstationen aufzunehmen. Die Versammlung stimmte dem Antrage zu. Anschließend sprach Herr Dr.-Ing. Commentz, Hamburg, über die Leistungssteigerung bei vorhandenen Schiffen, der die Anregung gab, den für die Hebung der Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit der Schiffe geeignet erscheinenden Verbesserungen erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken. Herr Korv.-Kapt. a. D. Bade, Hamburg, sprach dann als Referent über das Nautische Werk der Marineleitung. Die Versammlung beschloß, die Frage der Erhaltung und beschleunigten Erweiterung des nautischen Werkes durch eine Kommission weiter bearbeiten zu lassen. Über den notwendigen Ausbau der Deutschen Seewarte referierte Herr Kapitän Cordes, Bremerhaven, und beantragte, die Reichsregierung aufzufordern, der Deutschen Seewarte die erforderlichen Mittel zur Durchführung der ihr gestellten Aufgaben zur Verfügung zu stellen. Die Versammlung verwies die Weiterbearbeitung an eine vom Vorstand zu ernennende Kommission. Anschließend nahm dann die Versammlung einen Vortrag des Herrn Lotsen Lindemann, Brunsbüttelkoog, über die Lotsentreppen und die Beaufsichtigung ihrer Einrichtung und Bedienung entgegen.

### D. Gedenktage.

Am 7. März 1928 feierte das langjährige Mitglied des Vorstandes der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Herr Geheimrat Rudloff, seinen 80. Geburtstag. Das gleiche Fest war unserm Ehrenmitglied, Herrn Hermann Blohm, am 23. Juni 1928 zu feiern vergönnt. Am 21. Oktober 1928 trat Herr Geheimrat Tjard Schwarz ins achte Jahrzehnt seines arbeitsreichen Lebens ein.

Den Jubilaren wurden die herzlichsten Glückwünsche der Gesellschaft übermittelt.

## E. Hauptversammlung.

Zur Hauptversammlung am 22. bis 24. November 1928 hatten sich 431 Teilnehmer angemeldet. Mit Rücksicht auf die Aussperrung im Ruhrgebiet, den Werftarbeiterstreik und die gedrückte Wirtschaftslage wurde das sonst übliche Festessen abgesagt.

Die Hauptversammlung wurde mit einer Gedächtnisfeier zu Ehren unseres verstorbenen Vorsitzenden Carl Busley eingeleitet; die Gedächtnisrede und die Ansprachen sind im folgenden Abschnitt wiedergegeben.

Herr Prof. Lienau überbrachte der Versammlung die Einladung zum 25jährigen Jubiläum der Technischen Hochschule Danzig, welches am 18. bis 20. Juli 1929 gefeiert werden solle, und gab hierbei der Hoffnung Ausdruck, daß dieses erste Jubiläum der Danziger Hochschule zu einem Festakt ausgestaltet werden möge, der das Deutschtum der Hochschule in ganz besonderem Maße betone. Herr Prof. Laas dankte für die Einladung und teilte mit, daß im Vorstande angeregt sei, anlässlich des Hochschuljubiläums in Danzig eine Sommerversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft abzuhalten. Diese Anregung fand in der Versammlung den stärksten Widerhall. Weiter regte Herr Prof. Laas an, diese Sommerversammlung, falls angängig, mit der Hauptversammlung der Seeberufsgenossenschaft zusammenzulegen. Auch dieser Gedanke fand die Zustimmung der Versammlung.

Über die geschäftliche Sitzung gibt die folgende Niederschrift Auskunft.

### Niederschrift

über die geschäftliche Sitzung der 29. ordentlichen Hauptversammlung  
am 22. November 1928.

Der Vorsitzende, Herr Prof. Laas, eröffnet die Sitzung um 11 Uhr und stellt die ordnungsmäßige Einladung derselben mit nachstehender Tagesordnung fest:

1. Vorlage des Jahresberichtes.
2. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des Jahres 1927.
3. Veränderungen in der Mitgliederliste.
4. Satzungsänderungen gemäß Vorschlägen des Vorstandes.
5. Ergänzungswahl des Vorstandes. Es sind zu wählen:  
der Vorsitzende,  
der stellvertretende Vorsitzende und  
2 Beisitzer.
6. Wahl der Rechnungsprüfer für das Jahr 1928.
7. Wahl der beiden gesetzlichen Vertreter.
8. Sonstiges.

Beim Beginn der Sitzung sind etwa 130 Mitglieder anwesend, die sich bis zum Schluß auf etwa 145 erhöhen.

Danach wird in die Erledigung der Tagesordnung eingetreten:

Punkt 1. Die Versammlung verzichtet auf die Verlesung des versandten Geschäftsberichts und genehmigt ihn.

Punkt 2. Herr Baurat Schulthes erstattet den Bericht über die Prüfung der Bücher, die er mit Herrn Prof. Krainer vorgenommen hat. Die Bücher wurden in Ordnung befunden und ebenso die Kassenführung des Jahres 1927. Dem Vorstand wird einstimmig Entlastung für die Geschäftsführung des Jahres 1927 erteilt.

Punkt 3. Die Versammlung verzichtet auf die Verlesung der Namen der eingetretenen und verstorbenen Herren, weil sie bereits im Jahresbericht aufgeführt sind.

Punkt 4. Es wird beschlossen, eine aus 7 Herren bestehende Kommission einzusetzen, welche die Satzungsänderungsvorschläge nochmals durchberaten und endgültig aufstellen soll; 3 Mitglieder dieser Kommission sollen dem Vorstand angehören, 4 Mitglieder aus den Gesellschaftsmitgliedern gewählt werden. Aus dem Kreise der Gesellschaftsmitglieder werden folgende Herren gewählt: S. Exzellenz Herr Admiral a. D. v. Lans, Herr Schiffbaudirektor Leux, Herr Wirklicher Geheimer Oberbaurat a. D. Brinkmann, Herr Direktor Dr. Scholz.

Punkt 5. Für die Wahl des Vorsitzenden wird von Herrn Ministerialdirektor Dr.-Ing. ehr. Presze Herr Professor Laas vorgeschlagen. Die Wahl erfolgt ohne Widerspruch durch Zuruf. Für den stellvertretenden Vorsitzenden wird Herr Ministerialdirektor Dr.-Ing. ehr. Presze vorgeschlagen. Die Wahl erfolgt ohne Widerspruch durch Zuruf. Für die Stellen als Beisitzer werden Herr Generaldirektor Nawatzki und Herr Geheimer Regierungsrat Professor Romberg vorgeschlagen. Die Wahl erfolgt ohne Widerspruch durch Zuruf. Die genannten Herren nehmen die Wahl an.

Punkt 6. Als Rechnungsprüfer werden die Herren Baurat Schulthes und Oberregierungsrät Dr.-Ing. Betzhold einstimmig gewählt. Als Ersatzmänner wählt die Versammlung Herrn Marineoberbaurat a. D. Schulz und Herrn Marineoberbaurat a. D. Gerlach.

Punkt 7. Auf Grund des § 8 der Satzungen letzter Absatz werden die Beisitzer Herr Geheimer Regierungsrat Professor Romberg sowie als sein Stellvertreter Herr Professor Dr.-Ing. ehr. Gustav Bauer als zur gesetzlichen Vertretung berufene Personen gewählt.

Punkt 8. Das Wort wird nicht gewünscht.

Schluß der Versammlung 11,55 Uhr.

Charlottenburg, den 22. November 1928.

v. g. u.

Die gesetzlichen Vertreter:

Laas.

Romberg.

### III. Unsere Toten.

Das Jahr 1928 brachte uns den unersetzlichen Verlust unseres Gründers und Vorsitzenden Carl Busley. Die Hauptversammlung wurde am 22. November 1928 durch eine eindrucksvolle Busley-Gedächtnisfeier eingeleitet, deren Ansprachen im folgenden Abschnitt wiedergegeben sind.

Außerdem hatten wir den Verlust von 22 Mitgliedern zu beklagen, von denen wir folgende Nachrufe bringen können:

#### ERICH AUERBACH

wurde am 7. Oktober 1877 in Berlin geboren und erlernte den Kaufmannsberuf bei der Firma Schuchardt & Schütte. Nachdem er seiner Militärpflicht beim Kaiser-Franz-Garde-Grenadier-Regiment genügt hatte, war er als Prokurist bei der Firma Arthur Händler tätig. Im Jahre 1925 wurde er Direktor bei der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik „Rheinmetall“ in Düsseldorf.

Auerbach verunglückte in der Silvesternacht 1927/28 in Hahnenklee tödlich.

#### FELIX DEUTSCH.

Ein tragisches Schicksal hat es gewollt, daß Geheimrat Dr. Felix Deutsch, der Vorsitzende des Direktoriums der AEG wenige Tage nach seinem 70. Geburtstag einem Herzschlag erlegen ist. Die Trauer um den Verlust wird nur dadurch gemildert, daß er an seinem 70. Geburtstag noch einmal die Verehrung und die Liebe erkennen konnte, welche die Welt ihm als einem der repräsentativsten und bekanntesten Führer der deutschen Industrie entgegenbrachte. So war es ein Höhepunkt seines Lebens, an dem der unerbittliche Tod ihm ein Ziel setzte.

Fünfundvierzig Jahre lang war Felix Deutsch mit der AEG verbunden. Was er in diesen fünf und vierzig Jahren geleistet hat, steht auf den Blättern der Geschichte der Elektrotechnik und der AEG verzeichnet. Die kaufmännische Organisation der Weltfirma und in diesem Rahmen insbesondere die Organisation des Verkaufsgeschäftes war das Lebenswerk von Felix Deutsch, dem er sich mit der ihm eigenen Energie widmete. Er hatte erkannt, daß es notwendig war, möglichst nahe an den Kunden heranzukommen, mit ihm in ständiger Verbindung zu bleiben und ihn dauernd zu beraten. Daher schuf er ein Netz von Installationsbüros im In- und Ausland, die dem Kunden technische Neuerungen zugänglich machen und ihn an Ort und Stelle unterstützen

sollten. Diese Büros, mittels deren die AEG an allen wichtigen Punkten Fuß faßte, haben dem Unternehmen das notwendige Absatzfeld erschlossen und zu dem gewaltigen Aufschwung der AEG beigetragen.

Mit Deutsch ist ein Mann dahingegangen, dessen Tod eine fühlbare Lücke im deutschen Wirtschaftsleben hinterläßt. Zur Kennzeichnung seines Charakters und seiner unbeirrbareren Pflichttreue seien folgende Worte erwähnt, die sich in den in der AEG-Zeitschrift veröffentlichten Aufzeichnungen aus seinem Leben finden:

„Ich glaube nicht, daß ich besondere Anlagen von Natur aus hatte, aber ich bin sicher, daß ich von Anfang an meine Aufgaben mit Eifer und Pflichttreue erfüllt habe, daß ich mit zähem Fleiß von den Dingen, mit denen ich zu tun hatte, etwas zu lernen und zu verstehen gesucht, und daß ich keine Mühe und Arbeit gescheut habe, etwas zu leisten und meinen Platz in der Welt auszufüllen.“

### JULIUS EGGERS.

Seine Geburtsstadt ist Neumünster, wo er am 16. Juni 1870 das Licht der Welt erblickte. Nach dem Tode des Vaters zog er mit seiner Mutter nach Altona, wo er zunächst die Realschule, später die Gewerbeschule besuchte. Gleichzeitig absolvierte er seine praktische Lehrzeit bei der Eisenbahnwerkstatt zu Altona, wo er 1888 ein ausgezeichnetes Gesellenstück anfertigte, eine Dampfmaschine, die im folgenden Jahre auf der Industrie-Ausstellung in Hamburg prämiert wurde. Für seinen Fleiß wurde der junge Eggers mit einem Stipendium belohnt, das ihm den Besuch des Technikums in Chemnitz ermöglichte.

Nach Beendigung dieses Studiums ging er nach Kiel, dann zur Schichauwerft, wo er als Konstrukteur arbeitete. Später war er einige Zeit auf den Oderwerken in Stettin tätig und ging von dort zum Vulkan, wo er bald zum Leiter des Maschinenbaubüros aufrückte. Im Jahre 1902 wurde Eggers an die Schiffswerft Chantières Navals, Ateliers et Fonderie in Nikolajew (Südrußland) berufen, wo er vier Jahre lang sehr erfolgreich tätig war. Während dieser Zeit wurden dort die Maschinenanlagen des Panzerschiffs „Fürst Potemkin“ und des Kreuzers „Kagul“, sowie eine Anzahl von Torpedobootszerstörern unter seiner Leitung erbaut. Im Jahre 1906 folgte Eggers einem Ruf Albert Ballins und trat als Oberingenieur in die Dienste der Hamburg-Amerika-Linie, wo er 1908 stellvertretender Direktor und Chef des gesamten technischen Betriebs wurde. Um den Bau der Schiffe der Imperator-Klasse erwarb er sich außerordentliche Verdienste, für welche ihm die Technische Hochschule Danzig den Titel Dr.-Ing. ehr. verlieh.

1914 folgte Eggers dem Rufe Schmidts, des Seniorchefs der Schmidtschen Heißdampf-Ges. in Kassel-Wilhelmshöhe und war einige Jahre als Direktor bei der Firma tätig; hier erwarb er sich große Verdienste um die Entwicklung der Überhitzer für Schiffskessel. Von Kassel ging er dann zu Professor Junkers nach Dessau als dessen Mitarbeiter, und wurde im Jahre 1917 vom Reichsmarineamt nach der Ukraine berufen, um die dortigen Werften wieder in

Betrieb zu bringen. Dieser Tätigkeit wurde durch den Umsturz in Deutschland im Jahre 1918 ein Ende bereitet.

Nach dem Kriege war Eggers in Hamburg als Sachverständiger für Schiff- und Schiffsmaschinenbau tätig; unter anderem war er Geschäftsführer der Aero-G. m. b. H. Für alle Erfindungen auf dem Gebiete des Seewesens und der Luftfahrt setzte er sich mit seiner ganzen Arbeitskraft ein und verschaffte vielen neuen Gedanken Eingang in die Praxis. Enttäuschungen, die ihm nicht erspart blieben, setzten seinen Nerven stark zu und untergruben seine Widerstandskraft. Eine Erkältung, die ihn im März 1928 befiel, verschlimmerte sich zu einer Lungenentzündung, der er am 19. April erlag. Aus voller Arbeitskraft wurde er dahingerafft, sein Tod bedeutet einen schweren Verlust für den deutschen Schiffbau.

#### WILHELM HEISE.

Geboren am 30. Oktober 1879 zu Bremen, besuchte Heise die Realschule seiner Vaterstadt, welche er im Jahre 1895 mit dem Reifezeugnis für die Prima verließ. Nachdem er zwei Jahre im väterlichen Geschäft praktisch gearbeitet hatte, besuchte er mit bestem Erfolge die Technischen Staatslehranstalten in Bremen, um dann eine Stellung als Ingenieur bei der Kruppschen Maschinenfabrik in Berlin-Tegel anzutreten.

Während dieser Zeit hörte Heise Vorlesungen an der Technischen Hochschule in Charlottenburg und diente darauf im Infanterieregiment Nr. 75 in Bremen.

Heise war mit der Maschinenfabrik von Tegel nach Kiel übergesiedelt; dank seiner Tüchtigkeit und Gewissenhaftigkeit, seiner geistigen Beweglichkeit und seiner guten Auffassungsgabe war er bei Aufgaben zugezogen worden, denen die damalige Technik noch fremd gegenüber stand. Auf diese Weise kam Heise mit einem technischen Spezialgebiet, dem damals noch ganz in den Anfängen steckenden Unterseebootsbau in Berührung, welcher für seine berufliche Entwicklung bestimmend geworden ist. Er hatte von den ersten tastenden Versuchen an bis zu dem im Weltkriege so glänzend bewährten deutschen Unterseeboot alle Phasen der technischen Entwicklung dieser Fahrzeuge bei der Germaniawerft als bewährter Mitarbeiter miterlebt und sich auf diesem Sondergebiet Erfahrungen erworben, wie sie nur wenigen Ingenieuren zur Verfügung standen. So kam es, daß Heise im Jahre 1912 einem Rufe der A.-G. „Weser“ nach Bremen folgte, um dort den Unterseebootsbau einzuführen. Als leitender Oberingenieur des Maschinenbau-Konstruktionsbüros für Unterseeboote hat Heise während des Krieges seine schwierige und verantwortliche Stelle in stets vorbildlicher und hervorragender Weise ausgefüllt.

Im Jahre 1921 folgte Heise einer ehrenvollen Berufung an eine japanische Werft, der er bis zu seinem unerwarteten, viel zu frühen Ende am 14. November 1927 sein ausgezeichnetes Wissen und Können zur Verfügung gestellt hat. Es ist seinen zahlreichen Freunden nicht vergönnt gewesen, den lebenswürdigen Menschen auf heimatlichem Boden, den er in diesem Jahre betreten wollte, zu begrüßen, aber stets werden sie des Freundes gedenken, der nun in japanischer Erde zum ewigen Schlaf gebettet liegt.

## HANS KREY.

Mit dem am 15. Juli dahingegangenen Leiter der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, dem Professor Dr.-Ing. ehr. Oberregierungs- und Oberbaurat Krey, ist ein Mann von uns geschieden, von einem geistigen Format, von einer so geschlossenen starken Persönlichkeit, von einer solchen Fülle des Wirkens und Wissens, daß es wahrlich keine Übertreibung ist, von ihm zu sagen, daß es von seiner Art stets nur wenige geben wird.

Krey war ein Kind der Marsch, in Osterbrügge bei St. Magarethen (Holstein), wo sein Vater Hofbesitzer war, wurde er 1866 geboren. Ein Kind dieser Heimat, schlicht, treu, stark und ernst ist er sein Leben lang geblieben, an ihr hing er mit echter, unverbrüchlicher Liebe. Mit den Eindrücken, die seine Heimat in ihn pflanzte, hing auch die Wahl seines Berufes zusammen: das Wasser, das Element der Marschbewohner, war auch das Element, das ihn in seinen Bann zog. Von Natur aus mit reicher Begabung für dieses Wissensgebiet ausgerüstet, hat er sich durch sein Studium (1886 bis 1891 an den Hochschulen München und Berlin) und dauernde intensive Weiterarbeit das erforderliche wissenschaftliche Rüstzeug geschaffen, hat es dabei aber vor allem verstanden, mathematische Deduktionen stets mit klarer, greifbarer Anschauung zu verbinden. Durch unermüdliche Forschung und Einsatz seiner ganzen erstaunlichen Arbeitskraft hat er es auf diesem Wege schließlich zu einer so überlegenen, geradezu intuitiven Sicherheit in der Beherrschung und Beurteilung der so überaus verwickelten Vorgänge der Wasserbewegung gebracht, daß er, ohne sich der schwierigen mathematischen Hilfsmittel der modernen theoretischen Hydrodynamik bedienen zu brauchen, doch für praktische Lösungen solcher Fragen eine unserer anerkannt größten Autoritäten geworden ist. Ganz besonders günstig traf es sich unter diesen Umständen, daß er, nachdem er als Beamter der Wasserbauverwaltung an verschiedenen Orten des preußischen Staates, in Husum, in Berlin, in Lünen (Westfalen) gewirkt hatte, seit 1910 als Leiter der Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin, an einem Platze wirken konnte, der für seine, auf Synthese von Wissenschaft und Erfahrung eingestellte Veranlagung ein ideales Betätigungsfeld darstellte, und auf dem er denn auch in der Tat überaus fruchtbar und schöpferisch gewirkt hat.

Die Ergebnisse seiner Forschungen hat Krey in sehr zahlreichen Arbeiten der Öffentlichkeit unterbreitet. Auf wasserbaulichem Gebiet sind von diesen insbesondere zu nennen seine Untersuchungen über Ebbe und Flut; die Erforschung der Geschiebebewegung in Flüssen; die hydromechanische Ausbildung von Schiffsschleusen. Ganz besonders verdankt das wasserbauliche Versuchswesen ihm eine mächtige Förderung. Auch zum Schiffbau trat er, nachdem er schon vorher durch wertvolle Untersuchungen über den „Schiffswiderstand auf Kanälen und seine Beziehungen zur Gestalt des Kanalquerschnittes und zur Schiffsform“ (Zeitschrift für Bauwesen 1906) hervorgetreten war, nach Übernahme der Leitung der Versuchsanstalt in nahe Fühlung. Eine sehr wertvolle Frucht dieser Forschungen und Versuche ist die im Jahrgang

1913 der Zeitschrift „Schiffbau“ veröffentlichte Arbeit „Fahrt der Schiffe auf beschränktem Wasser“.

Die Bewältigung all der angedeuteten großen und vielseitigen Aufgaben brachte ein solches Übermaß von Arbeit mit sich, daß Krey sich leider verleiten ließ, der Widerstandsfähigkeit seines Körpers, insbesondere in den letzten Jahren, viel zuviel zuzumuten. So hatte, als ihn, der von Krankheit nie etwas hatte wissen wollen, bald nach Beginn dieses Jahres doch eine schwere Krankheit packte, sein geschwächter Körper trotz seines starken Lebenswillens nicht mehr die Kraft, sich durchzukämpfen. Und so ist dieser Mann mitten aus reichstem Schaffen herausgerissen worden und hinterläßt eine Lücke, die fast unausfüllbar scheint.

#### BRUNO LINKER.

Nach Besuch des Hamburger Johanneums und Technikums arbeitete Linker praktisch bei verschiedenen Maschinenfabriken und machte mehrere Reisen als Maschinist. Nach dieser praktischen Vorbildung besuchte er die Technische Hochschule Charlottenburg und wurde bald darauf von der Fa. Schwarzkopff als Ingenieur mit dem Bau des Torpedoschießstandes Höruphaff auf Alsen betraut. Nach Beendigung dieser Arbeiten ließ der Verstorbene sich im Jahre 1908 in Flensburg als Zivilingenieur nieder. Er übernahm die Vertretung der Germania-Werft in Kiel und verschiedener anderer Firmen der technischen Branche. Da sich sein Geschäft vergrößerte, entschloß er sich, seinen Wohnsitz von Flensburg nach Hamburg zu verlegen, wo er sich seit 1912 mit zunehmendem Erfolg betätigt hat.

Während des Weltkrieges hat Linker sich in den Dienst des Vaterlandes gestellt. Er wurde zu Beginn des Krieges zur Hilfs-Minensuch-Division und 1915 zur Torpedo-Inspektion nach Kiel kommandiert, wo er bis zum Ende des Weltkrieges verblieb.

Nach längerem Krankenlager verstarb er am 3. Januar 1928.

#### CARL MÜLLER.

Am 26. April entschlief in Berlin-Halensee nach schwerem Leiden der stellvertretende Direktor des Germanischen Lloyd, Oberingenieur Carl Müller, im 60. Lebensjahre. Er wurde am 16. Juni 1868 als Sohn eines Klempnermeisters in Ahrweiler geboren. Nach Ablegung des Abiturientenexamens arbeitete er ein Jahr lang auf den Kaiserlichen Werften in Danzig und Kiel als Baueleve, studierte Schiffbau an der Technischen Hochschule in Charlottenburg und trat nach gut bestandenem Bauführer-Examen im Jahre 1897 in die Konstruktionsabteilung des Reichsmarineamts ein. Im Juni 1898 ging er nach Hamburg, wo er bei Blohm & Voß bis zum Oktober 1899 blieb. Am 1. November begann er seine Laufbahn im Germanischen Lloyd in Berlin, in welchem er 28 $\frac{1}{2}$  Jahre lang als Leiter der See-Berufsgenossenschafts-Abteilung, später als Prokurist und schließlich als stellvertretender Direktor bis zu seinem Tode mit der Lösung der wichtigsten Aufgaben betraut wurde, die in den letzten Jahrzehnten von Werften, Reedereien und Versicherungsgesellschaften mit dem größten Interesse



verfolgt worden sind, wie die Festsetzung des Freibordes, die Berechnung der Schwimmfähigkeit und Stabilität sowie die Unfallverhütung der Seeschiffe.

Vermöge seiner hervorragenden Begabung und seiner Kenntnisse auf diesen wichtigen Spezialgebieten hat er alle Aufgaben mit der ihm eigenen Arbeitskraft, Zähigkeit und Umsicht glücklich gelöst oder sie doch zielsicher auf dem Wege zu ihrer erfolgreichen Lösung geführt.

Durch diese seine Tätigkeit wurde Carl Müller der Baukommission von 1914, die unter dem Vorsitz von Professor Pagel im Auftrage des Reichsamts des Innern für die internationalen Verhandlungen zum Schutze des menschlichen Lebens auf See zusammengetreten war, ein wertvolles Mitglied. Er nahm als solches auch an den Beratungen in London und Paris vor dem Kriege teil. Nach dem Kriege vertrat er noch einmal die deutschen Interessen zusammen mit dem Verband Deutscher Reeder in London bei den Verhandlungen auf der Internationalen Schifffahrts-Konferenz.

#### THEODOR NAGEL

wurde am 17. März 1868 zu Hamburg geboren. Er besuchte in Hamburg eine Privatschule. Bei der Fa. N. C. E. Eggers & Co. erlernte er das Schlosserhandwerk und arbeitete dort auch noch als Geselle. Dann ging er auf die Bau-gewerbeschule in Hamburg, aus der später die Technischen Staatslehranstalten hervorgegangen sind, um hiernach bis zu seiner Militärzeit als Techniker bei Blohm & Voß, Hamburg, tätig zu sein. Nachdem er seiner Dienstpflicht genügt hatte, ging er nach Danzig, wo er bei Schichau als Techniker tätig war. Am 2. Januar 1895 trat er wieder bei Blohm & Voß ein, wo er als einer der ersten Konstrukteure bis an sein Lebensende tätig war. Während seiner Tätigkeit bei Blohm & Voß war er nebenberuflich als Lehrer an der Gewerbeschule in Hamburg zirka 30 Jahre lang beschäftigt. Seine hervorragendsten Eigenschaften waren Bescheidenheit, Fleiß und Treue. Für ihn gab es weder eine achtstündige Arbeitszeit noch Sonntagsruhe. Von morgens 6 bis abends 10 war er rastlos tätig. Freundlich zu jedermann, mitfühlend mit jedem, half er, wo er konnte.

Am 14. Januar 1928 raffte ihn ein Krebsleiden dahin.

#### WILHELM PREUSS.

Am 11. Dezember 1927 verschied in Bremen nach langem, heldenmütig getragenen schweren Leiden der Schiffbaudirektor der Stettiner Oderwerke Wilhelm Preuß im noch nicht vollendeten 47. Lebensjahre. Mit ihm ist einer der deutschen Schiffbauer dahingegangen, die aus ureigener Kraft vom Schiffbauerlehrling sich zum Konstruktionschef, Betriebsleiter und schließlich zur führenden Stellung eines Schiffbaudirektors emporarbeiten konnten.

Er wurde am 23. September 1881 zu Elfsfleth als Sohn des Oberlehrers der Navigationsschule Preuß geboren. Nach Besuch einer höheren Bürgerschule und einer Realschule machte er eine praktische Lehrzeit von zwei Jahren auf dem Bremer Vulcan durch und bestand nach zwei Jahren Fachschulstudium

an den technischen Staatslehranstalten zu Bremen Ostern 1901 die Schlußprüfung „mit Auszeichnung“.

Sein Weg führte ihn über zahlreiche Werften, von denen folgende erwähnt seien: ein Jahr auf der Rickmerswerft in Bremerhaven, drei Jahre als Konstrukteur und Betriebsassistent beim Bremer Vulcan und sieben Jahre bei Josef L. Meyer in Papenburg, wovon er die letzten beiden Jahre Leiter des Konstruktionsbüros und Betriebsingenieur war. In den folgenden beiden Jahren 1912 bis 1914 konnte er als Expert des britischen Lloyd in Bremen seine Kenntnisse nach der Richtung der Beaufsichtigung von Bau und Betrieb von Schiffen erweitern. Der Krieg machte dieser Tätigkeit ein Ende. Während der Kriegsjahre war er zunächst ein Jahr lang für die deutsche Dampfschiffahrtsgesellschaft „Hansa“ und die deutsch-australische Dampfschiffahrtsgesellschaft als Baubeaufsichtiger und Gutachter tätig, worauf er seitens der Kriegsmarine bei den Atlas-Werken in Bremen für den Bau von Minensuchbooten und sonstigem Kriegsmaterial eingestellt wurde.

Im Jahre 1917 erging an ihn der Ruf, als Oberingenieur der Seeschiffahrts-A.-G. „Atlantica“ in Budapest den Bau einer neuen Schiffswerft zu übernehmen, den er in zweijähriger arbeitsreicher Zeit durchführte. Mit dem unglücklichen Kriegsende fand diese Tätigkeit ihren Abschluß, und er kehrte im Dezember 1919 nach Deutschland zurück, um im Januar 1920 bei der im Aufbau begriffenen Deutschen Werft in Hamburg als Oberingenieur und selbständiger Leiter den Werftbetrieb Tollerort zu übernehmen.

Als im Jahre 1921 der Schiffbaudirektor der Stettiner Oderwerke, Johannes Terwiel, gestorben war, berief ihn das Werk als Schiffbaudirektor nach Stettin, wo es ihm vergönnt war, seine ganze Kraft und seine vielseitigen Erfahrungen dem aufstrebenden Werk zu widmen. Der technische Ausbau der Werft und zahlreiche vorzüglich gelungene Schiffsbauten zeugen von seiner umfassenden fachlichen Tüchtigkeit und seiner ungeheuren Arbeitskraft. Seine besondere Liebe war der Entwurf der Gesamteinrichtung, woran er auch als Schiffbaudirektor bis in alle Einzelheiten selbst mitwirkte. Seine künstlerische Neigung, die er auch auf malerischem Gebiete betätigte, fand dabei ein fruchtbares Feld der Tätigkeit.

Schon im Jahre 1922 streckte ihn ein heimtückisches Leiden für Monate auf das Krankenbett, so daß schon damals an seinem Aufkommen gezweifelt wurde. Aber seiner ungeheuren Willenskraft und der Kunst der Ärzte gelang es, das Leiden zu überwinden und ihn wiederum der geliebten Berufsarbeit zuzuführen, der er sich von neuem mit schonungsloser Hingabe widmete. So konnte er noch die Ablieferung des Motor-Schnellschiffes „Preußen“ miterleben, welches auf den Oderwerken erbaut worden war. Es scheint, als ob er seine ganze letzte Kraft bei der mustergültigen Ausführung dieses Schiffes aufgebraucht hat; denn kurz nach Ablieferung desselben brach das alte Leiden wieder aus, von dem ihn der Tod erlöst hat.

Als Mensch war und blieb Preuß immer der willensstarke und feste, dabei zu allen seinen Untergebenen stets liebenswürdige ältere Kollege, der es ver-

stand, seinen Weg unbeirrt zu verfolgen und alle Schwierigkeiten zu überwinden. Allen, mit denen er beruflich verbunden war, ist er ein vortrefflicher Mitarbeiter und den ihm Näherstehenden ein besonders treuer Freund gewesen. Nie sprach er über seine Krankheit, immer waren seine Gedanken bei seinem Werke und bei denen, für die er helfend eintreten konnte. So wird er allen, die um ihn trauern, dauernd im Gedächtnis bleiben.

#### HERMANN RINNE,

unser lebenslängliches Mitglied, wurde am 19. Juni 1928 nach langem Leiden durch den Tod erlöst. Gebürtig aus Bad Eilsen, besuchte er die Gymnasien in Bückeburg und Minden und studierte in Hannover.

Nach seinen Anfangsstellungen bei dem Bochumer Verein, der Essener Union und der Styrumer Eisen-Industrie trat er im März 1886 als Obergeringieur in die Dienste der Blechwalzenwerke Schulz Knaudt. Im Jahre 1889 wurde Rinne bei der Umwandlung der Firma in eine Aktiengesellschaft stellvertretendes und im Jahre 1894 ordentliches Vorstandsmitglied und technischer Leiter der Gesellschaft. In das erste Jahrzehnt seiner Tätigkeit fiel die Umstellung der Fabrikation von Schweißisen auf Flußeisen. Mit Otto Knaudt zusammen nahm er in Wort und Schrift tätigen Anteil an der Beseitigung des Vorurteils, welches in besonders starkem Maße bei den mit dem Dampfkesselbau und -betrieb in Beziehung stehenden Kreisen gegen die Verwendung von Flußeisen bestand. Sein vornehmstes Bestreben war, die Handarbeit bei allen Arbeitsoperationen nach Möglichkeit auszuschalten und durch mechanische Hilfsmittel zu ersetzen. So führte er die Dampfhydraulische Kumpelpresse ein, verbesserte die Konstruktion der Blechbiegemaschinen durch Anwendung des Klappständers und erfand neue Maschinen zum Richten von Bodenkrempen und zur Warmbearbeitung von geschweißten Rohren. Auf dem Gebiete der Wassergasschweißerei war er erfolgreich tätig. Im Jahre 1905 führte Rinne als einer der ersten die autogene Schweißung im Großbetrieb ein.

Nach der im Jahre 1914 erfolgten Fusion der Blechwalzwerke Schulz Knaudt A.-G. mit den Mannesmannröhren-Werken trat Rinne als Vorstandsmitglied in diese Gesellschaft ein, aus welcher er, nach erfolgreicher Tätigkeit während des Krieges, im Jahre 1920 aus gesundheitlichen Rücksichten ausschied.

Rinne war ein Mann von außerordentlichem Weitblick, von unbeugsamer Energie und unentwegter Arbeitsfreude. Er hatte gehofft, den Rest seines Lebens nahe seiner Heimat, am Fuße des Teutoburger Waldes, in Frieden verbringen zu können. Zum Leidwesen aller, die ihm nahestanden, hat der Schatten, den seine Krankheit über seinen Geist legte, diese Hoffnung nicht zur Erfüllung gebracht.

#### OTTO RODIEK

wurde am 9. Februar 1871 als Sohn des Hauptlehrers Rodiek in Eversten in Oldenburg geboren und besuchte das Gymnasium in Oldenburg. Nachdem er mehrere Jahre zur See gefahren war, lag er seinen Studien in Karlsruhe, Berlin, Aachen und Kiel ob, wobei er sich neben Schiffbau mit Nationalökonomie und

Philosophie beschäftigte; in Aachen war er Assistent für Maschinenbau. In der Praxis war er von 1899 bis 1912 tätig, und zwar als Maschinenbaubetriebsingenieur auf der Kaiserlichen Werft Kiel, bei Howaldt und auf der Germania-Werft. Im Jahre 1904 erweiterte er seinen Gesichtskreis durch eine längere Studienreise nach Nordamerika. Im Jahre 1912 gründete er zusammen mit Konsul Ebers in Kiel ein Ingenieurbüro, welches mit den Kieler Werften in enger Zusammenarbeit stand. Während der ganzen Dauer des Krieges war er an Bord und an Land als Marine-Oberstabs-Ingenieur tätig.

Am 9. April 1928 verschied Rodiek in Bad Nauheim, wo er Heilung von einem langen, mit Geduld getragenen Kriegsleiden gesucht hatte.

#### MORITZ ROLLE

wurde am 7. Juli 1861 zu Reichenau in Sachsen geboren, wo seine Vorfahren seit 400 Jahren auf der gleichen Scholle als Gutsbesitzer ansässig waren. Nach seiner Schulzeit besuchte er die Kunstakademie in Dresden und Prag und trat als Innenarchitekt bei der Firma Carl Müller & Co. in Berlin ein. Als solcher leitete er den Ausbau vieler Schlösser und Villen in Deutschland, Holland und Rußland. Im Jahre 1900 gründete er ein eigenes Architekturgeschäft und widmete sich neben dem Ausbau von Häusern ganz besonders der künstlerischen Ausgestaltung von Passagierschiffen. Für die Hamburg-Amerika-Linie, die Afrika-Linien, die Werften von Blohm & Voß, Reiherstieg und Henry Koch hat er eine große Anzahl von Saloneinrichtungen und Entwürfen geliefert.

Am 21. Februar 1928 erlag er einem schweren Herzleiden.

#### WALTER SCHADT

wurde am 14. März 1876 in Berlin geboren. Er entstammte einer alteingesessenen Uhrmacherfamilie. Er absolvierte das Köllnische Gymnasium zu Berlin und widmete sich darauf dem juristischen Studium an der Universität zu Berlin. Vom Jahre 1904 ab übte er in Gemeinschaft mit Justizrat Seldis in Berlin seine Rechtsanwaltspraxis aus. Nach dem Tode seines Sozius wurde er Syndikus und stellvertretendes Vorstandsmitglied der Deutschen Hypothekenbank zu Berlin. Von der Gründung der Deutschen Schiffspfandbriefbank-Aktiengesellschaft in Berlin im Jahre 1918 ab war er deren leitender Direktor bis zu seinem Tode, der infolge eines Schlaganfalles am 12. Februar 1928 erfolgte.

#### WILLIAM SCHWANHÄUSER,

Chefingenieur der Worthington Pump and Machinery Corporation, New York, starb am 15. Januar 1928 im Memorial Hospital, Brooklyn, im Alter von 73 Jahren nach etwa sechsmonatiger Krankheit.

Schwanhäuser war in Würzburg geboren und absolvierte im Jahre 1874 nach vorausgegangener praktischer Tätigkeit in Maschinenfabriken das Technikum zu Mittweida und siedelte kurz darauf nach den Vereinigten Staaten über, wo er den größeren Teil des letzten halben Jahrhunderts seines Lebens verbrachte.

Zunächst war er in der Maschinenfabrik von Osterheld & Eichmeyer in Yokers, U. S. A., tätig, ging aber bald darauf zu der Otis Elevator Co., wo er in achtjähriger Tätigkeit hervorragend an der Ausbildung hydraulischer Aufzüge mitwirkte. 1885 trat er in den Worthington-Konzern ein, deren Hauptniederlassung sich damals in Brooklyn befand. Darauf folgte eine siebenjährige Tätigkeit in Deutschland als Direktor der deutschen Worthington Pumpen Co. in Berlin. In dieser Eigenschaft führte er die Worthington-Erzeugnisse in allen Ländern Europas weitgehend ein.

#### WULFF SCHWERDTFEGER

wurde am 15. August 1854 zu Kiel als Sohn des Kaufmanns Schwerdtfeger geboren. Nach Besuch des Kieler Gymnasiums trat er 1871 als Volontär in die Schiffs-Maschinenfabrik von Schwefel & Howaldt in Kiel ein, wo er vier Jahre praktisch arbeitete, darunter dreiviertel Jahr auf dem technischen Büro.

Nachdem er von 1875 bis 1877 an der Königlichen Gewerbeakademie in Berlin studiert hatte, wurde er als Schiffbauingenieur auf der Norddeutschen Werft angestellt. Während der Studienzeit machte Schwerdtfeger eine Reise als Maschinisten-Assistent nach Amerika und besuchte die Weltausstellung in Philadelphia.

Nach erfolgter Liquidation der Norddeutschen Werft kam Schwerdtfeger 1879 zur Kieler Schiffswerft von Georg Howaldt, wo er bis zu seinem Eintritt in die Schiffswerft von Henry Koch in Lübeck verblieb. In Lübeck hatte Schwerdtfeger Gelegenheit, die neue Werft von Grund auf mitaufzubauen, und war hier von 1882 bis 1891 als Bürochef tätig. Im Jahre 1891 trat er als Oberingenieur bei der Schiffswerft von I. W. Klawitter in Danzig ein, wo er 1899 Prokura erhielt und im Jahre seiner 25jährigen Tätigkeit zum Schiffbau-direktor ernannt wurde.

Schwerdtfeger war als Schiffbau-Sachverständiger für die Handelskammer in Danzig tätig und bekleidete seit 1895 die Stelle des schiffbautechnischen Mitgliedes bei der Schiffsvermessungsbehörde für Ost- und Westpreußen und seit 1922 die gleiche Stelle beim Schiffsvermessungsamte der Freien Stadt Danzig. Er starb am 7. Oktober 1928 nach langem Krankenlager an den Folgen einer Lungen- und Rippenfellentzündung.

#### KURT SORGE.

Am 9. September 1928 verschied in Berlin-Nikolassee unser langjähriges Mitglied Kurt Sorge im 74. Lebensjahre. Er wurde im Jahre 1855 in Zwickau in Sachsen geboren. Aus einer Technikerfamilie stammend, widmete er sich nach bestandener Reifeprüfung in Dresden dem Studium der Technik und bezog Ostern 1873 die Bergakademie in Freiberg in Sachsen. Im Herbst 1877 legte er dort die Diplomprüfung für das Fach eines Eisenhütteningenieurs ab.

Seit 1877 stand er in der praktischen Berufstätigkeit, und zwar zunächst als Chemiker und später als Betriebsassistent der Ilseder Hütte in Peine und beim Hochofenwerk der Georgs-Marienhütte bei Osnabrück. Sehr bald kam er

in leitende Stellungen. Im Frühjahr 1889 übernahm er als Direktor die Leitung des Rombacher Hüttenwerks, gab diese Stellung aber im Sommer 1893 auf, um in die Dienste der Firma Krupp zu treten. Bereits am 17. Juni 1899 wurde er in das Direktorium berufen und in dieser Eigenschaft zum Vorsitzenden der Direktion des Fried.-Krupp-Grusonwerkes in Magdeburg ernannt. 24 Jahre lang hat er dieses Werk mit größter Umsicht und Tatkraft geleitet, und an seiner technischen und wirtschaftlichen Entwicklung gearbeitet. Nach seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst wurde Dr. Sorge im April 1925 in den Aufsichtsrat der Fried.-Krupp-A.-G. gewählt.

Neben seinen verantwortlichen Stellungen bei der Firma Krupp hat Dr. Sorge sich im öffentlichen Leben, namentlich auf dem Gebiet der verschiedenen industriellen Verbände, hervorragend betätigt. Im Jahre 1902 wurde er zum Vorsitzenden des Verbandes der Magdeburger Metall-Industriellen ernannt; bald darauf trat er in den Vorstand der Spitzenorganisation der Deutschen Metallindustrie, den Gesamtverband Deutscher Metallindustrieller, ein. 1910/11 wurde er mit dem Vorsitz des Vereins Deutscher Ingenieure betraut. Von 1915 bis 1920 war er Vorsitzender des Vereins Deutscher Maschinenbau-Anstalten. — Auch auf sozialpolitischem Gebiete betätigte sich Dr. Sorge in führender Stellung. Er war Mitglied des Vorstands der Vereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände, deren Vorsitz er sieben Jahre lang, bis 1924, innehatte.

Besondere Verdienste hat sich Sorge um die Einrichtung des Kriegsamtcs, jener für die wirtschaftliche Kriegführung geschaffenen Zentralstelle erworben. Er gehörte ihr als Chef des Technischen Stabes vom Herbst 1916 bis zu ihrer Auflösung im Herbst 1918 an.

Eine hervorragende Leistung hat in der Nachkriegszeit die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit im weitesten Umfange auf Dr. Sorge gelenkt. Seiner kraftvollen Persönlichkeit gelang nach dem Kriege der Zusammenschluß der deutschen industriellen Verbände im Reichsverband der Deutschen Industrie, dessen Vorsitz mehrere Jahre in seinen Händen lag.

Seine große Leistungen im Dienste der deutschen Technik und Wirtschaft wurden auch von der deutschen Wissenschaft gewürdigt. Die Technische Hochschule zu Dresden ernannte ihn zum Dr.-Ing. ehr., die Universität Bonn verlieh ihm die Würde eines Dr. rer. pol. h. c.

#### CARL TOPP.

Mit Carl Topp ist einer der letzten Schiffbaumeister vom alten Schlage zu Grabe getragen worden. Geboren am 3. April 1846 in Teterow, besuchte er in Stralsund, wo sein Vater eine Buch- und Musikalienhandlung besaß, die Realschule und dann die Provinzial-Gewerbeschule. Angeregt durch die blühende Schifffahrt seiner Heimatstadt, beschloß er Schiffbaumeister zu werden und trat auf der Werft von O. Kirchhoff in Stralsund in die Lehre. Nach bestandener Gesellenprüfung besuchte er 1865 bis 1867 die Königliche Schiffbauschule in Grabow, um dann als Schiffszimmergeselle beim Schiffbaumeister Schöne- mann in Rostock zu arbeiten. Daraufhin genügte er seiner einjährigen Militär-

pflicht bei der Werft-Division und an Bord des Panzerschiffes „Friedrich Carl“, dessen Überführungsfahrt von Toulon nach Deutschland er mitmachte. Seine Bemühungen, eine Stelle in einem Konstruktionsbüro zu erhalten, schlugen fehl, und deshalb arbeitete er weiter als Schiffszimmergeselle auf Tecklenborgs Werft in Bremerhaven. Um in der Seefahrt Erfahrungen zu sammeln, musterte er auf holländischen und amerikanischen Segelschiffen als Schiffszimmermann an und kam so durch die ganze Welt. Da der Holzschiffbau immer mehr zurückging und Eisenschiffbau damals in Deutschland noch kaum betrieben wurde, blieb er in Philadelphia, wo er auf mehreren Werften praktisch im Eisenschiffbau arbeitete. 1871 kehrte er nach Deutschland zurück und besuchte bis 1873 die Gewerbe-Akademie in Berlin. Von dort kam er zum Vulcan nach Stettin, wo er 16 Jahre lang blieb und bis zum Oberingenieur aufrückte. Im Jahre 1889 engagierte ihn Kommerzienrat Schichau als Schiffbaudirektor für die neu zu erbauende Schichau-Werft in Danzig. Der Wunsch seines Lebens, Leiter einer Werft zu werden, ging hierdurch in Erfüllung. 20 Jahre lang war es ihm vergönnt, an der Spitze dieser bedeutenden Werft zu stehen, wo unter seiner Leitung Schiffe aller Größen und Typen entstanden. Trotz der mit seiner Stellung verbundenen großen Arbeitslast war er 12 Jahre lang im Dienste der Stadt Danzig als Stadtverordneter tätig.

Im Jahre 1909 zwang ihn ein schmerzhaftes Leiden, seine Tätigkeit aufzugeben; er zog sich in die Stadt, in der er seine Jugend verlebt hatte, nach Stralsund zurück, wo ihn seine Mitbürger dadurch ehrten, daß sie ihn im Jahre 1916, trotz seiner 70 Jahre, zum Ratsherrn wählten.

Er starb am 12. Mai 1928, betrauert von allen, die ihm in seinem langen, arbeitsreichen Leben nahegestanden hatten.

#### OTTO ZELLE

wurde am 23. Februar 1884 in Lehe geboren und absolvierte seine Lehrjahre bei den Firmen Seebeck und Tecklenborg in Geestemünde. Hierauf fuhr er 7 Jahre beim Norddeutschen Lloyd als Assistent und Schiffingenieur auf transatlantischen Dampfern. Inzwischen erwarb er sich das Schiffingenieurpatent erster Klasse und absolvierte nach vorausgegangenem 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>jährigem Schulbesuch die höhere Schiffs- und Maschinenbauschule in Kiel.

Nach abgelegtem Examen in Kiel war er 6 Monate als Konstrukteur bei der Schiffswerft Frerichs & Co. in Einswarden tätig. Diese Stellung verließ er 1911, um Assistent des Schiffsinspektors bei der Firma Hugo Stinnes in Hamburg zu werden. Hierauf wurde er Schiffs- und Maschininspektor der Rickmers Linie in Hamburg. Durch Vermittlung der Firma Hugo Stinnes war er dann 10 Jahre im Auslande tätig, so 3 Jahre als Leiter einer Bergwerksgesellschaft im Libanon, 2 Jahre als Oberingenieur bei der Antwerpener Schiff- und Maschinenbau-A.-G. in Antwerpen, ferner 3 Jahre Oberingenieur bei der Firma Oeresundswerft in Landskrona in Schweden. Nach Auflösung dieser Firma kehrte er 1922 nach Deutschland zurück und war bis 1924 als beratender Ingenieur für verschiedene Hamburger Reedereien tätig.

Von 1924 bis 1927 war er Direktor der Schiffswerft Union Naval de Levante in Valencia. Diese Werft wurde unter seiner Leitung erbaut, eingerichtet und organisiert. Seit August 1927 war Zelle Betriebsdirektor der Schiffswerft Henry Koch zu Lübeck.

Eine Lungenerkrankung raffte ihn im Sommer 1928 dahin.

#### ERNST ZETZMANN.

Ernst Zetzmann war 1873 in Sonneberg geboren und kam als Kind nach Schmalkalden, als sein Vater als Bahnhofsinspektor dorthin versetzt wurde. Nach Besuch des Realgymnasiums studierte er zunächst allgemeinen Maschinenbau in München und Charlottenburg. Während der Charlottenburger Zeit arbeitete er im Schiffbau praktisch und wandte sich dem Studium des Schiffbau zu. 1896 fand er im Reichs-Marineamt Beschäftigung als technischer Hilfsarbeiter. In dieser Tätigkeit blieb er bis 1903 mit Unterbrechung durch das Militärjahr bei der Eisenbahnruppe. Im Reichs-Marineamt wurde er bald der besondere Mitarbeiter des Chefkonstruktors Dietrich und insbesondere seines Nachfolgers, des Geheimrats Rudloff.

Nach dieser Schule übernahm Zetzmann im Jahre 1903 die Stellung eines Oberingenieurs für Kriegsschiffbau bei der Gesellschaft Weser in Bremen.

Als er am 1. Januar 1915 als Schiffbaudirektor zur Fried.-Krupp-A.-G. Germaniawerft nach Kiel ging, war er schon 4 Jahre lang Vorstandsmitglied bei der Weser gewesen und hatte bei dieser Werft den Ausbau der Großwerft und den Übergang zum Großhandelsschiffbau miterlebt.

Bei der Germaniawerft war während des Krieges der Bau von Torpedobooten und von U-Booten überwiegend; nach dem Kriege leitete Zetzmann noch den Handelsschiffbau ein und ging dann zur Aktien-Gesellschaft Weser zurück, um daselbst den Vorsitz im Vorstände zu übernehmen. Aber schon nach kurzer Zeit zwangen ihn Differenzen mit dem Aufsichtsrat Bremen zu verlassen und in Hamburg bei der Hamburg-Amerika-Linie als Schiffbautechniker einzutreten. Hier hatte Zetzmann reichlich Gelegenheit, seine Erfahrungen in den Dienst des Wiederaufbaues der Handelsflotte zu stellen.

Am 20. Oktober 1928 ereilte ihn an Bord des Dampfers „Columbus“ auf der Fahrt nach England zu den Vorbesprechungen für die internationale Konferenz zum Schutze des menschlichen Lebens auf See unerwartet der Tod. Mit Zetzmann wurde dem deutschen Schiffbau einer der befähigsten Führer der letzten Jahrzehnte entrissen.



## Gedächtnisfeier für Carl Busley.

Vorsitzender Herr Prof. Laas:

Meine Damen und Herren! Im Namen des Vorstandes eröffne ich die 29. Hauptversammlung.

Entsprechend der Tradition sind Ergebenheitstelegramme an den Schirmherrn und den Ehrenvorsitzenden der Gesellschaft abgegangen.

Wir tagen in einer trüben Zeit. Im Westen in der Eisenindustrie, im Norden in der Schiffbauindustrie wird nicht gearbeitet. Ein Ende des Kampfes ist nicht abzusehen, obgleich Arbeitgeber und Arbeitnehmer, die Schifffahrt und die ganze Wirtschaft Deutschlands schwer darunter leiden. Wegen der trüben Zeit hat der Vorstand beschlossen, das sonst übliche Festessen heute abend abzusagen.

Unverzagt aber gehen wir an unsere Aufgabe, an die Behandlung wissenschaftlicher und praktischer Probleme der Schifffahrt, des Schiffbaues und aller damit zusammenhängenden Gebiete. Wir wissen uns darin eins mit allen führenden Männern Deutschlands; und weite Kreise der Regierung und der Wirtschaft rechnen wir zu unseren Freunden. Leider haben der Herr Reichspräsident und die zuständigen Herren Reichsverkehrsminister und Reichswirtschaftsminister wegen Überlastung mit Arbeit und Einladungen sich nicht bereit finden können, an unserer Tagung teilzunehmen. Wir begrüßen die Vertreter der Reichs- und Landesregierungen und befreundeter Vereine und Verbände als unsere Gäste. Besonders möchte ich begrüßen den neuen Chef der Marineleitung, Herrn Admiral Dr. Raeder, und hoffe, daß die traditionelle Freundschaft zwischen Marineleitung und Schiffbautechnischer Gesellschaft auch unter Ihrer Leitung, Herr Admiral, bestehen bleibe. (Beifall.) Ich begrüße weiter Seine Magnifizenz, den Rektor der Technischen Hochschule, in deren Räumen wir seit 30 Jahren Gastrecht genießen.

Zum ersten Male seit Bestehen der Gesellschaft fehlt in unserer Mitte unser bewährter Vorsitzender, Geheimrat Carl Busley. Mit den Verbänden und Vereinen, in denen der Verstorbene gewirkt hat, haben wir eine gemeinsame Gedächtnisfeier vereinbart, und es werden sprechen für die Schiffbautechnischen Gesellschaft Herr Präsident Dr. Heineken, für den Deutschen Segler-Verband Herr Dr. Rakenius, für den Deutschen Luftfahrt-Verband Herr Geheimrat Dr. Hergesell, für den Automobilclub von Deutschland Graf von Arnim-Muskau, für den Deutschen Motoryacht-Verband Exzellenz Vize-

admiral a. D. Hopmann, für den Deutschen See-Verein Exzellenz Gouverneur v. Lindequist und für den Deutschen Schulschiff-Verein Herr Prof. Dr. Schilling.

Ich bitte die Herren, in der genannten Reihenfolge das Wort zu nehmen.

Dr. Ing. ehr. Ph. Heineken, Präsident des Norddeutschen Lloyd:

Meine sehr verehrten Damen und Herren! Am 13. Februar d. J. ist an Bord des D. „Fulda“ des Norddeutschen Lloyd, auf einer Reise um die Welt begriffen, während der Fahrt durch das Rote Meer unser allverehrter Herr Geheimrat Professor Dr.-Ing. ehr. Busley, Ehrenbürger der Technischen Hochschule Berlin, nach kurzer schwerer Krankheit sanft entschlafen.

Es ist mir eine besondere Ehre, auch im Auftrage des Ehrenvorsitzenden der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Seiner Kgl. Hoheit des Großherzogs Friedrich August, unseres verschiedenen alten Freundes in Ihrem Kreise und gerade an dieser Stelle, wo wir ihn so oft haben wirken sehen und wo er noch im vorigen Jahre in voller geistiger Rüstigkeit seines Amtes als Vorsitzender der Schiffbautechnischen Gesellschaft walten konnte, in tiefster Dankbarkeit gedenken zu können. Ich bin überzeugt, daß Sie mit mir schmerzlich bedauern, daß wir diesen reichen Schatz, der sich in der Person unseres verehrten Freundes uns jahrelang darbot, nicht weiter ausschöpfen können, daß wir seiner für uns so wertvollen und allzeit nützlichen Mitarbeit in den verschiedensten Gesellschaften, Vereinigungen usw., denen er sich mit so seltener Treue in selbstlosester Weise freudig zur Verfügung stellte, nunmehr auf immer entsagen müssen. Und dennoch, meine sehr verehrten Damen und Herren, muß ein Gefühl tiefster Dankbarkeit uns ergreifen, wenn wir dessen gedenken, was uns unser lieber Geheimrat Busley zu Lebzeiten freudig gegeben und was er für uns geschaffen hat. Sein Streben und Schaffen galt nicht dem Eigennutz, nein, die Arbeit seines Lebens war seinen Mitmenschen gewidmet, sie galt seinem ganzen Volke, dem er freudig und gern als ganzer deutscher Mann zu dienen bestrebt war.

Als er im Anfang dieses Jahres seine große Weltreise antrat, konnten wir nicht ahnen, daß sie ihn schon so bald ans Ziel führen würde. Sein Gesundheitszustand war in den letzten Jahren leider nicht mehr der beste, und in den ihm nahestehenden Kreisen sah man seinem Entschluß, auch diese Reise, die an Körper und Gesundheit ganz besondere Anforderungen stellt, noch zu unternehmen, nicht ohne Sorgen entgegen. Es war in seinem Alter gewiß ein Unternehmen, das von seltener Energie und Tatkraft zeugt, wenn er im Frühjahr 1926 noch eine Reise nach Südamerika unternahm, wo er seine dort verheiratete Tochter besuchte, wenn er im darauffolgenden Frühjahr des Jahres 1927 auch noch eine Reise nach Afrika hinter sich brachte, und wenn er dann im Anfang dieses Jahres, im 78. Lebensjahre, auch noch seine große Weltreise antrat. Kein Freundesrat konnte ihn veranlassen, seine Reise wenigstens so lange zurückzustellen, bis sein durch Krankheit mitgenommener Körper mehr den Strapazen einer Reise in die Tropen gewachsen sein würde. Unter Hintansetzung

aller ihm durch Alter und Krankheit erwachsenden Beschwerden trat er seine Reise mit einer wirklich bewundernswürdigen Zuversicht an. Tatkraft und Energie waren in seinem Leben immer Eigenschaften, die ihn ganz besonders auszeichneten, aber selten konnten uns diese Eigenschaften so hervorragend zum Bewußtsein kommen, wie gerade gelegentlich der Realisierung der Reisepläne seiner letzten Lebensjahre. Er glaubte aus einem nie versiegenden Lebensquell schöpfen zu können und dachte nicht an das ewig wiederkehrende Naturgesetz, nach dem jede auch noch so starke Eiche einmal morsch wird und ihr Leben lassen muß.

Es würde dem Zweck dieses Nachrufes zuwiderlaufen, und es wäre gewiß auch nicht im Sinne unseres verstorbenen Freundes, wenn ich seines selbstlosen und erfolgreichen Wirkens für die Interessen der Allgemeinheit hier in allzu großer Breite rühmend gedenken wollte; denn was uns unser Geheimrat Busley gewesen ist, das wissen wir, die wir hier versammelt sind, alle nur zu gut.

Wir sehen ihn 1875 als Marineingenieur bei der Kaiserlichen Werft in Kiel. Schon im Jahre 1879 wurde er als Lehrer an die Marineakademie, Marineschule und Deckoffizierschule berufen, wo er bis zum Jahre 1896 wirkte und sowohl Seeoffiziere, wie auch Ingenieur aspiranten und Kadetten im Schiffsmaschinenbau unterrichtete. In dieser Lehrtätigkeit, in der er zum Professor und Geheimem Regierungsrat ernannt wurde, war es ihm vergönnt, an bevorzugter Stelle an dem sich gerade damals vorbereitenden gewaltigen Aufschwung unserer Kaiserlichen Marine mitzuarbeiten und sich den Dank des Seeoffizier- wie auch des Ingenieurkorps der Marine für seine anregende und erfolgreiche Lehrtätigkeit zu verdienen.

In die Zeit dieser Lehrtätigkeit fällt der Beginn der umfangreichen schriftstellerischen Arbeiten Busleys. Es sei hier in erster Linie an das 1883 erschienene zweibändige Standardwerk „Die Schiffsmaschine“ erinnert, das später auch in russischer und englischer Sprache erschien und das das ganze Gebiet des Schiffsmaschinenbaues in erschöpfender Darstellung behandelte und in der damaligen Fachliteratur einzig dastand. Seine Fortsetzung fand dieses Werk in den 1896 erschienenen beiden Abhandlungen „Die Entwicklung der Schiffsmaschine in den letzten Jahrzehnten“ und „Die Wasserrohrkessel der Dampfschiffe“.

Weiter verdienen genannt zu werden die folgenden Veröffentlichungen: „Die neueren Schnelldampfer“ (1891 und 1893), „Die Entwicklung des Norddeutschen Lloyd und der Hamburg-Amerika-Linie“, zusammen mit R. Haack (1893), „Die gesundheitlichen Einrichtungen der modernen Dampfschiffe“ (1897), „Der Kampf um den ostasiatischen Handel“ (1897), „Die modernen Unterseeboote“ (1899), „Die Entwicklung des Segelschiffes“ (1920).

Sie sind gleichzeitig Marksteine in der großartigen Entwicklung des Handelsschiffbaues seit Ende des vorigen Jahrhunderts bis zum Jahre 1914, an der Busley mit ganzem Herzen und geschickter Feder teilgenommen hat.

In den neunziger Jahren war er auch oft als Juror auf Industrie- und Weltausstellungen tätig, und in diesen Stellungen hat er in mühevoller Arbeit und mit großem Geschick unserem wirtschaftlichen Ansehen in der Welt die Wege

geeignet und geholfen, unserem Vaterlande in der Weltwirtschaft die Stellung zu verschaffen, die ihm gebührte. In späteren Jahren hat er als Präsident des Ausstellungs- und Messeamtes seine reichen Erfahrungen auf diesem für unsere wirtschaftliche Entwicklung so wichtigen Gebiet mit nie erlahmender Arbeitskraft gern der Allgemeinheit zugänglich gemacht.

Es hat den Anschein, als ob seiner impulsiven Natur, deren Gesichtskreis durch die vielen Auslandsreisen ganz besonders erweitert worden ist, die rein theoretische Lehrtätigkeit auf die Dauer nicht zugesagt hat, und so tritt er nach seiner Verabschiedung aus dem Kaiserlichen Dienst in die Betriebe der F. Schichau-Werft als Bevollmächtigter ein. Es war ihm vergönnt, bis in sein hohes Alter für diese Werke tätig sein zu können, denn erst im Jahre 1920 konnte er sich entschließen, dieser hauptamtlichen Tätigkeit zu entsagen. Busley war aber nicht der Mann, der ohne ein bestimmtes Lebensziel, ohne eine gewisse Arbeitspflicht der Ruhe hätte pflegen können. Er widmete sich daher nun mit ganzer Kraft seinen zahlreichen, ihm so sehr ans Herz gewachsenen Ehrenämtern, denen er auch in jungen Jahren schon Bestes gegeben hatte. Es ist in erster Linie seinem rastlosen Wirken zu danken, daß es im Jahre 1899 gelang, die Schiffbautechnische Gesellschaft zustande zu bringen. Man konnte derzeit keine glücklichere Wahl treffen, als daß man Busley gleich mit dem Vorsitz der Schiffbautechnischen Gesellschaft betraute. Es hätte wohl kaum jemand mit mehr Liebe und Treue die Geschicke der Schiffbautechnischen Gesellschaft leiten und sie mit Energie und Tatkraft durch all die Fährnisse der Zeit führen können. Meine sehr verehrten Damen und Herren, wir können ihm nicht genug danken für das, was er aus dieser Vereinigung der Schiffbauer und Schiffbauinteressenten gemacht hat. Daß die Schiffbautechnische Gesellschaft heute auf ihrem Gebiet in der internationalen Fachwelt als die erste und bedeutendste Vertretung des deutschen Schiffbaues anerkannt und geschätzt wird, ist in erster Linie sein Verdienst, und daß er in voller geistiger Rüstigkeit bis an sein Lebensende für dieses, sein ganz besonderes Lieblingskind wirken konnte, wollen wir als besondere Gnade Gottes ansehen.

Daneben hat Busley, wie Ihnen bekannt ist, in einer ganzen Reihe anderer Vereinigungen eine führende Rolle einnehmen können. Ich erwähne nur den früheren Deutschen Flottenverein, den jetzigen Deutschen Seeverein, für dessen Idee er eifrigster Vorkämpfer war und für den er seit seiner Gründung bis zum Jahre 1908 als stellvertretender Vorsitzender im Präsidium wirkte. Auf dem Gebiete des Segel- und Motorbootportes, des Regattawesens, des Autosportes und des Luftfahrtwesens hat er ebenfalls an führender Stelle mitarbeiten können. Auch der Deutsche Schulschiffverein konnte sich seines ganz besonderen Interesses erfreuen, und so gibt es wohl kaum ein Gebiet des öffentlichen Lebens, in dem unser Freund Busley nicht mit Leib und Seele zu Haus war, und dem er sein nie versagendes Organisationstalent nicht freudig und gern zur Verfügung gestellt hätte.

Unser lieber Freund, Geheimrat Dr. Busley, ist von uns gegangen, nicht ohne uns sein Bestes gegeben zu haben. Wir haben einen alten, treuen Freund

verloren, und die dadurch entstandenen Lücken werden sich nur schwer wieder schließen lassen. Lassen Sie uns unsere Verehrung für unseren alten abberufenen Freund in dieser Stunde des Gedenkens in das stille Gelübde zusammenfassen, daß wir das von ihm in den langen Jahren treuer und unentwegter Arbeit für uns Geschaffene als ein heiliges Erbe hoch in Ehren halten und in seinem Geiste pflegen und weiter fortleben lassen wollen.

Seine Lebensarbeit soll uns sein Gedenkstein sein!

Für den Deutschen Segler-Verband:

Herr Dr. jur. Rakenius:

Sehr verehrte Herren! Der Deutsche Segler-Verband, der mit dieser Trauerversammlung seines dahingegangenen Führers, des Geheimen Regierungsrates Professor Dr.-Ing. e. h. Carl Busley gedenkt, wird ihm, dessen Lebenswerk der Deutsche Segler-Verband ist, bei seiner nächsten Vollversammlung besonders den Dank für sein Wirken erstatten; doch ist es mir eine teure Pflicht, auch an dieser Stelle unseres großen Führers zu gedenken.

Denn einen Führer hat der Deutsche Segler-Verband in Geheimrat Busley verloren, einen Mann, dessen hohe Eigenschaften ihn wie einen dazu schufen, ein Vorbild zu sein, dessen fester Sinn und leitende Hand ihn nie abweichen ließen von dem, was er als gut und recht erkannt hatte, ob er eine Majorität hinter sich hatte oder ob er erst durch das Einwirken seiner Persönlichkeit sie sich verschaffte, und der mit fester Treue unermüdlich an seinem Lebenswerke arbeitete, bis der Tod, der dann doch stärker war als seine Zähigkeit, ihm das Ruder aus der Hand nahm.

Wenn ich die Lebenslinie dieses ausgezeichneten Mannes bezeichnen soll, so scheint sie mir einer Ellipse zu gleichen, deren Brennpunkte Pflicht und Treue heißen.

Wer das Glück hatte, mit Geheimrat Busley zusammenarbeiten zu dürfen, der wußte, daß die Pflicht das Hauptgebot seines Lebens war. Nie versagte er sich den Aufgaben seines Amtes, die doch bisweilen, besonders in hohem Alter, beschwerlich waren; und wenn ich an die letzten Wochen seiner Arbeit denke, in denen er unter Aufgebot alleräußersten Willens wirkte, so möchte ich nur wünschen, daß dieses hohe Pflichtgefühl auf uns, die wir berufen sind, sein Werk fortzuführen, als ein Erbe überkommen möchte, das zu besitzen jede Mühe des Erwerbens lohnt.

Das andere, was Geheimrat Busley auszeichnete, war die Treue, die er seinem Amt und seinen Freunden bewies, und — nicht zuletzt — er blieb sich selber treu.

Diese Treue haben die Männer erfahren, die er auszeichnete durch sein Vertrauen, ein Vertrauen, auf das man sich verlassen konnte, auch wenn man durchaus nicht mit ihm einer Meinung war. Dann seine Treue zu seinem Herrscherhaus, die er auch nicht verleugnete, als unser Volk — zusammengebrochen — einer neuen Staatsform sich zuwandte; zu seinem Kaiser, von dem er mit Stolz erzählte, daß er ihm seine Professur verdanke. Und ich

denke noch mit innerer Bewegung daran, wie er mir in diese Treue einen Einblick bot, als im Herbst 1927 die große Hindenburg-Regatta auf dem Wannensee war, als mehr als 500 Yachten, über die Toppen geflaggt, in der Wannseebucht lagen, und er mir in einer Bewegtheit, die er sonst nicht leicht zeigte, sagte: „Wenn das doch unser Kaiser noch sehen könnte.“

Diese Treue, im Verein mit dem hohen Pflichtgefühl war es, die Geheimrat Busley immer wieder das Vertrauen seiner Segler gab, und wie er uns die Treue gehalten hat, so werden die Mitglieder des Deutschen Segler-Verbandes ihrem toten Führer die Treue halten über das Grab hinaus.

Für den Deutschen Luftfahrt-Verband:

Herr Geheimrat Professor Dr. Hergesell, Berlin:

Gern komme ich dem Wunsche der Schiffbautechnischen Gesellschaft nach, zu Ehren meines alten Freundes und Mitarbeiters in der Entwicklung der Luftfahrt einige Gedenkworte zu sprechen. Die Tätigkeit dieses seltenen Mannes war ja von Anfang an auf alle Fragen des menschlichen Verkehrs, mögen diese von der wissenschaftlichen oder der sportlichen Seite an ihn herangetreten sein, mit Bewußtsein gerichtet, und so hat auch die Luftfahrt sein mächtiges Wirken von Anfang an gespürt.

Schon am Ende des verflorbenen Jahrhunderts tritt Busley in den Luftfahrtskreisen in Erscheinung. In Berlin wurde schon im Sommer 1881 ein deutscher Verein zur Förderung der Luftschiffahrt gegründet, der es sich zum Ziele gesetzt hatte, „die Lösung des Problems der Herstellung lenkbarer Luftschiffe mit allen Kräften zu fördern“. Welche gewaltige Aufgabe ihnen bevorstand, haben sich die Gründer dieses Vereins, die alle nicht mehr unter uns weilen, wohl nicht vorgestellt. Busley befand sich nicht unter ihnen. Er trat dem Verein erst näher, als dieser sich einem Arbeitsfelde zuwandte, auf dem Erfolge und Leistungen zu erhoffen waren. Das einzige Luftfahrzeug, das in den 80er Jahren das Luftmeer in gewissem Sinne beherrschte, wenigstens was die Vertikale angeht, war der Kugelballon oder Freiballon. Der Berliner Verein, der bald unter die Leitung meines verstorbenen Freundes Assmann gestellt wurde, vollführte eine Reihe von wissenschaftlichen und Sportfahrten bis zu sehr großen Höhen in der Atmosphäre, die weltberühmt geworden sind. Ihre Erfolge führten auch Busley in unsere Reihen. Während Assmann die wissenschaftliche Seite dieser Fahrten pflegte, war es Busley, der den sportlichen Wert des Freiballons erkannte und dessen Leistungen ausbaute. Schon 1901 trat er an die Spitze des Berliner Vereins, den er nun zielbewußt leitete. Mittlerweile hatten sich in Deutschland noch andere Luftfahrtvereine gebildet, die ähnliche Zwecke verfolgten, so in München, Straßburg, Augsburg und Wien. Busley erkannte bald, wie wichtig ein einheitliches Zusammenarbeiten dieser Bestrebungen sein müßte, vor allem nach der sportlichen Seite hin. Aber auch die wissenschaftlichen Zwecke konnte ein solches Zusammenschließen nur fördern. Schon 1896 war es mir geglückt, ein internationales Zusammenarbeiten in der wissenschaftlichen Erforschung der Atmosphäre herbeizuführen. Gern trat ich daher, in Verbindung mit den Vorständen der

obengenannten Vereine, dem Vorschlage Busleys bei, einen deutschen Luftfahrerverband zu schaffen, der nach einheitlichen Grundsätzen, in einem Grundgesetze zusammengefaßt, die wissenschaftliche Luftforschung und das sportliche Fliegen der Luftfahrt zu regeln hatte. Am 28. Dezember 1902 wurde dieser deutsche Verband zu Augsburg gegründet, mit der Hauptaufgabe, Fahrten wissenschaftlicher oder sportlicher Natur ohne gewerbsmäßige Führer zu unternehmen. Busley wurde zum Vorsitzenden und der Vortragende zum Schriftführer erwählt. Jetzt zeigte sich die glänzende Organisationsgabe unseres verstorbenen Freundes. Während bei der Gründung der Verband nur 5 Vereine mit 10 Ballonen besaß, umfaßte er im Jahre 1912 74000 Mitglieder mit 74 Regionalvereinen und mehr als 130 Freiballonen und 107 sportlichen Freiballonführern. Und was war in dieser Zeitspanne alles geschehen! Die Entwicklung einer Reihe von Lenkballonen, vor allem der beiden erfolgreichsten des Parseval und des Zeppelin. Auch hier war überall die tätige Hand Busleys zu spüren. Mit großem Geschick wußte er die Widerstände der Behörden verschiedenster Art zu überwinden. Und zuletzt seine Tätigkeit für die Entwicklung der Flugtechnik. Hier setzt vor allem das sportliche Genie dieses seltenen Mannes ein. Mit 1911 beginnen die Überlandflug-Wettbewerbe, unter denen ich besonders den ersten deutschen Rundflug um den B.-Z.-Preis der Lüfte und die 5 Prinz-Heinrich-Flüge am Oberrhein nennen möchte. Besonders diese letzten Jahre der Entwicklung gehören für alle, die dabei mitgewirkt haben, und vor allem für Busley, zu den schönsten Lebenserinnerungen. Wie oft habe ich mit ihm nach dem Kriege über diese Zeiten gesprochen, und wie war sein Herz mit Stolz erfüllt, wenn er von diesen Werken sprechen konnte.

Nun ist er dahingeshieden — fern von der Heimat. Wie sein Sterbliches zu uns zurückgekommen ist und ehrenvoll bestattet wurde, wird auch sein Unsterbliches in der Erinnerung immer bei uns bleiben. Wir Luftfahrer werden ihn nie vergessen.

Graf Arnim-Muskau, Präsident des Automobilclub von Deutschland:

Meine Damen und Herren! Das Gedächtnis Carl Busleys, dem diese Feier gewidmet ist, wird auch im Automobilclub von Deutschland stets wach bleiben. Der Ahne des jetzigen A. v. D., der damalige Deutsche Automobil-Club, in den der Verstorbene 1904 eintrat, widmete sich nicht nur dem Automobilsport im besonderen, sondern auch dem motorisierten Sport im allgemeinen, wie es der Entwicklung dieser technischen Neuerung dienlich war. Dieses erweiterte Tätigkeitsgebiet, das sich von den eben entstehenden Flugzeugen bis zum Motorboot erstreckte, bot dem erfahrenen Schiffbautechniker und passionierten Seemann, der Busley war, einen willkommenen Tummelplatz für sein schöpferisches Genie und seine unermüdliche Arbeitskraft. Schon im Jahre 1905 wurde er in den Repräsentanten-Ausschuß des nunmehr Kaiserlichen Automobil-Clubs gewählt, und 1907, als der K. A. C. sich mit besonders verstärktem Interesse auch mit dem Motorbootsport zu beschäftigen begann, wurde er Vorsitzender der neu gegründeten Motorbootskommission des K. A. C.

Als solcher hatte er im Frühjahr 1910 die Leitung der Internationalen Motorboot- und Motoren-Ausstellung inne.

Ganz besonders lebhaft war sein Interesse an der Entwicklung der Luftfahrt und, als 1912 der K. A. C. mit dem Kaiserlichen Aero-Club und dem Verein der Motorfahrzeugindustriellen, dem jetzigen Reichsverband der Deutschen Automobilindustrie, die Allgemeine Luftfahrzeug-Ausstellung veranstaltete, da war es wieder Busley, der mit seiner unermüdlichen Initiative und seinem ständig schaffenden Geist die Bedeutung des Motors für die Luftschiffahrt erkannte und im K. A. C. an der Veranstaltung mitarbeitete.

Seit dem Kriege ist eine Wandlung im Motorsport eingetreten. Aus dem rauschenden Gebirgsbach der ersten Entwicklung wurde ein ruhig fließender Strom, der sich deltagleich in einzelne Zweige teilte und diese einem fest vorgezeichneten Ziel in sicheren Bahnen entgegensandte. Auch hier bewährte sich Busleys erfahrener Rat in allen Ausschußsitzungen, und die durch seinen Tod entstandene Lücke bedeutet für uns eine empfindliche Wunde. Charakteristisch für die Persönlichkeit dieses Mannes war es, wie er es verstand, sein überlegenes Können mit der Form kameradschaftlicher Zusammenarbeit zu vereinen. Wir glauben deshalb, in seinem Sinne weitergearbeitet zu haben, als wir im April dieses Jahres die Motor-Yacht- und Landhaus-Vereinigung des Automobilclubs von Deutschland gründeten, die dem von ihm betreuten Motoryacht-Verbande angehört.

Der Dank, den wir diesem einzigartigen Sportsmann schulden, soll darin bestehen, daß wir Busleys Andenken durch sportliche Taten ehren.

Viceadmiral a. D. Hopmann, Exc., Präsident des Deutschen Motoryacht-Verbandes:

Als Präsident des Deutschen Motoryacht-Verbandes und Nachfolger Carl Busleys in diesem Amte habe ich heute hier die Ehrenpflicht, der hohen und unvergeßlichen Verdienste des Dahingeshiedenen für den deutschen Motor-yachtsport sowie des Motorbootwesens überhaupt zu gedenken. Es war bezeichnend für ihn und seinen schaffensfreudigen, auch in die Zukunft schauenden Geist, daß er dieser Neuerscheinung auf dem Gebiete des Wassersports als alter Segler seinerzeit nicht kühl und souverän den Rücken wies, sondern sich mit der ihm eigenartigen Regsamkeit ihrer annahm und seine reichen Erfahrungen und großen organisatorischen Talente ihr zur Verfügung stellte, so daß er auch hierin Bahnbrecher und Baumeister wurde. Schon im November 1907 gründete er aus den damals noch wenig zahlreich bestehenden Motoryachtklubs den Deutschen Motoryacht-Verband und wurde dessen Vorsitzender. Wenige Monate darauf, im Jahre 1908, vertrat er bei der Bildung der Union Internationale du Yachting Automobile diesen Verband, wobei man ihm das Amt des 1. stellvertretenden Vorsitzenden übertrug. Dann kam der Weltkrieg. Da konnte er mit hoher Befriedigung erleben, daß zahlreiche Boote des von ihm geschaffenen Verbandes sich in dem Kaiserlichen Freiwilligen Motorboot-Korps auf allen Fronten in Küstengewässern, Flüssen und Seen erfolgreich betätigten. Ost-



und Nordsee, Schwarzes Meer, Maaß und Schelde, Weichsel, Donau und selbst Dnjepr wissen davon zu erzählen. Nach dem Weltkrieg wandte er sich mit alter Rüstigkeit und Energie dem Wiederaufbau des Verlorenen zu und wußte manche der zahlreichen Schwierigkeiten, die auch unserem Verband die ersten Nachkriegsjahre brachten, mit Geschick abzuwenden. Als dann im Jahre 1923 die früher von ihm geleitete Union Internationale du Yachting Automobile mehrfach den Wunsch aussprach, den Deutschen Motoryacht-Verband wieder zu ihren Mitgliedern zu zählen, lehnte er diesen Vorschlag nicht ab, sondern befürwortete ihn unter vollster Wahrung unserer nationalen Würde. Der Eintritt erfolgte sodann bereits im Jahre 1924, und in den folgenden Jahren haben sich deutsche Motorboote an Wettfahrten im Auslande, in England, Amerika, Frankreich, Holland und Schweden mehrfach erfolgreich beteiligt. Die erste internationale Wettfahrt in Deutschland fand im Juni 1928 auf dem Templiner See statt und zeigte eine recht befriedigende Teilnahme von ausländischen Booten, Engländer, Amerikaner und Franzosen. Busley hatte gehofft, zu dieser Wettfahrt, der er großes Interesse entgegengebracht hatte, rechtzeitig von seiner Weltreise zurück zu sein. Das Schicksal hat anders entschieden.

Es ist hier nicht Zeit und Ort, die zahlreichen Verdienste Busleys für den Motorbootsport in Einzelheiten zu schildern und auszuführen, in welcher fördernder, befruchtender Weise er auf die deutsche Bootsbau- und Motorenindustrie gewirkt hat. Wohl aber ist es meine Pflicht, im Namen aller Vereine und Mitglieder des Deutschen Motoryacht-Verbandes zu erklären, daß wir das Andenken dieses ausgezeichneten, hochbedeutenden Mannes, der mehr als zwanzig Jahre unser Wegweiser und Führer war, treu und unvergänglich im Herzen wahren werden.

Für den Deutschen See-Verein:

Herr Staatssekretär a. D. von Lindequist, Berlin:

Der Name Busleys ist für alle Zeiten auf das engste mit der Geschichte des Deutschen Flottenvereins verknüpft, war er doch einer der eifrigsten Vorkämpfer für den Gedanken der Errichtung eines Deutschen Flottenvereins in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Als 1898 die Gründung des Flottenvereins vollzogen wurde, wurde Geheimrat Busley in den Vorstand und in das Präsidium, den damaligen geschäftsführenden Ausschuß, gewählt. Wiederholt ist er als geschäftsführender Vorsitzender tätig gewesen.

Als dann bei den Reichstagswahlen des Jahres 1906/07 bekanntlich eine schwere Krisis über den Flottenverein hereinbrach, ist es wiederum Geheimrat Busley gewesen, der in die Bresche sprang. Nach Rücktritt des Präsidiums übernahm er, zusammen mit Geheimrat Ravené, die Führung der Geschäfte und leitete die entscheidende Hauptversammlung in Danzig im Jahre 1908, in welcher es seiner Geschicklichkeit in der Verhandlungsführung gelang, die Gegensätze zu überbrücken und die Krise zu lösen. Daß sich mein hochverehrter Vorgänger, der Großadmiral von Köster, bereit fand, die auf ihn gefallene Wahl anzunehmen, ist nicht zum wenigsten Busleys Einfluß zuzuschreiben.

Bis zu seinem Tode hat er weiter dem Vorstand angehört und ist ihm auch treu geblieben, als nach Kriegsende der Flottenverein auf Vorschlag meines Vorgängers im Einvernehmen mit den großen Reedereien den Namen „Deutscher Seeverein“ annahm. Bis zuletzt ist er ein regelmäßiger Teilnehmer unserer Vorstandssitzungen und Hauptversammlungen gewesen, wo sein Rat stets besonders in die Wagschale fiel. In der diesjährigen Hauptversammlung in Danzig, an demselben Ort, wo vor genau 30 Jahren der Heimgegangene dem Flottenverein in schwerer Zeit so wertvolle Dienste geleistet hatte, hat der Deutsche Seeverein des ausgezeichneten Mannes feierlich gedacht. Sein Andenken wird bei ihm für alle Zeiten in dankbarster Erinnerung fortleben und in hohen Ehren gehalten werden.

Herr Prof. Dr. Schilling, Geschäftsführender Vorsitzender des Deutschen Schulschiff-Vereins:

Meine sehr geehrten Damen und Herren! Als am 13. Februar d. J. der Telegraph die Nachricht brachte, daß unser Freund Carl Busley an einer schweren Lungenentzündung auf der Fahrt nach dem Osten vor Aden gestorben war, da ging durch die weiten Kreise deutscher Schifffahrt ein wehmütiges Trauern, und überall, wo dieser seltene Mann mit Rat und Tat gearbeitet hatte, gingen, dem Auge nicht sichtbar, die Flaggen halbstock. Mir als Vertreter des Deutschen Schulschiff-Vereins ist es vergönnt, in dieser feierlichen Stunde Worte der Erinnerung an diese hochansehnliche Versammlung zu richten. Wenn meine Worte die letzten sind, die im Kreise der Vereinigungen ausgesprochen werden, so möge die Wiederholung mancher Gedanken und Bilder ein deutliches Zeichen der Gemeinsamkeit und Einigkeit in dem Empfinden von Trauer und Schmerz sein.

Busleys hervorragende pädagogische Begabung wurde in seiner Tätigkeit in der Kaiserlichen Marine frühzeitig erkannt, er durfte sie betätigen als Lehrer an der Marineschule, als Lehrer an der Marineakademie. Seine durch Kenntnisse und Klarheit des Vortrages ausgezeichnete Lehrtätigkeit fand nicht nur bei seinen Schülern Anerkennung, sondern wurde von seinen Vorgesetzten durch schnelle Beförderung in seiner militärischen Laufbahn belohnt. Als Busley einen Ruf an die Technischen Lehranstalten in Bremen ablehnte, verlieh ihm der Kaiser, dem er häufig bei verschiedenen Anlässen nähertrat, den Titel Professor.

Neben seiner Tätigkeit als Lehrer bewährte sich Busley schon frühzeitig auf schriftstellerischem Gebiete, sein Lehrbuch über die Schiffsmaschine, eine Reihe viel verbreiteter Veröffentlichungen in Zeitschriften und in Einzelwerken erwiesen den hohen Stand seines Wissens und die Begabung klaren Ausdrucks. Er stand im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses, als seine Vorträge zum Besten des Deutschen Flotten-Vereins und die von ihm zusammengebrachte Ausstellung von Schiffstypen ihn durch ganz Deutschland führte.

Die Erfolge seiner Lehrtätigkeit, die Freude an allen Fragen der Erziehung im gleichen Maße, wie an der Entwicklung der deutschen Schifffahrt mußte es dem Ehrenvorsitzenden der Schiffbautechnischen Gesellschaft Seiner König-

lichen Hoheit dem Großherzoge von Oldenburg, der zugleich den Ehrenvorsitz im Deutschen Schulschiff-Verein innehat, nahelegen, Carl Busley auch für diesen Verein zu interessieren. Die Sonderheit des Baues der Schulschiffe, für die sich allmählich vergrößernde Flotte des Deutschen Schulschiff-Vereins gab unserem Freunde bald Gelegenheit, seine Erfahrungen und seine umfangreichen Kenntnisse bei diesen Aufgaben zur Verfügung zu stellen. Gern unterzog er sich besonderer Aufträge der Erkundung und Prüfung in den verschiedenen Gebieten, stets bereit gab er dem Großherzog jede erforderliche Auskunft und Unterstützung, und dankbar werden wir, die wir in leitender Stellung jahrzehntelang mit ihm an demselben Werke tätig waren, seiner regen Mitarbeit für alle Zeit gedenken.

Neben dieser praktischen Veranlagung lag Busley aber auch in besonderem Grade die erzieherische Aufgabe des Deutschen Schulschiff-Vereins am Herzen, besonders in den ersten aufbauenden Jahren zeigte er großes Interesse an der Aufstellung der Lehrpläne und der Instruktionen für Kapitäne und Offiziere. Häufig nahm er an der Besichtigung der Schulschiffe und ihrer Besatzung teil und ging mit besonderem Verständnis die Reihe der Schiffsjungen durch, dem einen einen leichten Tadel, dem anderen ein freundliches Wort aussprechend. Mit seinem höheren Alter mußte er diese Aufgabe zu seinem eigenen Bedauern aufgeben, aber das Interesse für die Entwicklung des Vereins ließ darum nicht nach, und mit eindringlicher Teilnahme verfolgte er den Durchgang des Vereins durch die Kriegszeit, die die Schulschiffe vorübergehend für die Ausbildung von Mannschaften der Kriegsmarine tätig werden ließ, aber schließlich den Verlust zweier Schulschiffe nach sich zog, sowie die gefährliche Zeit der Inflation, durch die der Weitblick der deutschen Reedereien den Verein zum Wiederaufbau führte. Noch gesteigert zeigte sich sein Interesse, als es dem Verein ermöglicht wurde, durch den Bau eines neuen Schiffes, „Schulschiff Deutschland“, die Erziehungstätigkeit des Vereins zu erweitern; ein herzlich gehaltener Glückwunsch an mich war Ausdruck seiner teilnehmenden Freude.

Über Sache und erzieherischer Begabung stand aber der Mensch! Sein ins einzelne gehender Fleiß und seine stete Bereitschaft, seine Person einzusetzen für alle Aufgaben, die seiner vielseitigen Veranlagung entsprachen, die bewundernswerte Regelmäßigkeit, mit der er an den Sitzungen des Vorstandes und des Geschäftsführenden Ausschusses teilnahm, sein tiefes Eindringen in alle Aufgaben unserer Organisation machte ihn während der Zeit körperlicher Frische zu einem besonders wertvollen Mitarbeiter. Mit der Treue zu der Sache verband er auch die Treue zur Person! Unserem verehrten Ehrenvorsitzenden, dem Großherzog von Oldenburg, war Busley auch auf diesem Gebiete ein gern-gesehener Berater, ich entledge mich eines Auftrages des Großherzogs, wenn ich auch an dieser Stelle Busley Dank und Anerkennung in seinem Namen nachrufe. Treue hielt Busley auch uns allen in der Leitung des Vereins und im Geschäftsführenden Ausschuß. Mir persönlich nahe befreundet, hatte er für jeden ein freundliches Wort, für jeden opferbereite Hilfe; Liebenswürdigkeit und Kameradschaftssinn ließen ihn in unserer Mitte bei der Arbeit und in gemein-

samen Stunden der Erholung gern zum Mittelpunkt der Unterhaltung im kleinen Kreise werden, und selbst wenn Meinungsverschiedenheiten auftraten, mit ihm war zu streiten, denn er verletzte nie die Form und fand Verständnis auch für die Ansicht des Gegners.

So darf auch der Deutsche Schulschiff-Verein mit seinem Ehrenvorsitzenden an der Spitze an dieser Stelle dem heimgegangenen Freund aufrichtigen Dank und tiefgefühlte Anerkennung in aller Treue nachrufen. Sein Name wird auf den Blättern der Geschichte des Deutschen Schulschiff-Vereins ruhmvoll verzeichnet werden; sein Andenken wird bleiben, solange die Flagge des Deutschen Schulschiff-Vereins auf seinen Schiffen über den Meeren weht!

Vorsitzender Herr Prof. Laas:

Die Ansprachen, für die ich den Herren Rednern den warmen Dank der Versammlung aussprechen darf, haben uns das Lebensbild eines Mannes entrollt, der Jahrzehnte vor dem Kriege an allen großen Bestrebungen teilnahm, die Deutschlands Seegeltung und industriellen Aufstieg betrafen. Ungewöhnlich vielseitig war sein Wirken. Überall war er mit ganzer Seele dabei. Sein Werk überdauert sein Leben.

Erhoben von der Erinnerung an die großen Zeiten der Vergangenheit, durchglüht von dem Sehnen nach neuem Aufstieg, wollen wir — und das gilt ganz besonders für die Jüngeren unter uns — mit ganzer Kraft daran arbeiten, daß Deutschland wieder zu Ansehen und Macht gelangt. Mit diesem Wunsche schließe ich die Feier.

**Vorträge**  
der  
**29. Hauptversammlung.**

## IV. Die Schwimmfähigkeit der Fahrgastschiffe nach Havarien und ihre internationale Regelung.

Von Professor W. Laas, Berlin.

Der am 20. Januar 1914 von 13 Schiffahrtsstaaten unterzeichnete „Internationale Vertrag zum Schutze des menschlichen Lebens auf See“ enthält über das praktische Verfahren die Abschnitte:

Titel III: Sicherheit der Seefahrt.

Titel IV: Bauart der Schiffe.

Titel V: Funkentelegraphie.

Titel VI: Rettungsgeräte und Maßnahmen gegen Feuersgefahr.

Zu dem Vertrage gehört das „Reglement“, welches die genannten Abschnitte durch eine Reihe von Einzelbestimmungen ergänzt.

Die heutigen Ausführungen beschäftigen sich nur mit dem Titel IV, „Bauart der Schiffe“, und den dazugehörigen Artikeln V—XXVI des Reglements.

Vertrag und Reglement waren in wichtigen Einzelheiten nicht zu direkt brauchbaren Vorschriften gekommen; die vereinbarten Richtlinien sollten durch weitere Untersuchungen in den einzelnen Vertragsländern zu Vorschriften vervollständigt werden. Verhandlungen über das Ergebnis der Untersuchungen sollten unter Führung der britischen Regierung stattfinden. Noch in den letzten Tagen des Juli 1914 waren Vertreter Deutschlands mit Sachverständigen aus anderen Ländern in Paris zusammen. Der Krieg verhinderte den Abschluß der internationalen Verhandlungen, doch wurden die Untersuchungen in den Hauptschiffahrtsländern, besonders in England und Deutschland, auch im Kriege fortgesetzt. In Deutschland beschäftigte sich im Auftrage des Reichsministeriums des Innern die „Baukommission“ von 1914 mit der Vorbereitung der in Aussicht genommenen Verordnungen des Bundesrats. Der Vorsitzende der Baukommission, Herr Prof. Pagel, hat hier 1915 über das bis dahin vorliegende Ergebnis der Beratungen berichtet<sup>1</sup>.

Nach dem Krieg wurde ohne Hinzuziehung von Deutschland zwischen einzelnen Vertragsstaaten weiter verhandelt, und auch die private Vereinigung der Reeder beschäftigte sich in den „International Shipping Conferences“ der letzten Jahre unter Beteiligung Deutschlands mit den Auswirkungen des Vertrages von 1914.

<sup>1</sup> „Die Schottvorschriften des internationalen Vertrages zum Schutze des menschlichen Lebens auf See.“ Jahrb. Schiffbaut. Ges. 1916.

Im Herbst 1927 fragte die britische Regierung die in Betracht kommenden Schifffahrtsstaaten, ob sie bereit seien zu einer neuen internationalen Konferenz über „Safety of Life at Sea“, und schlug vor, als Grundlage der neuen Verhandlungen die inzwischen seit 1915 in England bestehenden und im einzelnen wiederholt abgeänderten Ausführungsbestimmungen<sup>1</sup> zu benutzen.

Der Vorschlag wurde angenommen, als Termin für die Konferenz ist der Frühling 1929 in Aussicht genommen; eine Vorbesprechung zwischen den Vertretern des später erwähnten Bauausschusses und den Sachverständigen des Board of Trade hat Ende Oktober 1928 in London stattgefunden.

Mit der sachlichen Prüfung der britischen Vorschläge betreffend „Bauart der Schiffe“ beauftragte das Reichsverkehrsministerium 1927 den Germanischen Lloyd, der hierzu die seit 1914 bestehende Baukommission heranziehen sollte.

Die nachfolgenden Ausführungen sind das Ergebnis der Beratungen des neuen „Bauausschusses von 1927“, dem die leitenden Schiffbauer unserer großen Reedereien und Werften ihre wertvolle Arbeit bereitwillig zur Verfügung gestellt haben.

Die bevorstehenden internationalen Verhandlungen sollen den Vertrag von 1914 zu brauchbaren Vorschriften verarbeiten unter Benutzung der Erfahrungen und der technischen Fortschritte seit 1914. Es ist also zu erwarten, daß der ganze Fragenkomplex auch über die sicherste Bauart der Schiffe wieder aufgerollt wird. Im Rahmen eines Vortrages können heute nur die wichtigsten Teile in großen Umrissen behandelt werden.

Die Bestimmungen über die „Bauart der Schiffe“ umfassen die beiden Gruppen „Schotteinteilung“ und „konstruktive Einzelheiten“. Die wichtigste und schwierigste Gruppe ist die Schotteinteilung, während die konstruktiven Einzelheiten zwar einen großen Umfang einnehmen, aber verhältnismäßig leicht international zu regeln sind.

### A. Schotteinteilung.

Die Schotteinteilung soll ein Schiff auch nach einer schweren Havarie möglichst lange schwimmfähig halten. Die Forderung nach Unsinkbarkeit ist praktisch unerfüllbar für eiserne Schiffe. Bei ganz schweren Havarien, bei denen Wasser schließlich, wenn auch vielleicht erst nach Tagen, in alle Räume des Schiffes eindringt, sind unsinkbar nur Holzschiffe mit schwimmfähiger Ladung, z. B. Holzladung.

Bei eisernen Schiffen muß der Erbauer sich darauf beschränken, dem Schiff den erreichbaren Grad an Schwimmfähigkeit für eine möglichst lange Zeit zu geben.

Der Vertrag von 1914 sollte nur Anwendung finden für Fahrgastschiffe; als solches gilt nach § 2 jedes mit Maschinenkraft fortbewegte Kauffahrteischiff, das mehr als 12 Passagiere an Bord hat und von einem Vertragsstaat zu einem anderen fährt.

Abgesehen von der Zahl der Passagiere (12 erschien schon 1914 einigen Staaten eine zu geringe Grenze) ist anzunehmen, daß an dieser Auffassung bei neuen

<sup>1</sup> Instructions as to the Survey of Passenger Steamships (London 1915—1928).

internationalen Verhandlungen nichts Wesentliches geändert wird; ich nehme sie also als gegeben. Das Für und Wider der Regelung der Schwimmfähigkeit von reinen Frachtschiffen dürfte besser in späteren besonderen internationalen Konferenzen zusammen mit dem Freibord behandelt werden. Die Sicherung des Personenverkehrs in der nationalen Küstenfahrt bleibt den einzelnen Staaten überlassen.

Die Schotteinteilung eines Schiffes zur Erreichung eines bestimmten Grades von Schwimmfähigkeit bei schweren Havarien läßt sich rechnerisch behandeln. Wie alle technischen Rechnungen bedarf aber auch diese gewisser Annahmen.

Geeinigt hat man sich international auf folgende Grundlagen der Rechnung:

### 1. Die Tauchgrenze.

Ein Schiff soll als noch schwimmfähig gelten, wenn es nach einer schweren Havarie nicht tiefer eintaucht als bis zum Schottendeck, wenn es also seinen Freibord, d. h. seine Reserven an Schwimmfähigkeit, verloren hat. Ein gewisser

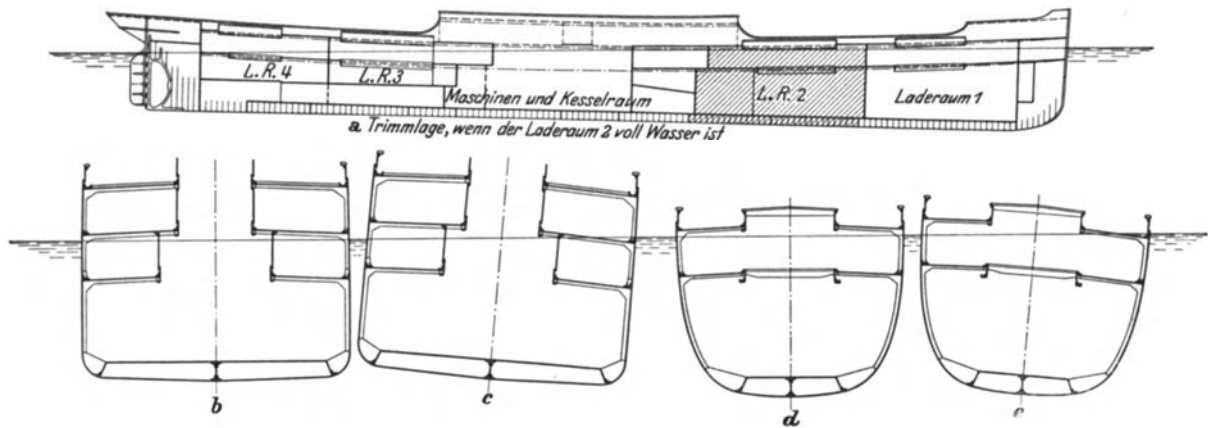


Abb. 1. Frachtfahrgastschiff von 97,50 m Länge.  
*a)* Trimmlage, wenn der Laderaum 2 voll Wasser ist; *b)* Querschnitt durch den Maschinenraum, aufrechte Lage; *c)* Querschnitt durch den Maschinenraum, 5° Schlagseite; *d)* Querschnitt durch den Laderaum 1, aufrechte Lage; *e)* Querschnitt durch den Laderaum 1, 5° Schlagseite.

Sicherheitsrand ist festgelegt, indem als „Tauchgrenze“ eine Linie von 76 mm = 3'' engl. unterhalb der Oberkante des Schottendecks bestimmt worden ist, hierdurch bleibt ein Rest an Schwimmfähigkeit von einigen Prozenten des Displacements übrig. Die Sicherheit ist aber praktisch erheblich größer, weil auch beim Eintauchen des Schottendecks (z. B. beim Schlingern des Schiffes) das Wasser noch nicht in die unbeschädigten Räume laufen kann; es wird am Eindringen verhindert durch die Sülle der Aufbauten und Luken (Abb. 1).

### 2. Die Flutbarkeit.

Die unteren Räume des Schiffes enthalten Maschinen, Kessel, Kohlen, Speise- oder Trinkwasser, Ladung, Proviant, so daß nicht 100 % Wasser eindringen kann. Der Prozentsatz des Wassers, das in einen Raum eindringen kann, wird als „Flutbarkeit“ (permeability) bezeichnet. Die größte Flutbarkeit von etwa 95 haben also leere Räume, in denen nur Konstruktionsteile des Schiffes, Passagiereinrich-




tung, Rohrleitungen, Wegerung, Zement vorhanden sind; die geringste Flutbarkeit von Null hätte ein Raum, der ganz mit Ladung ausgefüllt ist, z. B. mit Wasser oder Öl.

Die seit 1896 bestehenden Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft (S. B. G.) sprechen von „Abzügen“ und erlauben je nach Art und Größe der Schiffe 5 bis  $33\frac{1}{3}\%$  Abzüge; in der internationalen Sprache würde das bedeuten eine Flutbarkeit von  $95-66\frac{2}{3}\%$ .

Der Vertrag von 1914 regelt die der Rechnung — als Annahme — zugrunde gelegte Flutbarkeit nach bestimmten Formeln, die der praktischen Erfahrung entnommen sind, in den Grenzen von  $95-60\%$ .

Die neuen britischen Vorschläge vereinfachen die Berechnung der Flutbarkeit und wurden vom Bauausschuß für annehmbar gehalten, wenn sich nicht noch eine weitere Vereinfachung erzielen läßt. Die größte Flutbarkeit von 95 hat ein leerer Raum. In die größte Gefahr kommt ein Schiff, wenn gerade dieser Raum durch eine Havarie beschädigt wird. Es ist aber sehr unwahrscheinlich, daß das Schiff mit einem ganz leeren Raum noch auf der Ladelinie geschwommen hat, die der Berechnung der Schotteinteilung zugrunde lag. Das würde voraussetzen, daß die anderen Laderäume so voll gepackt worden sind, daß die Tragfähigkeit des Schiffes bis zur Tiefladelinie voll ausgenutzt wird. Ferner müßte der volle Brennstoff und die sonstige Ausrüstung (Proviant und Wasser) noch vorhanden sein, d. h. der Unfall müßte kurz nach dem Auslaufen ein sonst voll beladenes Schiff gerade in dem einen ganz leeren Laderaum treffen, das wäre ein Zusammentreffen von vielen ungünstigen Umständen. Aber selbst in einem solchen Fall soll das Schiff noch schwimmfähig bleiben, wenn auch an der äußersten Tauchgrenze. Es ist erkennbar, daß eine solche Berechnung der Schotteinteilung für die weitaus überwiegenden Fälle einen hohen Grad von stiller Reserve enthält.

Mit den genannten Annahmen „Tauchgrenze“ und „Flutbarkeit“, die beide erhebliche Reserven an Sicherheit enthalten, läßt sich nun die Schotteinteilung jedes Schiffes mathematisch berechnen, d. h. es läßt sich feststellen, wie lang bei einem bestimmten Tiefgang des Schiffes ein Raum an jeder Stelle des Schiffes sein darf, damit das Schiff bei schwerer Beschädigung dieses Raumes bei der angenommenen Flutbarkeit nicht tiefer sinkt als bis zur Tauchgrenze. Das Ergebnis der Rechnung ist die Schottkurve, die als eine Charakterkurve des Schiffes bezeichnet werden kann. Jedes Schiff hat seine eigene Schottkurve, deren Gestalt abhängig ist, unter den beiden Annahmen der „Tauchgrenze“ und der „Flutbarkeit“, von der Form über und unter Wasser und von dem gewünschten Tiefgang. Das gleiche Schiff hat also für verschiedene Tiefgänge verschiedene Schottkurven: je geringer der gefahrene Tiefgang, um so länger könnten die Räume sein und umgekehrt. Das sog. „Unsinkbarkeitszeichen“  des Germ. Lloyd wird also stets für einen bestimmten Tiefgang ausgestellt.

Über die Art der Berechnung der Schottkurven enthält die Literatur reichliche Angaben. In Deutschland hat zuerst mein zweiter Vorgänger, Middendorf, 1897 ausführlich das Rechnungsverfahren behandelt<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft über wasserdichte Schotte für Post- und Passagierdampfer. Z. d. V. d. I. 1897.

Die Berechnung der Schottkurve eines Schiffes galt und gilt als eine sehr umständliche Arbeit, die gewöhnlich etwa 8 Tage Zeit erfordert und nur geübten Rechnern fehlerlos gelingt. Man ist daher bestrebt gewesen, die umständliche genaue Rechnung durch eine ausreichende und einfache Annäherung zu ersetzen. Die einfachste Annäherung enthalten die bekannten von Middendorf ausgearbeiteten Schottvorschriften der S.B.G., die in Deutschland seit 1896 Gültigkeit haben. Diese Vorschriften ermöglichen, für jedes Schiff und jeden Tiefgang in etwa einer halben Stunde die Schottkurve zu bestimmen. Das scheint zunächst im Widerspruch zu stehen mit der Behauptung, daß jedes Schiff seine charakteristische Schottkurve hat, die nur durch genaue Rechnung zu bestimmen ist.

Middendorf ist zu seinem Annäherungsverfahren auf folgendem Wege gekommen. Er hat die genauen Schottkurven einer Anzahl von Schiffen unter bestimmten vereinfachenden Annahmen (z. B. über den Sprung) auf gleichen Längenmaßstab gebracht und dann in die Vorschriften die untere Begrenzungskurve der Kurvenschar übernommen, d. h. er hat als Vorschrift eine Schotteinteilung gewählt, die für die meisten Fälle erheblich kleiner ist als die durch genaue Rechnung ermittelte, oder anders ausgedrückt, in den Schottvorschriften der S.B.G., die den großen Vorzug der Einfachheit haben, steckt eine beträchtliche stille Reserve für die meisten Fälle. Dem wird dadurch Rechnung getragen, daß den Werften gestattet ist, wenn sie mit den Schottkurven der S.B.G. keine brauchbare Schotteinteilung eines Schiffes erzielen, durch genaue Rechnung die Schotteinteilung zu bestimmen. Andererseits haben auch häufig Reedereien von den Werften für Grenzfälle den Nachweis durch genaue Rechnung gefordert, daß die S.B.G.-Kurve oder die von der Werft gewählte Schotteinteilung genügende Sicherheit enthält. Es ist also festzustellen, daß die S.B.G.-Kurven wegen ihrer Einfachheit hauptsächlich bei Entwürfen benutzt wurden und daß in den meisten Fällen in Deutschland beim Bau der Schiffe genaue Schottkurven berechnet worden sind.

Die Konferenz von 1913/14 konnte sich nicht entschließen, die S.B.G.-Kurven zu übernehmen. Artikel VI des Reglements sagt: Bei der Bestimmung der Überflutungslänge für irgendeinen Punkt der Schiffslänge müssen die Form, der Tiefgang und andere geometrische Unterscheidungsmerkmale des Schiffes berücksichtigt werden.

Auf Grund dieser Bestimmung sind nun in England und Deutschland neue Annäherungsverfahren ausgearbeitet worden, die die individuelle Form der Schiffe mehr berücksichtigen wollen. Das britische Bulkhead Committee hat das Ergebnis seiner Bemühungen bereits 1914/15 veröffentlicht.

Die deutsche Kommission hat 1915 das britische Verfahren geprüft und festgestellt, daß die Genauigkeit nicht immer befriedigt. Der im November 1925 verstorbene Vorsitzende der Baukommission von 1914, Prof. Pagel, und sein Hauptmitarbeiter in diesen Fragen, der im April 1928 verstorbene stellvertretende Direktor des Germanischen Lloyd, Carl Müller, haben sich in unermüdlicher jahrelanger Arbeit bemüht, an der Hand der Formpläne der deutschen Vorkriegsflotte ein Annäherungsverfahren herauszubringen, das in einfacher Form mög-

lichst genaue Schottkurven ergibt. Das Verfahren ist bisher, abgesehen von den Angaben im Vortrag des Prof. Pagel 1915, nur intern bei den beteiligten Werften und Reedereien bekannt, eine Veröffentlichung erschien noch nicht erwünscht, weil immer weitere Verbesserungen erstrebt wurden. Die beiden Annäherungsverfahren — das britische und das deutsche — sind nun neuerdings vom Bauausschuß unter bereitwilliger Mitwirkung der großen deutschen Reedereien und Werften an der Hand von einer großen Zahl neuer deutscher Schiffe geprüft worden. Das Ergebnis ist das folgende:

Das britische Verfahren ist sehr umständlich, obgleich es sorgfältig ausgearbeitete Vordrucke und Kurventafeln enthält. Es setzt eine Reihe von Formkoeffizienten voraus (Displacements-Völligkeitsgrad des Schiffes, Wasserlinienvölligkeitsgrad, Längenträgheitsmoment und Schwerpunktslage der mittleren Wasserlinie, sowie Größe der Spantflächen bis zur Tauchgrenze), also es bedingt, daß eine fertige Zeichnung der Form des Schiffes über und unter Wasser vorliegt. (Die Kurven der S.B.G. verlangen nur Angaben über die Länge, Höhe, Tiefgang, Sprungverlauf und Art des Schiffes.)

Das britische Verfahren erfordert viel Zwischenrechnungen, Interpolationen und Korrekturen, so daß selbst ein geübter Rechner etwa 2 Tage arbeiten muß, um die Schottkurven des Schiffes zu erhalten, für die die vorbereitenden Formrechnungen schon vorhanden sind.

Das Ergebnis hat sich in einigen Fällen für normale Schiffe mittlerer Größe als gut erwiesen, aber es zeigen sich auch, besonders bei irgendwie nach Größe, Art oder Form extremen Schiffen, Abweichungen bis zu 30%.

Das deutsche Verfahren versucht mit möglichst wenigen Angaben konstruktiver Natur auszukommen, es will auch schon im Anfang der Entwurfsarbeit brauchbar sein, es begnügt sich daher mit den Formkoeffizienten

$$\left. \begin{array}{l} \text{Völligkeit des Displacements . . .} \\ \text{Völligkeit des Hauptspants . . .} \\ \text{Völligkeit der mittleren Wasserlinie} \end{array} \right\} \text{für Vor- und Hinterschiff getrennt}$$

und sucht mit einfachen Hilfskurven (21 Tafeln von Querkurven gegenüber bisher 7 der S.B.G.) möglichst schnell die Schottkurve zu ermitteln. Aber auch das deutsche Verfahren kann ohne Korrekturen nicht auskommen für folgende Abweichungen:

1. Sprungkorrektur für jede Abweichung des Sprunges vom Normalen der Kurventafeln. Diese Korrektur ist die wichtigste, weil sie unter Umständen die größten Abweichungen ergibt.

2. Korrektur für Abweichungen der Völligkeit des Überwasserschiffes ( $\alpha$ -Korrektur).

3. Korrektur für volle Hecks (Kreuzerhecks).

Man macht bei Anwendung der Annäherungsverfahren immer wieder die Erfahrung, daß dieselben gut stimmen für alle mittleren und normalen Fälle (das ist kein Wunder, da es ja Mittelwerte aus einer großen Zahl von Neubauten in Kurven und Tabellen sind), daß aber überraschende Ausfälle bei scheinbar gar

nicht großen Abweichungen in der Form auftreten, die auch in deutschen Annäherungsverfahren Fehler bis 23 % gegenüber dem genauen Rechnungsverfahren ergeben.

Nachdem das britische Verfahren seit über 10 Jahren eingeführt ist, nehmen die Engländer für sich in Anspruch, daß es sich gut bewährt habe. Wir sind auf Grund unserer Prüfung anderer Meinung.

Das deutsche Annäherungsverfahren ist dem Board of Trade (B. o. T.) auf dessen Wunsch zur Prüfung übersandt worden; ich fürchte, daß die Engländer zu dem gleichen Urteil über unser Verfahren kommen, wie wir über das ihrige, nämlich, daß es gut paßt für die Art Schiffe, aus denen es berechnet ist, aber schlecht für andere Formen.

Der tiefere Grund für das Versagen jedes Annäherungsverfahrens liegt eben darin, daß die Schottkurven selbst für Schiffe gleicher Art und Größe sehr verschieden ausfallen, wenn die Schiffe verschiedene Form unter und über Wasser haben. Da die Form der Schiffe sich zur Zeit nach den Erkenntnissen der Strömungswissenschaft zweifellos in einer Gärung befindet und daher unmöglich international festgelegt werden kann, so ist jeder Versuch eines genauen Annäherungsverfahrens zum Mißerfolg verurteilt, wenn man nicht, wie die Kurven der S.B.G., sehr weit auf der sicheren Seite bleiben will, d. h. erheblich zuviel verlangen will.

Es lag daher nahe zu versuchen, ob man nicht das genaue, d. h. das individuelle Rechnungsverfahren so vereinfachen kann, daß es ganz oder nahezu in derselben Zeit ausgeführt werden kann wie die Annäherungsverfahren, wenigstens wie das britische.

Das ist gelungen. Der seit Jahren mit dieser Frage beschäftigte Spezialist des Germanischen Lloyd, Herr Dipl.-Ing. Schirokauer, hat ein solches Verfahren erdacht, das tatsächlich in fast derselben Zeit wie das britische Annäherungsverfahren eine genaue Schottkurve für jedes einzelne Schiff ergibt<sup>1</sup>. Hiermit entfällt die Notwendigkeit eines Annäherungsverfahrens für die internationale Regelung. Für Entwurfszwecke können sich die Werften der einfachen Kurven der S.B.G. bedienen, die hierfür auch heute noch in gewissen Grenzen (in denen sie entstanden sind) brauchbar sind, oder sie können sich selbst Annäherungswerte schaffen. Nach Ansicht der Sachverständigen des Bauausschusses sollte international für jedes Fahrgastschiff die genaue Berechnung der Schottkurve nach einheitlichen Grundsätzen über Tauchgrenze und Flutbarkeit verlangt werden. Der Stand des wissenschaftlichen Schiffbaues verlangt und ermöglicht dies.

Mit der Schottkurve, die auch „Kurve der flutbaren Längen“ genannt wird, ist die Länge bestimmt, die eine Abteilung haben darf, damit das Schiff bei der angenommenen Flutbarkeit dieser Abteilung nicht tiefer eintaucht als bis etwas unter das Schottendeck. In den Grenzen der Schottkurve hat der Konstrukteur volle Freiheit, die Länge der Abteilungen zu bestimmen, d. h. die Schotte zu

<sup>1</sup> Vereinfachtes Verfahren zur exakten rechnerischen Ermittlung von Schottkurven. Z. Schiffbau u. Schifffahrt Jg. 1928, H. 14. Englische Übersetzung in Shipbuilding and Shipping. Record v. 6. Sept. 1928.

setzen. Die Abb. 2 zeigt an einem praktischen Beispiel den Zusammenhang zwischen Schottkurve und Schotteinteilung. Da die Schottkurven in Prozenten der Länge des Schiffes aufgetragen werden, so ist der Maßstab ganz beliebig. In der Praxis werden in Deutschland meist 0,5 m Länge der Schottkurve gewählt, wie in den Schottvorschriften der S.B.G.; bei Übersichten auch wohl 0,25, für genauere Rechnungen unter Umständen 1,0 m.

Die Ordinaten der Schottkurven zeigen also in dem gewählten Maßstab an jeder Stelle die größte zulässige Länge einer Abteilung, deren Mitte an der betreffenden Ordinate der Schottkurve liegt. Schwierigkeiten entstehen beim Schiffsentwurf meist bei den vorderen oder hinteren Laderäumen, d. h. an den Stellen, wo die Schottkurve am tiefsten liegt. Die Länge der Endräume und der mittschiffs liegenden Maschinen- und Kesselräume wird durch die Schottkurve selten behindert. Meist behindert nur an einer Stelle des Schiffes die Schottkurve den Konstrukteur in der freien Schotteinteilung oder beschränkt die Wünsche des Reeders nach großen Laderäumen. Hierin liegt also wieder eine

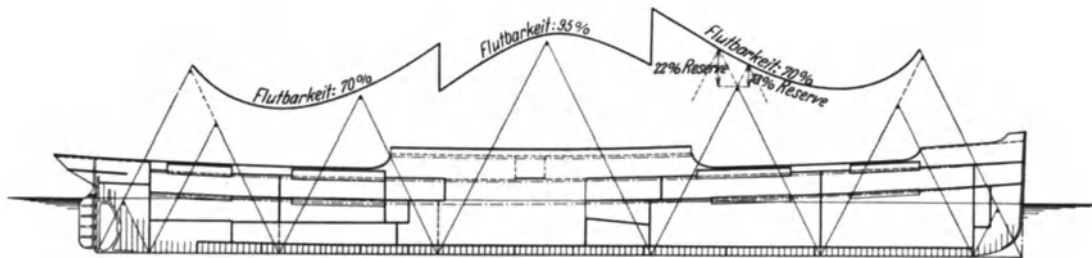


Abb. 2. Frachtfahrgastschiff von 97,50 m Länge. Kurve der flutbaren Längen und Schotteinteilung. Die Flutbarkeiten sind den Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft 1908 entnommen. Die beiden vorderen, die beiden hinteren oder eine beliebige Abteilung kann leck werden.

stille Reserve der Sicherheit. Wenn bei einer schweren Havarie nicht gerade dieser eine Raum getroffen wird, so könnte der getroffene Raum noch höhere Flutbarkeit haben, als für die Berechnung angenommen ist, sogar ganz leer sein, oder es sinkt das Schiff nicht bis zur Tauchgrenze. Die Abb. 2 zeigt, daß die tatsächliche Länge des dritten Raumes von vorn um 13 % bzw. 22 % unter der zulässigen Länge bleibt.

Nach den bisherigen Betrachtungen liegen also in der Berechnung und Benutzung der Schottkurven schon an drei Stellen stille Reserven der Sicherheit, in der angenommenen Tauchgrenze, in der angenommenen Flutbarkeit und in der Tatsache, daß die Länge der meisten Abteilungen unter der zulässigen Länge bleibt. Trotzdem nennt man ein solches Schiff, wie bisher behandelt, ein Einabteilungsschiff: bei einem solchen Schiff kann eine, d. h. jede beliebige Abteilung voll Wasser laufen, ohne daß das Schiff seine Schwimmfähigkeit verliert.

Mit dieser Forderung begnügt sich aber die Praxis in Deutschland seit 1896, international seit 1914 nur bei den kleinsten Fahrgast-Seeschiffen. Der Vertrag von 1914 hat das Prinzip aufgestellt, daß die Sicherheit abhängig sein soll von der Länge des Schiffes und dem Verwendungszweck. Hiermit

komme ich zu dem Teil der internationalen Verhandlungen, der am meisten umstritten ist und deshalb am schwierigsten zu behandeln ist, schwierig besonders deshalb, weil hier die zwingende Rechnung aufhört und der Streit der Meinungen über den Grad der zu fordernden Sicherheit anfängt. Die Leitworte in der weiteren Behandlung sind „Abteilungsfaktor“ und „Kennzeichen des Verwendungszweckes“.

Die seit 1896 bestehenden Schottvorschriften der S.B.G. enthalten beide Gedanken, die von der internationalen Regelung 1914 übernommen sind, sie bestimmen, daß bei größeren Schiffen nicht nur eine, sondern zwei Abteilungen volllaufen können sollen, sie verlangen also, daß größere Schiffe Zweiabteilungsschiffe sind. Bei den Grenzen für die schärfere Bestimmung wird zwischen Schnelldampfern und Fracht- und Passagierdampfern unterschieden.

Schnelldampfer sind scharfe, schnelle Schiffe, die viel Passagiere und wenig Fracht fahren, Fracht- und Passagierdampfer sind völlig gebaute, langsamere Schiffe, die viel Ladung und mehr als 50 Passagiere befördern.

Es ist klar, daß diese Grenzen heute nicht mehr scharf gezogen werden können, sie waren bei Entstehung der Vorschriften noch scharf vorhanden, als die berühmten Schnelldampfer des N.D.L. mit erheblich größerer Geschwindigkeit als alle anderen deutschen Schiffe gebaut wurden, haben sich aber in den letzten Jahrzehnten verwischt, und seit 1914 hat tatsächlich kein deutsches Schiff mehr das Schottenzertifikat für Schnelldampfer erhalten, sondern entsprechend dem Zweck und den für heutige Verhältnisse mäßigen Geschwindigkeiten haben sich die Reedereien und Aufsichtsstellen mit der Erteilung der Zertifikate für Fracht- und Passagierschiffe begnügt. Die Grenzen der Zweiabteilungsschiffe liegen in der S.B.G.-Vorschrift für Schnelldampfer bei 120 m Länge, für Fracht- und Passagierdampfer bei 150 m, für ganz große Schiffe laufen die Forderungen für beide Gruppen zusammen.

Die stufenweise Erhöhung der Anforderungen hat sich in der Praxis als eine Störung bei der Konstruktion herausgestellt. Nach dem Vertrag von 1914 tritt die Erhöhung der Sicherheit allmählich ein, d. h. es gibt keine scharfe Grenze zwischen Einabteilungsschiffen und Zweiabteilungsschiffen, sondern der Grad der erhöhten Sicherheit wird geregelt durch den sog. Abteilungsfaktor. Gehen wir aus von den schärfsten Anforderungen, die an die sog. Schnelldampfer gestellt werden, so beginnen sie mit der Forderung des Einabteilungsschiffes bei dem kleinsten hochseegehenden Schiff in der internationalen Fahrt bei einer Länge von 79 m. Diese Schiffe erhalten den Abteilungsfaktor 1, d. h. die zulässige Länge ist gleich der durch die Schottkurven errechneten flutbaren Länge.

Ein Schiff von 149 m erhält den Abteilungsfaktor 0,5, d. h. die zulässige Länge ist nur halb so groß wie die flutbare, es ist praktisch ein Zweiabteilungsschiff.

Ein Schiff von 274 m Länge erhält den Abteilungsfaktor 0,34, d. h. die zulässige Länge ist nur etwa ein Drittel so groß wie die flutbare Länge, es ist ein Dreiabteilungsschiff. Die Grenzen entsprechen ungefähr den seit 1914 geltenden

deutschen Bestimmungen oder Vorschlägen. Zwischen diesen drei Punkten ist eine Kurve gezogen, im Vertrag und der Literatur der letzten 15 Jahre bekannt als Kurve C für Schnelldampfer, d. h. als das Maximum der Anforderungen an die hochwertigsten Schiffe.

Die Längen zwischen 79, 149 und 274 m erhalten Zwischenwerte nach der Kurve C, die parallel zur Grundlinie ausläuft, d. h. auch Schiffe über 274 m brauchen nicht mehr als Dreiabteilungsschiffe zu sein.

Der Sinn dieser nach langen Verhandlungen angenommenen Bestimmung ist der, daß der Grad der Sicherheit mit der Länge der Schiffe zunehmen soll oder, anders ausgedrückt, daß zu den vorhandenen stillen Reserven noch mit der Größe der Schiffe zunehmende weitere Reserven an Sicherheit geschaffen werden sollen. Es wird gegen diese Regelung eingewendet, daß es keinen Sinn hat, z. B. von einem 1,28-Abteilungsschiff oder einem  $1\frac{1}{2}$ - oder 1,77-Abteilungsschiff zu sprechen. Wenn mehr als eine Abteilung beschädigt wird, so läuft eben auch in die zweite Abteilung so viel Wasser, wie darin Platz hat. Das Wasser kümmert sich nicht um den Abteilungsfaktor, und das 1,77-Abteilungsschiff sinkt genau so wie das Einabteilungsschiff, wenn mehr als eine Abteilung schwer beschädigt wird. Gewiß, es können solche Fälle vorkommen. Trotz aller Bestimmungen und trotz weit höherer Sicherheiten kommen auch sonst im Leben Unfälle vor; ein Zusammentreffen vieler unglücklicher Umstände wirft alle Vorschriften über den Haufen.

Trotzdem schließe ich mich dem Urteil meines Vorgängers, Professor Pagel, an, das er hier vor 13 Jahren ausgesprochen hat: die allmähliche, nicht sprunghafte Steigerung des Sicherheitsgrades für größere Schiffe durch den Abteilungsfaktor des Vertrages von 1914 gegenüber der sprunghaften Steigerung in den Vorschriften der S.B.G. ist ein Fortschritt. Es wäre auch falsch, in eine neue umfangreiche Erörterung dieser Frage eintreten zu wollen. Die viel wichtigere internationale Regelung würde dadurch nur gestört werden.

Wohl aber ist anzunehmen, daß die neue Konferenz eingehend über den Grad der Sicherheitssteigerung verhandeln wird. Über diesen Punkt ist im letzten Jahrzehnt hauptsächlich in England am meisten diskutiert.

Ich habe bisher nur gesprochen von dem Maximum an Forderungen für die hochwertigsten Schiffe, das durch die Kurve C dargestellt wird. Der Vertrag von 1914 enthält auch ein Minimum, dargestellt durch die Kurve B des Abteilungs-faktors für Schiffe in gemischter Fahrt (d. h. Fracht- und Personenfahrt). Auch diese Kurve ist 1914 gewählt im Anhalt an Bestimmungen der S.B.G. für Fracht- und Passagierschiffe. Sie besagt, daß für die gemischte Fahrt ein Einabteilungsschiff verlangt wird bei einer Länge von 90 m, ein Zweiabteilungsschiff bei 174 m und ein Dreiabteilungsschiff bei 274 m, bei kleinen und mittleren Längen sind die Anforderungen an die Schiffe in gemischter Fahrt also wesentlich geringer, für große Schiffe über 200 m laufen die Anforderungen praktisch zusammen (siehe Abb. 3).

Diese Kurven C und B haben nun in England seit Kriegsende, d. h. seitdem für den Personenverkehr viele neue Schiffe mittlerer Größe gebaut worden sind,

starke Kritik hervorgerufen. Ein besonders vom Board of Trade eingesetztes Informal Committee hat jahrelang darüber beraten<sup>1</sup>. Das Ergebnis ist, daß in den neuesten Bestimmungen des B.o.T. die Kurve B fortgefallen und dafür eine Kurve A gesetzt worden ist, die das Minimum der Anforderungen darstellen soll. Die Kurve A ist im Charakter ähnlich der Kurve C, sie besagt, daß für Schiffe in gemischter Fahrt mit wenig Fahrgästen (die Grenze ist bei 12 Personen) ein Einabteilungsschiff bei einer Länge von 130 m verlangt wird, ein Zweiabteilungsschiff bei 241 und ein Dreiabteilungsschiff überhaupt nicht; für diese Art Schiff endet der Abteilungsfaktor bei 0,45, d. h. man begnügt sich mit einer Erhöhung der Sicherheit gegenüber dem Einabteilungsschiff auf das 2,22fache.

Die britische Regierung schlägt nun vor, die Kurve A an Stelle der 1914 beschlossenen Kurve B international festzusetzen als Minimum der Anforderungen. Bevor ich mich dazu äußere, muß das weitere Verfahren nach den neuen britischen

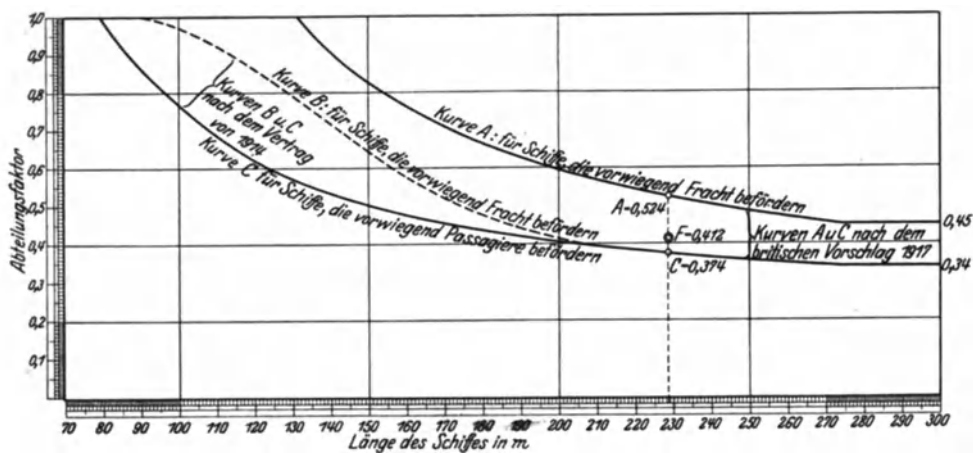


Abb. 3. Kurvenblatt für die Ermittlung des Abteilungsfaktors. Als Beispiel ist die Ermittlung für ein Fracht- und Fahrgastschiff von 228 m eingetragen.

Vorschlägen gekennzeichnet werden. Ebenso wie der Sicherheitsgrad zunehmen soll mit der Länge der Schiffe, soll er auch zunehmen bei gleicher Länge mit der Zahl der Fahrgäste und der Geschwindigkeit. Für jedes Schiff im internationalen Personenverkehr soll also ein Abteilungsfaktor gefunden werden zwischen den Kurven A und C. Hierzu dient das „Kennzeichen des Verwendungszwecks“. Die Bestimmung des Kennzeichens war 1914 weiteren Verhandlungen vorbehalten. Die deutsche Baukommission hat einen Vorschlag ausgearbeitet, der die Schiffe unterscheidet nach der mittleren Flutbarkeit; das ist sinngemäß, da die Flutbarkeit um so größer wird, je mehr Passagiere und je weniger Ladung gefahren werden. Die höhere mittlere Flutbarkeit zeigt also an, daß das Schiff mehr zu der Kurve C neigt als zu der (damals gültigen) Kurve B.

Das B.o.T. hat eine Formel dafür aufgestellt:

$$C_s = 72 \left( \frac{M + 2P_1}{V + P_1 - P} \right) \quad \text{wenn} \quad P_1 > P$$

<sup>1</sup> Report of the Informal Committee appointed by the Board of Trade to consider and report on Bulkheads and Watertight Subdivision of Passenger Steamships 1922—24, London 1925.



sonst

$$C_s = 72 \frac{(M + 2P)}{V}.$$

Hierin bedeutet:

$C_s$  = Kennzeichen des Verwendungszweckes,

$M$  = Größe des Maschinenraumes,

$P_1$  = 0,6  $NL$  oder 200  $N$  (der jeweils größte Wert gilt),

$N$  = Anzahl der Passagiere,

$P$  = Größe der Passagier- und Mannschaftsräume unter dem Schottendeck,

$V$  = Gesamtvolumen der Schiffe unter dem Schottendeck.

Der deutsche Bauausschuß hat diese Formel geprüft und für brauchbar befunden, wenn sich nicht noch eine weitere Vereinfachung finden läßt. Den Verhandlungen über diesen Punkt möchte ich nicht vorgreifen; es ist nicht von großer Bedeutung, ob man sich auf diesen oder jenen Vorschlag einigt.

Hiernach läßt sich also für jedes Schiff nach seiner Länge und nach seinem Kennzeichen des Verwendungszweckes der zugehörige Punkt zwischen den Kurven A und C bestimmen, der seinen Abteilungsgrad angibt, d. h. den Grad der vermehrten Sicherheit gegenüber dem Einabteilungsschiff. Die Kurve der so berechneten zulässigen Länge für ein Schiff von 228,6 m (750') Länge zeigt Abb. 4.

Für dieses Schiff berechnet sich das Kennzeichen des Verwendungszweckes nach den Formeln S. 37—38 der „Instructions as to the Survey of Passenger Steamships 1928“ wie folgt:

Anzahl der Passagiere . . . . .	$N = 1870$ ,
$P_1 = 0,6 NL$ . . . . .	$= 841\,758$ cu. ft.
Gesamtraum . . . . .	$V = 2142\,303$ cu. ft.
Maschinenraum . . . . .	$M = 1433\,712$ cu. ft.
Passagier- und Mannschaftsräume . . .	$P = 695\,525$ cu. ft.

da

$$P_1 > P,$$

$$C_s = 72 \left[ \frac{M + 2P_1}{V + P_1 - P} \right] = 98,$$

$$A = \frac{190}{L - 198} + 0,18 = 0,524,$$

$$C = \frac{104}{L - 145} + 0,202 = 0,374,$$

$$F = A - \frac{(A - C)(C_s - 23)}{100} = 0,412 = \text{Abteilungsgrad.}$$

Hieraus ergibt sich die Kurve der zulässigen Längen.

Unter der Annahme, daß Lage und Gesamtlänge der Maschinen- und Kesselräume konstruktiv bestimmt werden, kann das Schiff nach der Kurve der zulässigen Länge die in Abb. 4 angegebene Raumeinteilung mit 12 Schotten erhalten. Das Schiff hat aber tatsächlich 14 Schotten erhalten (siehe Abb. 5), und zwar eins mehr im Mittelschiff, eins mehr im Vorschiff. Während es nach den Vorschriften zwischen dem Zwei- und Dreiabteilungsschiff liegt, ist es tatsächlich zum größten Teil als Dreiabteilungsschiff gebaut, im Vorschiff können

sogar vier Abteilungen vollaufen, ohne daß das Schiff seine Schwimmfähigkeit verliert.

An Hand dieses Beispiels muß noch auf einen Unterschied zwischen dem Vertrag von 1914 und den neuen britischen Vorschlägen aufmerksam gemacht werden. Der Vertrag von 1914 bestimmte einen besonderen Schutz des Vorschiffs bei den ganz großen Schiffen; es wurde gefordert, daß für Schiffe von

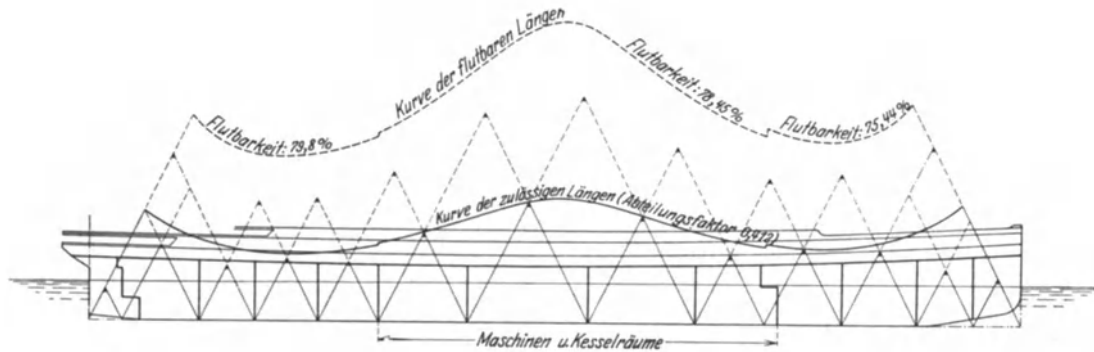


Abb. 4. Fracht- und Fahrgastschiff von 228 m Länge. Kurve der flutbaren Längen. Kurve der zulässigen Längen (Abteilungsfaktor = 0,412). Das Schiff würde den Vorschriften entsprechend mit 12 Schotten gebaut werden können; und zwar 5 im Hinterschiff (Reserven bis 53%), 4 im Maschinen- und Kesselraum (Reserven bis 32%), 3 im Vorschiff (Reserven bis 64%), an den Enden können 3 Abteilungen vollaufen.

213—251 m Länge die drei vordersten und für alle größeren Schiffe die vier vordersten Abteilungen vollaufen dürfen. Die Forderung nach weitgehendem Schutze des Vorschiffs, die auch in den Vorschriften der Seerberufgenossenschaft nicht enthalten war, ist 1914 wohl hauptsächlich unter dem Eindruck des Unterganges der „Titanic“ entstanden, die nach dem Zusammenstoß mit einem Eis-

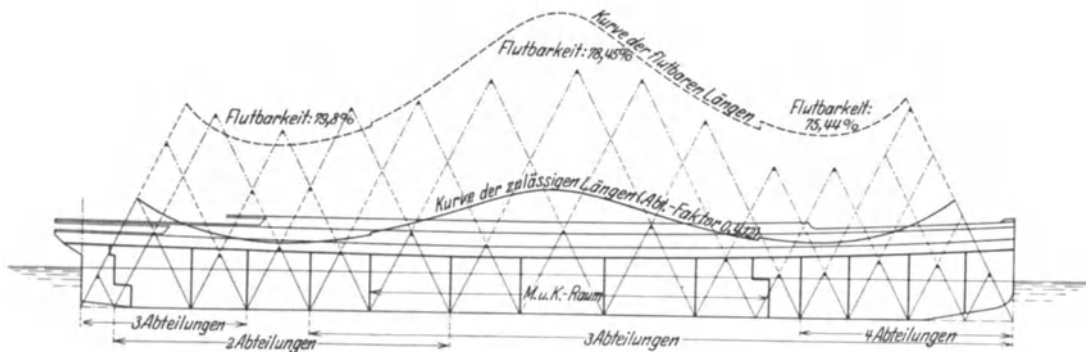


Abb. 5. Dasselbe Schiff wie Abb. 4, aber mit 14 Schotten, wie es gebaut wurde. Bei den angenommenen Flutbarkeiten können fast überall 3 beliebige Abteilungen vollaufen, im Vorschiff sogar 4 Abteilungen.

berg infolge der starken Beschädigung des Vorschiffs sank. Diese Forderung, die durch das Beispiel von Abb. 5 noch überschritten ist, hat durch die neuesten britischen Vorschläge eine bessere Form erhalten. Dagegen ist eine andere Bestimmung erweitert worden, die für die internationalen Verhandlungen von Bedeutung ist. Der Vertrag von 1914 besagt (Artikel 17), wenn ein Schiff mit seiner Sicherheit durch die Schotteinteilung noch über die Bestimmungen des

Vertrages hinausgeht, so soll auf Antrag des Reeders im Zertifikat ein entsprechender Vermerk aufgenommen werden.

Die neuen britischen Vorschriften enthalten denselben Gedanken etwas erweitert in den Nr. 125—127 der „Instructions“; ein Vermerk soll aber nur aufgenommen werden, wenn die Schotteinteilung mehr als 10% besser ist als die vorgeschriebene.

Hiermit ist der Überblick abgeschlossen über die internationale Regelung der Schotteinteilung der Fahrgastschiffe, soweit sie im Vertrag von 1914 festgelegt oder neuerdings von der britischen Regierung vorgeschlagen ist. Wenn ich nun einige kurze Bemerkungen daran knüpfe, so kann ich nur meine private Ansicht äußern, da ich den Verhandlungen in London nicht vorgreifen möchte. Es erscheint mir aber wichtig, darüber eine öffentliche Aussprache auch in diesem Kreise herbeizuführen, um alles zu tun, was zur Klärung der etwas komplizierten technischen Fragen der Sicherheit des Personenverkehrs über See beitragen kann.

Der neue Vorschlag der britischen Regierung verringert die Mindestanforderungen gegenüber den Abmachungen des Vertrages von 1914. Die Gründe hierfür sind in dem gedruckten Berichte des Informal Committee von 1922—1924 ausführlich behandelt. Ich kann mich auf kurze Angaben beschränken: Die internationale Konferenz von 1913 und der Vertrag von 1914 waren unter dem Eindruck des Unterganges der „Titanic“ im Jahre 1912 zustande gekommen. Man bemühte sich, eine möglichst weitgehende Sicherheit im Bau der Schiffe zu erreichen, eine Grenze war nur gezogen in Artikel 17 des Vertrages, der lautet: „Die Schiffe sollen unter Berücksichtigung ihres Verwendungszweckes mit einer möglichst wirksamen Schotteinteilung versehen werden.“ Das heißt, man wollte verhüten, daß etwa die Bestimmungen zu dem Extrem führen, den Seeverkehr zu unterbinden, um Unfälle zu verhüten. Erfahrungen lagen nur in Deutschland vor, man verschärfte aber die deutschen Bestimmungen noch erheblich.

Wie sich der Vertrag von 1914 praktisch auswirken würde, konnte erst beurteilt werden, als man anfangs, Schiffe danach zu konstruieren, also nach dem Kriege. Da stellte sich nun in England heraus, daß man wohl 1914 etwas zu weit gegangen war, und die britische Regierung mußte den Bedürfnissen langsam etwas nachgeben. Mit gewissem Recht wurde geltend gemacht, daß ein Zweiabteilungsschiff doch wirklich das äußerste sei, was man an Sicherheit vorschreiben sollte. Auch die S.B.G.-Vorschriften gehen nicht über das Zweiabteilungsschiff hinaus.

Nach dem Kriege richteten sich die Neubauten in der Schotteinteilung zunächst bis etwa 1921, soweit angängig, nach den Bestimmungen des Vertrages von 1914, obgleich derselbe noch keine Gesetzeskraft erlangt hatte. Besondere Schwierigkeiten sind in Deutschland nicht aufgetreten, da bis 1921 hauptsächlich kleinere und mittlere Schiffe gebaut worden sind.

Aufgabe des Bauausschusses war es zu untersuchen, wie die Sicherheit der deutschen Personenschiffe sich nach den neuen britischen Vorschlägen gestaltet. Hierzu wurden für etwa 20 neuere deutsche Schiffe in den Längen von 85 m

bis 277 m zunächst die Kurven der flutbaren Längen ermittelt, und zwar erstens durch genaue Rechnung, zweitens nach dem neuen britischen Annäherungsverfahren und drittens nach dem von der Baukommission von 1914 ausgearbeiteten deutschen Annäherungsverfahren. Hierbei wurde, um einen Vergleich zu ermöglichen, für alle 3 Fälle die gleiche Flutbarkeit zugrunde gelegt, und zwar die des B. o. T. Der Vergleich der 3 Rechnungsverfahren zeigte das auf S. 6 u. 7 behandelte Ergebnis. Unter Ausschaltung der beiden Annäherungsverfahren wurde dann aus den genau berechneten Kurven der flutbaren Längen die Kurven der zulässigen Längen berechnet, und zwar sowohl nach B. o. T. mit dessen Kennzeichen des Verwendungszwecks und dessen Abteilungsfaktor (Kurven *A* und *C*) als auch mit dem Kennzeichen des Verwendungszwecks der Baukommission von 1914 und dem Abteilungsfaktor des Vertrags von 1914 (Kurven *B* und *C*). Diese beiden Kurven der zulässigen Längen wurden verglichen mit den zulässigen Längen nach den bestehenden Vorschriften der S.B.G. mit folgendem Ergebnis:

a) Wesentliche Unterschiede ergeben sich aus den verschiedenen Flutbarkeiten der Maschinen- und Kesselräume. Die Vorschriften der S.B.G. für Fracht- und Passagierdampfer rechnen mit 95% Flutbarkeit, während die Flutbarkeit nach B. o. T. rund 80% beträgt. Hierzu ist zu bemerken, daß eine Flutbarkeit von 95% für Maschinen- und Kesselräume viel zu hoch ist.

b) Bei den kleineren Schiffen etwa bis 130 m Länge verlangt S.B.G. eine etwas engere Schottenstellung als B. o. T.

c) Bei den mittleren Schiffen unter 150 m Länge ist der zulässige Schottabstand nach B. o. T. teilweise erheblich enger als nach S.B.G. (150 m ist die Grenze für Zweiabteilungsschiffe bei der S.B.G.).

d) Bei Schiffen über 150 m kehrt sich das Verhältnis zunächst wieder um. Die S.B.G. ist etwas schärfer als B. o. T.

e) Bei ganz großen Schiffen ist B. o. T. wieder schärfer als S.B.G.

f) Das unter b) bis e) Gesagte gilt in etwas verstärktem Maße angenähert auch für den Vergleich des Vertrages von 1914 mit den Vorschriften der S.B.G.

Um ein Gesamturteil über den Grad der Sicherheit zu bekommen, ist für die behandelten Fälle der mittlere Schottabstand mit der Größe der Schiffe multipliziert worden. Wenn hierbei die Länge der Schiffe als Maß der Größe angenommen wird, ist die Sicherheit der gesamten deutschen Personenschifffahrt über See nach den bestehenden Vorschriften der S.B.G. im ganzen genommen praktisch gleichwertig mit den neuen Vorschlägen des B. o. T. für die internationale Regelung. Legt man als Maß der Größe die Zahl der Fahrgäste zugrunde, so ergibt sich, daß die Sicherheit nach dem Vorschlage des B. o. T. noch um einige Prozente über die bestehende Sicherheit nach S.B.G. hinausgeht.

Auf Grund dieser langwierigen sorgfältigen Untersuchung ist der Bauausschuß zu dem Urteil gekommen, daß die neuen britischen Vorschläge über die Schotteinteilung der Fahrgastschiffe in ihrem Gesamtergebnis für die deutsche Schifffahrt annehmbar sind, vorbehaltlich einiger Wünsche über das Verfahren der Berechnung.

## B. Konstruktive Einzelheiten.

Die zweite Gruppe der britischen Vorschläge über die Bauart der Schiffe regelt alle die Einzelheiten, welche notwendig sind, damit die Schotteinteilung in dem beabsichtigten Umfang auch sicher wirksam werden kann, wenn ein oder mehrere Räume voll Wasser laufen. Es muß dafür gesorgt werden, daß der Wassereinbruch auf die havarierten Räume beschränkt bleibt. Dazu müssen zunächst die Schotte so stark gebaut werden, daß sie auch unter dem Druck des bis zum Schottendeck eingedrungenen Wassers praktisch dicht bleiben. Diese Aufgabe ist inzwischen durch die Vorschriften der Klassifikationsgesellschaften gelöst. Es bedarf also nur der internationalen Forderung, daß alle Personenschiffe im Seeverkehr die höchste Klasse einer anerkannten Klassifikationsgesellschaft besitzen müssen, wie dies in Deutschland bereits für Auswandererschiffe gesetzlich vorgeschrieben ist.

Nun sind aber Öffnungen in den Schotten für den normalen Betrieb nicht zu vermeiden. Besonders der Betrieb der gesamten komplizierten Maschinen- und Kesselanlage eines großen Schiffes fordert Türen in den Schotten unter Wasser, und zwar aus Sicherheitsgründen, damit der leitende Maschinist die verschiedenen Teile des Betriebes gut unter Aufsicht haben kann. Es wäre falsch, etwa radikal alle Türen unter Wasser zu verbieten, denn dadurch würden erhebliche Gefahrenmomente für den laufenden Betrieb geschaffen. Die Forderung der Sicherheit muß sich darauf beschränken, Bestimmungen über die Art und Bedienung der Türen zu erlassen, und die Schiffbautechnik hat hierfür Sonderkonstruktionen geschaffen, die in ihrer Zweckmäßigkeit, Zuverlässigkeit und Einheitlichkeit der Bedienung durch einen Handgriff von der Kommandobrücke allen Anforderungen genügen. Öffnungen sind aber auch sonst nicht zu vermeiden zur Durchführung von Rohrleitungen, für Fenster, für Kohlen, für Ladung usw., und es gilt durch internationale Vereinbarung für Bauart und Betrieb aller dieser Einzelheiten Vorschriften zu erlassen, die so klar und umfassend sind, daß ihre gleichartige Anwendung an jeder Stelle der Erde sichergestellt ist. Die Vorschriften sollen aber nicht so ins einzelne gehen, daß sie auf den technischen Fortschritt hemmend wirken. Dieser Teil der internationalen Verhandlungen, durch den Vertrag von 1914 gut vorbereitet, wird zwar im einzelnen noch allerlei Arbeit machen, doch ist zu erwarten, daß keine unüberwindlichen Schwierigkeiten auftreten werden. Die Arbeiten des Bauausschusses hierüber sind noch nicht abgeschlossen, es würde auch zu weit führen, im Rahmen eines Vortrages auf diese Einzelheiten einzugehen.

Wenn ich nun das Gesamtergebnis meiner Untersuchungen über die internationale Regelung der Bauart der Personenschiffe zusammenfasse, so ergibt sich folgendes:

Im Verfolg des Vertrages von 1914, der in wesentlichen Punkten sich auf die damals allein in Deutschland vorliegenden Erfahrungen stützt, hat die britische Regierung im Zusammenwirken mit der britischen Schifffahrt- und Schiffbauwelt auf Grund ihrer eigenen Erfahrungen in der Nachkriegszeit die Richtlinien des

internationalen Vertrages von 1914 in etwas abgeänderter Form in praktische Vorschriften gebracht und für Großbritannien in Geltung gesetzt. Die britische Regierung schlägt nun vor, an der Hand ihrer Vorschriften über eine internationale Regelung zu beraten.

Wenn auch in Einzelheiten der Schotteinteilung die Bestimmungen des Vertrages von 1914 abgeschwächt worden sind, so können die Vorschläge der britischen Regierung doch als brauchbare Basis für die Verhandlungen angesehen werden. Etwaige Gegenvorschläge im einzelnen zu machen, muß der weiteren Prüfung durch den zuständigen Bauausschuß überlassen werden.

Der Sicherheitsgrad des Personenverkehrs über See, soweit er in der Bauart der Schiffe liegt, sollte aber nur im Rahmen der Gesamtsicherheit der Personenschifffahrt beurteilt werden, und da möchte ich zum Schluß auf den Anfang meiner Ausführungen zurückkommen, der die vier praktischen Hauptabschnitte des Vertrages von 1914 erwähnt:

- Sicherheit der Seefahrt,
- Bauart der Schiffe,
- Funkentelegraphie,
- Rettungsgeräte und Maßnahmen gegen Feuersgefahr.

Der erste Abschnitt, „Sicherheit der Seefahrt“, umfaßt alle internationalen Maßnahmen zur Verhütung von Seeunfällen durch Strandung, Zusammenstoß mit anderen Schiffen, Wracks oder Eisbergen. Hierzu gehört die Regelung des Seeverkehrs und des Nachrichtendienstes über Wetter und Eisgefahr. Als wesentliches Hilfsmittel hierzu dient im normalen Betrieb die Funkentelegraphie für die Übermittlung der Nachrichten vom Schiff zu den Zentralen an Land, von Schiff zu Schiff, von Land zu Schiff.

Nur wenn trotz dieser Verhütungsmaßnahmen eine schwere Havarie mit großem Wassereintritt eintritt, kommt der zweite Abschnitt, „Die Bauart der Schiffe“, in Wirksamkeit, gleichzeitig aber auch der dritte Abschnitt, „Die Funkentelegraphie“, die mit den Notsignalen Hilfe herbeiruft, um das gefährdete Schiff und die Menschen zu retten.

Aufgabe des Schiffbaues ist es, die Schwimmfähigkeit der Schiffe für eine möglichst lange Zeit nach einem schweren Unfall zu sichern. Sollte trotz der vorgesehenen Schwimmfähigkeit die Lage des Schiffes bedenklich werden, so kommt der vierte Abschnitt zur Geltung, die Menschen müssen die Rettungsboote besteigen und in diesen die durch Funkspruch herbeigerufene Hilfe abwarten. Hierüber berichtet der nächste Vortragende.

Das wichtigste Sicherungsmittel scheint mir das erste zu sein, die Verhütung der Seeunfälle durch internationale Maßnahmen. Alle Intelligenz der nautischen Kreise und der privaten Organisationen und der Behörden sollten sich in erster Linie mit dieser Aufgabe befassen. Die heute vorgetragenen technischen Hilfsmittel sollten nur in äußerst seltenen Fällen wirksam zu werden brauchen, sie sollen ebenso wie die sorgfältige Durchbildung der Rettungsgeräte hauptsächlich das Gefühl der Sicherheit auf den Personenschiffen erhöhen.

Von ganz besonderer Bedeutung für die Verhütung von Unfällen und für die

Maßnahmen nach einer Havarie ist die Disziplin an Bord. Die besten technischen Hilfsmittel verlieren ihren Wert, wenn die Besatzung nicht vom Ersten bis zum Letzten so gut durchgebildet ist, daß jeder weiß, was er zu tun hat, und es auch pflichtgemäß getreu bis zum äußersten tut.

Seit dem Vertrag von 1914 sind in der ganzen Sicherheitsfrage die meisten Fortschritte gemacht worden auf dem Gebiete der Funkentelegraphie, die zwei große Aufgaben zu erfüllen hat, erstens durch rechtzeitige Mitteilungen und Warnungen die Unfälle zu verhüten und zweitens nach einem Unfall schnell und sicher Hilfe herbeizurufen.

Die Verbesserungen auf diesem Gebiet sind so ausschlaggebend für die ganzen behandelten Fragen, daß die neuen internationalen Verhandlungen im ganzen genommen gegen 1914 wesentliche Verbesserungen in der Sicherung des Personenverkehrs über See zeitigen werden.

Zum Schluß bleibt mir noch die angenehme Pflicht, allen denen zu danken, die dazu beigetragen haben, daß der Vortrag gehalten werden konnte. In erster Linie den leitenden Schiffbauern der deutschen Reedereien und Werften, die ihre Kenntnisse und Erfahrungen in den Dienst des Bauausschusses gestellt haben, und den Herren Dipl.-Ing. Heberling und Schirokauer, die mich bei der Ausarbeitung unterstützt haben. Dankbar gedenken möchte ich auch der treuen Mitarbeit des Vorsitzenden des Unterausschusses für die konstruktiven Einzelheiten, des technischen Direktors der Hamburg-Amerika-Linie Ernst Zetzmann. Er starb als Vertreter des Bauausschusses am 20. Oktober d. J. auf der eingangs erwähnten Fahrt nach London zu Vorbesprechungen mit dem Board of Trade.

### Erörterung.

Herr Schiffbauingenieur F. Judaschke, Hamburg:

Meine Herren! Es klingt geradezu wie Resignation, wenn der Vortragende gleich zu Beginn sagte: „Die Schotteinteilung soll ein Schiff auch nach einer schweren Havarie möglichst lange schwimmfähig halten. Die Forderung nach Unsinkbarkeit ist praktisch unerfüllbar für eiserne Schiffe.“ Aus dem Vortrag selbst und den uns vorgeführten Bildern haben wir jedoch gesehen, daß praktisch für die großen Passagierschiffe das erreicht ist, was man verlangen kann, in dem selbst mehr als zwei Räume vollaufen können, ohne daß die Tauchgrenze überschritten wird. Ich möchte aber in diesem Zusammenhang darauf hinweisen, daß wir es doch mit Schiffen zu tun haben, die in einem schweren Seegang arbeiten. Neuere Messungen haben klar erwiesen, daß besonders die großen Schiffe, wenn sie in schwerer See sind, mit dem Bug bis zu 11 m auf- und niederstampfen. Das Schiff taucht daher infolge seiner Eigenschwingungen tiefer in die wogende See ein, als es ohnehin schon durch die Höhenunterschiede des Wellengangs geschieht, und daß trotz Gesetz der kommunizierenden Röhren das Außen- und Innenwasser nicht immer genau miteinander übereinstimmt. Jede neue Tauch- oder Stampfschwingung zehrt durch neuen Zustrom vom Wasser ins Schiff an der Reserveschwimmkraft, so daß das Maß der Sicherheit sich allmählich verlieren muß. Ich habe schon vor einigen Jahren daran gedacht, ähnlich wie man es für die Querbewegung macht — bei diesen Schiffen auch für die Längsrichtung Dämpfungseinrichtungen vorzusehen. Ich denke dabei an sog. Flossen. Man könnte vorn eine Bugflosse anbringen, sie brauchte gar nicht so groß zu sein, wenn sie unten am Bug angebracht wird. Die großen Stampfbewegungen würden dadurch wesentlich herabgemindert. Ich hatte auch den Gedanken, man könnte ähnlich wie bei den Schlingertanks vorn am Bug so eine Art Dämpfungsvorrichtung anbringen.

Noch eine andere Frage möchte ich hierbei ansprechen. Man hat bisher bei unseren Handelsschiffen immer nur eine vertikale Schottverteilung vorgesehen, man sollte doch vielleicht auch daran denken, in horizontaler Richtung eine Sicherung zu schaffen, wie es bei den Kriegsschiffen der Fall ist, wenn auch nicht in dem Umfange (Zellensystem). Gerade bei den großen Schiffen, wo man verschiedene Decks über dem Wasser hat, ist es leicht, diese Decks wasserdicht abzuschließen, besonders das erste Deck, das über der Schwimmlinie liegt. Das wäre ohne große Kosten möglich. Gerade die Tatsache, daß ein großer Teil der Havarien unterhalb der Schwimmlinie erfolgt (Grundberührung, Eisgang), läßt diese Anordnung naturgegeben erscheinen. Man könnte durch ein wasserdichtes Deck das Wasser, das von innen immer mehr in dem Schiff hochsteigt, abschließen. Es ist ganz klar, daß man mit den gewöhnlichen Lukenverschlüssen nicht auskommen kann. Aber ich sehe gar keine Schwierigkeit, wenn die unteren Räume

mit Ladung gefüllt sind, das Deck über der Wasserlinie durch wasserdicht verschließbare Luken derartig abzuschließen, daß ein weiteres Aufsteigen des Wassers in das Schiff selbst verhindert wird. Dadurch kann man die großen Reserveschwimmräume tatsächlich zum Tragen bringen.

Erscheint der wasserdichte Lukenverschluß im Raum zu umständlich, so könnte man auch die unteren Räume durch eine besondere Luke löschen und laden und dann diese Luke als wasserdichten Schacht nach oben durchführen und für die Räume über der Wasserlinie eine besondere Luke neben dieser anderen anbringen, so daß tatsächlich das Wasser, wenn es von unten heraufkommt, nur durch diese eine Luke aufsteigen und nicht die ganzen Räume überfluten kann.

Durch derartige horizontale Abschlüsse wird nicht nur dem Sinken des Schiffes durch Lecksprünge von unten her, sondern auch durch Wassereinbruch von oben her (Luken einschlagen) eine rechnerisch genau zu prüfende Grenze gesetzt. Es ist ganz klar, daß auf diese Weise auch eine größere Sicherheit herbeigeführt werden kann. Ich möchte deshalb den Herrn Vortragenden fragen, ob auf diesem Gebiete irgendwelche Vorschläge gemacht worden sind, und ob nach dieser Richtung auch für die internationale Besprechung etwas Greifbares von uns aus vorzuschlagen ist. Man wird selbstverständlich durchaus zugeben, daß es Force-majeure-Fälle und gottgewollte Abhängigkeiten gibt, aber andererseits steht auch in der Bibel: Machet euch die Erde untertan. Darum müssen wir unseren Geist anstrengen und auch darüber nachdenken, ob nicht vielleicht in der Handelsschiffahrt nach den hier gezogenen Gesichtspunkten: Längsdämpfung und horizontale Schottverteilung, eine Erweiterung der Sicherheitsmaßnahmen für die Unsinkbarkeit seegehender Schiffe geschaffen werden kann.

Herr Geheimer Marinebaurat Schwarz, Wandsbek:

Meine Herren! Es ist außerordentlich dankbar zu begrüßen, daß uns der Herr Vortragende heute in eingehender Weise mit den Beratungen des sogenannten Bauausschusses vertraut gemacht und uns dessen Vorschläge für die Schotteinteilung mitgeteilt hat. Es ist auch zu begrüßen, daß er uns zu einer Aussprache über seine Ausführungen aufgefordert hat. Ich möchte von dieser Aufforderung Gebrauch machen, um auf die konstruktiven Einzelheiten näher einzugehen, und zunächst der Reihenfolge wegen einige Bemerkungen über die Schotteinteilung vorausschicken.

Der Vorredner, Herr Judaschke, ist auf etwas zu sprechen gekommen, was ich in meinem vorjährigen Vortrag über die Lukenverschlüsse und die Sicherheit der Schiffe nicht näher ausführen konnte, was ich aber damals bereits angedeutet habe, daß es nämlich zweckmäßig wäre, auch eine Horizontaleinteilung der Schiffe vorzunehmen, um die Unsinkbarkeit besser zu sichern. Es wurde damals darauf hingewiesen, daß meine Lukenkonstruktion dem Druck von unten nicht standhalten würde. Selbstverständlich muß der Lukendeckel dann etwas anders gebaut werden, aber wenn man grundsätzlich eiserne Lukendeckel vorsieht, dann ist diese Horizontaleinteilung durchaus einfach. Dieser Gedanke ist schon im Jahre 1861 in der Institution of Naval Architects von Charles Langley behandelt, und es ist auch darüber diskutiert worden. Dann ist die Frage im Jahre 1913 gelegentlich eines Vortrags des Professors Hillhouse über „The Safety of Life at Sea“ weiter besprochen worden, und Professor Hillhouse ist auch für die horizontale Einteilung eingetreten. Er schlägt schon vor, die unteren Decks mit Schächten nach oben zu versehen, so daß jeder Raum von oben durch einen Schacht zugänglich ist, was allerdings das Laden sehr erschweren würde. Die Sache würde am einfachsten dadurch geregelt, daß alle Decks durch eiserne Lukendeckel abgeschlossen werden. Dann ist die Horizontaleinteilung vorhanden, wie wir sie bei unseren Kriegsschiffen erfolgreich durchgeführt haben.

Nun möchte ich auf den zweiten Teil des Vortrags eingehen, auf die konstruktiven Einzelheiten, die der Herr Vortragende eigentlich nur gestreift hat. Trotz des wenigen, was darüber gesagt worden ist, möchte ich doch von vornherein energischen Widerspruch gegen das erheben, was Herr Professor Laas ausgeführt hat. Er sagte: „Öffnungen sind aber auch sonst nicht zu vermeiden zur Durchführung von Rohrleitungen, für Fenster, für Kohlen, für Ladung usw.“ Und weiter: „Es wäre falsch, etwa radikal alle Türen unter Wasser zu verbieten, denn dadurch würden erhebliche Gefahrenmomente für den laufenden Betrieb geschaffen.“ Meine Herren! Wenn man überhaupt den Gedanken zuläßt, daß man die Schotte durchbrechen kann, dann ist ja das mühsam und künstlich errichtete Gebäude der Schotteinteilung in seinen Grundfesten erschüttert. Man kann doch unmöglich der Meinung sein, daß im gegebenen Moment, falls einmal plötzlich ein Seeunfall eintritt, die Öffnungen, die gestattet sind, auch rechtzeitig dicht gemacht worden sind. In dieser Beziehung kann ich nur auf die Marine hinweisen. Die Marine hat bei den anfänglichen Havarien auch Türen gehabt; dann ist man aber zu dem Grundsatz gekommen, keine Durchbrechungen durch die Schotte mehr zu machen, weder durch Türen, noch durch Rohrleitungen, Kabelleitungen oder irgend etwas anderes. Dazu haben wir den Mittelgang eingeführt. Alle derartigen Leitungen werden durch den Mittelgang gelegt, aber die Schotten werden nicht durchbrochen. Ich darf wohl sagen, daß die glänzenden Erfolge, die unsere Kriegsschiffe in der Skagerrakschlacht erlitten haben, mit auch diesem Grundsatz der undurchbrochenen Schotte zuzuschreiben sind, denn — abgesehen von den kleineren veralteten Schiffen — sind die großen Schiffe nicht gesunken.

Nun spricht Herr Professor Laas von Gefahrenmomenten für den laufenden Betrieb. Ja, meine Herren, die Maschinenanlagen auf den großen Kriegsschiffen sind doch wesentlich komplizierter als in der Handelsmarine, und der Betrieb ist stets glänzend aufrechterhalten worden. Natürlich ist es etwas umständlicher, wenn der Maschinist immer über das Panzerdeck von einem Raum in den andern gehen muß. Aber die Sicherheit ist doch die erste Forderung, und schließlich ist Bewegung jedem Seemann sehr erwünscht. (Heiterkeit.) Ich möchte daher vorschlagen, auch für Handelsschiffe diese Durchbrechung der Schotte grundsätzlich zu verbieten und dafür auch hier den Mittelgang einzuführen, wie ich ihn Ihnen bereits in meinem vorjährigen Vortrage im Bilde gezeigt habe, den Mittelgang, der als Verkehrsgang für die Mannschaft dient, damit sie nicht bei schwerer See über das freie Wetterdeck zu gehen braucht, sondern bequem von einer Stelle zur andern kommen kann. Alle die Gründe, die Herr Professor Laas für die Durchbrechung der Schotte angibt, sind meiner Ansicht nach nicht stichhaltig.



Auch Herr Professor Hovgaard von der Technischen Hochschule in Boston ist zu der Überzeugung gekommen, daß die Schotte nicht durchbrochen werden dürfen. Als Begründung erzählt er eine ganz interessante Einzelheit, die bezeichnend für die ganze Sache ist. Ein Schiff erhält eine neue automatische Schottenschließvorrichtung. Der Kapitän ist ganz glücklich darüber, daß sich, wenn er in seinem Kartenhause auf einen Knopf drückt, plötzlich sämtliche wasserdichten Türen schließen. Er läßt in seiner Freude die Damen ein, in das Kartenhaus zu kommen, damit er ihnen klarmachen kann, wie sicher das Schiff ist. Er sagt: Ich drücke auf den Knopf, und die Türen gehen zu; damit ich sehe, ob sie wirklich zugegangen sind, werden die Lampen erglühen. Eine Dame ist skeptisch und sagt: Herr Kapitän, ich sehe zwar, daß die Lampen glühen, wenn Sie auf den Knopf drücken, aber werden die Türen auch wirklich dicht sein? Der Kapitän erwidert: Selbstverständlich, denn die Lampen können nicht leuchten, wenn die Türen nicht geschlossen sind. Als die Dame weiter skeptisch bleibt, sagte er schließlich: Gut, wir gehen jetzt hinunter; Sie werden sehen, die Türen sind geschlossen. Sie gehen also nach unten, kommen zur ersten Tür: sie ist offen; zur zweiten Tür — ist offen usw. Der Kapitän steht vor einem Rätsel. Nachher stellte sich heraus, daß der Kapitän in seiner Freude über die große Sicherheit des Schiffes so oft auf den Knopf gedrückt hatte, daß die Maschinisten und Heizer, denen das ewige Türschließen über war, die Schaltung geändert hatten. (Große Heiterkeit.) Sie können das in den „Transactions of the Institution of Naval Architects 1913“ nachlesen. — Sie sehen, daß selbst die geistreichste Erfindung nicht immer die unbedingte Sicherheit bewirkt.

Nun komme ich auf eine andere konstruktive Einzelheit, bei der es sich um eine wesentlich ernstere Frage handelt. Können überhaupt die Schotten, wie sie schon seit Jahren gebaut werden, die Schwimmfähigkeit eines Schiffes sichern? Da komme ich auf den jüngsten Seeunfall, der leider von einer erschütternden menschlichen Tragik begleitet war, auf das Kentern — denn darum handelt es sich, wie ich auseinanderzusetzen werde — des englischen Passagierdampfers „Vestris“ zu sprechen. Der Untergang dieses Schiffes hat wohl in den Zeitungen ein ebenso allgemeines Echo gefunden wie damals der Untergang des Dampfers „Titanic“, welcher alsbald zur internationalen Schottenkonferenz führte. Der Titanicfall lag aber klar zutage: die „Titanic“ ist mit Höchstgeschwindigkeit gegen einen Eisberg gefahren, und wurde das Unterwasserverschiff zerstört. Beim Untergang der „Vestris“ haben selbst leitende Stellen des Schiffes erklärt, der Fall sei rätselhaft, und die Reederei gibt an, daß der Unfall nur dadurch zu erklären sei, daß ein großes Leck entstanden ist. Im allgemeinen denkt man, ein Leck könne nur unter Wasser entstehen. Tatsächlich kann ein Leck auch über Wasser entstehen. Das mag dem Laien vielleicht etwas paradox klingen, aber es ist doch bekannt, daß die größten Beanspruchungen des Schiffsrumpfes über Wasser stattfinden, wenn sich Brecher der Seen auf das Wetterdeck werfen. Man braucht nur an das U-Boot zu denken, welches mit seinem ganz geringen Freibord den Seen preisgegeben ist. Das U-Boot hat auch den Ozean überquert, und wenn schweres Wetter war, ist es eben untergetaucht gefahren. Wenn nun das Wetterdeck der am meisten beanspruchte Teil des Schiffsrumpfes ist, so müßte es doch eigentlich am festesten, am seetüchtigsten gebaut werden. Das ist leider nicht der Fall, denn die Luken des Wetterdecks bilden den schwächsten Punkt der ganzen Schiffskonstruktion. Das habe ich Ihnen im vorigen Jahre eingehend auseinandergesetzt, und zwar habe ich meine damaligen Untersuchungen angeknüpft an eine Anzahl von Schiffsverlusten durch Kentern infolge Einschlagens der Luken. Ich möchte aber doch aus dem vorjährigen Vortrag etwas nachholen, was Sie vielleicht übersehen haben könnten. Direktor Dr. Bruhn aus Oslo hatte nachträglich eine schriftliche Diskussionsäußerung zu meinem Vortrag eingesandt, die ich dann mit unserem unvergeßlichen Carl Busley zusammen übersetzt habe, und die wörtlich kurz folgendermaßen lautet:

„Es ist zu begrüßen, daß die Aufmerksamkeit wieder auf die Lukenverschlüsse gelenkt wurde. Dies sollte auf jeder Versammlung von Schiffbauern geschehen, bis eine mehr befriedigende Lösung der Verschlüsse großer Decköffnungen als die gegenwärtige gefunden ist. Es ist betäubend, daß wir heute noch selbst in den schnellsten Postdampfern dieselben Lukenverschlüsse benutzen, wie sie schon vor hundert Jahren verwendet wurden. Die Luken sind unzweifelhaft der wundeste Punkt der modernen Frachtdampfer, und ich stimme Herrn Schwarz zu, wenn er dahin strebt, die Lukendeckel aus einer wasserdichten Stahlkonstruktion herzustellen, ohne Verwendung einer Persenning.“

Dieser Ausspruch ist vergessen. Die Schiffe fahren weiter mit der hundert Jahre alten Lukenkonstruktion und leiden schweren Schaden. Bei der „Berengaria“ hat vor vierzehn Tagen der Sturm die vordere Gepäckluke eingebrochen. Also selbst bei derartigen Schiffen kann die normale Lukenkonstruktion durch die See bewältigt werden.

Der zweite wunde Punkt des Wetterdecks ist das feste Schanzkleid, das von der Segelschiffzeit her übernommen worden ist. Keiner hat sich bisher wohl den Kopf darüber zerbrochen, warum es überhaupt da ist. Ich habe mir, angeregt durch einen Seeunfall, welcher durch das Seeamt in Lübeck behandelt wurde, wonach der Lübecker Dampfer „Sankt Gertrud“ gekentert war, mehrere Wochen den Kopf darüber zerbrochen, warum überhaupt ein Schiff kentern kann, wenn es vor dem Winde läuft und die See von hinten auf das Quarterdeck aufläuft. Das Schiff ist nämlich plötzlich 50° auf die Seite gefallen und dann zum Kentern gekommen. In der Zeitschrift „Werft, Reederei, Hafen“ vom 22. April 1928 habe ich dann einen Aufsatz veröffentlicht: „Festes Schanzkleid oder offenes Stangengeländer?“ Darin habe ich nachgewiesen, und zwar nach den Plänen des Dampfers „Galeon“, daß namentlich bei den Quarterdeckdampfern die Stabilität ganz plötzlich sinkt, wenn das Wasser an Deck kommt. Die Wirkung ist nämlich dieselbe, als wenn man Wasser in einen Tank einläßt. Es entsteht eine freie Oberfläche, deren Trägheitsmoment man von dem Trägheitsmoment der Schwimmebene abziehen muß. Es kommt hinzu, daß das Wasser hoch oben hinzukommt, und drittens, daß sich das Displacement wesentlich vergrößert. Genug, ich habe rechnerisch nachgewiesen, daß der Dampfer „Galeon“, wenn er normal fährt, eine metazentrische Höhe von 400 mm hat, während diese Höhe, wenn das Wasser auf Deck kommt, auf -735 mm sinkt; d. h. das Schiff ist plötzlich überaus instabil geworden. Dasselbe Schicksal hat der Dampfer „Rita Larsen“ erfahren.

Wenn Sie sich diese Tatsachen vor Augen halten, so ist der Fall des Dampfers „Vestris“ durchaus nicht so rätselhaft, sondern ganz erklärlich. Ich möchte Ihnen das kurz an Hand der Entstehung des Unfalls klarlegen. Sonntag nacht wurde das Schiff von einer schweren See erfaßt. Das Wetterdeck wurde überflutet, ebenso die Luken. Bei der Überschwemmung des Wetterdecks ging die Stabilität sehr stark zurück. Die See schlug gleichzeitig eine Luke ein. Das Wasser stürzte nach unten, schoß sofort über und plötzlich erfuhr das Schiff ein ruckweises Überlegen. Ein Passagier hat besonders gesagt: Es entstand ein Ruck. Infolgedessen ist z. B. eine Autokiste von 12 t Gewicht über Stag gegangen; dadurch bekam das Schiff allmählich eine Schlagseite von 32°, und die Deckkante kam unter Wasser. Die eingeschlagene Luke schöpfte dadurch weiter Wasser. Die Pumpen konnten das Wasser nicht mehr bewältigen. Die Handelsdampfer haben ja keine so großen Lenzpumpen wie die Kriegsschiffe. Die Mannschaft ist dann dazu übergegangen, das Wasser mit Eimern aus dem Schiffsraum zu schöpfen, natürlich durch die offene Luke. Daß bei dieser Sachlage eine Rettung des Schiffes unmöglich war, ist klar einzusehen. Das Schicksal des Schiffes war damit besiegelt. Während ich in meinem vorjährigen Vortrag nur von Frachtdampfern berichten konnte, die gekentert waren, ist es diesmal zum allerersten Mal ein großer Übersee-Passagier- und Frachtdampfer, welcher durch Kentern untergegangen ist, weil die Luke durchbrochen war und weil ein Schanzkleid vorhanden war; denn das Schiff besaß die Schotteinteilung von 8 Querschotten.

Es fragt sich nun, ob dieser Fall für die Arbeiten der Kommission neue Gesichtspunkte bieten wird. Ich möchte annehmen, daß, nachdem man nunmehr einen neuen Fall konstatieren muß, die Schotten nichts geholfen haben und das Schiff anderen konstruktiven Mängeln zufolge untergegangen ist, es Pflicht der Kommission wäre, auch auf diese Punkte einzugehen. Jedenfalls müßten die wunden Punkte, die ich Ihnen genannt habe, beseitigt werden; die mangelhaften Lukenverschlüsse und das feste Schanzkleid müßten meiner Ansicht nach international über Bord geworfen werden. Das ist keine so außerordentlich hohe Anforderung, die damit an die Reedereien gestellt wird. Bei Neukonstruktionen mit sicheren Lukenverschlüssen und offenem Relinggeländer werden die Reedereien wahrscheinlich noch an Gewicht und Kosten sparen können.

Meine Herren! Kommissionen arbeiten meist nach zwei Richtlinien. Entweder sie stellen fest, daß alles in Ordnung ist, und beruhigen damit die Menschheit; oder aber sie legen den Finger auf die Wunde und versuchen, sie zu heilen. Ich möchte unserer deutschen Kommission empfehlen, diesen zweiten Richtungsweg einzuschlagen und dabei der Worte, die vor hundert Jahren Beuth über die Rheinschiffahrt gesagt hat, eingedenk zu sein: „Dieser Krieg des alten Schlechten gegen das gute Neue erneuert sich bei jeder Verbesserung, und in der Regel ist es erst die Not, welche die Einführung des Neuen bewirkt.“ Meine Herren, in der Seeschiffahrt ist die Not das Kentern der Schiffe. (Beifall.)

Herr Wirklicher Geheimer Oberbaurat Brinkmann, Berlin:

Meine Herren! Ich will mich nicht auf die theoretische Seite einlassen, sondern etwas vortragen, was fast handwerksmäßig erscheint, was aber für die mehrfach erwähnte Kommission sicherlich von Nutzen sein wird.

Was nützen uns alle Schotte und alle Vorrichtungen, wenn die Schotte undicht sind? Zwar wird bei dem Bau der Schiffe gesagt, daß keine Rohr- und Kabelleitungen usw. durch die Schotte hindurchgeführt werden sollen; aber wer so lange wie ich in der Praxis gestanden hat, der weiß, wie die Sache in Wirklichkeit aussieht. Ebenso ist es mit der Untersuchung der Schotte. Wir haben unsere Kriegsschiffe in bezug auf ihre Schotte so geprüft, daß wir die Nachbarräume vollgefüllt und den Druck, der nun auf diese großen Wände ausgeübt wurde, noch dadurch erhöhten, daß wir noch ein Druckrohr von 750 mm Höhe aufsetzten, die Belastung war also so groß, als ob das Schiff 750 mm tiefer gesackt wäre. Trotzdem haben wir immer gefunden, daß es noch massenhaft Lecke gegeben hat. Ich bin drei Jahre lang Baubeaufichtigender gewesen und habe manchen Handelsschiffbau beobachtet. Ich weiß, daß viele Schotte nur dadurch geprüft worden sind, daß man sie mit der Dampfspritze abgespritzt hat. Nach meiner Überzeugung genügt das nicht. Ich möchte die Herren, die für die Sicherheit verantwortlich sind, bitten, sich zu überlegen, wie diese Prüfungen zweckmäßiger vorgenommen werden können.

Ich komme nun zu einem andern Punkt. Selbst wenn die Schotte alle wunderschön dicht gemacht sind, selbst wenn sie zuverlässig geprüft worden sind, dann kommen, wenn das Schiff ausgebaut werden soll, die Rohr- und Kabelverleger an Bord, die, wenn ihnen ein Schott im Wege ist, es einfach durchbohren. Darum haben wir ja den Mittelgang eingeführt. Selbst auf unseren Kriegsschiffen, wo wirklich auch handwerksmäßig die größte Sorgfalt beobachtet wurde, fanden sich nach einigen Jahren, solange wir den Mittelgang noch nicht hatten, überall Lecke. Ich habe damals auf eigene Verantwortung eine Kommission eingesetzt und die Schiffe prüfen lassen. Diese Kommission hat recht viele Löcher noch in den Schotten gefunden, welche dann beseitigt wurden. Ich kann wohl sagen, daß dadurch die Sicherheit größer geworden ist.

Ich möchte also vorschlagen, daß von Zeit zu Zeit die Wasserdichtigkeit der Schotte geprüft wird, und zwar nicht nur auf den Schiffen, die außer Dienst gestellt werden, sondern auch auf den in Dienst befindlichen Schiffen. Sie werden dann manchen Unfall nicht mehr erleben, der jetzt vorkommen kann. Daß einmal ein Niet abspringt oder platzt, wird man natürlich nicht verhindern können; aber Herr Professor Laas hat uns ja eben dargelegt, daß die Beschädigung eines Raums das Schiff nicht um die Ecke bringt. Wenn dann aber die Nachbarschotte undicht sind, dann ist die Sache zu Ende. (Beifall.)

Herr Professor Dr. Laas, Berlin (Schlußwort):

Meine Herren! Der Zweck meines Vortrages ist erreicht; ich habe um Anregungen gebeten, und ich habe sie bekommen. Ich danke den Herren Vorrednern für die Anregungen. Ich darf aber zu den sachlichen Vorschlägen einige Bemerkungen machen.

Zunächst scheint es mir, daß sich die beiden ersten Herren Vorredner in einem Punkt widersprochen haben. Herr Judaschke schlug eine horizontale Unterteilung durch Decks vor. Da die Decks sowieso vorhanden sind, könnte man sie, so meinte er, auch wasserdicht machen; dazu müßten auch die Luken gut wasserdicht sein. Diese wasserdichten Decks sollten verhindern, daß das Wasser von unten nach oben dringen kann. Der zweite Redner sagte, die meisten Havarien kämen von oben; auf einem wasserdichten Deck würde also das Wasser oben stehenbleiben. Dadurch wird aber die Stabilität stark gefährdet. Man sieht, daß das kein Allheilmittel ist. Die Kommission von 1914 hat die Frage der horizontalen Unterteilung wochenlang geprüft, hat aber davon abgesehen, hier eine internationale Regelung vorzuschreiben, um nicht wieder neue Gefahren heraufzubeschwören.

Die weiteren Ausführungen waren zum Teil auf den Ton gestimmt: der Kriegsschiffbau macht es so; warum könnt ihr es im Handelsschiffbau nicht ebenso machen? Da stehe ich nun direkt im Gegensatz zu Herrn Geheimrat Schwarz, indem ich behaupte, daß es sich um ganz verschiedene Dinge handelt. Der Kriegsschiffbau hat ganz andere Aufgaben als der Handelsschiffbau. Handelsschiffe werden gebaut, um dem Verkehr zu dienen, Kriegsschiffe werden gebaut, um zerschossen zu werden. Das ist ein wesentlicher Unterschied. Außerdem können Kriegsschiffe mit viel größerer Mannschaft rechnen. Bei ihnen treten solche Schwierigkeiten nicht auf, wie auf Handelsschiffen durch ein radikales Verbot der Türen zwischen den unteren Räumen entstehen würde.

Ferner wurde bezweifelt, ob die Methode, die Schotte nur durch Abspritzen zu kontrollieren, ausreicht. Wir stehen auf folgendem Standpunkt: wenn einmal eine Konstruktion sich bei der Prüfung durch Wasserdruck bewährt hat, und sie wird genau so wieder gebaut, dann hält sie auch, ohne daß wir das noch einmal probieren. Tatsächlich sind solche Versuche im großen angestellt worden, und zwar mit großen Mitteln, im Anschluß an die Konferenz von 1914<sup>1</sup>. Bei den damals angestellten Versuchen mit mehreren Metern Druckhöhe sind die Schotte nicht gebrochen. Sie sind so lange durch höheren Wasserdruck geprüft worden, bis unten so viel Wasser herauslief, daß man es gar nicht nachfüllen konnte. Das trat ein bei Höhen von etwa 5 m über dem Schottendeck. So sind die Anforderungen festgestellt worden, die man an die Versteifung der Schotte stellen muß. Außerdem sind ja noch Reserven in der Sicherheit vorhanden; für kleinere Leckagen genügen die Pumpenanlagen.

Herr Geheimrat Schwarz sucht den Hauptgrund für die Unfälle in der Kentergefahr. Ich bin nicht seiner Meinung. Das mag wohl bei kleineren Schiffen zutreffen, die schon wegen ihrer geringeren Größe gefährdeter sind als die großen. Ich habe auch nicht ganz verstehen können, ob das, was Herr Geheimrat Schwarz über den Untergang der „Vestris“ vorgetragen hat, nur eine Kombination von Zeitungsnachrichten gewesen ist, oder ob das authentisch feststeht. (Geheimrat Schwarz: Es sind die Aussagen vor dem Seeamt in Neuyork!) — Ich habe meine gelinden Zweifel an diesen Untersuchungen und bin der Meinung, daß die Angelegenheit „Vestris“ heute noch nicht abgeschlossen ist.

Das Beispiel von dem Kapitän mit den Lampen, das erzählt worden ist, spricht nicht gegen das Schiff und die Schotte und die Türen, sondern gegen den Kapitän.

Ich kann nur wiederholen, daß ich den Herren für die Anregungen danke.

Das beste Beispiel für die Wirksamkeit der wasserdichten Unterteilungen sind die Unglücksfälle der letzten beide Jahre. Sie erinnern sich an die drei Fälle, in denen Handelsschiffe mittlerer Größe verhältnismäßig leichte Unfälle erlitten haben. Es waren die „Principessa Mafalda“, „Vestris“ und „Monte Cervantes“. Die beiden ersten sind gesunken; es waren alte Schiffe, die nicht den Bestimmungen entsprachen, die ich Ihnen als notwendig vorgetragen habe. „Monte Cervantes“ hat wohl den schwersten Schaden gehabt, und trotzdem hat die Öffentlichkeit am wenigsten davon erfahren: das Schiff hat auf seinen Schotten schwimmend den Hafen erreichen können, weil es als neues Schiff den vorgetragenen Bedingungen der Sicherheit entsprach. Es ist nicht nachgewiesen worden, daß in Deutschland durch schlechte Bauart irgendwelche Unfälle schwerer Art entstanden sind. Wohl sind Unfälle bei ausländischen Schiffen eingetreten, die vor dem internationalen Vertrag, in den Jahren vor dem Kriege, gebaut sind. Uns in Deutschland liegt in erster Linie daran, das, was wir an Vorschriften bereits haben, international zu regeln. Dadurch wird die Sicherheit der Personenschiffahrt im ganzen zweifellos erhöht werden. (Lebhafter Beifall.)

Stellv. Vors. Herr Dr.-Ing. E. h. Presze:

Die Frage, die Herr Professor Laas in seinem Vortrag erörtert hat, ist von ganz außerordentlicher Wichtigkeit für Schiffahrt und Schiffbau. Es ist schwierig, die Schwimmfähigkeit eines Schiffes unter allen Verhältnissen mit dem Betrieb und der Rentabilität zu vereinigen. Wir sind Herrn Professor Laas ganz besonders dankbar dafür, daß er uns heute mit den neuesten Erfahrungen und den neuesten Grundsätzen, die festgelegt worden sind, bekanntgemacht hat, um so mehr, als wir daraus ersehen haben, daß der deutsche Schiffbau auch in dieser Beziehung wieder führend vorangeht. (Beifall.)

<sup>1</sup> First Report of the Committee on Subdivision of Merchant Ships London 1914.

## V. Die Verwendung außergewöhnlich großer Rettungsboote in Verbindung mit dem Welin-Maclachlan-Davit auf großen Passagierschiffen.

Von Direktor Dipl.-Ing. P. Biedermann, Bremen.

Die Veranlassung zu meinem Vortrage gibt mir die etwa Mitte Dezember 1926 erfolgte Vergebung der beiden Schnelldampfer „Bremen“ und „Europa“ durch den Norddeutschen Lloyd an die Deutsche Schiff- und Maschinenbau A.-G. Werk Act.-Ges. „Weser“, „Bremen“ und an Blohm & Voss, Hamburg. Für diese Schiffe kommt die fast ausschließliche Verwendung außergewöhnlich großer Rettungsboote in Verbindung mit einer Bootaussetzungsvorrichtung nach dem Welin-Maclachlan-System in Frage, und ich will nun kurz erläutern einmal die Gründe, die den Norddeutschen Lloyd zu dieser neuartigen Rettungsbooteinrichtung veranlaßt haben, zum andern die Vorteile, die in dieser Einrichtung für große Passagierschiffe liegen, in Verbindung mit näheren Angaben über Einzelheiten des Rettungssystems.

Als der Norddeutsche Lloyd die beiden großen Schnelldampfer „Bremen“ und „Europa“ in Auftrag gab, war er sich — abgesehen von den natürlich in allererster Linie notwendigen wirtschaftlichen Erwägungen über die Möglichkeit der Durchführung eines so überaus kostspieligen modernen Schnelldampferbetriebes — vollkommen bewußt, daß er beim Bau dieser kostbaren Schiffe, die in allen Passagierklassen mit dem modernsten Komfort und allen nur erdenklichen Bequemlichkeiten für die überseeischen Reisenden ausgestattet werden mußten, doch in allererster Linie sein größtes und ernstestes Augenmerk auf die Sicherheitseinrichtungen zu richten haben würde. Diese sind während der letzten Jahrzehnte bei den immer mehr gesteigerten Schiffsgrößen mit Hilfe der weiter entwickelten schiffbautechnischen Erkenntnisse und Hilfswissenschaften und unter Berücksichtigung der im Schiffsbetriebe gesammelten reichen Erfahrungen zu einer sehr erfreulichen Vervollkommnung gebracht worden und werden, wie wir aus dem Vortrage des Herrn Vorredners soeben vernommen haben, sogar durch internationale Vereinbarungen festgelegt, um sie aus dem Bereich etwaiger wirtschaftlicher Erwägungen gänzlich herauszuheben.

Trotz alledem müssen wir uns aber dessen bewußt bleiben, daß alles Menschenwerk nur Stückwerk ist und bleibt, und daß wir deshalb wie bei jedem anderen Transportmittel auch damit rechnen müssen, daß einmal alle Sicherheit versagt und Passagiere und Besatzung sich gezwungen sehen, das durch höhere

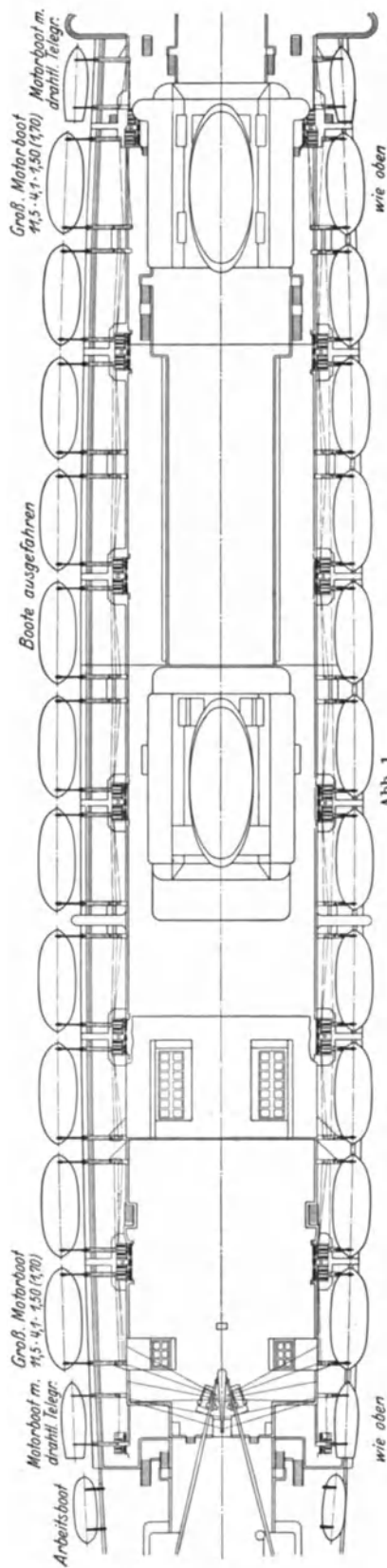
Gewalt der Vernichtung preisgegebene Schiff verlassen zu müssen. Dann aber ergibt sich die Forderung, alle an Bord befindlichen Menschen so schnell und so sicher wie möglich von Bord des sinkenden Schiffes mittels der Rettungsboote zu bringen, die den Schiffbrüchigen Schutz bieten, bis die drahtlos herbeigerufene weitere Hilfe zur Stelle ist. Dieser Grundsatz wurde bekanntlich zum ersten Male auf der im Anschluß an das Titanic-Unglück in London abgehaltenen Internationalen Konferenz von 1914 festgelegt. Daß man diese heute als selbstverständlich anmutende Forderung erst damals kategorisch aufstellte, hat seinen Hauptgrund wohl darin, daß sie leichter ausgesprochen als erfüllt ist, denn es muß ja nicht nur der Bootraum für alle an Bord vorhanden sein, sondern er muß auch mit allen seinen Insassen sicher und rechtzeitig von Bord des havarierten Schiffes gebracht werden können.

Die Frage der zweckmäßigsten Anordnung der Rettungsboote, ihrer günstigsten Abmessungen und in Verbindung damit die zweckmäßigste Bauart der Bootaussetzvorrichtungen, hat auch die Vorkriegskonferenz eingehend beschäftigt, konnte aber nicht zu einem in jeder Hinsicht befriedigenden Abschluß gebracht werden. Dies lag naturgemäß in erster Linie daran, daß bei vielen Schiffen, namentlich bei den dicht bevölkerten Auswandererschiffen, die Notwendigkeit einer erheblichen Vermehrung und Vergrößerung des Rettungsapparates sich ergab, was auf den meisten Passagierschiffen sich nur erfüllen ließ, wenn alle oder mindestens ein größerer Teil der Rettungsboote zu zweien übereinander angeordnet wurden, wobei in manchen Fällen sogar noch weitere Boote seitlich neben den unter Davits befindlichen Booten aufgestellt werden mußten. Hieraus ergab sich als weitere schwerwiegende Frage: Wird es bei solcher Bootaufstellung möglich sein und bejahendenfalls auf welche Weise, alle Rettungsboote mit sämtlichen Menschen an Bord rechtzeitig und sicher von Bord zu bringen? Eine einwandfreie präzise Antwort auf diese Frage dürfte bis heute durch die Praxis noch nicht erteilt sein und wird auch wohl niemals erteilt werden können, denn die Umstände, unter denen eine Schiffskatastrophe eintritt, sind, wie wir aus den Erfahrungen wissen, so verschiedenartig, daß genaue Regeln, wie der Bootrettungsdienst zu handhaben ist, wohl niemals gegeben werden können. Eins aber dürfte feststehen, daß die Möglichkeit, alle Menschen sicher von Bord zu bringen, um so größer ist, je schneller nach eingetretener Havarie das Rettungswerk vonstatten gehen kann; denn die Schwierigkeiten des Rettungswerkes werden um so größer, je länger es dauert, da das meist infolge übergroßen Wassereinbruchs sinkende Schiff in der Regel sich von seiner horizontalen Schwimmlage, sei es um die Quer-, sei es um die Längsachse, immer mehr entfernt und schließlich das sichere Vonbordbringen der Boote unmöglich macht. \*Gilt dies schon für normale mittelgroße Passagierdampfer, so ganz besonders für die ganz großen Passagierschiffe, weil hier der Weg vom Ort der Unterbringung des Bootes an Bord bis zum Wasser am größten ist.

Es dürfte ohne weiteres einleuchten, daß der Rettungsdienst, d. h. das Zuwasserlassen der mit Passagieren und Besatzung voll besetzten Boote am schnell-

sten vor sich gehen kann, wenn sämtliche Boote gleichzeitig zu Wasser gelassen werden können. Das ist aber nur möglich, wenn man auf die Anordnung von Booten übereinander, wie auch von dem sog. zusätzlichen Bootraum, der an geeigneten Stellen auf Deck vorgesehen werden kann, gänzlich verzichten kann und außerdem für jedes einzelne Boot eine eigene, unabhängige Aussetzvorrichtung hat. Eine solche Anordnung ist in sehr vielen, ja vielleicht den meisten Fällen freilich unmöglich. In besonderen Fällen, beispielsweise bei vorhandenem sehr langen Bootsdeck, also bei einem Schiff, das normalerweise nur wenig Laderaum besitzt, läßt sich bei Anwendung der bisher gebräuchlichen Bootsabmessungen vielleicht ein größerer Teil unterbringen, wenn außerdem noch die Anzahl der Passagiere verhältnismäßig gering ist. Auch bei den im Bau befindlichen Schnelldampfern „Bremen“ und „Europa“, die, bei einer Gesamtlänge von etwa 280 m, abgesehen von der Besatzung, die verhältnismäßig geringe Anzahl von rund 2200 Passagieren aufnehmen können, wäre die Anordnung sämtlicher Boote in Einzelaufstellung unter Davits, also unter Verzicht auf die Anordnung einer Anzahl Boote zu zweien übereinander oder unter Verzicht auf Hilfsbootraum an geeigneten Stellen an Deck nicht möglich gewesen, wenn man die bisher gebräuchlichen größten Boote mit einer Aufnahmefähigkeit von ca. 90 Personen angewendet hätte. Der Wunsch, auf diesen mit den neuesten Errungenschaften der Technik auszustattenden großen Passagierschiffen auch eine den höchsten Anforderungen der Sicherheit entsprechende Bootrettungseinrichtung zu schaffen, also vor allem eine Einrichtung, die das gleichzeitige Aussetzen sämtlicher Boote mit allen an Bord befindlichen Menschen ermöglicht, ergab sich nur als erfüllbar, wenn man dazu überging, einen erheblich größeren Boottyp, als bisher üblich war, zu verwenden. Daß die Aufgabe überhaupt mit übernormal großen Booten gelöst werden kann, ergibt sich aus der einfachen Überlegung, daß die Aufnahmefähigkeit der Boote an Personen, was etwa identisch mit dem Raumgehalt der Boote ist, naturgemäß in erheblich höherem Maße, weil mit der dritten Potenz, wächst, als die einfache Länge der Boote (Abb. 1).

Der Gedanke, übernormal große Rettungsboote zu verwenden, war an sich nicht neu. Schon in den Verhandlungen der erwähnten Londoner Konferenz von 1914 wurde die Verwendung übernormal großer Boote empfohlen. Auch enthält der Vertrag von 1914 gewisse Vorschriften betr. die Verwendung übernormal großer Boote. Wenn seither dieser Gedanke selbst nicht an Bord neuerer Schiffe ausgeführt worden ist, so war hierfür ein Haupthinderungsgrund schon dadurch gegeben, daß nach dem Kriege mit ganz wenigen Ausnahmen nur mittelgroße Passagierschiffe gebaut worden sind, deren Bootsdeck wegen der hindurchgebauten Kessel- und Maschinenschächte und sonstiger Aufbauten nicht breit genug war, um solche übernormal großen und breiten Boote unterzubringen bzw. so aufzustellen, daß sie in der erforderlichen Weise im Notfalle bedient werden konnten. Daß der Gedanke der Zweckmäßigkeit der Verwendung übernormal großer Boote doch Wurzel geschlagen hatte, zeigte sich darin, daß die Hamburg-Amerika-Linie als erste deutsche und meines Wissens überhaupt



als erste Reederei sich entschloß, 2 solche Boote versuchsweise an Bord ihres neuerbauten Dampfers „New York“ aufzustellen, wo sie von der Seeberufsgenossenschaft als Hilfsbootraum auch anerkannt wurden. Diese Boote fanden auf dem Hinterschiff Aufstellung, weil man wohl ebenfalls zu der vorhin bereits ausgesprochenen Ansicht gelangt war, daß sie für die Aufstellung auf dem regulären Bootdeck selbst zu breit und unhandlich wären. Wegen dieser vorhandenen Schwierigkeiten und Mängel hatte auch der Norddeutsche Lloyd beim Bau des derzeitigen größten deutschen Schiffes „Columbus“ von der Verwendung größerer Boote Abstand genommen. Es ist als Verdienst der Hamburg-Amerika-Linie zu werten, wenn sie trotz der auf ihrem Dampfer „New York“ vorhandenen Schwierigkeiten als erste Reederei den Weg, zunächst einmal versuchsweise 2 große Boote zu erbauen und sie auf ihre Brauchbarkeit hin zu erproben, beschritten hat. Wenn seinerzeit die Seeberufsgenossenschaft diese beiden Boote nur als Hilfsbootraum anerkannt hat, so liegt das in den damaligen Verhältnissen begründet, wo man mit Booten solcher Abmessungen und mit ihren Einrichtungen noch keinerlei Erprobungen gemacht hatte und auch Bootaussetzvorrichtungen, wenigstens in Deutschland, noch nicht bekannt waren, die es ermöglichten, große Boote mit mindestens derselben Sicherheit und Zuverlässigkeit zu bearbeiten, wie es bisher bei den normalen Booten der Fall ist. Aber der Gedanke war in die Tat umgesetzt und konnte weiter wachsen, sobald nur erst einmal die Möglichkeit der Verwendung solcher Boote im Großen gegeben war. Diese Möglichkeit ergab sich nun durch die Bestellung der beiden neuen Schnelldampfer „Bremen“ und „Europa“. Bei einer Breite des Bootdecks von reichlich 30 m, was gegenüber dem bisherigen größten deutschen Dampfer „Columbus“ eine Breitenvermehrung von mehr als 5 m bedeutet, ergab sich trotz der durch das Bootdeck hindurchgebauten Schächte und Häuser noch eine verfügbare Breite von etwa 6,5 m auf jeder Seite; eine Kalkulation der erforderlichen Bootgröße unter

der Annahme, daß Passagiere und Besatzung bei voll besetztem Schiff in unmittelbar unter Davits befindlichen Einzelbooten untergebracht werden können, ergab eine notwendige Aufnahmefähigkeit von mindestens 135 Personen pro Boot.

Um gleichzeitig den Anforderungen des Board of Trade hinsichtlich der Zahl der Boote für Dampfer dieser Größe entgegenzukommen, wurde die Gesamtzahl der Boote auf 28 bemessen, und zwar wurden vorgesehen:

- 22 Boote zu je 135 Personen,
- 4 kleinere Motorrettungsboote zu je 25 Personen, die gleichzeitig als Verkehrsboote dienen sollen, außerdem
- 2 kleine, lediglich durch Riemen fortzubewegende Boote mit je 40 Personen.

Im ganzen ergibt sich eine Aufnahmefähigkeit der Boote von 3150 Personen, während bei voller Belegung mit Passagieren einschließlich der vorgesehenen Besatzungszahl 3140 Personen als im Höchsthalle an Bord vorhanden anzusehen sind.

Um ganz sicher zu gehen, haben wir die Abmessungen der großen Boote so gewählt, daß 145 Personen in jedem großen Boot aufgenommen werden können, welche Zahl auch von den maßgebenden deutschen Instanzen bestätigt worden ist.

In dieser um 220 Personen größeren Aufnahmefähigkeit liegt noch ein gewisser Sicherheitsgrad für den Fall, daß das eine oder andere Boot im Ernstfalle nicht voll mit 135 Personen besetzt werden sollte.

Die Abmessungen dieser Boote wurden endgültig festgesetzt auf:

Ganze Länge . . . . .	11,50 m
Breite auf Spanten . . . . .	4,10 „
Seitentiefe bis Oberkante Schandeckel . . . . .	1,70 „

Bevor ich nun auf die Einrichtung der Boote im einzelnen eingehe, will ich zunächst einige Worte über das Bootaussetzsystem und die Gründe seiner Anwendung sagen. Der Welin-Maclachlan-Gravity-Davit wurde zuerst von Mr. McLachlan in Glasgow ausgearbeitet, später von Herrn Welin vervollkommen. Es wurden nach einer mir von der Deutschen Welin-Gesellschaft, Hamburg, gewordenen Mitteilung insgesamt bisher 250 Satz dieser Davits für ausländische Schiffe geliefert und weitere 200 Satz in Auftrag gegeben. Die Gravity-Davits waren bisher nur für normale Rettungsboote bis zu 32 Fuß Länge zur Verwendung gekommen. Die Ausarbeitung der Davits für die großen Rettungsboote von 145 Personen Fassungsvermögen auf den beiden Schnelldampfern „Europa“ und „Bremen“ wurde von der Deutschen Welin-Gesellschaft, Hamburg, vorgenommen.

Ich will, um nicht langatmig zu werden, von einer näheren Beschreibung der Konstruktionseinzelheiten dieses Systems Abstand nehmen und mich lediglich auf eine kurze Erläuterung seiner Wirkungsweise nebst Würdigung seiner Vorteile beschränken.

Der Grundgedanke des Welin-Maclachlan-Systems ist die Anordnung einer um 35 Grad geneigten Ebene (Abb. 2 u. 3), auf der das Boot nach Lösen der Haltevorrichtung von selbst in die Außenbordlage gleitet, also ohne Anwendung irgendeiner mechanischen Hilfe, wie auch ohne daß eine nennenswerte menschliche Kraftanstrengung geäußert werden muß. Der besonders bemerkenswerte Vorteil dieses



Bootaussetzsystem liegt aber darin, daß selbst, wenn das havarierte Schiff bis zu 15 Grad Schlagseite hat, das Boot gegen diese Schlagseite noch ohne Anwendung einer mechanischen Kraft von selbst in diese Lage gelangt (Abb. 4). Bekanntlich ist bis heute noch von keiner Regierung Großschiffahrt treibender Staaten eine gesetzliche Bestimmung erlassen, die besagt, bis zu welcher Schlagseite des havarierten Schiffes es möglich sein muß, ein Boot gegen diese Schlagseite auszuschwingen. In den Instructions des Board of Trade as to the survey of Life-saving Appliances 1928 ist den Besichtigern als Richtschnur angegeben, daß das Ausdrehen eines

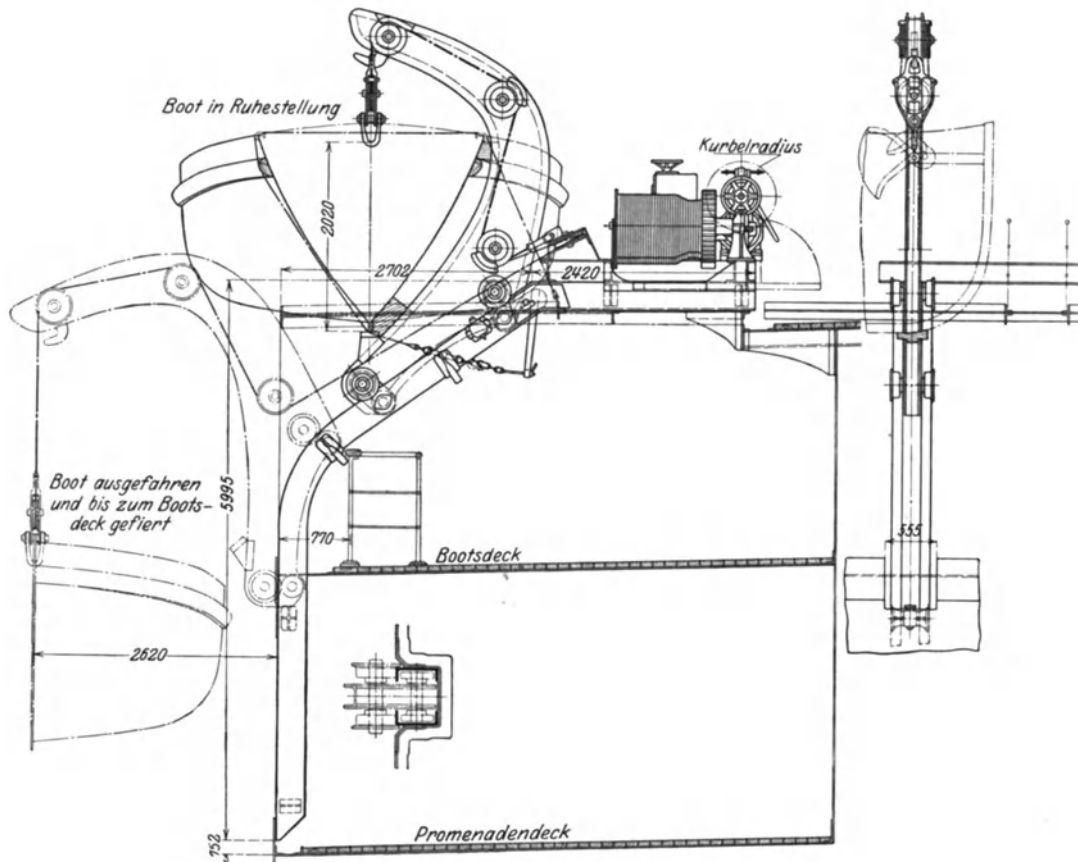


Abb. 2.

Bootes noch bei einer Schlagseite bis zu 7 Grad möglich sein sollte. Es dürfte bekannt sein, daß das Ausdrehen eines Bootes gegen eine Schlagseite von 7 Grad schon mit sehr erheblichen Kraftanstrengungen verbunden ist. In dem englischen Welin-Maclachlan-System ist, wie man sieht, schon durch diese Möglichkeit ein sehr bemerkens- und begrüßenswerter Fortschritt geschehen, ja man kann wohl sagen, daß dieses System erst die Möglichkeit für eine allgemeine Anwendung großer Boote als Hauptbootraum überhaupt gibt, denn mit den bisherigen bekannten Vorrichtungen würde ein Ausdrehen der schweren großen Boote selbst gegen eine nicht allzu große Schlagseite auf sehr erhebliche Schwierigkeiten stoßen.

Ein sehr wesentlicher Faktor für die Sicherheit des Bootrettungsdienstes ist nun ferner die Möglichkeit für die Passagiere, so bequem und sicher wie möglich in die Boote zu gelangen (Abb. 5). Bei der bisherigen Aufstellung der Boote auf dem Bootdeck wird es in den meisten Fällen nötig sein, die Passagiere vom Promenadendeck aus in die Boote steigen zu lassen, schon deshalb, weil auf dem Bootdeck

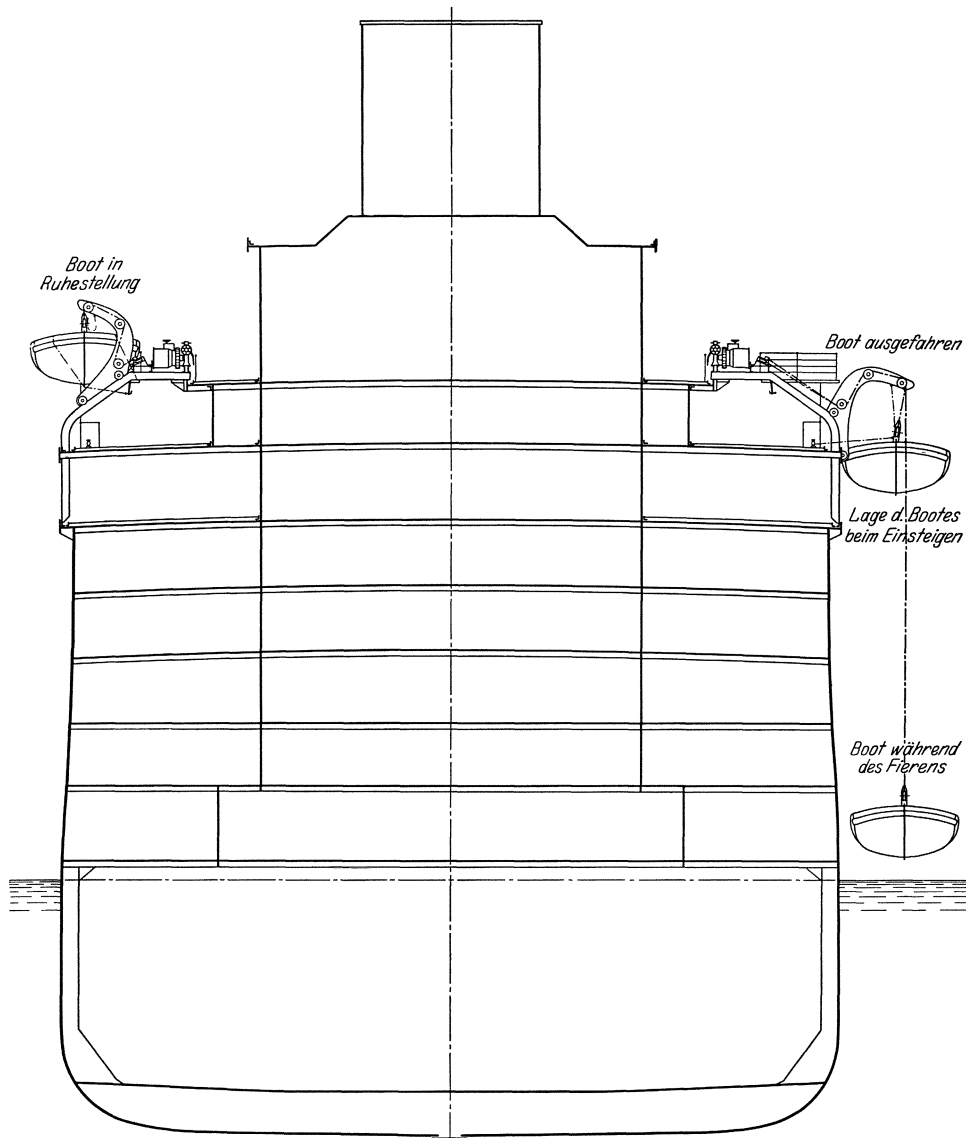


Abb. 3.

der größte Teil des Deckplatzes von den Booten selbst eingenommen wird und für die Passagiere nur unzulänglicher Raum vorhanden ist. Das Einsteigen in die Boote vom Promenadendeck aus ist aber schon selbst für gewandtere Passagiere mit Schwierigkeiten und Unbequemlichkeiten verknüpft, dieses um so mehr, als bei den neueren größeren Schiffen meist eine Glasschutzwand angeordnet wird, die im allgemeinen über die halbe Länge des Promenadendecks reicht. Bei dem

Welin-Maclachlan-System, wie es auf den beiden Schnelldampfern „Bremen“ und „Europa“ zur Anwendung gelangt, stehen, wie man aus den Bildern sieht, nicht nur die Boote etwa 2 m über dem Bootsdeck, sondern auch die Winden mit den zugehörigen Drähten sind eine Deckhöhe höher angeordnet, so daß das

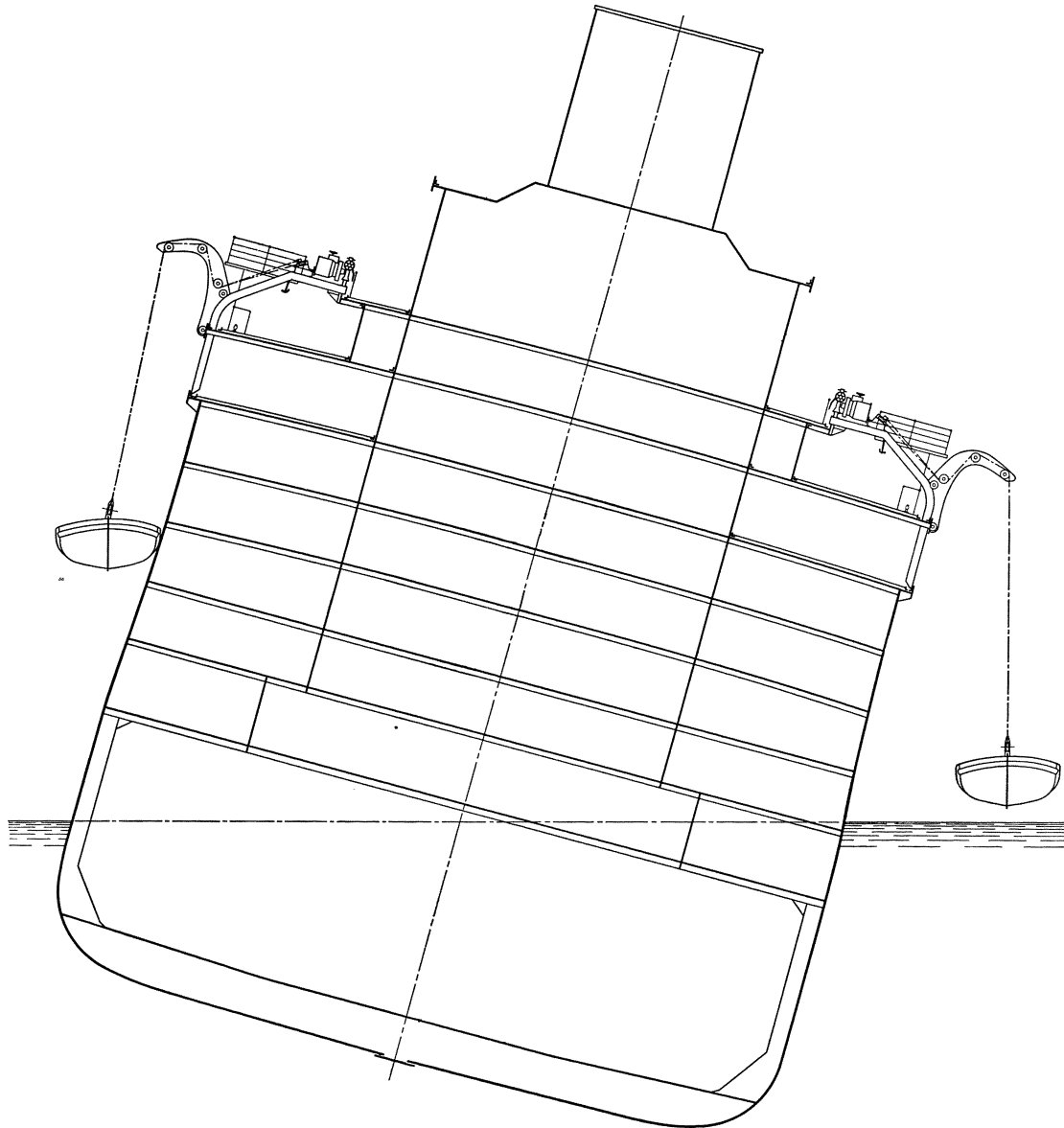


Abb. 4.

Bootsdeck, wie bereits erwähnt, als große freie Promenade erscheint. Diese letztere Eigenschaft ist aber für den Bootrettungsdienst selbst von der allergrößten Bedeutung, denn die Passagiere können sich nunmehr einschließlich Besatzung sämtlich auf dem langen geräumigen Bootsdeck sammeln, ohne daß ein gefährliches Gedränge oder Panik zu entstehen braucht. Die Boote werden unterdessen direkt vor das Bootsdeck gefiert und mit dem zu dem Aussetzsystem gehörigen

selbsttätigen Anholer fest an die Außenseite des Decks herangeholt, so daß man bequem von Deck aus in die Boote übersteigen kann. Ein über die ganze Länge des Bootdecks sich hinziehendes Geländer schützt die Passagiere vor dem Herunterfallen von Deck. Vor jedem Boot wird in dem Geländer eine Tür angeordnet, das Geländer selbst ist etwa 60 cm nach binnenbords versetzt, so daß die Passagiere nun die ganze Längsseite des Bootes zum Einsteigen zur Verfügung haben und sich bei der Verteilung an dieser Längsseite an dem Geländer selbst festhalten können. Diese Anordnung ermöglicht ein denkbar schnelles und bequemes Einsteigen der Passagiere in die Boote. Wir werden später bei der eingehenderen Bootbeschreibung sehen, wie die Verteilung der Passagiere in den Booten selbst erfolgt.

Nachdem die Boote mit Menschen gefüllt sind, erfolgt das Fieren mittels Bremse durch einen Mann der Besatzung, und zwar völlig gleichmäßig am vorderen und hinteren Ende in zwangsläufig geführten Drahtseilen. Auch diese Einrichtung ist ein bemerkenswerter Fortschritt gegenüber der früher meist üblichen Handfiervorrichtung, bei der jedes der 2 Seile durch einen Mann unabhängig von dem anderen bedient werden

mußte. Ein zu schnelles Fieren ist dank der Konstruktion der Fiervorrichtung nicht zu befürchten. Soll aus irgendeinem Grunde das Fieren des Bootes, solange es in den Seilen hängt, unterbrochen werden, genügt ein einfaches Loslassen des hochgehobenen Hebels, der durch das eigene Gewicht herunterfällt und die Fiervorrichtung sofort abbremst. Ist das Boot völlig zu Wasser gelassen, so erfolgt das Aushaken der Seile in der bisher üblichen Weise mittels der sog. Welinschen Boothaken. Die bei dem Welin-Maclachlan-System zur Verwendung kommenden Motore dienen in erster Linie dazu, um für die ständig in gewissen Abständen vorzunehmenden Bootmanöver die Boote leicht und schnell wieder an Bord bringen zu können.

Es würde den Rahmen dieses Vortrages überschreiten, wenn ich noch eine eingehendere Beschreibung dieser neuartigen Bootaussetzvorrichtung geben würde. Interessenten können alle gewünschten näheren Einzelheiten von der Deutschen Welin-Gesellschaft, Hamburg, die dieses System ausführt, erfahren.

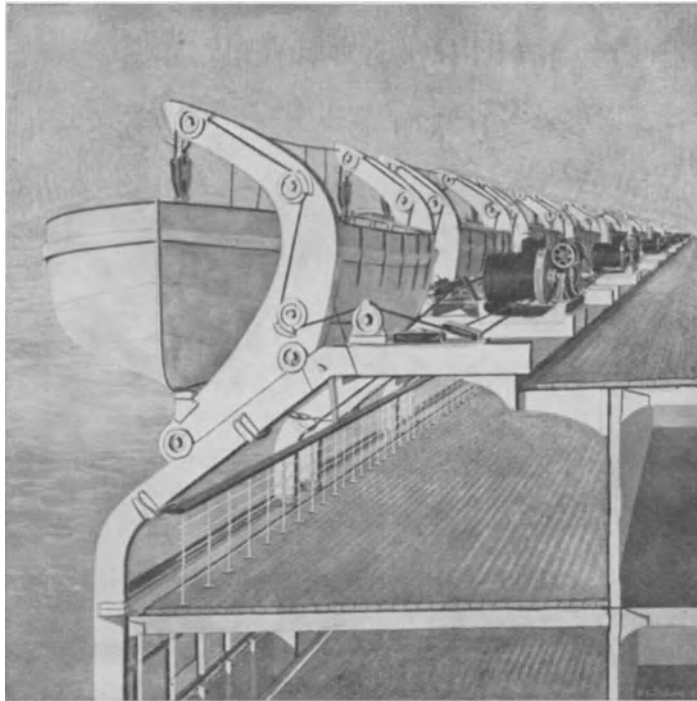


Abb. 5. Perspektivische Ansicht der Bootaufstellung der Schnelldampfer „Bremen“ und „Europa“.

Ich komme nun zurück zu der Beschreibung der Einzelheiten der großen Boote und der Gründe, die für diese Einrichtung maßgebend gewesen sind.

Ich will zunächst nicht verschweigen, daß man in einigen auswärtigen Staaten den außergewöhnlich großen Booten bisher nicht gerade sehr sympathisch gegenübersteht. Man wendet z. B. ein, daß bei großen Booten mit einem Fassungsvermögen, das ungefähr doppelt so groß ist, wie dasjenige der bisher üblichen Boote, das Risiko des Verlustes auch ein doppelt so großes ist, daß also im Falle eines Verlustes eines solchen Bootes gleich die doppelte Zahl Passagiere verloren geht. Des weiteren wird gegen die großen Boote eingewendet, daß ihre Bedienung bis zum Eintauchen ins Wasser schwieriger und gefährlicher ist, als bei den kleineren Booten, und ferner auch, daß diese Boote nicht so leicht vom sinkenden Schiff abkommen können, wie ein kleineres Boot. Es wurden auch Einwendungen erhoben, daß bei schlingerndem Schiff die großen Boote infolge ihres großen Gewichtes leicht in die Gefahr des Zerschlagens an der Bordwand kommen könnten; ferner, daß das Füllen der Boote mit Passagieren schon mit Gefahren für diese verbunden ist, weil sie auf dem Wege zu ihren Plätzen alle möglichen Hindernisse zu übersteigen haben und die größere Breite und Rauntiefe leicht im Gedränge ein Stürzen und Verletzen der Passagiere hervorrufen kann, weiter auch, daß die Passagiere, wenn mal bei schlechtem Wetter ein solches Boot sich mit Wasser füllt, wegen der großen Rauntiefe in die Gefahr des Ertrinkens kommen müßten.

Gewiß wären solche Einwendungen an sich durchaus nicht unberechtigt, wenn man nicht andererseits die Möglichkeit hätte, sie durch gewisse technische Vorkehrungen zu entkräften.

Zunächst das Bringen der Boote in die Außenbordlage habe ich bereits bei Schilderung des Welin-Maclachlan-Systems erwähnt und hierbei festgestellt, daß dieses selbst bei einer Schlagseite von 15 Grad in denkbar einfachster und sicherster Weise geschieht.

Um nun den Passagieren ein möglichst schnelles, sicheres und gefahrloses Verteilen über die Boote zu ermöglichen — daß das Einsteigen in die Boote denkbar einfach ist, haben wir bereits gehört — haben wir die Einteilung des Bootes in neuartiger Weise ausgeführt, und zwar, indem wir das Boot durch Querschotte in 5 voneinander getrennte Abteilungen zerlegen, deren jede für sich von der Längsseite aus gefüllt werden kann (Abb. 6). Bei jeder dieser Abteilungen ist vor allem ein Mittellängskiel in dem für Passagiere zugänglichen Raum vermieden, so daß dieser nicht, wie bei anderen Ausführungen, überstiegen zu werden braucht. Die Sitze sind hauptsächlich *querschiffs* in 2 Reihen treppenförmig übereinander angeordnet, so daß auch der ungewandteste Passagier schnell und ohne irgendwelche Gefahr nach der gegenüberliegenden Außenseite des Bootes gelangen kann. Die Passagiere drängen also beim Einsteigen in die Boote von selbst nach der gegenüberliegenden Seite, wodurch die Einsteigeseite immer wieder frei wird und in denkbar schneller, sicherer und selbstverständlicher Weise eine völlige Ausnutzung der im Boot vorhandenen Plätze gewährleistet ist. Zur Erleichterung des Besteigens der Plätze durch die Passagiere und des jedem einzelnen zur Verfügung stehenden Raumes sind die Sitze deutlich sichtbar angemalt.



Daß hierbei ein höchst unerwünschtes Gedränge entstehen, mehr oder weniger schwere Verletzungen der Passagiere vorkommen, ja das ganze Bootmanöver gefährdet werden kann, ist natürlich und bekannt.

Wieviel ruhiger wird der Passagier sein, wieviel geordneter und sicherer wird sich das ganze Bootmanöver abspielen, wenn jedermann an Bord weiß, er kommt mit dem ersten und alleinigen Aussetzen der Boote zugleich mit allen anderen und in kürzester Zeit von Bord. Dieser durch die großen Boote dargebotene Vorteil ist allein schon, wie ohne weiteres einleuchtet, ein so gewaltiger, daß der Nachteil des rein zahlenmäßig größeren Risikos bei Verlust eines Bootes völlig dagegen verschwindet, um so mehr als, wie wir noch des näheren sehen werden, die überragende Sicherheit der großen Boote gegenüber den normalen den Verlust eines großen Bootes höchst unwahrscheinlich erscheinen läßt. Ja man sollte künftig bei der Projektierung von Bootaufstellungen auf größeren Passagierdampfern stets zuerst die Frage prüfen, ob es durch Anwendung geeigneter großer Boote möglich ist, mit einer Aufstellung einzelner Boote unter Davits auszukommen, und erst dann zur Doppelbootaufstellung schreiten, wenn es wegen der örtlichen Verhältnisse des Schiffes nicht besser geht.

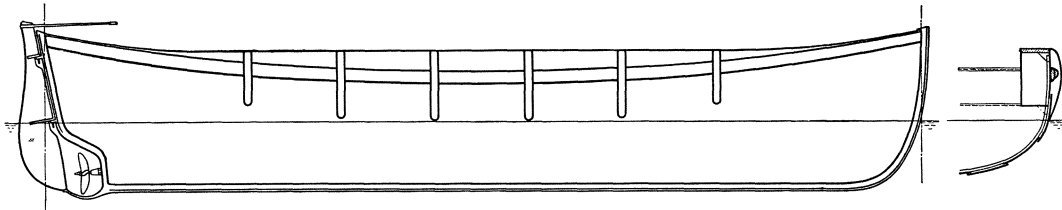


Abb. 7.

Um aber auch Mittel in der Hand zu haben für den Fall, daß die Schlagseite des havarierten Schiffes ganz außerordentlich schnell eintreten sollte, also bevor die Boote von Bord gelassen sind, haben wir an den großen Booten außer den bisher üblichen horizontalen Holzfenner auch eine Reihe von kurzen vertikalen festen Holzfennern vorgesehen (Abb. 7). Auch diese Einrichtung ist als solche selbst nicht neu; man findet sie schon seit Jahren bei Lotsenbooten. Aber man hat sie bisher bei Rettungsbooten meines Wissens nicht angewandt. Diese vertikalen Fenner verhindern einmal das Anhängen der Außenhaut des Bootes oder der Scheuerleiste an den Überlappungen der Außenhautgänge, zum andern vermindern sie die Reibung des Bootes an der Außenhaut des Schiffes beim Fieren auf ein Mindestmaß. Theoretisch kann man sagen, reibt sich der horizontale Fenner beim Heruntergleiten des Bootes auf einer Linie, der gebogene vertikale Fenner auf einem Punkt! Die Folge dieser beiden erwähnten Eigenschaften der vertikalen Fenner ist, daß das Boot auch gegen eine größere Schlagseite mit Passagieren zu Wasser gelassen werden kann, ohne daß es in die Gefahr des Hakens oder zu großen Reibungswiderstandes und demnach Umkippen kommen kann.

Wir haben mit einem solchen Boot bereits in Gegenwart von zuständigen deutschen Instanzen Versuche auf der Werft der A.-G. „Weser“ gemacht. Hier war eine wirkliche Außenhaut unter einem Winkel von 15 Grad mit Überlap-

pungen aufgestellt, und es hat sich gezeigt, daß das Boot mit Hilfe dieser vertikalen Fender sicher zu Wasser gelassen werden kann.

Daß bei etwaigen Schlingerbewegungen des havarierten Schiffes Beschädigungen des Bootes während des Zuwasserlassens eintreten können, dürfte kaum zu befürchten sein, weil die großen Passagierdampfer normalerweise schon eine sehr langsame Schlingerbewegung haben. Das schwer durch Wassereintrich havarierte Schiff wird wegen der verminderten Stabilität natürlich noch erheblich langsamer schlingern, so daß ein starker Anprall des zu Wasser gehenden Bootes keinesfalls zu befürchten sein wird; auch hierbei werden die vertikalen Fender in Verbindung mit dem horizontalen wesentlich zur Verminderung einer etwa dennoch eintretenden Stoßwirkung beitragen.

Um nun die Boote in den Stand zu setzen, möglichst leicht, schnell und sicher nach dem Loswerfen von den Drähten vom havarierten Schiff frei zu kommen, haben wir jedes der Boote mit einem zuverlässigen kräftigen Motor versehen. Selbst wenn aber einmal der eine oder andere Motor versagen sollte, ja selbst wenn die Hälfte aller Motoren nicht in Gang zu bringen wäre, besteht ohne weiteres die Möglichkeit, daß ein Motorboot ein anderes in Schlepp nimmt. Die Motoren selbst sind so stark gewählt, (sie leisten bei 1200 Umdrehungen etwa 20 PS), daß dem mit Passagieren gefüllten Boot eine Geschwindigkeit von 6 Seemeilen in ruhigem Wasser erteilt wird. Um aber allen etwaigen Einwendungen gegen die Motoren zu begegnen, sind die Boote noch mit einer Hilfsrudereinrichtung von 6 Riemen versehen worden, mit denen, wie Versuche vor den zuständigen Behörden gezeigt haben, noch eine genügende Fahrfähigkeit des Bootes vorhanden ist.

Ich will Ihnen nun einige nähere Angaben über den Bau und die technischen Eigenschaften der Boote machen (Abb. 8):

Der Bau der Boote erfolgte nach den vom Germanischen Lloyd neu herausgegebenen Vorschriften für den Bau großer Rettungsboote, und zwar aus feuerverzinktem Stahl. Die Luftkästen sind aus dem gleichen Material wie die Außenhaut fest im Boot eingebaut und mit großen leicht zugänglichen Mannlöchern zwecks Konservierung und ständiger Überholung versehen. Lufttanks und Bilge sind durch Bitumastic gut gegen Rost geschützt. Im übrigen erhält das Boot außen und innen als Grundanstrich Bleimennige; außen wird das Boot gespachtelt, zweimal mit einem Bleiweißanstrich versehen und einmal mit weißer Lackfarbe gestrichen; innen auf dem Grundanstrich zweimal Bleiweißfarbe. Sämtliche Holzteile sind gut geölt und gegen das verzinkte Eisenblech durch Packung gut isoliert.

Die Zeichnung, welche ich Ihnen jetzt noch einmal vorführe, stellt das Rettungsboot dar, das für beide Schnelldampfer „Bremen“ und „Europa“ zur Anwendung kommt. Das Boot ist von der Yacht- und Bootswerft Burmester G. m. b. H., Bremen-Burg, in allen Einzelheiten in Verbindung mit der Deschimag Werk: A. G. „Weser“ und dem Norddeutschen Lloyd durchkonstruiert. Ich halte es für meine Pflicht, Herrn Burmester für seine Verdienste um die Entwicklung dieses neuartigen Boottyps an dieser Stelle zu danken.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind die Lufttanks nicht nur längsschiffs, sondern auch querschiffs angeordnet, und zwar derart, daß der von den sitzenden





Wasserlinie bleibt. Die Kühlung des Auspuffrohres erfolgt durch das Luftansaugerohr des Motors.

Dem Motor angeschlossen ist eine Lenzpumpe, die ca. 100 l pro Minute fördert. Sie dient neben Eimern und Handlenzpumpe zum Lenzen des Bootes und außerdem durch Umschaltung zum Lenzhalten des Motorraumes selbst.

Die einzelnen durch die Querschiffs laufenden Lufttanks getrennten Abteilungen des Bootes kommunizieren durch in die Tanks eingebaute von Schott zu Schott reichende Durchflutungsrohre, so daß etwa in das Boot hineingelanges Wasser mittels der Pumpe beseitigt werden kann.

Die Steuerung des Bootes erfolgt, wie bei Rettungsbooten, mittels Pinne.

Die Zeichnung zeigt ferner die Unterbringung der Passagiere im Boot, woraus auch ersichtlich ist, daß die Besetzung des Bootes in der vorerwähnten denkbar einfachen und sicheren Weise erfolgt und daß auch selbst bei völligem Vollschlagen des Bootes mit Wasser keinerlei Gefahr des Ertrinkens von Passagieren besteht.

Das Gewicht des fertigen und mit dem vorgeschriebenen Inventar ausgerüsteten Bootes beträgt ca. 7000 kg. Mit 145 Personen Zuladung ergibt sich ein Gesamtgewicht von 17860 kg, während der Luftkasteninhalt 20790 l beträgt, so daß ein Reserveauftrieb von 2930 l vorhanden ist.

Bei der normalen Höchstbesetzung des Bootes mit 135 Personen steigt der Reserveauftrieb um weitere 750 l. Hierbei ist aber noch nicht berücksichtigt, daß die Passagiere selbst, wenn sie in dem überfluteten Boot sitzen, noch einen erheblich weiteren Beitrag zur Erhöhung des Reserveauftriebs liefern. Hieraus dürfte ohne weiteres einleuchten, daß das neuartige große Boot praktisch als völlig unsinkbar angesehen werden kann.

Durch eine praktische Vorführung vor den maßgebenden deutschen Instanzen wurden folgende Eigenschaften der großen Boote amtlich festgestellt:

1. Eine Sitzprobe durch Leute, die mit Schwimmwesten versehen waren, ergab, daß für 145 Personen genügend Platz vorhanden ist.

2. Eine Messung der Geschwindigkeit mit voll belastetem Boot ergab in ruhigem Wasser eine solche von 6 Knoten.

3. Eine Erprobung des vollbelasteten Bootes mit Rudern ergab, daß durch 6 Mann das Boot mit 6 Riemen noch genügend schnell fortbewegt werden konnte.

4. Die Erprobung der Durchbiegung des frei im Kran hängenden belasteten Bootes ergab, daß sowohl bei voller Belastung mit einem Gewicht entsprechend 145 Personen, wie auch bei einer Überbelastung von 25 % keinerlei bemerkenswerte Durchbiegung auftrat.

5. Das mit einem Eisengewicht entsprechend 145 Personen belastete Boot wurde bis oben hin voll Wasser gefüllt und durch 8 auf der einen Seite stehende Leute hin- und herbewegt, wobei es sich hinreichend steif erwies. Während dieser Erprobung lief der wasserdicht eingebaute und angelassene Motor unter Wasser weiter.

6. Zum Schluß wurde mit dem voll Wasser gefüllten Boot eine Fahrt unternommen, wobei der Antrieb durch den wasserdicht eingebauten Motor erfolgte,

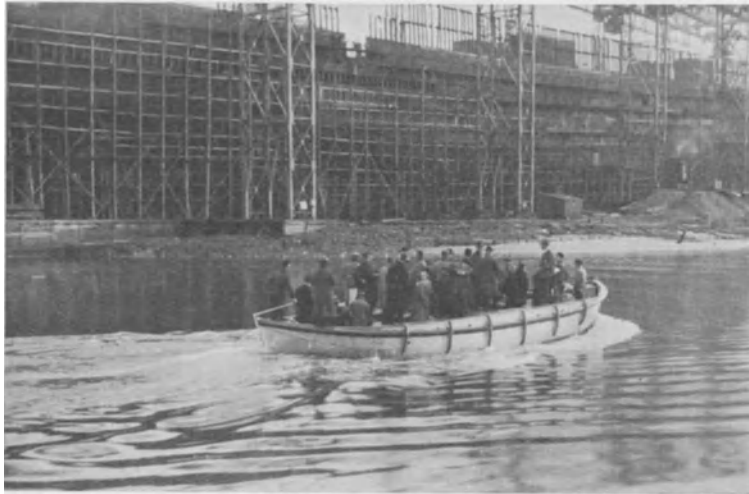


Abb. 9. Das mit Eisen entsprechend dem Gewicht von 145 Personen belastete und außerdem mit ca. 30 Zuschauern besetzte Boot macht eine Probefahrt mit 6 Knoten Geschwindigkeit.

und wobei noch eine recht gute Geschwindigkeit und Steuerfähigkeit des Bootes festgestellt wurde.

Ich werde nunmehr einen Film vorführen lassen, durch den, soweit es bei den



Abb. 10. Das mit einem Eisengewicht entsprechend 145 Personen belastete Boot wird durch 6 Mann gerudert.

beschränkten Raumverhältnissen möglich war, die verschiedenen Versuche aufgenommen wurden (Film-Vorführung).

Wir sehen hiernach, daß die großen Boote Eigenschaften besitzen, wie sie heute von den gewöhnlichen Rettungsbooten bei weitem nicht erreicht werden, und

daß man wohl mit Sicherheit damit rechnen kann, daß diese großen Boote voll besetzt mit Passagieren und Besatzung sich selbst in schweren Wetterverhält-



Abb. 11. Das mit einem Eisengewicht entsprechend 145 Personen belastete Boot wird in den an den Enden angebrachten Haken hängend durch einen Kran aus dem Wasser gehoben.

nissen so lange sicher in der See halten können, bis die mittels der drahtlosen Telegraphie herbeigerufenen Hilfsdampfer zur Stelle sind. Damit soll keineswegs gesagt werden, daß unsere jetzigen Rettungsboote etwa als unzulänglich oder



Abb. 12. Das mit einem Eisengewicht entsprechend 145 Personen belastete Boot wird bis oben voll Wasser gefüllt.

veraltet anzusehen sind. Die jetzigen Rettungsboote erfüllen ihren Zweck in bester Weise. Sie haben sich in jahrzehntelanger Praxis zu dem herausgebildet, was sie heute sind, und die Erfahrung hat bis jetzt gelehrt, daß, wenn die Rettungsboote nur gut instandgehalten werden, sie dann auch in der Lage sind, ihren Zweck

voll und ganz zu erfüllen. Das schließt natürlich nicht aus, daß man auch bei kleineren Booten ständig nachprüfen wird, inwieweit bei diesen die Fortschritte



Abb. 13. Das Boot unter Abb. 12 wird durch 8 auf einer Seite stehende Personen belastet, wobei nur eine geringfügige Krängung auftritt.

der Technik zur Anwendung zu bringen und die weiterhin gemachten Erfahrungen zu verwerten sind. Auf der andern Seite glauben wir aber auch, mit der Ein-



Abb. 14. Das mit einem Eisengewicht entsprechend 145 Personen belastete und voll Wasser gefüllte Boot macht mit dem eingekapselten, unter Wasser befindlichen Motor eine Fahrt.

führung der großen Boote nicht nur einen vollwertigen Ersatz für die kleineren Boote, sondern für unsere Schnelldampfer „Bremen“ und „Europa“, die ja nicht nur die Flagge des Norddeutschen Lloyd ehrenvoll über die Meere tragen sollen,

sondern die auch gleichzeitig dazu berufen sind, das Ansehen unseres deutschen Vaterlandes in der Welt zu stärken und zu mehren, mit den großen Booten in Verbindung mit dem Welin-Maclachlan-System auch ein auf der Höhe der modernen Technik und der neuesten Erkenntnisse stehendes Rettungsmittel geschaffen zu haben, das der hohen Qualität der beiden neuen deutschen Schnell-dampfer sich würdig an die Seite stellt.

### Erörterung.

Herr Direktor Stadelhofer, Berlin:

Meine sehr verehrten Herren! Zu den außerordentlich wertvollen Ausführungen des Herrn Direktor Biedermann, aus denen wir den bedeutenden Fortschritt in Bau und Handhabung von Rettungsbooten entnehmen konnten, möchte ich mir einige ergänzende Bemerkungen gestatten.

Es ist bekannt, daß bei Schiffskatastrophen, auch bei ruhiger See und genügender Zeit, noch immer zahlreiche Menschenleben verlorengehen, denen mit den vorhandenen Rettungsgeräten nicht geholfen werden konnte, und es scheint, daß mit einer großen Zahl von starken Rettungsbooten allein noch nicht alles zur vollen Sicherung der Rettung getan ist.

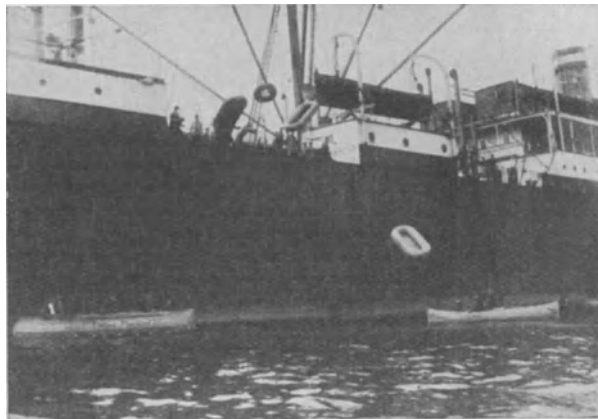


Abb. 1. Vorführung in Hamburg vor der Seerberufsgenossenschaft.

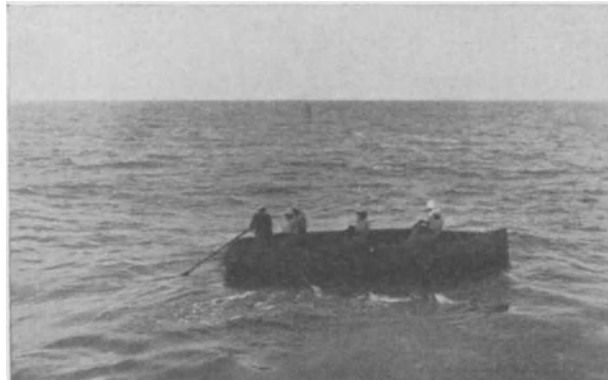


Abb. 2. Aufnahmen vom Schulschiff „Deutschland“ aus, Kapt. Walker.

Man darf nicht vergessen, daß bei einem Seeunglück oft durch kleine Ursachen eine Panik ausbrechen kann und nun Hunderte von Menschen auf die Rettungsboote stürzen. Bei starker Schlagseite des Schiffes können dann beim Herablassen Beschädigungen und Zertrümmerungen der Boote, bei eintretender Dunkelheit Verwickelung der Taue, Kentern der Boote durch unzeitiges Aushaken und viele andere unvorhergesehene Zufälle eintreten. Die Schiffsunfälle der „Elbe“, „Titanic“, „Mafalda“ und jetzt auch der „Vestris“ zeigen dies übereinstimmend klar und deutlich. Sie zeigen aber auch ferner: es fehlen leichte Rettungsboote. Überall war Zeit genug zur Rettung, bei der „Mafalda“ und der „Vestris“ mehrere Stunden, Rettungsboote waren im vorgeschriebenen Ausmaß vorhanden, aber überall dasselbe Bild: Panik, im

Wasser treibende Menschen, geklammert an Flöße, die am Schiff zerschellen, an Schiffsgerät usw. Das beste, vollkommenste Rettungsboot ist nicht ausreichend, Menschenverluste zu vermeiden, ohne gleichzeitige Unterstützung durch leichte Hilfsboote, die überall da eingesetzt werden können, wo man sie gerade braucht, die sofort zur Hand sind, von jedermann, Besatzung oder auch Passagieren, notfalls einfach über Bord geworfen werden können.

In der Erkenntnis, daß auch der Hilfsbootraum eine unerläßliche Ergänzung des Hauptbootraums ist und ebenso wie dieser volle Beachtung verdient, sind von der Firma Gustav Winkler die aufblasbaren Möwe-Floßboote in jahrelanger sorgfältiger Arbeit so weit entwickelt worden, daß sie heute als hochwertiger Hilfsbootraum anzusehen sind. Alle Eigenschaften, die ein solches Rettungsgerät haben muß, sind im Möwe-Floßboot vereinigt: das leichteste Gewicht, 2—3 kg pro Person, größte Auftriebskraft, unkenterbar, unzerbrechlich, kein Zerschellen an Schiffswänden, im Wasser Treibende können unmittelbar in der Nähe des sinkenden Schiffes übernommen werden. Vollgeschlagen, ist die Stabilität des Bootes bisher die größte, die amtlich registriert worden ist. Es ist leicht beweglich, dabei kein Floß, sondern ein Boot, in dem Erschöpfte liegen und sich treiben lassen können. Es geht leicht über jede Dünung. Das Material ist einwandfrei und kann wie ein Pneumatik jeder gestellten noch so hohen Anforderung angepaßt werden.



Abb. 3. Aufnahmen vom Schulschiff „Deutschland“ Kapt. Walker.

Das deutsche Heer hat die Boote während zehn Jahren erprobt und für gut befunden, und sie werden jetzt von einer Anzahl ausländischer Armeen, wie England, Frankreich, Italien usw. zur Einführung in Aussicht genommen. Das Möwe-Boot ist auf dem Schulschiff „Deutschland“ mit freundlicher Genehmigung des Herrn Professor Schillings von Herrn Kapitän Walker während eines Jahres mitgeführt und auch in den Tropen geprüft worden. Die geradezu glänzenden Berichte, worin Herr Kapitän Walker die Boote als vollwertige Rettungsboote bezeichnet, setze ich als bekannt voraus. Die Seeberufsgenossenschaft und die Behörde für das Auswandererwesen haben sich durch Vorführungen in Hamburg und Bremerhaven von der Güte des Gerätes überzeugt und die Zulassung als Hilfsbootraum ausgesprochen. Die Prüfungen durch den Board of Trade in London am 7. Juli dieses Jahres, die einen vollen Tag in Anspruch nahmen, haben sehr gute Ergebnisse gezeitigt und lassen die Zulassung ebenfalls erwarten. Unter anderem wurde ein großes Boot für 40 Personen viermal von 60 Fuß Höhe von Bord der „Carmania“ abgeworfen und mit den Davits wieder hochgezogen, ohne im geringsten beschädigt zu werden.

Ein Boot im Gewicht von  $8\frac{1}{2}$  kg, 2,50 m Länge, 1,10 m Breite hat einen Flieger und zwei Passagiere, die mit brennendem Flugzeug der Linie Compagnie Générale Aéropostale im Mittelmeer landen mußten, gerettet. Die Leute waren 11 Stunden bei Nacht in diesem Boot auf der See und sind durch Paddeln an der Küste der Balearen gelandet.

Der französische Touring Club hat mit diesen Booten zum ersten Male die Schluchten des Verdon, des wildesten Flusses in Frankreich, erschlossen, während dies bisher wegen der Klippen und Felsen mit anderen Fahrzeugen unmöglich war. Es ist eine Filmaufnahme gemacht worden, in der ein Möwe-Boot eine Kaskade von 20 m Höhe überwand, an einer Stelle des Flusses,

wo zahlreiche Klippen und Felsen lagen, und wobei das Boot beinahe ungläubhafte Leistungen vollbrachte.

Der bekannte Tsingtau-Flieger Günther Plüschow berichtet am 19. November in der „Berliner Morgenpost“ von seiner Expedition auf Feuerland, daß er im Möwe-Boot in einem Hexenkessel voll Brandung und Klippen, umgeben von schäumendem Gischt, von einer riesigen Welle hochgehoben und sanft auf den Strand gesetzt worden sei.

Die preußische Schutzpolizei hat im Auftrag des Ministeriums des Innern ebenfalls Versuche gemacht und berichtet amtlich durch das Polizeipräsidium Berlin, daß Versuche, die besetzten Boote zum Kentern zu bringen, nicht gelungen seien.

Ich muß mich auf diese wenigen Beispiele, wie sich die Boote im Gebrauch gehalten haben, beschränken und kann Ihnen wegen Zeitmangels hier nautische und technische Einzelheiten nicht beschreiben. Ich habe aber den Prospekten, die Sie in der Halle bei den Booten erhalten können, Informationen beigelegt, die über viele Punkte, die Ihnen vielleicht aufschlußbedürftig erscheinen, Auskunft geben werden. Ferner bin ich zu jeder weiteren Auskunft schriftlich und mündlich gerne bereit.

Zum Schluß gestatte ich mir noch, Ihnen einen kurzen Film zu zeigen, der einen kleinen Ausschnitt aus den Prüfungen des Board of Trade in London darstellt, und danke Ihnen für Ihre freundliche Aufmerksamkeit.

Herr Direktor Dr. Zeyss, Hamburg:

Meine Herren! Zu dem sehr interessanten Vortrage von Herrn Direktor Biedermann sei es mir gestattet, zunächst einige ergänzende Bemerkungen hinsichtlich der Ausführungen auf Seite 13, die 12. Zeile von unten, zu machen. Es heißt dort: „Ist das Boot völlig zu Wasser gelassen, so erfolgt das Aushaken der Seile in der bisher üblichen Weise mittels der sog. Welinschen Boothaken.“

Allgemein dürfte bekannt sein, daß die Behörden, wie beispielsweise der Board of Trade, zwei Arten von Auslösevorrichtungen unterscheiden, und zwar:

1. solche, die auslösen, wenn das Schiff beinahe außer Fahrt ist, und
2. solche, die ausgelöst werden können, wenn das Schiff in Fahrt ist und seine gewöhnliche oder gebräuchliche Geschwindigkeit entwickelt. Letztere Vorrichtung soll dann so beschaffen sein, daß das Boot in jedem Augenblick gemäß dem Wunsche des Bootführers ausgehakt werden kann, wenn das Schiff noch ungefähr 15 Knoten läuft.

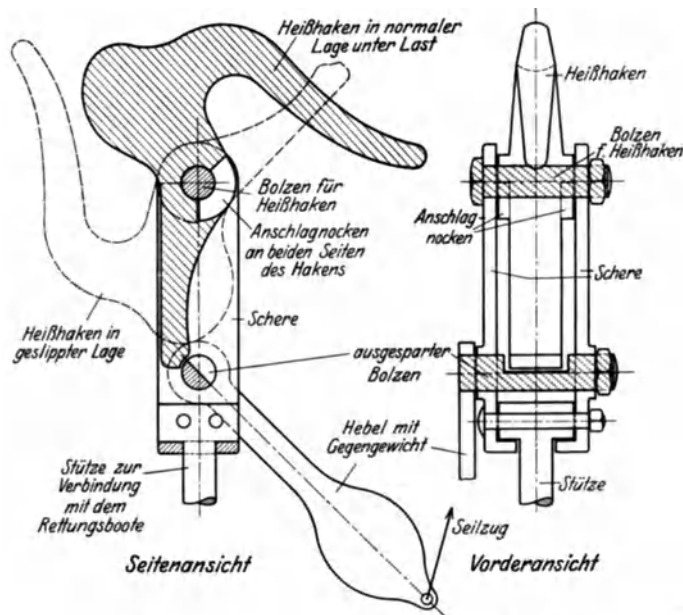


Abb. 1. Boot-Slipphaken nach Patent „Ristau“.

Weiter wird verlangt, daß die Vorrichtung unter den folgenden zwei Fällen bestimmt auslöst:

1. wenn das Boot völlig vom Wasser getragen wird, und
2. wenn das Boot teilweise vom Wasser getragen wird, während das eine Ende sich noch außerhalb des Wassers befindet.

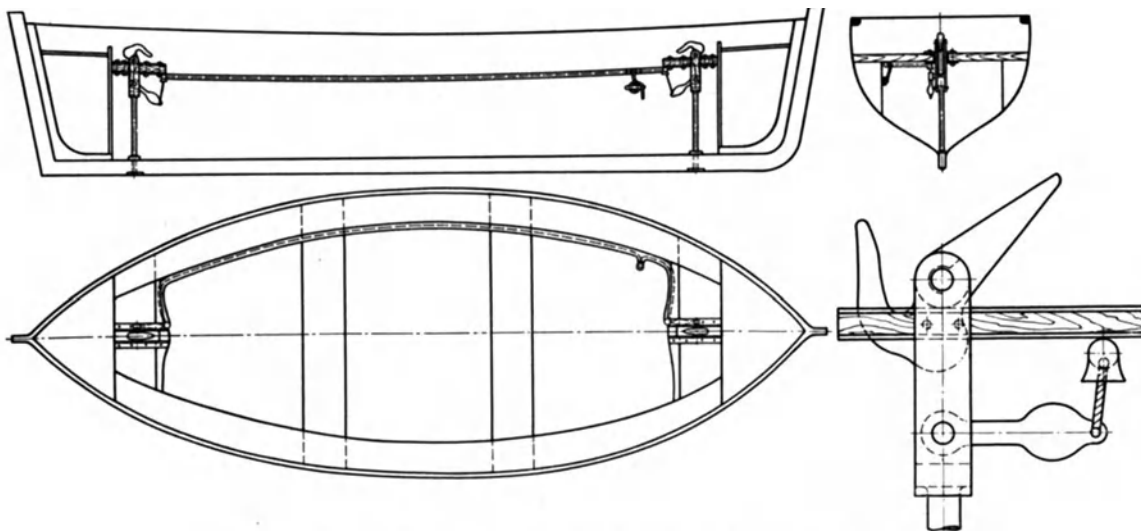


Abb. 2. Normale Anordnung einer Ristauschen Boot-Slipvorrichtung im Rettungsboot.

Der zweite Fall scheint mir nun in einer gewissen Gegensätzlichkeit zu den Ausführungen von Herrn Direktor Biedermann zu stehen, und gerade dieser zweite Fall stellt eine sehr schwerwiegende Bedingung dar, die meines Wissens noch von keiner der bisher gebräuchlichen Slipvorrichtungen in wirklich einwandfreier und zuverlässiger Weise erfüllt wird. Erst der kürzliche Untergang der „Vestris“



hat uns wieder deutlich vor Augen geführt, wie erschütternd die Folgen sind, wenn die Rettungsboote nicht rechtzeitig genug von den Taljen frei gemacht werden können.

Wir besitzen nun seit kurzem eine äußerst einfache Vorrichtung zum Slippen von Rettungsbooten, die alle Bedingungen, die an eine solche Einrichtung gestellt werden müssen, erfüllt und ohne weiteres auch in vorhandene Boote eingebaut werden kann. Es ist dies die Boot-Slipvorrichtung nach dem Patent „Ristau“, und ich habe ein kleines Modell mitgebracht, an dem ich Ihnen die Anordnung und Wirkungsweise mit einigen Worten erläutern möchte. In dem gedruckten Bericht werde ich mir dann erlauben, die Ausführung im Bilde zu zeigen.

Die Boot-Heißhaken sind als Sliphaken gebaut nach Art des Ristauschen Schlepphakens, der bereits auf Hunderten von Schleppern kleinster und größter Leistung durch jahrelange Verwendung seine Brauchbarkeit erwiesen hat. Der Haken trägt hinter seinem Drehpunkte eine Verlängerung, die mit ihrem Ende von einem Bolzen gesperrt wird, der an einer Stelle ausgespart ist und bei entsprechender Drehung die Verlängerung und somit den Haken durchschlagen läßt. An dem ausgesparten Bolzen befindet sich ein Hebel, von denen je zwei zugehörige durch ein Drahtseil miteinander verbunden sind. Dieses Drahtseil wird zweckmäßigerweise in einem Rohr an der inneren Bootswandung entlang verlegt und an geeigneter, besonders geschützter Stelle mit einem Handgriffe versehen, z. B. am Platze des Bootsteuerers. Die Handhabung dieses Handgriffes muß unter der Kontrolle einer Person sein, die mit dem Mechanismus der Auslösung vertraut und erfahren in der Bedienung eines Bootes ist, wenn es unter schwierigen Umständen zu Wasser gelassen werden soll. Es darf nicht möglich sein, daß dieser Handgriff so ohne weiteres zur Auslösung gebracht werden kann, d. h. daß die Haken „ungewollt“ auslösen. Zur Vermeidung dieser

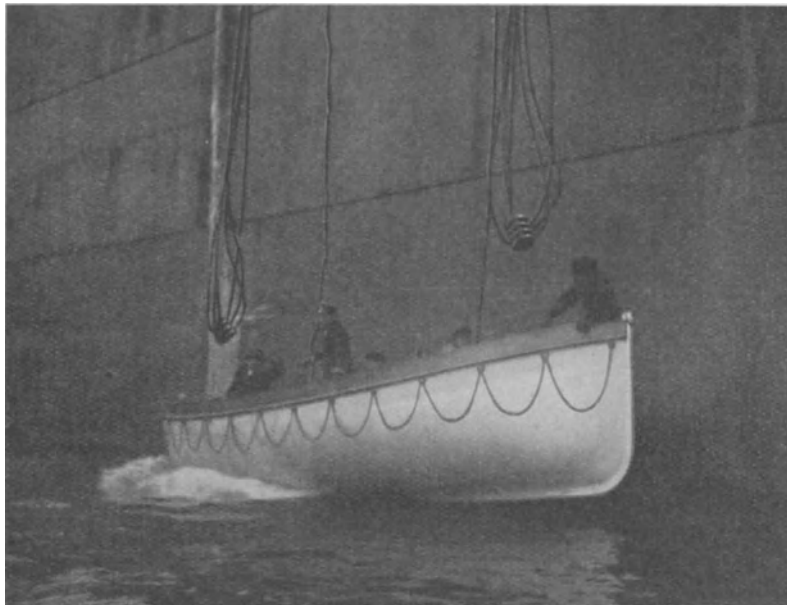


Abb. 3. Fieren des Rettungsbootes bei einer Schräglage von etwa 45° durch die Ristausche Boot-Slipvorrichtung.

Möglichkeit ist das letzte Ende des Drahtseiles auf einer Klampe zu belegen, etwa in der Art, wie man eine Segelschot belegt. Erst im entscheidenden Moment hat der verantwortliche Bootführer das Ende des Drahtseiles von der Klampe abzulegen und an dem Handgriffe zu ziehen, wodurch beide Haken gleichzeitig ausgelöst werden und das Rettungsboot freigeben. Ein besonderer Kraftaufwand ist hierzu nicht erforderlich, weil nur die Reibung der Bolzen zu überwinden ist. So beträgt der Aufwand an Kraft beispielsweise zur Bedienung eines Rettungsbootes der hier vorliegenden Größe, und zwar vollbelastet, etwa 4—5 kg. Zum Vergleich gebe ich an, daß bei einer Belastung von 30 Tonnen die aufzuwendende Kraft etwa 8 kg beträgt.

Die Auslösung erfolgt augenblicklich an beiden Enden zugleich, was dringend erwünscht ist, und worauf auch der Board of Trade noch besonders hinweist, nämlich für den Fall, daß eine schwere See läuft. Zur Bedienung ist nur ein Mann erforderlich.

Die Slipvorrichtung „Ristau“ arbeitet in allen denkbaren Lagen des Bootes in gleicher Weise zuverlässig. So wird das Boot freigegeben, wenn es noch nicht ganz das Wasser erreicht hat, was unter Umständen, beispielsweise wenn das Schiff schlingert, von entscheidender Bedeutung sein kann. Ferner, wenn das Boot selbst hin und her pendelt und letzten Endes auch dann, wenn es vom Schiffe nachgeschleppt wird. Dabei könnte das Boot, theoretisch gesprochen, beinahe eine senkrechte Lage einnehmen, ohne daß sich die Sliphaken von selbst auslösen.

Von Beachtung ist weiter, daß bei der Ristauschen Boot-Slipvorrichtung keine schweren Gewichte bewegt werden, die bei einem eventuellen Herumschlagen in der Nähe befindliche Personen verletzen können. Auch sind die Sliphaken so auszubilden, daß sie nach ihrer Auslösung unverzüglich wieder ihre

normale Lage von selbst einnehmen und darin verbleiben, so daß beim Hereinholen der Boote die Bootstalten bequemer eingehakt werden können.

Die Seeberufsgenossenschaft hat die Ristausche Slipvorrichtung geprüft, anerkannt und zur Verwendung auf den Rettungsbooten der Seeschiffe zugelassen. Der Verein deutscher Kapitäne hat ein weitgehendes Interesse für diese Slipvorrichtung gezeigt und auch in der Vorbesprechung für die Londoner Konferenz soll auf ihre Bedeutung hingewiesen werden. — Ich möchte noch erwähnen, daß in dem heute vorliegenden „Werft-Reederei-Hafen“-Heft Nr. 22 auf Seite 476 einige kurze Ausführungen über diese Vorrichtung veröffentlicht sind, und daß Bestellungen von seiten namhafter Interessenten, wie D.A.P.G. und „Hansa“, Bremen, bereits erfolgten.

Die Boote der Norddeutschen Lloyd-Schiffe werden nun, wie Herr Direktor Biedermann ausgeführt hat, mit den sog. Welinschen Boothaken ausgerüstet. Ich möchte bitten, sofern noch Zeit genug im Rahmen der Diskussion vorhanden, wenn uns der Herr Vortragende über diese Art von Boothaken, die immerhin einen vitalen Teil vom Ganzen darstellen, etwas Näheres aussagen wollte.

Um weiter auf die Frage, ob große oder kleinere Boote erwünschter sind, zu sprechen zu kommen, so begrüße ich, der ich mich auch für dieses Gebiet interessiere, die von Herrn Biedermann bei den Lloyd-Schiffen so tatkräftig durchgeführte Neuerung außerordentlich! Hierdurch ist die Frage, ob ein größeres Boot allein oder zwei kleinere Boote übereinander zweckentsprechender sind, m. E. in der absolut richtigen Weise gelöst worden. Nur in einem Punkte, nämlich der Bootraumreserve, würde ich empfehlen, in Zukunft noch weiter zu gehen. Nach meinem Dafürhalten soll eine Reserve an Bootraum von 15—20 v. H. angestrebt werden, d. h. also, wenn man ein 150 Personen-Boot hat, daß der ganze Bootraum so bemessen wird, daß auf jedes Boot nur etwa 120 Personen zu tragen kommen. Die Erfahrung hat doch gelehrt, daß es im Ernstfalle nie so glatt abgeht wie beispielsweise bei den Bootmanövern, wo alles immer vorzüglich vorbereitet ist. Ich persönlich hege absolut keinen Zweifel, daß beim Norddeutschen Lloyd im Ernstfalle alles gut klappen wird, aber derartige Vorschriften müssen eben für solche Reedereien gemacht werden, bei denen man nicht so ganz überzeugt ist, daß im Notfalle alles einwandfrei funktioniert.

Der Schiffbauer wird vielleicht einwenden, daß er den dann erforderlichen Raum an Deck für die notwendigen Boote nicht schaffen kann; aber, meine Herren, was heute unmöglich erscheint, kann bei energischem Wollen doch trotzdem einmal ermöglicht werden. In diesem Sinne jedenfalls möchte ich meine heutige Anregung gegeben haben!

Was die Bauausführung der Boote anbetrifft, so bitte ich zu überlegen, ob es nicht noch zweckmäßiger wäre, wenn die großen eisernen Rettungsboote nicht genietet, sondern nahtlos, d. h. als sog. „Seamless-Boote“ ausgeführt werden. Man läuft dann keine Gefahr, daß Niete oder etwa ganze Nähte leckspringen, wenn das Boot beim Aussetzen im heftigen Seegange an die Außenhaut des Schiffes schlägt, was sich nicht immer vermeiden läßt. Die nahtlos ausgeführten Boote erhalten dann höchstens eine Beule, bleiben aber seefähig. Im übrigen besitzen wir in der Bootswerft Havighorst in Blumenthal bei Bremen auch ein deutsches Unternehmen, das Seamless-Boote in einwandfreier Ausführung herstellen kann. Nach mir gewordener weitergehender Unterrichtung plant man im Auslande ebenfalls Rettungsboote größerer Ausmaße als bisher, aber als Seamless-Boote ausgeführt. Das Beispiel des Norddeutschen Lloyd hat demnach schon Schule gemacht, und wir müssen es zweifellos Herrn Direktor Biedermann als besonderes Verdienst ansprechen, bahnbrechend auf diesem wichtigen Gebiete vorangegangen zu sein.

Herr Zivilingenieur Matthiessen, Blankenese:

Herr Direktor Biedermann hat in seinen fesselnden Ausführungen neue Wege in der Vervollkommnung des Rettungswesens gewiesen, die allerdings vorläufig nur für zwei ganz bestimmte Eliteschiffe zu-

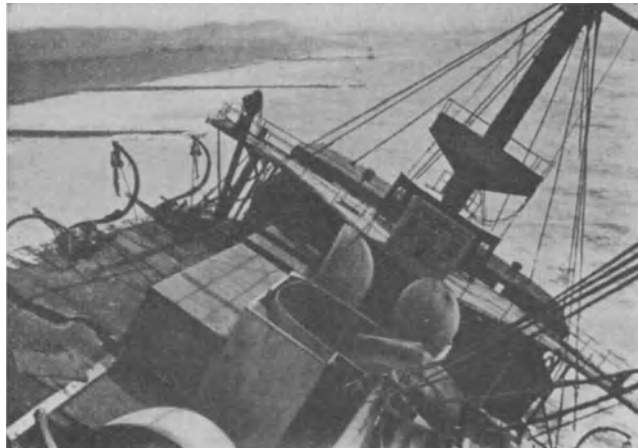


Abb. 1.

geschnitten sind. — Umbauten der Bootdecke dieser Art werden sich aber an vorhandenen Schiffen aus konstruktiven Gründen kaum ausführen lassen. Die Sorge der Reedereien in bezug auf die Sicherheit

aller ihr anvertrauten Menschenleben — nicht nur Passagiere, sondern auch Besatzungen der Frachtdampfer — darf sich aber nicht nur auf diese beiden Riesendampfer erstrecken, sondern muß m. E. auch Vorsorge für die vorhandenen Schiffe treffen. Die zwei großen Katastrophen des letzten

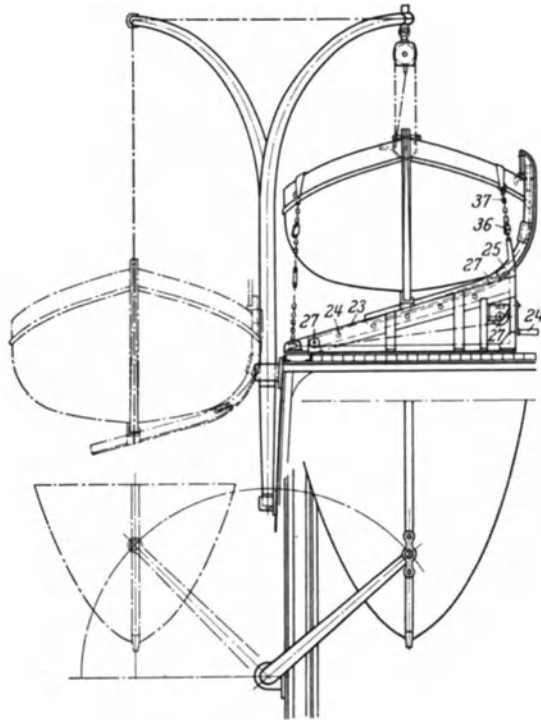


Abb. 2.

Jahres — „Mafalda“ und „Vestris“ — haben uns eindrucklichst vor Augen geführt, daß die bis heute gebräuchlichen Rettungsmittel der Seeschiffe absolut noch nicht vollkommen sind. Gerade diese beiden Unfälle haben erwiesen, daß man wohl die Boote zu Wasser bekommt, daß aber die meisten



Abb. 3.

Boote durch Zerschellen an der Bordwand vernichtet wurden. Ob die von dem Herrn Vortragenden in Abb. 7 gezeigten vertikalen Fender diese Gefahr beseitigen können, mag dahingestellt bleiben. Daß die Boote in wilder See immer gerade mit dem Dollbord gegen die Schiffswand geworfen werden, ist doch sehr zweifelhaft.

Ich möchte Ihnen daher die Vorrichtung eines einfachen Seemannes — des Kapitän Schat — vorführen, der in seinen sog. Schatschen Gleitspanten ein einfaches Mittel gefunden hat, die Boote sicher zu Wasser zu bringen und sie vor dem Zerschellen an der Bordwand zu schützen. — Die Vorrichtungen sind an einem gestrandeten Schiff mit ca. 40° Schlagseite (Abb. 1) in ca. zweijährigen Versuchen bei Wind und Wetter erprobt worden und haben den einwandfreien Beweis erbracht, daß ein Zerschellen der Boote an der Bordwand ausgeschlossen ist.

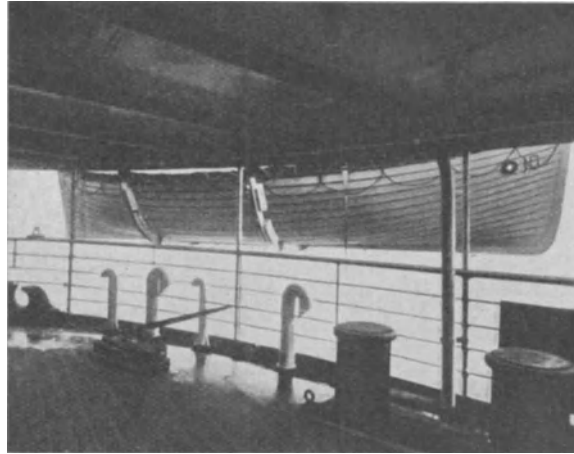


Abb. 4.

Die Gleitspanten bestehen aus einem Paar einfacher Bulbeisen (Abb. 2), die der Form des Bootes angepaßt sind und eine breite Auflage am Bootskörper durch Holzknaggen erhalten. Bei Neubauten sind besondere Klampen vorgesehen, auf denen die Gleitspanten abgleiten und selbst ein Aussetzen der Boote bei 40° Schlagseite ermöglichen.

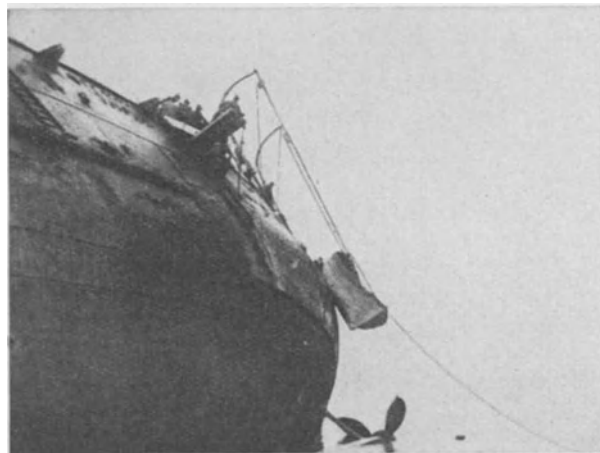


Abb. 5.

Abb. 2 u. 3 zeigen die Anwendung der Gleitspanten mit normalen Bootsklampen.

Abb. 5 zeigt das Fieren eines Bootes ohne Gleitspanten bei einem Schiff mit 40° Schlagseite. — Das Boot drückt sich unweigerlich den Boden ein.

Abb. 6. Hier dieselbe Situation mit Gleitspanten. — Das Boot kommt unbedingt sicher zu Wasser.

Abb. 4 zeigt das sichere Vorbeigleiten an offenen Promenadendecks.

Abb. 7 zeigt einen der wiederholt bei jedem Wetter stundenlang durchgeführten Versuche, bei denen man ein beballastetes Boot in der Brandung ständig gegen die Schiffswand schlagen ließ. Kein einziger Versuch mißlang, nie wurden Beschädigungen am Bodenkörper festgestellt.

Welche Wichtigkeit diesen Vorrichtungen im Ausland beigemessen wird, beweist die Tatsache, daß allein in Holland in wenigen Monaten fast 600 Boote mit diesen Gleitspanten ausgerüstet wurden. Auch

die Hapag hat in weitschauender Voraussicht den Anfang mit der Einführung dieser Gleitspanten gemacht, um auch auf ihren vorhandenen Schiffen den ihr anvertrauten Menschenleben die größtmögliche Sicherheit zu gewährleisten.



Abb. 6.



Abb. 7.

Herr Axel Welin, London:

Mr. Chairman and Gentlemen, The only reason that I have ventured to ask for permission to speak on this occasion, is to prevent any possible impression that, in working out the boat lowering arrangements described by Mr. Biedermann, we had failed to give due consideration to so important a detail as that referred to by Dr. Zeyss. We have in fact, on this, as on innumerable previous occasions, scrutinized every known device purporting to solve this extremely difficult problem.

Existing releasing gears may be grouped in four distinct classes, the first being that in which the suspension hooks are automatically operated through floats being forced upward by the pressure of the water when the boat is water-borne. This system, however, has never gone beyond the experimental stage. The second group exemplified by the "Ristau" device advocated by Dr. Zeyss, is hand-operated and capable of releasing the boat from the blocks, at any time, whether water-borne or not. A variant of this group was for many years used in the British Navy, but has since been given up. The system is, in my opinion, much too dangerous for use under service conditions. The third group comprises gears in which the hooks are also simultaneously operated from a single station, but which does not permit of their being disengaged before the boat is properly water-borne. The well known Mills' gear is a good example of this system, which although perhaps not fool proof, is far less dangerous than that just referred to. The fourth group again comprises the ordinary suspension hook in its various forms, and of which that used in the "Bremen" and "Europa" installations is a handy type. In choosing this form of hook we had to consider the unusual weight of the boats, the difficulty of penetrating the air-tanks if some connecting arrangement were to be resorted to, and many other points. In the end, we came to the conclusion that it would, in this instance, be advisable to adhere to some form of plain hook rather than adopting a more elaborate and therefore more vulnerable type of releasing gear.

Herr Direktor Dipl.-Ing. Biedermann, Bremen (Schlußwort):

Meine sehr geehrten Herren! Zunächst möchte ich den Herren, die in der Diskussion zu meinen Ausführungen Stellung genommen haben, für das außerordentliche Interesse, das sie nicht nur meinem Vortrag, sondern den ganzen schwerwiegenden Fragen, die darin behandelt worden sind, zugewandt haben, meinen ganz verbindlichen Dank aussprechen. Ich danke besonders für die freundlichen Worte, die einige der Herren für mich gefunden haben, obgleich sich ihre Ansichten in einzelnen Punkten nicht immer mit den meinigen decken. Meist allerdings konnte ich zu meiner Freude feststellen, daß wir in den Hauptpunkten einig sind, und daß die Herren Diskussionsredner in der Hauptsache einige Ergänzungen zu meinem Vortrage vorgebracht haben.

Zunächst muß ich Herrn Stadelhofer für die interessanten Vorführungen danken, die er uns hier gezeigt hat. Das Floßboot Möwe ist mir auch schon seit einiger Zeit bekannt, und ich kann von mir aus

nur sagen, daß ich die Gedanken, die in diesem Boot verwirklicht sind, für außerordentlich interessant und ernsthaft ansehen muß. Es ist allerdings zu sagen, daß nach den heutigen Vorschriften sowohl in Deutschland wie in England Rettungsgeräte, die vor dem Gebrauch aufgeblasen werden müssen, nicht zulässig sind. Herr Stadelhofer hat selbst anerkannt, daß sein Bootraum lediglich als Hilfsbootraum in Frage kommen soll. Auf der anderen Seite wissen wir aber auch, daß Vorschriften nicht für alle Ewigkeiten gelten, sondern daß zweckmäßige Neukonstruktionen unter Umständen in der Lage sind, solche Vorschriften zu modifizieren. Ehe aber ein solcher Apparat bestehende Vorschriften über den Haufen werfen kann, muß erst der absolut sichere Nachweis erbracht werden, daß das auch berechtigt ist. Mit anderen Worten: die Erfahrung muß zeigen, ob diese neuen Boote wirklich als zuverlässiges Rettungsmittel anzusehen sind, insbesondere, ob das Material den Beanspruchungen, die nun einmal durch das Seeklima usw. hervorgerufen werden, auf die Dauer gewachsen ist.

Auch Herrn Dr. Zeysz danke ich sehr für seine freundlichen Worte. Er hat beanstandet, daß ich gesagt habe, das Aushaken erfolge mittels der Welinschen Boothaken. Ich wollte damit lediglich zum Ausdruck bringen, daß unsere Boote die Welinschen Boothaken haben, ohne sagen zu wollen, daß sie nun auf alle Fälle einen integrierenden Bestandteil bilden müssen. Ich glaube, man kann diesen Welinschen Boothaken gegenüber den Slipvorrichtungen, die beide Haken gleichzeitig auslösen, nicht besser verteidigen, als es Herr Welin eben getan hat. Trotzdem will ich Herrn Dr. Zeysz gern zugeben, daß die Möglichkeit der gleichzeitigen Auslösung beider Haken ernstes Interesse verdient. Voraussetzung ist aber, daß es gelingt, eine Einrichtung zu schaffen, die es ausschließt, daß das Boot, während es zwischen Himmel und Wasser in den Seilen hängt, infolge irgendwelcher fehlerhafter Bedienung von selbst herunterfallen kann. Ich stehe da auf ganz demselben Standpunkt wie Herr Welin. Es muß unmöglich sein, das Boot während des Fierens auszulösen. Gelingt es Herrn Dr. Zeysz, an dem Rüstaussehen Patent eine solche Änderung vorzunehmen, dann wollen wir weiter über die Sache sprechen.

Herr Dr. Zeysz hat weiter über die Bootraumreserve gesprochen. Er schlägt 15—20% vor. Ich kann Ihnen hierzu kurz sagen, daß, als wir neulich mit Herrn Professor Laas zusammen in London waren, wir dort in unserer Bootkommission diese Frage sehr eingehend behandelt haben. Die Engländer haben bekanntlich in ihren neuen Vorschriften 25% vorgesehen. Wir haben den Standpunkt vertreten: höchstens 10%; dieser Standpunkt schien den englischen Herren ebenfalls diskutabel. Diese schwerwiegenden Fragen, die auf dem Gebiete des Bootrettungsdienstes auftauchen, lassen sich ja nicht restlos im Rahmen eines Vortrags klären; aber ich möchte doch eines nochmal betonen: nicht auf die Menge des Rettungsgerätes an Bord kommt es in erster Linie an, sondern das allerwichtigste ist, daß das Gerät, das wir an Bord führen, auch sicher und zuverlässig mit seinen Insassen zu Wasser gebracht werden kann. Dann stehe ich auf dem Standpunkt, daß ein Rettungsboot mit einer zuverlässigen Aussetzvorrichtung immer noch sicherer ist als ein Floß. Immerhin können, wie ich schon sagte, einige Flöße unter gewissen Verhältnissen nützlich sein; deshalb sind wir mit den englischen Herren darüber einig geworden, daß man in den neuen Vorschlägen für die internationale Konferenz über den vorgeschriebenen regulären Bootraum hinaus einen gewissen Prozentsatz Hilfsboot- oder Floßraum vorsehen sollte. Wir wenden beim Norddeutschen Lloyd dieser Frage auch bei unseren in Bau befindlichen Schnelldampfern ernsteste Aufmerksamkeit zu, aber mit Maßnahmen wollen wir so lange warten, bis die internationale Konferenz gesprochen hat.

Dann hat Herr Dr. Zeysz noch von den nahtlosen Booten gesprochen. Er hat gemeint, man solle die Niete weglassen, weil sie Nachteile hätten. Das haben wir uns auch eingehend überlegt. Ich nehme an, daß Herr Dr. Zeysz in erster Linie die kleineren Boote im Auge hatte, denn für große Boote würde die Anfertigung von Schalen auf praktische Schwierigkeiten stoßen. Wir fürchten, daß bei dem Verfahren, wie es Herr Dr. Zeysz vorschlägt, eine zu starke Unhomogenität in das Material hineinkommt. Wir glauben deshalb auch nicht, daß die nahtlosen Boote besser sind als die genieteten, wenigstens nicht, soweit große Boote in Frage kommen. Natürlich wäre es schöner, wenn man ohne Nietung auskommen könnte, aber die Nachteile, die in der Verschweißung der Quernähte liegen, scheinen mir doch die Vorteile zu überwiegen.

Der dritte Herr Diskussionsredner sprach von den Schattschen Spanten. Ich kann dazu sagen, daß außer der Hamburg-Amerika-Linie auch der Norddeutsche Lloyd diese Schattschen Spanten versucht und sie als etwas Gutes befunden hat. Das will ich gern bestätigen. Der Gedanke, der den Schattschen Spanten zugrunde liegt, ist ja eigentlich genau derselbe, der auch in den festen vertikalen Fendern verwirklicht ist. Nur sind die Schattschen Spanten etwas sperrig, und sie sitzen lose am Boot. Wenn man nachher das Boot benutzt, müssen sie weggeworfen werden. Am Boot selbst würden sie die Fahrt des Bootes außerordentlich behindern, mehr als die festen vertikalen Fender, die nur bis zur Wasserlinie eintauchen. Da mit den Schattschen Spanten noch keine weitgehenden Erfahrungen vorliegen, haben wir geglaubt, lieber den sicheren Weg des festen vertikalen Fenders gehen zu sollen. Ich möchte aber dem Herrn Diskussionsredner an dieser Stelle sagen, daß wir auch die Entwicklung der Schattschen Spanten gern weiter verfolgen wollen.

Zu dem, was Herr Welin über die Boothaken gesagt hat, habe ich mich schon geäußert.

Lassen Sie mich Ihnen allen für Ihre freundliche Aufmerksamkeit und den Herren Diskussionsrednern für das besondere Interesse, das sie durch die Ergänzung meiner Angaben hier kundgetan haben, meinen verbindlichsten Dank zum Ausdruck bringen. (Beifall.)

Vorsitzender Herr Prof. Dr. Laas:

Ich spreche dem Herrn Vortragenden den Dank der Versammlung aus.

## **VI. Neuere Fortschritte in der Metallurgie des Stahles für Schiffskörper und -kessel.**

Von Dr.-Ing. **E. H. Schulz**, Direktor des Forschungsinstituts der Vereinigte Stahlwerke A.-G. Dortmund.

In der Nachkriegszeit haben auf den verschiedensten Verwendungsgebieten der metallischen Werkstoffe, insbesondere des Stahles, in sehr nachdrücklicher Weise Bestrebungen eingesetzt, die zulässigen Beanspruchungen zu steigern, um auf diese Weise ein leichteres und damit rationelleres Bauen zu ermöglichen. Dazu kamen weiterhin überhaupt ganz neue Anforderungen an den Werkstoff, die zu den schon bestehenden hinzutraten. Es wurden so der Metallurgie des Stahles neue Aufgaben gestellt, neue Ziele gewiesen. An die Lösung dieser Aufgaben ging man grundsätzlich heran auf zwei verschiedenen Wegen: einmal versuchte man durch neue Arten von Legierungen den erhöhten bzw. neuen Beanspruchungen gerecht zu werden, zum andern ist das Bemühen der Hüttenleute festzustellen, die Stahlherstellung auf dem üblichen Wege in ihrer Gesamtheit auf einen höheren Entwicklungsstand heraufzubringen. Wenn man unter diesen Gesichtspunkten einen besonderen Ausschnitt aus der Verwendung des Stahles betrachtet, z. B. also im vorliegenden Falle die Verwendung im Schiffbau, so darf man selbstverständlich dabei nicht vorübergehen an den Entwicklungen auf anderen, insbesondere den benachbarten Gebieten, da immerhin die Möglichkeit besteht, daß die dort erzielten Fortschritte auch für das in Frage stehende Gebiet irgendwie noch nutzbar gemacht werden können.

Zur Frage der Entwicklung neuer Legierungen des Stahles muß dann noch ein allgemeiner Gedanke vorweg ausgesprochen werden. Bereits lange vor dem Kriege besaßen wir hochwertige Spezialstähle für Bauzwecke, die mit Nickel bzw. Chrom und Nickel legierten Stähle, wie sie auch heute insbesondere im Automobil- und Flugzeugbau in großen Mengen verwertet werden. Die Vorzüge dieser Stahlsorten sind unbestritten. Ihrer Verwendung im Großstahlbau, wozu neben beispielsweise dem Brückenbau der Schiffskörperbau zu rechnen ist, stehen jedoch die hohen Kosten entgegen, die diese Stähle verlangen, einmal auf Grund ihrer Zusammensetzung, zum andern deshalb, weil die Ausbildung ihrer besten Eigenschaften verbunden ist mit einer Vergütungsbehandlung. Ebenso sind seit einer Reihe von Jahren Eisenlegierungen mit außerordentlich hohem Korrosionswiderstand bekannt, die aber noch viel teurer sind als die Nickel- und Chrom-Nickel-Stähle für Konstruktionszwecke. So lag und liegt zweifellos gerade unter Berücksichtigung des wirtschaftlichen Momentes das Bedürfnis vor, nach den

verschiedensten Richtungen Stahlsorten zu entwickeln, die gewissermaßen in ihrer „Leistung“ in der Mitte stehen zwischen dem gewöhnlichen Flußstahl und jenen hochwertigen Stahlsorten, wobei sie aber in ihrem Preis möglichst wenig über den des gewöhnlichen Flußstahles herausgehen, jedenfalls müssen die Kosten erheblich unter denen für die hochlegierten Stähle bleiben.

Hinsichtlich der Erhöhung der Beanspruchungen bzw. des Auftretens neuer Anforderungen sind im einzelnen mehrere Gebiete zu unterscheiden, die im folgenden kurz besprochen seien.

Fast überall im Eisen- und Stahlbau tritt deutlich erkennbar hervor das Bestreben nach Erhöhung der mechanischen Beanspruchung schlechthin, d. h. nach Erhöhung der zulässigen statischen Spannungen. Der Stahl St 37, der mit seiner Zugfestigkeit von 37—45 kg/mm<sup>2</sup> auf Grund seines Kohlenstoffgehaltes von etwa 0,10 % gewissermaßen ein natürliches Erzeugnis vor allem des Thomas-Stahlwerkes darstellt, mußte daher mehr und mehr in vielen Fällen ersetzt werden durch Stahl höherer Festigkeit. Diese Entwicklung ging zunächst auf dem einfachsten Wege vor sich: Der Kohlenstoffgehalt, von dem die Zugfestigkeit des Stahles in erster Linie abhängt, wurde erhöht; an sich kann ja durch Abstufung des Kohlenstoffgehaltes jede beliebige Zugfestigkeit von etwa 32 bis über 90 kg/mm<sup>2</sup> im Stahl erhalten werden. So wurde in Deutschland im Bauwesen der St 48 mit einer Zugfestigkeit von 48—58 kg/mm<sup>2</sup> entwickelt, auch im Schiffbau wurde ähnlich verfahren durch den Gebrauch der Schiffbaustähle I, II und III. Die Zahlentafel 1 gibt einen kurzen Überblick über die allmähliche Entwicklung in der Baustahlfrage, und zwar für die deutschen und für die amerikanischen Verhältnisse. Sie läßt erkennen, daß man auch in Amerika ähnliche

Zahlentafel 1. Entwicklung der härteren bzw. hochwertigen Baustähle in Deutschland und Amerika.

Stahl	Jahr der Einführung	Deutschland				Amerika			
		Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Streckgr. mindest. kg/mm <sup>2</sup>	Dehnung mindest. %	Dauerfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Zugfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>	Streckgr. mindest. kg/mm <sup>2</sup>	Dehnung mindest. %	Dauerfestigkeit kg/mm <sup>2</sup>
Baustahl 37 und Stand.-Struktural-Steel vor	1900	37—44	22	22	18	37—44	22	22	18
Nickelstahl . . . . .	1902	—	—	—	—	60—70	34—39	19—15	30
Nickelstahl . . . . .	1908	56—65	35	18	28	—	—	—	—
Kohlenstoffstahl . . . . .	1912	44—51	30	20	23	—	—	—	—
Mayari-Stahl . . . . .	1915	—	—	—	—	60—70	38	16	—
Kohlenstoffstahl . . . . .	1915	—	—	—	—	46—54	27	18	24
High-Silicon-Steel . . . . .	1915	—	—	—	—	56—66	31,5	19—16	27
Baustahl 48 . . . . .	1923	48—58	29	18	25	—	—	—	—
Silizium-Baustahl . . . . .	1926	50—62	36	20	30	—	—	—	—
Vorschlag-St. 52 . . . . .	1928	52—62	36	20	30	—	—	—	—

Wege ging, denn der sogenannte amerikanische Siliziumstahl ist in Wirklichkeit Stahl höheren Kohlenstoffgehaltes, der allerdings stark siliziert ist, seine Festigkeitseigenschaften werden aber durchaus in erster Linie bestimmt eben durch den Kohlenstoffgehalt. Praktisch ist nun aber der an sich viel weiter gehenden Möglichkeit der Erhöhung der Zugfestigkeit durch Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes



eine Grenze gesetzt durch verschiedene Faktoren. Es ist unabänderlich, daß in dem Maße wie die Zugfestigkeit durch den Kohlenstoffgehalt erhöht wird, die Dehnung sinkt. Weiterhin wird mit steigendem Kohlenstoffgehalt ganz naturgemäß die Bearbeitungsfähigkeit mit schneidenden Werkzeugen immer schwerer, praktisch gilt, daß man bei einem Kohlenstoffgehalt von etwa 0,35 % entsprechend einer Zugfestigkeit von etwa 60 kg/mm<sup>2</sup> der Grenze des Zulässigen hinsichtlich der Bearbeitbarkeit im Großstahlbau nahekommt. Bemerkt sei in diesem Zusammenhang, daß die Bearbeitbarkeit keineswegs allein durch die Zugfestigkeit bzw. die Härte beeinflusst wird, wie irrtümlicherweise oft angenommen wird. Weiterhin tritt bei Kohlenstoffgehalten oberhalb etwa 0,25 % die Härtbarkeit des Stahles praktisch merklich hervor, beispielsweise können daher Niete aus hochkohlenstoffhaltigem Stahl unter besonderen Umständen Abschreckwirkungen und damit Härtungserscheinungen zeigen, die zur Sprödigkeit führen. Auch die Ungleichmäßigkeiten im Stahl, die als Seigerungen bezeichnet werden und die an sich als Folge naturgegebener Vorgänge unvermeidbar sind, wirken um so gefährlicher, je höher gekohlt der Stahl ist. Aus diesen Gründen setzten daher in Deutschland Bestrebungen ein, Stähle zu schaffen, bei denen der Kohlenstoffgehalt möglichst wenig den des St 37 überschreitet, bei denen die Erhöhung der Zugfestigkeit bzw. der Streckgrenze, über die noch zu sprechen ist, vielmehr erreicht wurde durch besondere Zusätze, wobei aber nach dem oben Gesagten die hohen Zusätze von Chrom und Nickel, wie wir sie von den Spezialstählen kennen, nicht in Frage kamen. Gleichzeitig aber — und das sollte mit der Erwähnung des Wortes Streckgrenze angedeutet werden — trat auch teilweise ein gewisser Wandel in der Beurteilung des Stahles bei der Abnahme ein. In manchen Kreisen der Konstrukteure wurde mehr und mehr bei Festsetzung der zulässigen Beanspruchung an Stelle der Zugfestigkeit die ziffernmäßig bestimmte Streckgrenze der Berechnung zugrunde gelegt. Es wird später dieser Punkt noch grundsätzlich zu besprechen sein, hier sei zunächst nur die Tatsache festgestellt. Damit ergab sich für den Metallurgen die Aufgabe, bei der Entwicklung gerade auf eine Erhöhung der Streckgrenze zu achten. Einen besonderen Anstoß erhielt diese Entwicklung dadurch, daß die Reichsbahn im Jahre 1926 einen Stahl mit etwa 0,12 % Kohlenstoff und einem Zusatz von 1 % Silizium für den Brückenbau sehr schnell einführte, den sogenannten „Siliziumbaustahl“, der bei einer Streckgrenze von 36 kg/mm<sup>2</sup> eine Zugfestigkeit von nur 48—58 kg/mm<sup>2</sup> und eine Dehnung von 20 % aufweisen sollte. Der Stahl würde also zunächst dem St 48 in Zugfestigkeit und Dehnung entsprechen, dabei aber eine um rund 20 % höhere Streckgrenze aufweisen. Wenngleich schon lange bekannt war, daß durch einen Siliziumzusatz die Streckgrenze in starkem Maße erhöht wird, so erwiesen sich doch in der Folgezeit diese Vorschriften als zu eng. Die Streckgrenze war in bezug auf das vorgeschriebene Intervall der Zugfestigkeit zu hoch angesetzt, wie aus den Häufigkeitskurven der Abb. 1 deutlich hervorgeht. Es wurde daher in der Folgezeit die Zugfestigkeit zu höheren Grenzen verschoben. Außerdem traten aber in den Hüttenwerken bei der Verarbeitung des Siliziumbaustahles eine ganze Reihe von erheblichen Schwierigkeiten auf, die die Anwendung dieses Stahles

recht problematisch machen mußten<sup>1</sup>. Insbesondere erwies sich der Siliziumbaustahl als recht empfindlich im Walzwerk. Er ergab hier starken Ausschuß durch äußere Fehler. Die grundsätzlich in jedem Stahl vorhandene Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften von den Abmessungen oder richtiger ausge-

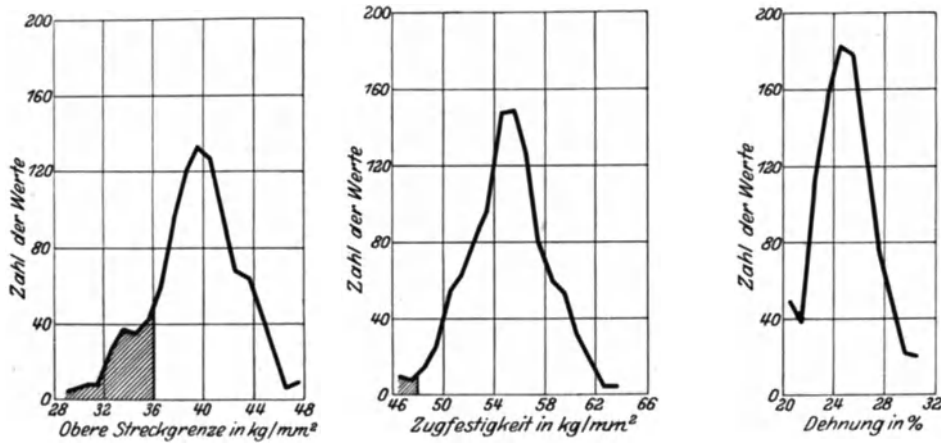


Abb. 1. Häufigkeitskurve der Festigkeitswerte von Siliziumbaustahl.

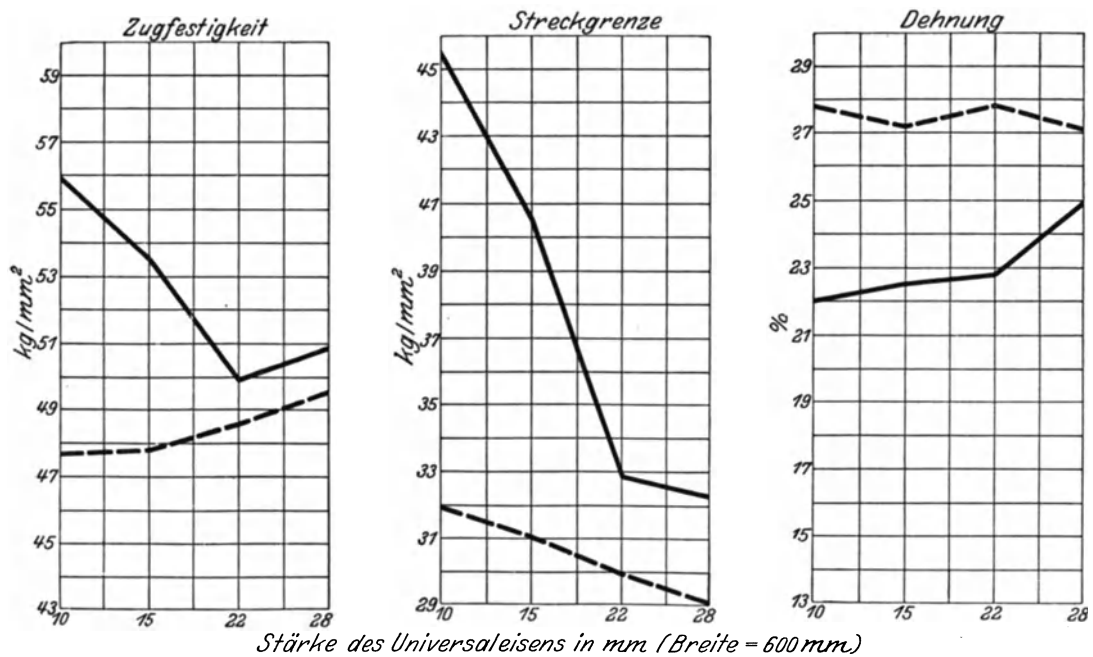


Abb. 2. Abhängigkeit der Festigkeitseigenschaften des Siliziumbaustahls vom Verwalzungsgrad.

drückt von dem Streckmaß, d. h. dem Verhältnis des Blockquerschnitts zu dem des fertigen Profils, erwies sich bei Siliziumbaustahl als sehr viel stärker als bei anderen Stählen. Abb. 2 läßt dies an einem Beispiel erkennen. Es wurden aus einer Schmelze, also aus Blöcken gleicher Größe und gleicher Zusammensetzung,

<sup>1</sup> Vgl. dazu C. Wallmann u. H. Koppenberg: Stahleisen Bd. 48, S. 817/22. 1928.

Universaleisen gleicher Breite, aber verschiedener Dicke ausgewalzt. Die Abbildung läßt erkennen, wie insbesondere die Streckgrenze mit steigender Dicke des Universaleisens in außerordentlich starkem Maße abnimmt. Der Unterschied beträgt in der Streckgrenze zwischen dem Universaleisen von 10 mm und dem von 28 mm Dicke rd. 13 kg/mm<sup>2</sup>. Auch in der Zugfestigkeit macht sich der Einfluß — wenn auch nicht ganz so stark — bemerkbar. Ein weiterer Einwand, der gegen den Siliziumbaustahl erhoben wurde, war die Feststellung, daß er in stärkerem Maße als andere Baustähle zur Korrosion neigt. Hier liegen einmal Beobachtungen aus der Praxis vor, nach denen der Siliziumbaustahl tatsächlich schneller rostet sogar als gewöhnlicher Kohlenstoffstahl, zum andern erwies sich Siliziumbaustahl bei Laboratoriumsversuchen in angesäuerten Wässern deutlich als erheblich weniger widerstandsfähig als andere Baustähle. Dies Moment darf nicht außer acht gelassen werden, wie weiter unten noch besonders besprochen wird. Aus diesen Erwägungen heraus setzten daher Bestrebungen ein, Stähle mit den von der Reichsbahn verlangten Festigkeitseigenschaften, insbesondere der Streckgrenze von 36 kg/mm<sup>2</sup>, zu entwickeln, jedoch unter Benutzung anderer Zusätze als Silizium. Soweit ich unterrichtet bin, sind bislang auf 2 Werken der westlichen Eisenindustrie diese Bemühungen von Erfolg begleitet gewesen. Ich selbst konnte vor einiger Zeit über den neuen Baustahl der Dortmunder Union berichten<sup>1</sup>, der mit geringen Mengen Chrom und Kupfer legiert ist, und vor kurzem erfolgten die ersten Mitteilungen über einen Stahl der Friedrich-Alfred-Hütte, der Mangan, Silizium und Kupfer als Legierungsbestandteil aufweist. Beide Stähle haben eine Mindeststreckgrenze von 36 kg/mm<sup>2</sup> und eine Zugfestigkeit von über 52 kg/mm<sup>2</sup> bei 20 % Dehnung. Diese Festigkeitseigenschaften entsprechen den Vorschriften, die die Reichsbahn für ihren hochwertigen Baustahl entwickelt hat. Abb. 3 gibt in Form von Häufigkeitskurven die Ergebnisse der Untersuchung zahlreicher Schmelzen des „Union-Baustahls“ wieder. Insbesondere mit Rücksicht auf ausländische Vorschriften wird neuerdings der Union-Baustahl auch in einer anderen Festigkeitsstufe geliefert, und zwar mit einer Zugfestigkeit von mindestens 56 kg/mm<sup>2</sup> bei 37 kg/mm<sup>2</sup> Streckgrenze und 18 % Dehnung.

Union-Baustahl wird zur Zeit noch in besonderem Maße erprobt hinsichtlich seiner Eignung auch für Schmiedestücke. Auch hier dürfte dieser schwachlegierte Stahl berufen sein, eine Zwischenstellung zwischen dem gewöhnlichen Kohlenstoffstahl und dem hochlegierten Spezialstahl einzunehmen.

Wieweit der Schiffbau aus dieser Entwicklung im einzelnen Vorteile ziehen kann, vermag ich als Metallurge nicht zu beurteilen. Das auch im Schiffbau vorhandene Bestreben, Stähle höherer Festigkeit bzw. Stähle, die höhere Beanspruchungen zulassen, einzuführen, läßt aber mit Sicherheit annehmen, daß die Verwendung der genannten Stähle auch im Schiffbau Vorteile bringen muß.

Sowohl der neue hochwertige Baustahl der Dortmunder Union wie der der Friedrich-Alfred-Hütte sind ausgezeichnet durch einen besonderen Kupfergehalt. Hierdurch wird nicht nur ein wohltätiger Einfluß ausgeübt auf die Festigkeits-

<sup>1</sup> Stahleisen Bd. 48, S. 849/53. 1928.

eigenschaften, sondern noch ein zweiter Vorteil erzielt. Bereits im Kriege war deutlich zu erkennen, wie sich der Bekämpfung der Korrosion; des Rostens des Stahles, ein erheblich größeres Interesse zuwandte, als dies früher der Fall gewesen war. Damals lag der Grund in der zwangsweisen Verwendung des Stahles an Stelle anderer Metalle, bei denen Korrosionserscheinungen in geringerem Maße auftraten als beim Stahl. Es ist bemerkenswert, daß eine sehr einfache Möglichkeit der Herabsetzung der Rostneigung des Stahles in Deutschland zunächst nur sehr schwer Eingang fand. Bereits seit vielen Jahren wird in Amerika in großen Mengen ein Stahl verwendet, der durch einen Kupfergehalt von nur etwa 0,25 % eine erhebliche Verminderung der Rostneigung aufweist. Infolge der zögernden Stellungnahme in Deutschland liegen die für eine Beurteilung

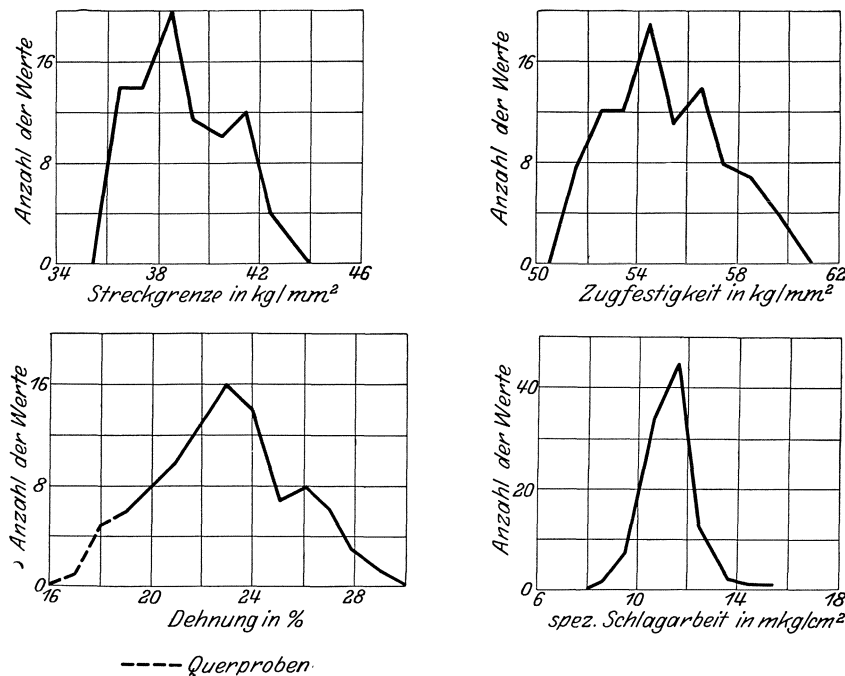


Abb. 3. Häufigkeitskurven der Festigkeitswerte von Union-Baustahl.

der Rostneigung notwendigerweise sich über viele Jahre hinaus erstreckenden Versuche über dieses Material in genügendem Maße bis jetzt nur in Amerika vor. Es können aber diese amerikanischen Feststellungen mit gutem Gewissen angeführt werden, da die im Gang befindlichen Korrosionsversuche in Deutschland bis jetzt schon erkennen lassen, daß die Ergebnisse denen der amerikanischen durchaus entsprechen werden.

Der Korrosionswiderstand des gekupferten Stahles und seine Verwendung ist gerade in den letzten Jahren vielfach in der Fachpresse erörtert worden. Zweierlei ist dazu vorzuschicken. Die Frage des Korrosionswiderstandes des gekupferten Stahles ist in Amerika seit langem durch umfangreiche Untersuchungen geklärt. Es handelt sich dabei allerdings fast nur um Versuche an der freien Atmosphäre — also nicht in Wasser. In allen diesen Fällen ergab sich eine ganz außerordentliche Überlegenheit des Stahles mit einem Kupfergehalt von etwa

0,25 % gegenüber dem gewöhnlichen Kohlenstoffstahl. Versuche, die vor dem Kriege in Deutschland ausgeführt wurden, bei denen die amerikanischen Ergebnisse nicht bestätigt werden konnten, beruhten, wie heute einwandfrei feststeht, auf einer unzuverlässigen Versuchsdurchführung und nicht ganz richtigen Auswertung der erzielten Ergebnisse. Abb. 4 gibt in Deutschland angestellte Versuche wieder, bei denen Schwellen mit verschiedenem Kupfergehalt der Korrosion an der freien Atmosphäre ausgesetzt wurden, wobei einmal nach 20 Monaten, das andere Mal nach 81 Monaten die Gewichtsverluste infolge der Korrosion bestimmt wurden<sup>1</sup>. Besonders der langfristige Versuch läßt einen ganz erheblichen Einfluß des Kupfergehaltes von rund 0,2 % deutlich erkennen, die Gewichts-

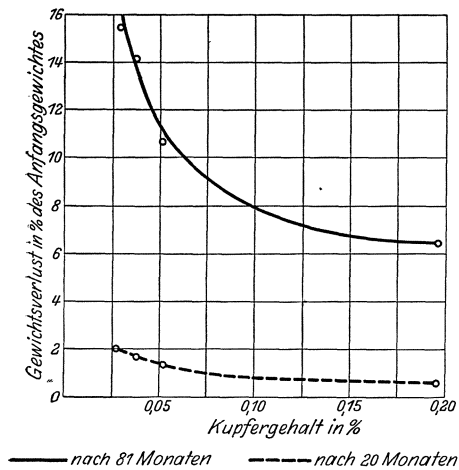


Abb. 4. Ergebnisse der Korrosionsversuche an Schwellen aus gekupfertem und gewöhnlichem Stahl.

abnahme durch Korrosion beträgt hier weniger als die Hälfte von der des ungekupferten Stahles. All diese Verhältnisse sowie die Ergebnisse auch noch weiterer amerikanischer und deutscher Versuche sind in der letzten Zeit in der Literatur insbesondere von Daev es eingehend behandelt worden<sup>2</sup>. Soweit das Thema insbesondere für den Schiffbau von Interesse ist, hat Daev es gerade vor kurzem noch besonders eine recht gute Zusammenstellung gegeben, zu der ich allerdings noch einiges ergänzen möchte<sup>3</sup>. Fest steht zunächst, daß unter dem Einfluß der Atmosphärien gekupferter Stahl ganz erheblich schwächer rostet als gewöhnlicher Stahl, man kann im „nackten“ Zustand, also ohne Anstrich mit der  $1\frac{1}{2}$ —2fachen Lebensdauer des gekupferten Stahles gegenüber dem gewöhnlichen Stahl rechnen. Bemerkenswert ist ferner, daß die höhere Lebensdauer des gekupferten Stahles auch vorliegt unter Anstrichen oder Verzinkung. Setzt man gewöhnlichen und gekupferten Stahl der Einwirkung säurehaltigen Wassers aus, so geht — außer bei Vorliegen von Salpetersäure — der Angriff auf den gekupferten Stahl auch erheblich langsamer vor sich. Zahlentafel 2 gibt die Gewichtsverluste wieder, die an gewöhnlichem und gekupfertem Stahl in mit verschiedenen Säuren verschieden stark angesäuerten Wässern erhalten wurden. Die Überlegenheit des Kupferstahles ist in allen Fällen festzustellen, jedoch hat es den Anschein, als ob der Unterschied im Verhalten der beiden Stähle um so geringer wird, je schwächer unter den vorliegenden Verhältnissen der saure Charakter des Wassers ist (schwächere Säuren bzw. schwächere Konzentration). In Leitungs- und in Seewasser fanden in gewisser Fortsetzung dieses Gedankens amerikanische Forscher nur eine verschwindend geringe Überlegenheit des gekupferten Stahles, so daß dieser Werkstoff also für Unterwasserbauten und Schiffsteile

<sup>1</sup> Stahl und Eisen als Werkstoff. Gesammelte Vorträge der Gruppe Stahl und Eisen auf der Werkstofftagung Berlin 1927. Bd. II, S. 41/46. Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.

<sup>2</sup> Stahleisen Bd. 46, S. 609/11 u. 644. 1926; Bd. 48, S. 1170/71. 1928.

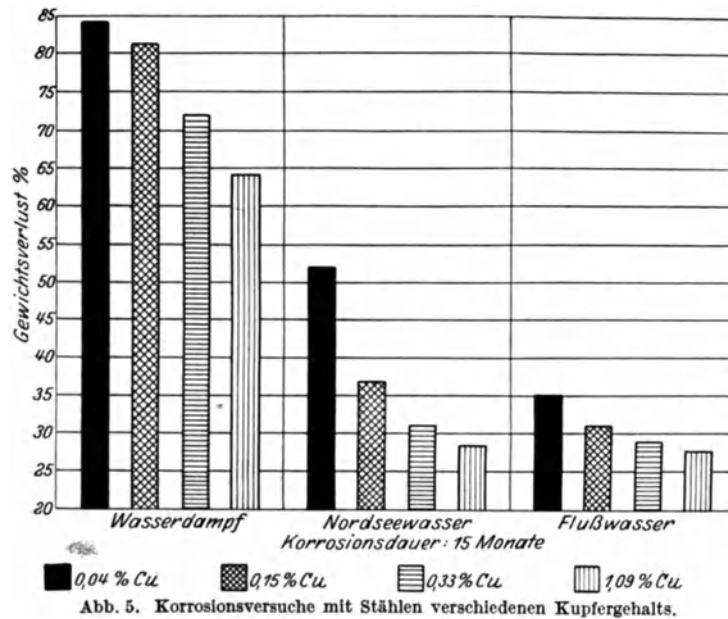
<sup>3</sup> Schiffbau u. Schifffahrt 1928, H. 18.

im Wasser einen Vorteil nicht bedeuten würde. Ich muß jedoch betonen, daß das letzte Wort in dieser Frage noch nicht gesprochen zu sein scheint.

Zahlentafel 2. Gewichtsverluste gekupferten und gewöhnlichen Stahls in stark verdünnten Säuren.

Säure	Einwirkungsdauer in Tagen	% Gewichtsabnahme von Stahl		Abnahme von Cu-Stahl gew. Stahl = 100
		gewöhnlicher	gekupfelter	
5,0 proz. Ameisensäure . . . . .	100	56	13	23,2
5,0 „ Zitronensäure . . . . .	100	43	11	25,6
0,5 „ Schwefelsäure . . . . .	50	55	20	36,4
5,0 „ Essigsäure . . . . .	100	14,5	5,5	38,0
0,5 „ Salzsäure . . . . .	50	55	22	40,0
0,5 „ Zitronensäure . . . . .	100	10	4,5	45,0
5,0 „ Oxalsäure . . . . .	100	10,7	5,8	54,2
0,5 „ Ameisensäure . . . . .	100	12	8,5	70,1

Dem Verfasser von Herrn Dr. Heinrich vom Eisen- und Stahlwerk Hösch mitgeteilte Ergebnisse von Korrosionsversuchen an gekupferten und gewöhnlichem Stahl in verschiedenen Medien bestätigten, daß in sauren Wässern der Kupferstahl stark überlegen ist — eine Ausnahme macht allerdings Salpetersäure —, darüber hinaus ergab sich aber auch eine deutlich erkennbare — wenn auch schwächere —

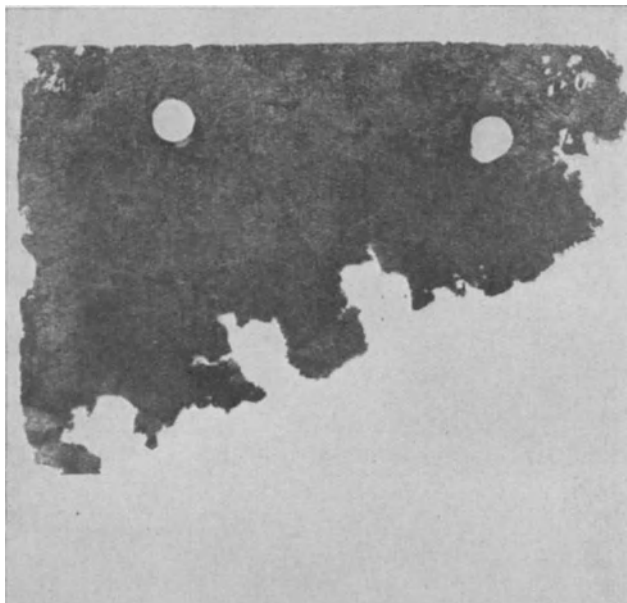


Überlegenheit in gewöhnlichen Wässern. Bemerkenswert sind ferner neuere Hinweise, wonach durch eine Steigerung des Kupfergehaltes bis auf 0,5 % und mehr die Überlegenheit gegenüber gewöhnlichem Stahl auch in sauren Wässern noch erheblich deutlicher werden soll. Abb. 5 teilt bisher noch unveröffentlichte Ergebnisse mit, die Dr.-Ing. Holthaus im Laboratorium der Dortmunder Union erzielte, wonach die Korrosion durch Wasserdampf sowie durch Nordsee- und Flußwasser bei verschieden stark gekupferten Stählen um so schwächer ist, je höher der Kupfergehalt ist. Allerdings ist die Abhängigkeit nicht linear, da eine

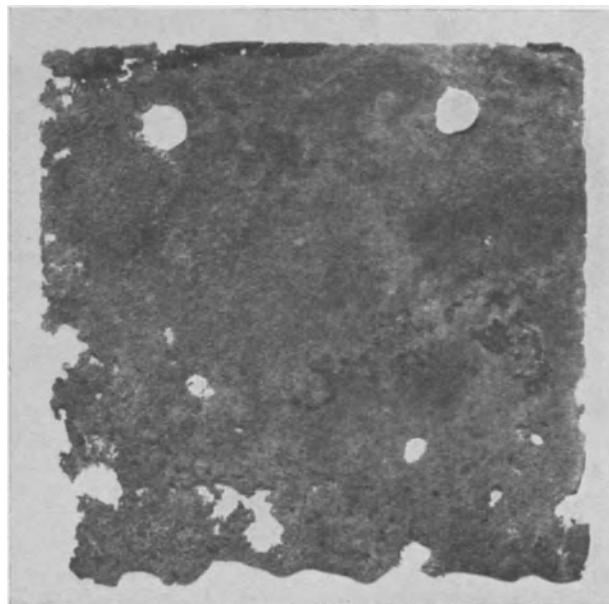
Erhöhung des Kupfergehaltes von 0,33 % auf rund 1,1 % kaum eine stärkere Wirkung hat als die der Erhöhung von 0,15 auf 0,33 %. Recht deutlich wird der Einfluß des Kupfergehaltes noch gekennzeichnet durch Abb. 6. Es sind hier wiedergegeben die Photographien von dünnen Blechen derselben verschieden stark gekupferten Stähle wie in Abb. 5, nachdem diese Bleche 15 Monate lang der Einwirkung von Wasserdampf ausgesetzt waren. Zwar sind naturgemäß alle 4 Bleche kräftig angegriffen, während aber von dem Blech mit nur 0,04 % Kupfer, das dieselbe Ausgangsgröße hatte wie die andern, nur noch ein kleiner Rest vorhanden ist, sind die beiden Bleche mit dem höchsten Kupfergehalt wenigstens in ihrer Gestalt noch einigermaßen erhalten geblieben, ihre Überlegenheit ist also einwandfrei festgestellt.

Hinsichtlich gewisser Einzelfragen für den Schiffbau gibt Daevés in dem obenerwähnten Aufsatz noch einige bemerkenswerte Hinweise. So behandelte er die vielfach laut gewordene Klage über ein stärkeres Rosten der Niete. Der Niet im Nietverband ist infolge der ihm beim Nieten zuteil gewordenen Reckung im Potential unedler als das umgebende Blechmaterial, so daß an sich eine stärkere Korrosion des Nietes durchaus verständlich ist. Wird daher für die Niete ein Werkstoff

mit etwas erhöhtem Kupfergehalt gewählt, so kann das Potential dadurch wieder veredelt werden und die für den Niet ungünstigen Verhältnisse ausgeglichen werden. Insbesondere sollte daher für Niete unter Wasser und in der Wasserluftzone gekupferten Stahl verwendet werden, der im übrigen auch zu empfehlen ist für Deckaufbauten, Masten, Schornsteine usw., die der feuchten



Cu=0,04%



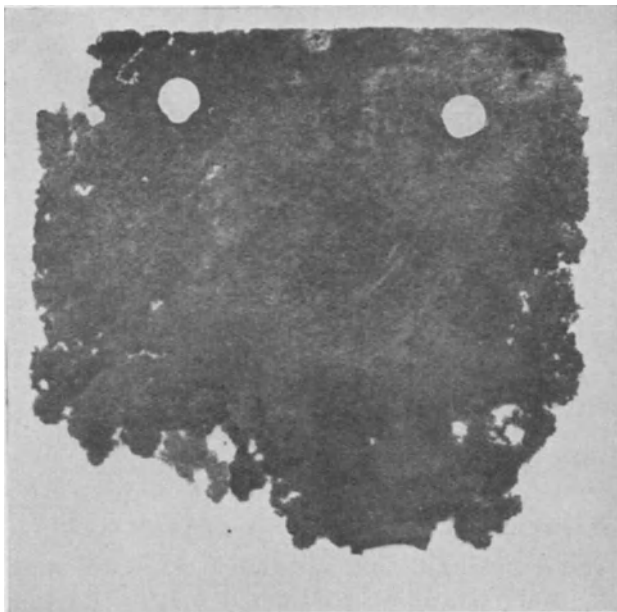
Cu=0,33%

Abb. 6. Korrosion von Blechen verschiedenen

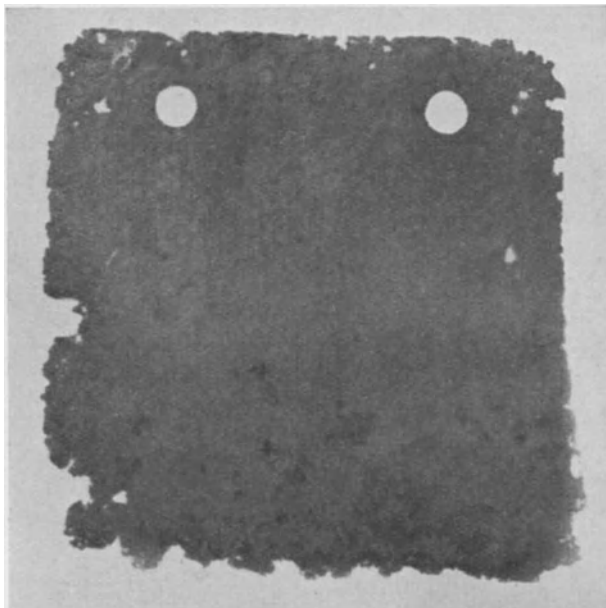
Atmosphäre der Seeluft ausgesetzt sind, ferner für Kohlenbunker, in denen sich Niederschlagwässer befinden. Besonders wichtig ist dabei der Hinweis, daß die starke Überlegenheit des Kupferstahles auch dann vorhanden ist, wenn

die Eisenteile mit einem Anstrich versehen sind. Nach amerikanischen Feststellungen soll der Mehrpreis, der für gekupferten Stahl zu zahlen ist, bei Eisenbauten, die angestrichen werden, in ganz kurzer Zeit durch die größere Lebensdauer und einfachere Unterhaltung des Anstrichs durchaus wettgemacht werden.

Für die hochwertigen Baustähle ist die Frage des Korrosionswiderstandes noch besonders wichtig, und zwar auf Grund folgender Überlegungen. Wird die höhere Festigkeit bzw. höhere Streckgrenze des hochwertigen Baustahls nach der Richtung ausgenutzt, daß bei gleichen Spannweiten leichter gebaut wird, so werden dadurch naturgemäß die Profile, Bleche usw. dünner ausfallen. Rostet nun ein hochwertiger Baustahl in gleichem Maße wie beispielsweise St 37, so wird eine Gefährdung des Bauwerkes infolge Abrostung beim hochwertigen Baustahl naturgemäß schneller eintreten als beim St 37. Aus diesem Grunde erscheint es durchaus berechtigt, bei den hochwertigen Baustählen einen höheren Korrosionswiderstand zu verlangen.



Cu = 0,15%



Cu = 1,09%

Kupfergehalts durch Wasserdampf.

Von den im ersten Teil besprochenen neuen Baustählen besitzt der Union-Baustahl einen Kupfergehalt von 0,6—0,8%, bei ihm sind also die Vorbedingungen für einen hohen Korrosionswiderstand in hohem Maße gegeben. Zahlentafel 3 gibt eine Zusammenstellung von Ergebnissen von Korrosionsversuchen, die in folgender Weise erhalten wurden. Aus den aufgeführten verschiedenen Bau-



stählen wurden Zerreistbe herausgearbeitet, von denen jeweils einer nach Fertigstellung dem normalen Zerreißversuch unterworfen wurde; jeweils ein zweiter Stab wurde einer starken Korrosionswirkung ausgesetzt und dann erst ebenfalls zerrissen. Dabei zeigte sich naturgemäß ein starker Rückgang der Bruchlast

Zahlentafel 3. Abfall der Bruchlast infolge Korrosion bei verschiedenen Baustählen.

Werkstoff	Bruchlast vor Korrosion kg	Bruchlast nach Korrosion kg	Abnahme durch Korrosion %
St. 37 . . . . .	3150	2060	35,0
St. 48 . . . . .	3940	3100	21,4
St. Si . . . . .	4000	2950	26,3
St. Si-Cu . . . . .	4200	3400	19,1
Union-Baustahl . . . . .	4040	3430	14,8

infolge des Stoffabbaues und der Anfressungen durch die Korrosion. Selbstverständlich wurde der Korrosionsversuch an allen Stäben in der gleichen Weise ausgeführt; die Zahlentafel läßt erkennen, da die Schwächung durch die Korrosion bei den vier gepruften Sthlen ganz verschieden ist. Die stärkste Abnahme der Bruchlast durch die Korrosion weist der St 37 auf, der hhergekoahlte St 48 verhält sich besser, während der Siliziumbaustahl wieder schlechter ist als St 48. Der Union-Baustahl zeigt bei weitem das beste Verhalten.

Im Zusammenhang mit der Korrosionsfrage mu noch eingegangen werden auf einen Sonderbaustoff, das Armcoeisen. Dieser Werkstoff hat seinen hohen Korrosionswiderstand dadurch erhalten, da man im Siemens-Martin-Ofen ein auerordentlich reines Eisen herstellt, wobei unter rein ein uerst geringer Gehalt an den üblichen Eisenbegleitern — Kohlenstoff, Mangan usw. — verstanden wird. Nach amerikanischen Untersuchungen zeigt das Armcoeisen unter sehr vielfachen Bedingungen einen recht hohen Korrosionswiderstand. Hingewiesen mu dabei jedoch werden darauf, da das Armcoeisen infolge seines geringen Gehaltes an Kohlenstoff sehr weich ist, seine Zugfestigkeit bewegt sich zwischen 30 und 34 kg/mm<sup>2</sup>, seine Dehnung liegt bei etwa 34%, die Streckgrenze bei 15—20 kg/mm<sup>2</sup>. Für mechanisch hoch beanspruchte Konstruktionen kommt der Werkstoff demnach nicht in Frage.

Bei der Beurteilung von Kesselbaustoffen besteht seit längerer Zeit das Bestreben, die Kerbzähigkeit neben den Ergebnissen der Zerreißprobe heranzuziehen. Es ist bekannt, da weicher Flustahl unter dem Einflu bestimmter Wärmebehandlungen zwar die in Zerreiversuchen bestimmbaren Kennziffern beibehält, jedoch gegen Schlagbeanspruchung so spröde wird, da ein Hammer Schlag selbst ein dickeres Blech zu zertrümmern vermag. Diese Sprödigkeit tritt auch auf in der Form von Alterungserscheinungen. Wird ein weicher Stahl im Laufe seiner Verarbeitung kalt gereckt — z. B. auch durch Biegen, Brdeln usw. —, so tritt anschlieend bei einfacher Lagerung, also im Laufe der Zeit, meist ein ganz erheblicher Abfall der Kerbzähigkeit, ein Sprdewerden ein. Beschleunigt wird dieser Vorgang durch ein schwaches Erhitzen — etwa auf 250° —,

wie es im Kesselbetrieb ja ohne weiteres vorkommt. Nach neueren Untersuchungen von Fry ist es nun aber gelungen, durch besondere Schmelzbehandlungen Stähle zu erzielen, bei denen diese Alterungserscheinungen auf ein erheblich geringes Maß herabgesetzt werden. Abb. 7 zeigt nach Versuchen von O. Bauer<sup>1</sup> die Abnahme der Kerbzähigkeit infolge Alterung einmal bei gewöhnlichem Flußstahl und einmal bei dem wenig alternden sogenannten Izetteisen. Die Abbildung läßt erkennen, daß zwar das Izetteisen auch der Alterung unterworfen ist, jedoch ist der Abfall in der spezifischen Schlagarbeit auch im ungünstigsten Falle bei weitem nicht so stark wie bei gewöhnlichem Flußstahl — werden nicht gerade die ungünstigsten Verhältnisse (Anlassen nach dem Quetschen auf 250°) zugrunde gelegt, so beträgt die spezifische Schlagarbeit im Mittel nach der Alterung immer-

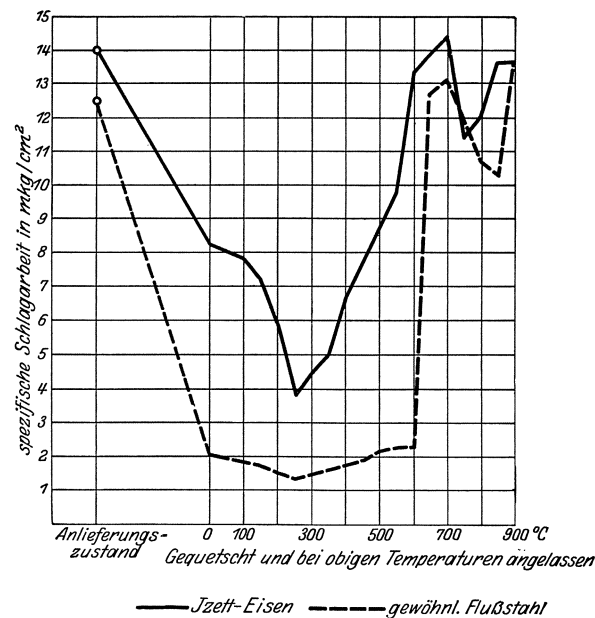


Abb. 7. Änderung der Kerbzähigkeit durch Altern bei Izetteisen und gewöhnlichem Stahl.

hin etwa das 3—4fache von der des gewöhnlichen Flußstahls. Es muß aber andererseits festgestellt werden, daß die Befürchtungen hinsichtlich des Sprödewerdens durch Altern auch vielfach zu groß sind. So konnte Nehl in umfassenden Untersuchungen nachweisen, daß in sehr stark verarbeitetem gewöhnlichen Flußstahl, wie er beispielsweise in Rohren vorliegt, die Alterungsneigung infolge der Verarbeitung bereits auf ein Minimum herabgesetzt ist. Abb. 8 zeigt die Ergebnisse der Versuche von Nehl — die Abbildung wurde in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt. Es zeigt sich deutlich, daß die Kerbzähigkeit des nicht gealterten Materials zwar im Verarbeitungsgang gewissen Schwankungen unterliegt, jedoch im fertigen Rohr praktisch genau der des Ausgangsmaterials entspricht. Durch eine Alterung wird die Kerbzähigkeit im wenig verarbeiteten Ausgangsblock außerordentlich stark herabgesetzt, wie dies für gewöhnlichen Flußstahl in der Abb. 7 gezeigt wird. Bereits aber nach dem ersten kontinuier-

<sup>1</sup> Mitt. d. Verb. d. Groß-Kesselbesitzer, 16. Mitgl.-Vers. 1927.

lichen Walzen ist der Rückgang der spezifischen Schlagarbeit infolge Alterung ganz erheblich geringer geworden, und die Abnahme beträgt im fertigen Rohr nur 20%. Im übrigen kann naturgemäß in Kesseln, Trommeln usw. der Gefährdung durch Alterungserscheinungen auch dadurch begegnet werden, daß die fertigen Stücke zum Abschluß der gesamten Verarbeitung einer Glühbehand-

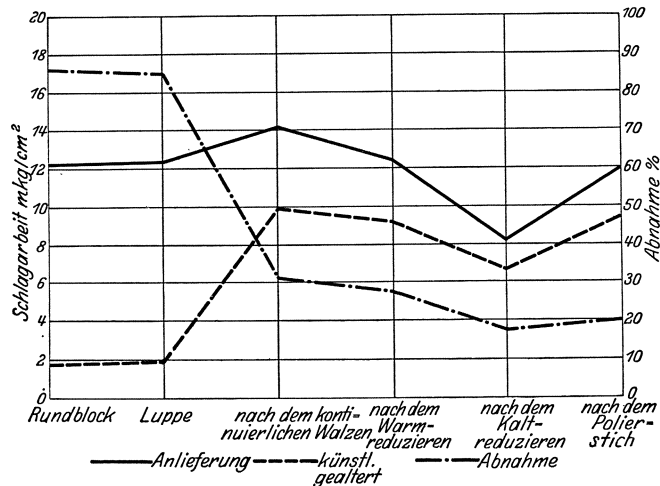


Abb. 8. Einfluß der Verarbeitung bei der Rohrherstellung auf die Alterung.

lung unterzogen werden. Bei Verwendung der hochwertigen neuen Baustähle, von denen zuvor die Rede war, ist infolge der Legierung die Altersneigung auch sehr viel geringer.

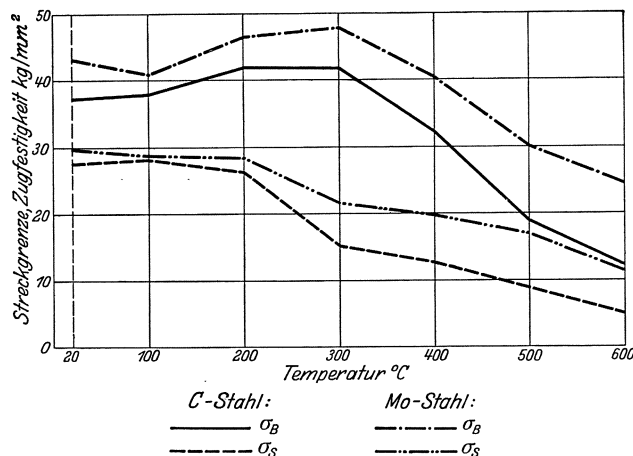


Abb. 9. Einfluß der Temperatur auf Zugfestigkeit und Streckgrenze bei gewöhnlichem und schwach mit Molybdän legiertem Kesselbaustahl (nach N e h l).

Die gesteigerten Betriebsdrücke und Temperaturen im Dampfkessel- und Apparatebau gaben Veranlassung, Baustoffe zu schaffen, die der normalerweise bei höheren Temperaturen einsetzenden weitgehenden Minderung der Festigkeitseigenschaften weniger stark unterworfen sind.

Es ist insbesondere die Streckgrenze, die bei Temperatursteigerungen auf einige 100° sehr stark abnimmt. Nehl konnte feststellen, daß ein geringer Zu-

satz von Molybdän zum weichen Flußstahl, wie er für Kesselblech verwendet wird, diesen Abfall der Streckgrenze und auch der Zugfestigkeit stark hemmt, wie dies aus Abb. 9 ersichtlich ist. Bestätigt wurden diese Ergebnisse durch Untersuchungen von Pröpper und Pohl, die außerdem feststellten, daß Vanadin einen ähnlich wohltätigen Einfluß ausübt<sup>1</sup>. Abb. 10 zeigt, wie Molybdän- und Vanadinstahl der Zusammensetzung, wie in Zahlentafel 4 wiedergegeben ist, bei

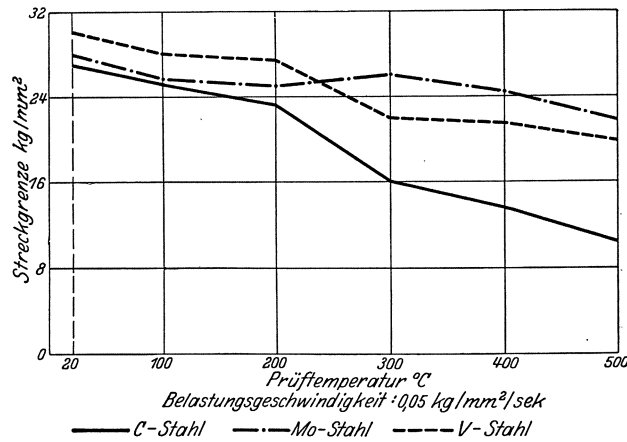


Abb. 10. Einfluß der Temperatur auf die Streckgrenze bei Vanadin- und Molybdän-Kesselbaustählen (nach Pröpper und Pohl).

höheren Temperaturen eine unverhältnismäßig höhere Streckgrenze aufweisen als gewöhnlicher Kohlenstoffstahl. Nun ist aber die im Zerreißversuch bestimmte Streckgrenze insbesondere bei höherer Temperatur sehr stark abhängig von der Belastungsgeschwindigkeit: je langsamer die Belastung gesteigert wird, bei desto

Zahlentafel 4. Zusammensetzung und Eigenschaften von Vanadin- und Molybdän-Kessel-Baustahl.

Stahlsorte	C %	Si %	Mn %	P %	S %	V %	Mo %
Vanadin-Stahl . . . . .	0,19	0,00	0,47	0,015	0,028	0,19	0,00
Molybdän-Stahl . . . . .	0,15	0,00	0,50	0,020	0,017	0,00	0,34

Stahlsorte	Zugfestigkeit kg/mm²	Streckgrenze kg/mm²	Dehnung %	Einschnürung %	Kerbzähigkeit mkg/cm²
Vanadin-Stahl . . . . .	30,1	40,8	26,2	56,4	9,3
Molybdän-Stahl . . . . .	29,15	43,3	25,5	64,4	21,9

Proben aus normalgeglühten Blechen. Blechdicke für Vanadin-Stahl . . . 32 mm.  
 „ „ Molybdän-Stahl . . . 23 „

geringerer Belastung fängt der Stahl bereits an zu fließen. Es sind daher vielfach bereits Versuche durchgeführt worden, die niedrigste Belastung festzustellen, bei der ein Stahl bei bestimmter Temperatur nach sehr langer Zeit — mehrere 100 Stunden — zu fließen beginnt. Bei derartigen Versuchen tritt die Überlegenheit der eben gekennzeichneten schwachlegierten Stähle noch deutlicher hervor.

<sup>1</sup> Arch. Eisenhüttenwesen Bd. 1, S. 785/94. 1928.

Abb. 11 gibt einen Teil der Untersuchungsergebnisse wieder, die Pröpper und Pohl bei einer derartigen Versuchsanordnung erhielten. Die betreffenden Stähle — es handelt sich um vier Kohlenstoffstähle und einen Vanadin Stahl — wurden bei verschiedenen Temperaturen verschiedenen Belastungen ausgesetzt. Diese Belastung wurde viele hundert Stunden wirken gelassen und die allmählich sich einstellende Dehnung ziffernmäßig bestimmt. In der Abb. 11 ist als Abszisse die

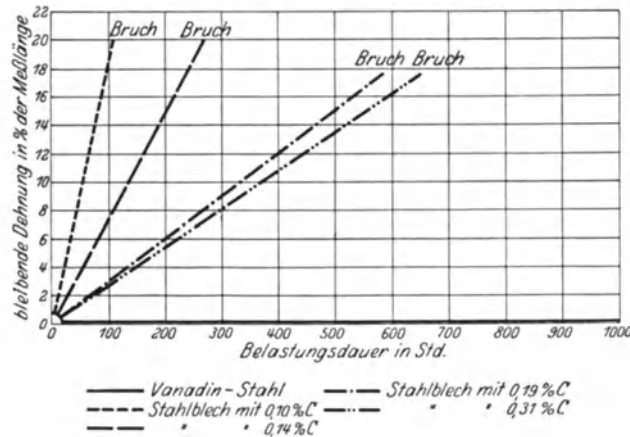


Abb. 11. Dauerstandfestigkeit von Kohlenstoffstählen und Vanadin Stahl bei 500° unter 10 kg/mm<sup>2</sup> Belastung.

Belastungsdauer in Stunden und als Ordinate die gemessene Dehnung aufgetragen. Die Belastung betrug 10 kg/mm<sup>2</sup>, die Versuchstemperatur 500°. Es zeigt sich, daß die Kohlenstoffstähle um so schneller der Belastung nachgeben, je geringer der Kohlenstoffgehalt ist, aber auch bei einem Kohlenstoffgehalt von rund 0,3% ist nach 600 Stunden bereits eine bleibende Dehnung von 16% ein-

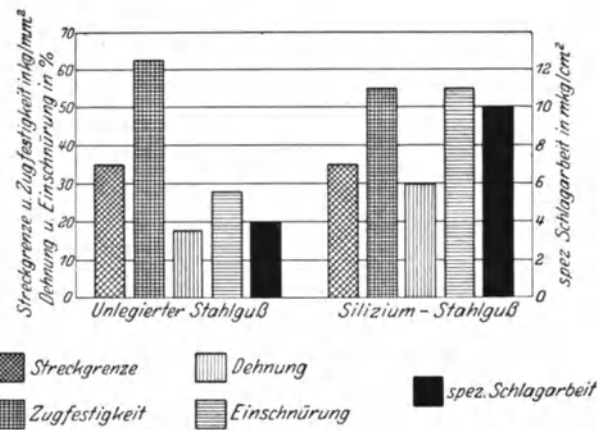


Abb. 12. Festigkeitseigenschaften von Siliziumstahlguß.

getreten, und bald darauf erfolgt der Bruch. Im Gegensatz dazu war bei Vanadin Stahl selbst nach 1000 Stunden unter den gleichen Verhältnissen eine bleibende Dehnung noch nicht zu erkennen.

Die Ausführungen über die Fortentwicklung des Stahlgusses können kurz gehalten werden: Im wesentlichen sind die Fortschritte hier so, daß die Erfahrungen bei Walzstahl auch für Stahlguß ausgenutzt worden sind. So wird mit

Vanadin und Molybdän legierter Stahlguß hergestellt, der ebenso wie das oben besprochene entsprechende Walzmaterial höhere Festigkeit und Streckgrenze bei höheren Temperaturen aufweist. Der Zusatz des Siliziums hat bei Stahlguß besonders gute Folgen. Abb. 12 setzt zueinander in Vergleich einen gewöhnlichen

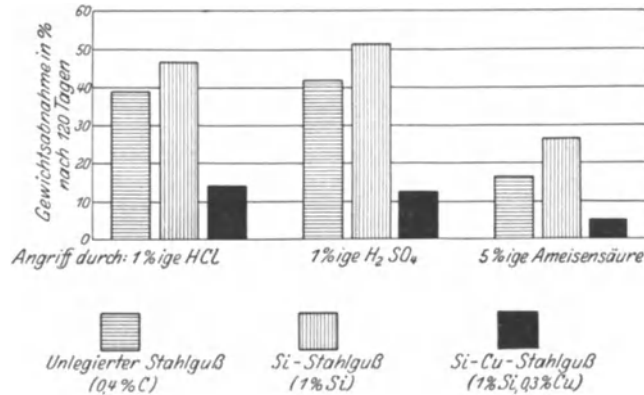


Abb. 13. Korrosionswiderstand von Silizium- und gekupferten Siliziumstahlguß im Vergleich zu unlegiertem Stahlguß.

Kohlenstoffstahlguß und einen Stahlguß mit etwa 1% Silizium. Die beiden Schmelzen sind so ausgewählt, daß die Streckgrenze praktisch die gleiche ist, die Abbildung läßt erkennen, daß der Siliziumstahlguß erheblich höhere Dehnung und spezifische Schlagarbeit besitzt als der nicht mit Silizium legierte. Der

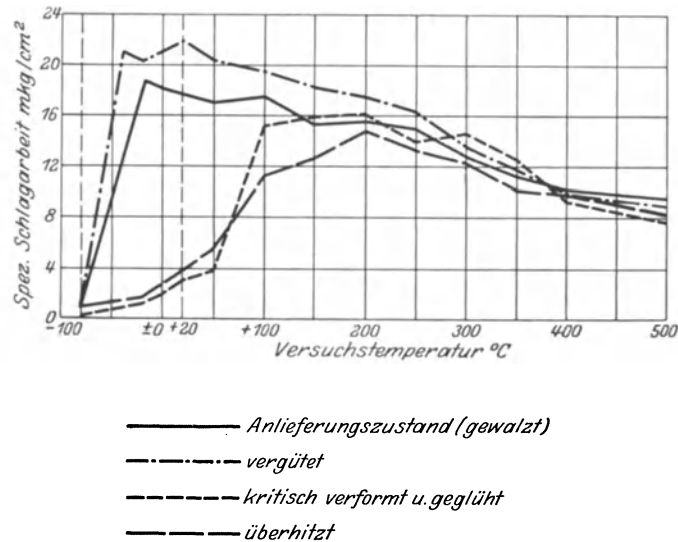


Abb. 14. Einfluß der Vorbehandlung auf die Kerbzähigkeit von Kettenbaustoff (nach P o m p).

Siliziumzusatz ergibt also hier bei gleicher Streckgrenze sehr viel zäheres Material. Nachteilig erscheint dagegen hier wieder der geringere Korrosionswiderstand des Siliziumstahles. Nach Untersuchungen des Forschungsinstituts der Vereinigte Stahlwerke A.-G. läßt sich dem allerdings entgegenwirken durch einen Kupferzusatz. Hierdurch ist es sogar möglich, einen Stahlguß zu erzeugen, der einen höheren Korrosionswiderstand besitzt als der unlegierte, wie dies aus Abb. 13 hervorgeht.

Die erheblichen Anforderungen, die an Ketten vor allem im Schiffs- und Förderbetrieb gestellt werden, haben Veranlassung dazu gegeben, auch diesem Maschinenteil eine größere Beachtung zu schenken, als es bisher üblich war.

In Abb. 14 sind Ergebnisse der Untersuchungen von Pomp wiedergegeben<sup>1</sup>, die sich mit dem Einfluß der Vorbehandlung auf die Kerbzähigkeit von Kettenwerkstoff (weiches Flußeisen) in der Kälte und in der Wärme befaßten. Auffällig ist die überaus große Sprödigkeit des kritisch verformten und des überhitzten Werkstoffs, während der vergütete Werkstoff sowohl in der Wärme als auch in der Kälte die beste Kerbzähigkeit aufweist. Überträgt man diese Ergebnisse auf das Kettenglied selbst, so ist es denkbar, daß überhitztes Gefüge an der Schweißstelle, rekristallisiertes Gefüge im Übergang zum kalten Teil auftritt. Die Gefahr der Bildung des letzteren besteht immer dann, wenn das Glied in Dunkelrotglut (700—800°) verformt wird, z. B. beim Kalibrieren. Andererseits ist daraus

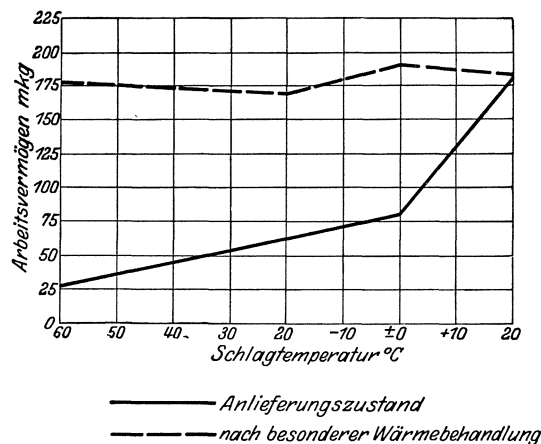


Abb. 15. Schlagversuche an Ketten vor und nach besonderer Wärmebehandlung.

zu schließen, daß durch eine Vergütung, also eine besonders zweckmäßig ausgestaltete Wärmebehandlung, besonders zähe Ketten erhalten werden.

Die von Pomp durchgeführten Versuche erstrecken sich nur auf den Kettenwerkstoff, nicht aber auf die fertige Kette. Wenn auch im allgemeinen anzunehmen ist, daß die Verhältnisse in der Kette die gleichen sind, so war es doch von Bedeutung, Schlagversuche mit ganzen Ketten durchzuführen. In Abb. 15 sind die Ergebnisse von Versuchen wiedergegeben, die Püngel im Forschungsinstitut der Vereinigte Stahlwerke A.-G. an handgeschweißten 10-mm-Flußeisenketten durchführte. Jede Schlagprobe bestand aus drei Gliedern. Die Bestimmung der Schlagarbeit wurde berechnet aus dem Fallmoment eines großen Charpy-Hammers und dem Ausschlagwinkel nach dem Zerschlagen des Kettenstücks. Während die Kette im Anlieferungszustand bereits bei  $-20^{\circ}$  nur noch etwa 80 % der Schlagarbeit bei  $0^{\circ}$  und 35 % derjenigen bei  $+20^{\circ}$  aufweist, erfährt die wärmebehandelte Kette selbst bei  $-60^{\circ}$  Schlagtemperatur keine Abnahme. Die gleichen Ergebnisse wurden mit einer handgeschweißten 10-mm-Puddeleisenkette erzielt.

<sup>1</sup> Mitt. Eisenforsch. Bd. 4, S. 33/43. 1924/25.

Die Versuche zeigen in recht deutlicher Weise, daß durch eine Wärmebehandlung nach der Schweißung der Widerstand der Kette gegen Stoßbeanspruchung ganz erheblich gesteigert werden kann.

Ein neuerer Fortschritt hinsichtlich Verbesserung des Werkstoffs für Ketten ist in letzter Zeit von der Fa. G. & J. Jaeger A.-G. in Elberfeld erzielt, die schon

Zahlentafel 5. Ergebnisse der Zugversuche an Stahlgußketten.

Glied- stärke <i>d</i> mm Ø	Glied- länge $L = 6d$ ∞ mm	Glied- zahl der Enden	Vor- geschie- bene Bruchlast für gleich- starke Schweiß- kette t	Vor- geschie- bene Bruchlast für Stahl- gußkette t	Erzielte Bruchlasten der Stahlgußketten			
					Mindestwert		Höchstwert	
					t	= mehr, gegenüber Vorschrift bei Schweiß- ketten %	t	= mehr, gegenüber Vorschrift bei Schweiß- ketten %
31	180	5	40,87	57,22	57,8	41,4	65,0	59,0
41	240	5	66,70	93,38	98,0	46,8	110,0	64,9
46	270	5	84,0	117,60	119,0	41,6	133,5	58,9
60	360	5 <sup>1</sup>	142,9	200,06	206,0	44,1	266,0	85,4
70	420	3	184,6	258,44	304,4	64,8	357,4	93,6
80	480	3	221,0	309,40	374,5	69,4	415,8	88,1

vor dem Kriege mit gutem Erfolge Stegketten für Bagger- und Fährbetrieb in Stahlformguß herstellte und die Güte dieser Gußketten hinsichtlich Festigkeit und Zähigkeit weiterzu vervollkommnete<sup>2</sup>.

Zahlentafel 5 zeigt die Ergebnisse von Zerreißversuchen an Kettenenden verschiedener Stärke, die in Abb. 16 schaubildlich dargestellt sind. Die darin auch

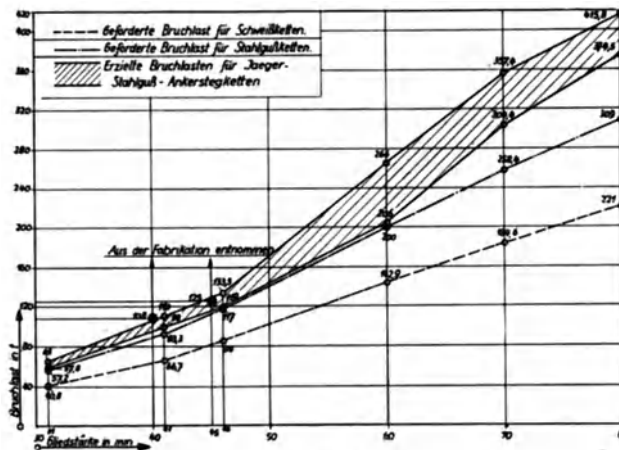


Abb. 16.

verzeichneten Werte von Proben, die vom Prüfer des Germanischen Lloyd der laufenden Fabrikation entnommen waren, erhärten die Gleichmäßigkeit der erreichten Güteziffern.

Schlagbieveversuche wurden durchgeführt mit Schlagmomenten von 125 mkg bei 31 mm Gliedstärke bis 2370 mkg bei 80 mm Gliedstärke — nach dem Wider-

<sup>1</sup> Drei mittlere Glieder 60 mm Ø, Endglieder zwecks besseren Einspannens 70 mm Ø.

<sup>2</sup> Die Mitteilungen wurden von der genannten Firma freundlichst zur Verfügung gestellt.



standsmoment der Querschnitte abgestuft. Geschlagen wurde bis zum Bruch, der nach durchschnittlich 10—13 Schlag eintrat. — Je Kubikzentimeter Widerstandsmoment betrug die zum Bruch erforderliche Schlagarbeit im Durchschnitt zwischen 22,19 und 28,82 mkg, die höchsten Abweichungen vom Mittel (26,41 mkg) betragen nur  $-10\%$  bzw.  $+9,3\%$ .

Ein weiterer Fallversuch wurde in der Weise vorgenommen, daß ein Kettenglied von 60 mm Durchmesser 50mal aus 18 m Höhe hochkant auf eine Eisenplatte fiel, die gesamte Schlagarbeit betrug dabei 17460 mkg. Das Glied zeigte nach dem Versuch keinerlei Risse oder Sprünge, lediglich eine Abplattung am Kopfende um 18 mm =  $5\%$  der ursprünglichen Länge.

Zerreißversuche wurden ferner ausgeführt an Stäben, die einzelnen Gliedern entnommen waren. Die Zerreistbe (15 bzw. 19,9 mm Durchmesser bei  $1 = 5 d$ ) wurden in der Längsrichtung der Glieder herausgearbeitet, so daß die Bruchzone im Bereich der stärksten Werkstoffansammlung, d. h. auch der größten Lunkergerfahr lag, die Kerbschlagproben aus dem Steg der Glieder. Erreicht wurden 49,2—51,1 kg/mm<sup>2</sup> Zerreißfestigkeit, 32,2—36,0 kg/mm<sup>2</sup> Streckgrenze und 19,5<sup>1</sup>—27,3% Dehnung ( $\delta_5$ ).

Für die Kerbschlagversuche stand wegen des zu geringen Querschnitts bei den schwächeren Ketten nur der ungünstige Bruchquerschnitt von  $10 \times 5$  mm zur Verfügung; bei diesen war die festgestellte Kerbzähigkeit 4,5 mkg/cm<sup>2</sup>; erfahrungsgemäß liegen bei einem Bruchquerschnitt von  $15 \times 15$  mm die Werte etw doppelt so hoch. Für die stärkeren Glieder wurden Stäbe mit  $15 \times 15$  mm Bruchquerschnitt benutzt, für welche Kerbzhigkeiten zwischen 7,75 und 15,8 mkg/cm<sup>2</sup> ermittelt wurden. Lunker und andere Fehlstellen wurden in den Proben nicht festgestellt.

Aus den Versuchen darf der Schluß gezogen werden, daß die Fortschritte in der Erzeugung von Stahlformgu heute gestatten, zuverlässige Ketten in Stahlguß herzustellen, die auch schwersten Beanspruchungen gewachsen sind; derartige Ketten haben im Bagger- und Fährbetrieb ihre Eignung und Zuverlässigkeit seit vielen Jahren erwiesen, und es steht zu erwarten, daß auch der Schiffbau sich ihre guten Eigenschaften zunutze machen wird.

Die Ausführungen können nicht geschlossen werden, ohne auch einiges näher auszuführen über die Bemühungen der deutschen Stahlindustrie in der Nachkriegszeit, die Güte ihrer Erzeugnisse auf der ganzen Linie zu heben, einmal durch wissenschaftliche Betriebsleitung und Forschung, zum andern durch eine bis ins feinste gegliederte Überwachung der Erzeugungsvorgnge durch die Laboratorien und Versuchsanstalten. Es dürfte von Interesse sein, an einem Beispiel zu zeigen, wie weitgehend ausgebaut und bis ins einzelne verästelt in einem modernen Hüttenwerk die Betriebskontrolle durch das Laboratorium ist. Abb. 17 zeigt schematisch den Aufbau eines Hüttenwerks, und es ist an den verschiedensten Arbeitsstätten — Hochofen, Stahlwerk, Walzwerk usw. — neben den verarbeiteten Stoffmengen jeweils eingetragen, wieviel chemisch-analytische Bestimmungen im Laufe des Monats an den Roh- und Zwischenstoffen sowie Fertig-

<sup>1</sup> Bei einem zweimal gerissenen Stab, der erstmalig außerhalb der Meßlänge riß.

erzeugnissen ausgeführt werden. Danach ergibt sich für eine Gesamterzeugung von etwa über 70000 t Stahl die Anzahl von rund 25000 analytischen Einzelbestimmungen, d. h. für 1000 t Stahl rund 400. Dazu muß betont werden, daß zu diesen analytischen Untersuchungen selbstverständlich noch Festigkeitsprüfungen sowie auch mikroskopische Untersuchungen in großer Anzahl hinzutreten. Besonders bemerkenswert ist in diesem Überwachungssystem die Einrichtung der sogenannten Schnellanalyse. Dem im Siemens-Martin-Ofen noch im Schmelz- und Frischprozeß befindlichen Bade werden im Stahlwerk laufend Proben entnommen, die auf schnellstem Wege, meist durch eine besondere Rohrpostanlage, dem Laboratorium zugeführt werden. Durch Anwendung besonderer

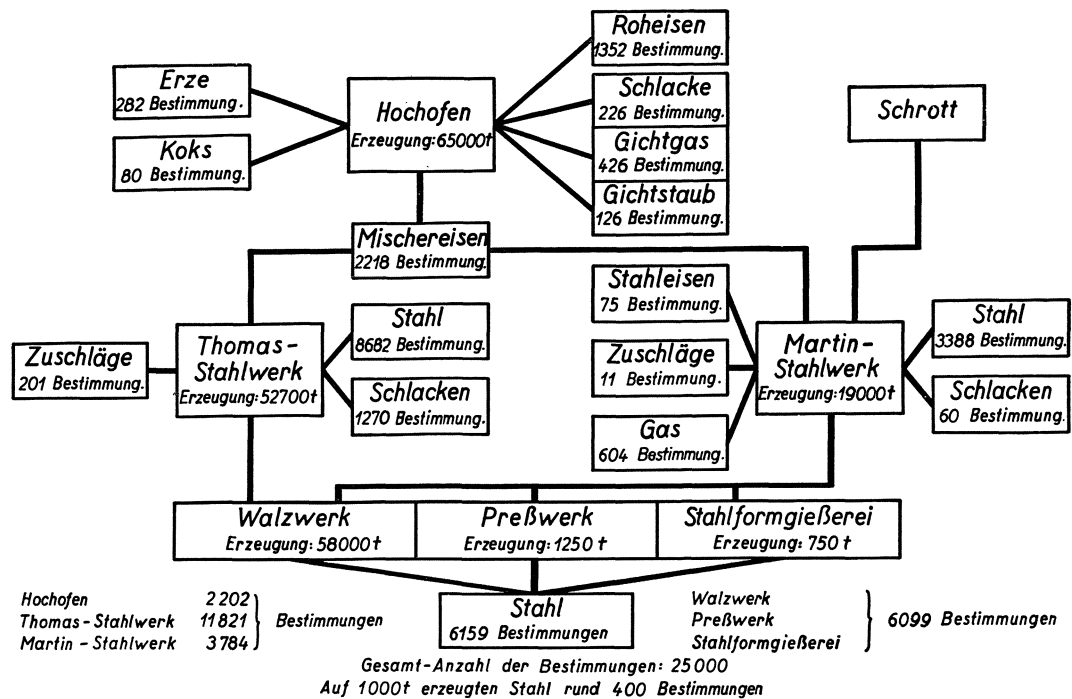


Abb. 17. Chemische Prüfung der Roh-, Zwischen- und Fertigprodukte im Hüttenwerk.

Schnellverfahren ist es möglich, dann im Laboratorium die Gehalte der Proben an den wichtigsten Beimengungen wie Kohlenstoff, Mangan, Phosphor und Schwefel innerhalb sehr kurzer Zeit — weniger als  $\frac{1}{2}$  Stunde — zu bestimmen. Das Ergebnis wird dem Stahlwerk telephonisch oder ebenfalls durch Rohrpost übermittelt, so daß also noch während des Fertigungsganges auf Grund dieser analytischen Überwachung das Stahlwerk in der Lage ist, den Herstellungsprozeß durch entsprechende Maßnahmen, z. B. durch besondere Zusätze oder dergleichen mehr in zweckmäßigster Weise zu beeinflussen<sup>1</sup>.

Mit Erfolg hat die Stahlindustrie ferner in der Nachkriegszeit den Weg beschritten, das sich ansammelnde Zahlenmaterial von betriebsmäßigen Untersuchungen auf dem Wege der Großzahlforschung zu verwerten, um so zu neuen

<sup>1</sup> Diese Einrichtungen wurden bei dem Vortrage auf der Hauptversammlung in einem Film des Verfassers vorgeführt.

Erkenntnissen und Verbesserungen zu gelangen. Daß durch diese Betriebskontrolle in der Tat ganz erhebliche Fortschritte erzielt worden sind, läßt die Abb. 18 erkennen. In Form von Häufigkeitskurven sind zusammengestellt die Ergebnisse der Prüfung der Schmelzen eines Stahlwerkes auf den Phosphorgehalt, und zwar in den Jahren 1913 und 1924. Die Abb. 18 zeigt, daß die Streuung im Phosphorgehalt im Jahre 1924 nur noch die Hälfte von der des Jahres 1913 beträgt, und daß sich ferner das Maximum der Häufigkeit zu einem niedrigeren Phosphorgehalt verschoben hat — ein klarer Beweis für die Verbesserung des Erzeugnisses auf der ganzen Linie. Es darf dazu bemerkt werden, daß gerade auf den großen Hüttenwerken und Konzernen die Möglichkeit dieser Auswertung in besonders hohem Maße gegeben ist, wie auch die großen Konzerne, die sich in der Nachkriegszeit gebildet haben, leichter die Kosten für die Unterhaltung

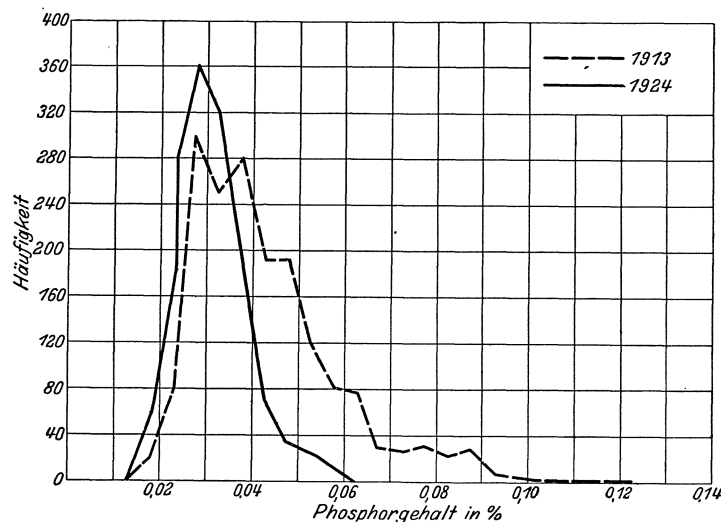


Abb. 18. Häufigkeitskurven des Phosphorgehaltes in der Stahlerzeugung eines Hüttenwerkes 1913 und 1924.

der immerhin recht kostspieligen Laboratorien, Versuchsanstalten und Forschungsinstitute aufbringen können.

Die Tätigkeit der Versuchsanstalten auf all den in den vorliegenden Ausführungen berührten Gebieten hat im Gefolge, daß in diesen Instituten auch die Frage der Prüfverfahren als solche intensiv behandelt wird. Soweit die Erkenntnisse auf diesem Gebiete in den vorstehenden Ausführungen von Bedeutung sind, sei wenigstens mit einigen Worten darauf eingegangen. Intensiv bearbeitet werden insbesondere durch die Gemeinschaftsarbeiten im Werkstoffausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute die Fragen der Anwendung der Kerbschlagprobe, die Möglichkeit der Anwendung der Streckgrenze im Abnahmewesen, die Prüfverfahren über den Verschleißvorgang u. a. m. Der heutige Stand läßt sich dahin charakterisieren, daß die Kerbschlagprobe in der bisher durchgeführten Form weder für den Verbraucher noch für den Erzeuger ein befriedigendes Untersuchungsverfahren ist, und es ist zu hoffen, daß hier bald neue grundlegende Vorschläge erfolgen. Hinsichtlich der Streckgrenze als Abnahmevorschrift kann heute gesagt werden, daß die ziffermäßige Bestimmung der Streckgrenze mit

erheblichen Unsicherheiten behaftet ist: Die Stabform, die Geschwindigkeit des Zerreiversuchs und andere Momente mehr machen die sogenannte obere Streckgrenze zu einem sehr schwankenden Wert, so daß vielleicht zu wünschen ist, daß entweder die untere Streckgrenze als Berechnungsgrundlage gewählt wird oder aber daß ziffernmäßig die Zugfestigkeit bestimmt wird und die Streckgrenze in einem gewissen Verhältnis dazu angenommen wird. Dieses Verhältnis wäre so zu setzen, daß es für die betreffende Stahlsorte stets erreicht wird, es würde dann in den meisten Fllen noch eine zusätzliche Sicherheit in der Konstruktion vorliegen. Der so wichtige Verschleißvorgang läßt sich laboratoriumsmäßig durchaus noch nicht einwandfrei erfassen, auch der laboratoriumsmige Korrosionsversuch, der hier vielleicht besonders interessiert, bedarf noch eingehender Untersuchung, bevor wir so weit sind, daß aus einem Kurzversuch auf die praktische Bewährung im Laufe der Jahre geschlossen werden kann. Sehr eingehend wird zur Zeit bearbeitet die Frage der Dauer- oder Schwingungsfestigkeit, die wohl für alle Konstruktionen von einer erheblichen Bedeutung ist. In Zahlentafel 1 sind bereits Ergebnisse über die Dauerfestigkeit einiger Baustähle, wie sie im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke ermittelt wurden, eingesetzt worden. Es bedarf aber noch umfassender Untersuchungen über die Prüfverfahren selbst sowohl wie über die verschiedenen Stähle, um hier Ergebnisse zu erzielen, mit denen der Konstrukteur arbeiten kann, wobei andererseits die Wichtigkeit nochmals unterstrichen werden soll.

Vor einem Jahre fand in Berlin die Werkstofftagung statt, die im Zeichen der Gemeinschaft zwischen der metallherzeugenden und der metallverarbeitenden Industrie stand. Wenn ich hier als Vertreter der stahlerzeugenden Industrie berichten durfte, so möchte ich nicht verfehlen, der Schiffbautechnischen Gesellschaft für diese Gelegenheit zu danken — auch für die Beziehungen zwischen dem Schiffbau und der stahlerzeugenden Industrie gilt, daß Gemeinschaftsarbeit für beide Teile förderlich ist. Wenn meine vorstehenden Ausführungen nach der Richtung einer weiteren Anbahnung und Vertiefung der Gemeinschaftsarbeit zwischen diesen Kreisen wirken würde, so wäre der Zweck zum großen Teil erfhlt.

### Erörterung.

Herr Marine-Oberbaurat Br. Schulz, Berlin:

Meine Herren! Ich möchte zunächst meinem lieben Freunde Dr. E. H. Schulz meine Anerkennung für das aussprechen, was er uns vorgeführt hat.

Wenn ich trotzdem noch einige Punkte hervorhebe, so handelt es sich um Fragen, die zum Teil schon durch die vorgeführten Lichtbilder beantwortet sind, zum Teil wollte ich noch kleine Ergänzungen bringen.

Bezüglich der Korrosionen haben wir gesehen, daß diese in Eisenbahnbetrieben festgestellt und gemessen sind. Bei der Gelegenheit wollte ich darauf hinweisen, daß während der Ila-Ausstellung ein Apparat vorgeführt wurde, der uns Schiffbauer und Maschinenbauer ganz besonders interessiert, um möglichst schnell die Einwirkungen von Seenebeln auf das Material festzustellen. Er bestand aus einem großen Glaskasten, der unten mit vier Düsen versehen war, durch welche ständig Salzwasser verdunsten konnte. Infolgedessen war der ganze Kasten mit konzentriertem Seenebel angefüllt. Es wurden darin gleichzeitig viele Versuche mit geschtzten und ungeschützten Werkstoffen gemacht, wobei die Platten mit Glasurit-Farbenanstrich von Winkelmann (Hamburg) am besten abschnitten.

Bezüglich der Kerbzähigkeit bemerke ich, daß schon vor dem Kriege im internationalen Verband für die Materialprüfung der Technik in Deutschland drei Stellen bestanden, die sich für diese Frage außerordentlich interessierten, nämlich das Materialprüfungsamt, vertreten durch Geheimrat Heyn, die Firma Krupp, vertreten durch Direktor Striebeck, und das Reichsmarineamt, das ich damals die Ehre hatte, in dieser Kommission zu vertreten. Es wurden namentlich von Geheimrat Heyn eingehende Versuche

angeregt und auch Richtlinien aufgestellt, die später weiter verfolgt sind. Ferner werden auch in der Handelsmarine schon lange bei Kesselblechen Kerbschlagproben gemacht, die zwar nicht in die Vorschriften aufgenommen sind, aber eifrig verfolgt werden. Das Reichsmarineamt hat gleichfalls eine große Reihe derartiger Versuche vorgenommen, namentlich wo es sich darum handelte, Wellen zu untersuchen.

Was die Alterungserscheinungen betrifft, so hat Prof. Bauer schon 1921 (Mitt. d. Mat.-Pr.-A. S. 251) diesen Ausdruck geprägt, und Dr. E. H. Schulz hat ja auch in den Lichtbildern verschiedene Untersuchungen von Bauer mit Izett-Stahl gezeigt.

Ich hätte gern noch etwas Näheres über die Nehlschen Versuche erfahren und wo diese veröffentlicht sind.

Aus den Versuchen, die mit Mannesmannröhren in der Ostsee vorgenommen worden sind und sich auf lange Zeit erstreckt haben, zum Teil mit kalt gezogenem, zum Teil mit warm gewalztem Material, geht hervor, daß das kalt gezogene Material im allgemeinen weniger Gewichtsverluste hatte als das warm gewalzte, so daß nach meiner Ansicht zwischen der Alterung und dieser Bearbeitung des Materials doch nicht ein solcher Zusammenhang zu bestehen scheint, der Rückschlüsse auf die Alterung zuläßt.

Bezüglich der Beanspruchungen durch den Kessel bei höheren Temperaturen ist es von gewissem Interesse, daß schon 1910 Herr Geheimrat Martens Versuche mit Material ausgeführt hat, das im elektrischen Ofen warm gemacht wurde; diese Versuche hat er in den Mitteilungen des Materialprüfungsamtes veröffentlicht (1910, S. 397).

Neuerdings ist in der Handelsmarine in größerem Umfange und mit gutem Erfolge für erhitzte Teile (bis 1000°) das Almetierverfahren der Metallisator Berlin A.-G.-Neukölln eingeführt (Schiffbau 1927, S. 438). — Dann hätte ich gern gehört, wo die Arbeiten von Prömper & Pöhl veröffentlicht worden sind. Mich interessierten besonders die Lichtbilder, soweit sie Vanadin-Stahl betrafen. Ich selbst habe seinerzeit in meiner Eigenschaft als Dezernent für die Materialprüfungen im Reichsmarineamt veranlaßt, daß während des Krieges Versuche mit Vanadin-Stahl Kruppischer Art vorgenommen wurden, und zwar handelte es sich darum, ein Material zu finden, das noch bei verhältnismäßig hohen Temperaturen absolut widersteht, keinen Zunder bildet und für die Turbinenschaufeln bei Gasturbinen geeignet ist. Dabei schloß Vanadin-Stahl als dasjenige Material ab, das von den durch Krupp zur Verfügung gestellten Stählen die größte Festigkeit von etwa 160 kg aufwies bei sehr niedriger Dehnungszahl; wir konnten dieses Material damals nicht verwenden, zumal der Preis außerordentlich hoch war. Aber aus einer Abhandlung, welche in dem Werkstoff-Handbuch für „Stahl und Eisen“ gelegentlich der Werkstoffschau Berlin 1927 herausgegeben ist, geht hervor, daß dies Material bei dem nur ganz geringem Prozentsatz von Vanadium doch konkurrenzfähig ist gegenüber Nickelstahl und auch Nickelchromstahl. Da jetzt der Preis für Vanadin-Stahl erheblich gesunken ist, so findet er wahrscheinlich auch ein größeres Anwendungsgebiet, nicht nur, wie es schon geschehen ist, im Brückenbau, sondern auch im Schiffbau.

Dr. Schulz hob ferner hervor, daß die Korrosionsneigung des Siliziumstahls für Stahlguß durch etwa 0,3% Kupferzusatz erheblich herabgesetzt wird. Ich möchte dazu bemerken, daß statt Stahlguß in neuerer Zeit mehr und mehr in Aufnahme kommen das veredelte Gußeisen sowie die auf den beiden Ausstellungen, der Ila und der Automobil-Ausstellung, gezeigten Aluminiumlegierungen Silumin, die KS-seewasserbeständige Legierung, und das Elektron. In einer am 15. dieses Monats stattgefundenen Versammlung der Gesellschaft für Metallkunde wurde besonders hervorgehoben, daß gerade diese Leichtmetallgußlegierungen eine größere Zukunft haben und wegen ihrer Leichtigkeit als Konkurrenz gegen das gewöhnliche Gußeisen im Verkehrswesen anzusehen sind, wogegen die veredelten gewalzten Legierungen wie Duralumin, Lantal usw. gegenüber den Spezialstählen nur bei starker Forderung von Gewichtsverminderung Aussicht haben, im Schiffbau usw. zu konkurrieren. Aber ich glaube, daß man in der Kriegs- u. Handelsmarine statt des Gußeisens auf Grund von Versuchen die angegebenen Leichtmetalle weit eher für Gußzwecke verwenden können.

Mit Bezug auf die Betriebsführung war auf der Ila ein optischer Apparat vertreten, der von der Firma Kollmorgen, Bülowstr. 56, hergestellt wird, um solche Stellen, an die man sonst nicht hinkommt, unter Vergrößerung von allen Seiten zu beleuchten. Während des Krieges hat Prof. Krainer die Anregung gegeben, einen Apparat durch die Firma Goertz bauen zu lassen, welcher gestattete, das Innere von Kondensatorrohren zu untersuchen, ohne die ganzen Rohre aufzuschneiden. (Schiffbau 1928, S. 396.)

Näheres hierüber ist von Prof. Krainer im „Schiffbau“ 1928, S. 396 veröffentlicht.

Zum Schluß noch etwas über Dauerversuche, die auch schon 1910 von Geheimrat Martens gemacht worden sind. Es haben später die Engländer und Amerikaner mit sehr großem Geldaufwand weitere Versuche ausgeführt, die ergaben, daß das Gefüge von Stahl und Eisen hierbei nicht verändert wird und daß eine sog. Spannungs- und Dauerbruchgrenze existiert, unter welcher auch bei einer Hunderte von Millionen betragenden Beanspruchung kein Dauerbruch mehr zu erwarten ist.

Noch interessanter ist die Feststellung von Moore, wonach die aus Erwärmungen des Probestabes schon bei einer verhältnismäßig kleinen Anzahl von Lastwechseln (ungefähr 1000) gefundene Dauerbruchgrenze mit derjenigen übereinstimmt, die sich aus dem vollständigen, bis zum Bruch durchgeführten Dauerversuch ergibt.

Die damals existierenden Prüfmaschinen sind von Geheimrat Rudeloff in den Verh. des Ver. z. Bef. des Gew. Fl. 1916 veröffentlicht worden. Als erste in die Praxis eingeführt ist das Dauerschlagwerk von Krupp (Kruppsche Monatshefte 1920, S. 63 u. 101) zu nennen; dann folgte die Dauerbiegemaschine von Schenk (Dissertation von 1925). Auf der Ila wurden gezeigt die Drehschwingungsmaschine der MAN, die Dauerbiegevorrichtungen für dünne Leichtmetallbleche und Sperrholz, Bauart der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, und vor allem die Dauerprüfmaschine für Torsionswechselbelastung von Losenhäusen. Diese arbeitet mit statischer Vorlage mit darüber gelagerter Schwingungsbelastung und verwendet ein neues Verfahren zur abgekürzten Bestimmung der Dauerfestigkeit, so daß wohl die großen Geldmittel von früher entsprechend gekürzt und schnellere Resultate erzielt werden können.

Weitere Angaben könnten durch die Firma selbst oder durch Marinebaurat Boshuszewicz gemacht werden.

Herr Marinebaurat v. Bohuszewicz, Düsseldorf:

Meine Herren! Herr Dr. Schulz und Herr Marinebaurat Schulz haben schon auf die schnelle Bestimmung der Dauerwechselfestigkeit hingewiesen. Daß die Dauerwechselfestigkeit unbedingt weiter untersucht werden muß, ist sicher, denn es hat sich im Laufe unserer zahlreichen Versuche gezeigt, daß man außerordentlich große Überraschungen erlebt, wenn man Stähle, die sonst in bezug auf Zerreißfestigkeit und Dehnung ganz hervorragend sind, auf Dauerwechselfestigkeit untersucht. Natürlich ist die reine



Abb. 1. Dauerprüfmaschine für kombinierte statische und dynamische Belastungen (Torsionswechselbelastung).

Untersuchung auf Dauerwechselfestigkeit bis zum Bruch etwas langweilig und erfordert eine ungeheure Zeit, selbst wenn man hohe Frequenzen annimmt — wir haben Frequenzen von 50 Wechsel pro Sekunde —, so dauert es doch noch mehrere Tage. Es ist daher ein neues Verfahren vom Losenhausenwerk, Düsseldorf ausgearbeitet worden, das eigentlich mit dem Verfahren verwandt ist, das Herr Oberbaurat Schulz eben erwähnte; er sagte, daß schon bei 1000 Wechseln ein Kriterium über die Brauchbarkeit des Stahles erscheint. Das Verfahren unterscheidet sich von anderen dadurch, daß man dem Stahl eine statische Vorspannung gibt und dieser Vorspannung eine Wechselbelastung überlagert. Dann ergibt sich sofort nach einer Wechselbelastung von vielleicht 5—10 Sekunden — es sind also ungefähr 1000 Wechsel — sofort, wie sich der Werkstoff bezüglich Wechselfestigkeit verhält. Das Besondere gegenüber den anderen Maschinen ist die Prüfung über statische Vorlast, und ich möchte dringend warnen, es nicht zu tun, denn wenn man nicht

über statische Vorlast prüft, bekommt man tatsächlich falsche Ergebnisse und züchtet Stähle, die nicht mehr brauchbar sind. Ich möchte beinahe behaupten, daß die vielen Dauerbrüche der letzten Zeit dadurch entstanden sind, daß man falsche Stähle gezüchtet hat, die bei einer Prüfung um Null herum, also Druck und Zug gleichmäßig verteilt, verhältnismäßig gute Werte geben, aber wenn sie unter statischer Vorlast untersucht werden, versagen.

Nun gibt es wieder andere Materialien, die eine verhältnismäßig geringe Dauerfestigkeit ohne statische Vorlast haben, die aber eine sehr erfreuliche Kurve zeigen, welche zeigt, daß die Dauerfestigkeit mit wachsender statischer Vorlast steigt. Es ist also eine große Schwingungsfestigkeitsreserve in dem Material, trotzdem mit einer der bisher üblichen Schwingungsmaschinen geringe Werte festgestellt wurden.

Die Ausführung der Maschine möchte ich ganz kurz streifen. Die Maschine arbeitet mit einem Schwingungsmotor. Dieser rotiert nicht, sondern schwingt nur im Wechselstromfelde. Mit dieser Maschine kann man zunächst statische Torsionsbeanspruchung ohne weiteres messen, weil der Schwingungsstab außerdem als Meßstab benutzt wird. Die Ablesung wird mit Spiegelapparaten gemacht, also mit einer Genauigkeit wie bei einem Kontrollstab.

Ich möchte noch auf einen sehr wichtigen Punkt hinweisen. Das ist die Konstanz der Amplitude. Selbstverständlich muß man diese Maschine mit Schwingungsbeanspruchung ausführen. Dabei ist die

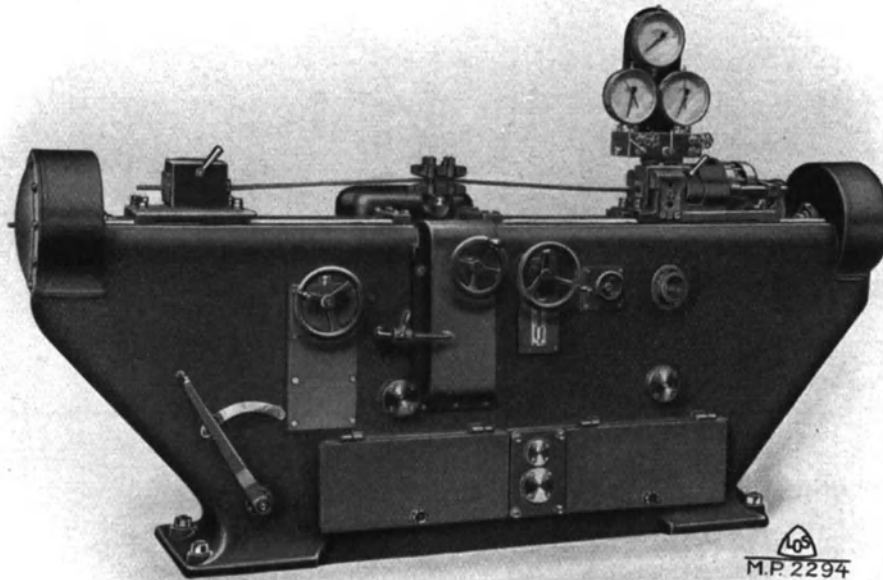


Abb. 2. Dauerprüfmaschine zur dynamischen Untersuchung von Konstruktionsteilen

Konstanz der Amplitude das wichtigste, was überhaupt bei der ganzen Ausführung notwendig ist. Die Amplitude bedeutet dasselbe, was bei einer Zerreißmaschine die Anzeigegenauigkeit ist. Wenn sich diese Amplitude unbeabsichtigt ändert, so ändert sich die Beanspruchung. Die Amplitude ist sogar noch wichtiger, da ja die Versuche, vor allem Dauerversuche, meistens in der Nähe der Ermüdungsgrenze vorgenommen werden. Wenn aber die Amplitude nicht konstant ist, stößt man in das Ermüdungsgebiet hinein und verletzt damit den Stab. Also um einen klaren Begriff zu haben: eine Maschine, die keine konstante Amplitude hat — und es gibt leider einige, die eine sehr geringe Konstanz haben — ist dasselbe wie eine Zerreißmaschine, die vielleicht 10 oder 20% Fehler hat, bei der man bei der Zerreißprobe eine Säge nimmt und den Stab ansägt. Eine derartige Maschine ist nicht brauchbar.

Wir haben ein besonderes Verfahren zur Aufrechterhaltung der Amplituden in Resonanz. Wir haben zwei gekoppelte Schwingungssysteme, die dicht nebeneinander liegen. Diese werden gedämpft.

Man kann auch Dauerprüfungen an Du-Aluminium und derartigen Leichtmetallen machen, die bisher außerordentlich schlecht zu behandeln waren. Ein derartiger Versuch dauert ungefähr 10 Minuten, um diese Kurve festzulegen.

Eine weitere Anwendung des Systems ist die Untersuchung von Kurbelwellen. Wir sind jetzt in der Lage, fertige Bauteile, ohne daß sie zerstört werden, auf Ermüdungsfestigkeit zu untersuchen. Der Vorgang ist der, daß man dem Bauteil eine kleine Vorspannung gibt, also in diesem Falle eine Torsionsspannung, dann darüber eine Schwingungsbelastung gibt und dann beobachtet, wann ein kleines Ausweichen der statischen Belastung eintritt. Diese Ausweichungen betragen, am Umfang gemessen, vielleicht  $\frac{1}{100}$  mm und noch weniger, so daß das Bauteil dann nicht verletzt ist. Man kann also für einen normalen Teil feste Vorschriften geben und kann sofort Teile, die irgendwelche Fehler haben, aussondern.

Dies ist eine Maschine, hauptsächlich für Dauerwechselbeanspruchungen für größere Teile. Diese ist besonders für Drahtseile eingerichtet. Die Maschine arbeitet nicht mehr elektrisch, weil das Umsteuern von elektrischen Strömen teilweise zu unangenehmen Erscheinungen führt, vor allem, wenn man Kontakte einführt. Die Amplitudenkonstanz ist nicht gewährleistet, weil die Kontakte sich stark ändern. Sie arbeitet pneumatisch. Es ist ein Schwingungssystem, das durch Verschieben von Massen verändert werden kann.

Ich zeige Ihnen hier noch eine ganz große Maschine für große Beanspruchungen von Eisenkonstruktionen usw.

Wenn ich dadurch auf die Wichtigkeit der Dauerwechselbeanspruchung hingewiesen habe, so glaube ich besonders hierfür in Schiffbaukreisen auch einen Widerhall zu finden. Einiges Nähere ist in dem Archiv des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute veröffentlicht, in Blatt Nr. 135: Die Schnellbestimmung der Dauerwechselfestigkeit. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr.-Ing. E. H. Schulz (Schlußwort):

Meine Herren! Ich kann mich sehr kurz fassen, da die beiden Diskussionsredner ja eigentlich nur in liebenswürdiger Weise einige Vervollständigungen zu meinen Ausführungen gegeben haben.

Folgende Fragen darf ich beantworten.

Über die Mitteilungen, die ich über die Untersuchungen von Nehl machte, ist, soweit ich unterrichtet bin, in den Mitteilungen des Verbandes der Großkesselbesitzer berichtet, vorläufig allerdings erst auszugsweise. Sie sollen demnächst ausführlich veröffentlicht werden. Herr Dr. Nehl war so freundlich, mir das gezeigte Kurvenbild vorweg besonders zur Verfügung zu stellen.

Die Veröffentlichung von Prömper und Pohl erfolgte im „Archiv für Eisenhüttenwesen“ bzw. „Stahl und Eisen“ vor etwa einem Jahre<sup>1</sup>.

Zur Frage der besonderen Ausführung von Korrosionsversuchen, die Herr Oberbaurat Schulz anschnitt, folgendes: es gibt ja eine ganze Reihe von Möglichkeiten, die Korrosionsversuche zu variieren. Wir machen auch selbstverständlich davon Gebrauch. Immerhin möchte ich die Ansicht vertreten, daß der Korrosionsversuch im Laboratorium um so sicherer ist, je einfacher er ist, denn je mehr Komplikationen hineinkommen, desto fraglicher werden die Ergebnisse.

Die Untersuchung der Standfestigkeit bei hohen Temperaturen, wie sie beispielsweise von Prömper und Pohl durchgeführt wurde, ist heute in der Hauptsache eine Maschinenfrage. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung hatte auch sehr schöne Erfolge zu verzeichnen. Die Maschinen sind aber noch verbesserungsfähig.

Zur Frage des Vanadinstahls sei bemerkt, daß der Abfall der Dehnung, von dem Herr Oberbaurat Schulz sprach, bei dem von mir behandelten sehr niedrig legierten Stahl nicht vorliegt.

Die Ausführungen von Herrn Baurat Bohuszewicz waren meines Erachtens auch deshalb noch besonders dankenswert, weil er auf die Schwierigkeiten und die Komplikationen hingewiesen hat, die in der Dauerprüfung vorliegen. Ich möchte das unbedingt unterschreiben. (Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender Herr Prof. Laas:

Der Vortrag hat großes Interesse bei uns gefunden, nicht bloß bei den Schiffbauern, Kesselbauern und Maschinenbauern, sondern ich glaube auch bei den Reedern. Wenn die Reeder etwas von Korrosion oder gar von Stahlgußketten bis zu den größten Abmessungen hören, so werden sie auch aufhorchen, und ich freue mich, daß Herr Dr. Schulz uns in ein Gebiet hineingeführt hat, das für uns von der allergrößten Bedeutung ist. Wir haben leider nicht die Zeit, uns eingehend mit den Fortschritten in der Herstellung der Baustoffe laufend zu beschäftigen. Ich glaube, die Schiffbautechnische Gesellschaft kann für die Zukunft häufiger solche Vorträge brauchen, die uns einen Einblick in Nachbargebiete verschaffen. Daß das Herr Dr. Schulz so geschickt gemacht hat, dafür wollen wir ihm ganz besonders danken. (Lebhafter Beifall.)

<sup>1</sup> Archiv für das Eisenhüttenwesen 1 (1928), S. 785.



## VII. Aufgaben und Fortschritte der Dehnungsmessung am Schiff im Seegang.

Von Dr.-Ing. Siemann, Bremen.

Die Spannungsgröße und -verteilung im Schiffskörper zu ermitteln ist eine Aufgabe, deren Lösung zur Zeit nach zwei verschiedenen Methoden versucht wird.

Die ältere Methode bedient sich der unmittelbaren Messung der Dehnung am „fahrenden Schiff“ im Hafen sowie im Seegang, von deren Aufgaben und Fortschritten im Hinblick auf die Ergebnisse der Meßreise mit dem Frachtdampfer „Göttingen“ des Norddeutschen Lloyd im folgenden berichtet werden soll. Die jüngere Methode sucht — gewissermaßen weiter ausholend — am einfachen, kastenförmigen Schiffsmodell die Frage der statischen Spannungsverteilung grundsätzlich zu klären, die Frage der mittragenden Breite, des Einflusses, der Knickung usw.

Bis jetzt wurden diese Untersuchungen auf diesen verschiedenen Wegen getrennt vorgenommen; es ist wohl an der Zeit darauf hinzuweisen, daß nicht gegenseitige Ablehnung, sondern gemeinschaftliche Arbeit die Frage der Spannungshöhe und -verteilung im Schiffskörper bei Seegang der Lösung näherbringen, ihre endgültige Lösung beschleunigen wird. Die Messung am „fahrenden Schiff“ nach Möglichkeit im Laboratorium vorzubereiten, kann man für zweckdienlich halten; umgekehrt werden die Ergebnisse der Laboratoriumsmessung wiederum ohne Nachprüfung am „fahrenden Schiff“ nicht das Maß der Wertschätzung erlangen, das sie verdienen.

Die ungünstige, wirtschaftliche Lage des Schiffbaues hemmt zur Zeit die Zusammenarbeit, da das eine wie das andere Verfahren erheblicher Mittel zur weiteren Fortführung der Arbeiten bedarf.

Die mit geringen Mitteln vom Verfasser seit 1913 unternommene Entwicklung der „Dehnungsmessung am Schiff im Seegang“ umfaßt im wesentlichen das Verfahren der selbsttätigen Aufzeichnung der Dehnungskurven auf photographischem Wege<sup>1</sup>, dann die Ausbildung des elektrischen Ferndehnungsmeßverfahrens<sup>2</sup>, ferner die gemeinsame Aufzeichnung von Dehnungs- und Schlingerkurven bei der Probefahrt des Rotorschiffs „Barbara“ und endlich die in einem Schaubild vereinigte, gleichzeitige Aufzeichnung von Wellenprofil-, Schiffsbewegungs- und Materialdehnungskurven auf der Meßreise mit der „Göttingen“ im vergangenen Jahre.

<sup>1</sup> Z. d. V. d. I. Jg. 1914. S. 1161.

<sup>2</sup> Z. d. V. d. I. Jg. 1926. S. 539.

Neben dem schon genannten Hauptziel der „Göttingen“-Reise, der gemeinsamen und gleichzeitigen Aufzeichnung von Wellenprofil-, Schiffsbewegungs- und Materialdehnungskurven, ergab sich als Nebenziel die Beantwortung der Frage der Eignung von Frachtdampfern für Ferndehnungsmessungen am Schiff im Seegang.

Bisher hat man die Unzugänglichkeit der Laderäume auf See als Hindernis für Dehnungsmessungen an Frachtdampfern im Seegang angesehen, und doch war zu wünschen, daß für die Nachprüfung der Laboratoriumsmessungen gerade die allereinfachsten Schiffstypen — also Frachtdampfer — herangezogen werden konnten. Nach Schaffung stabil gebauter, elektrischer Ferndehnungsmesser lag kein Grund mehr vor, die Frachtdampfer von der Messung auszuschließen.

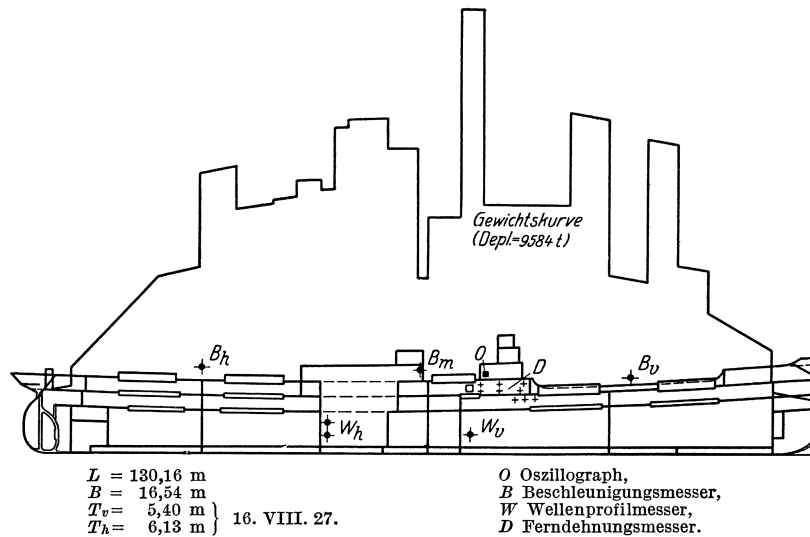


Abb. 1. Dampfer „Göttingen“ [Ausreise].

Unter diesen Umständen wurde der Frachtdampfer „Göttingen“ (Abb. 1) dank dem freundlichen Entgegenkommen des Nordd. Lloyd für die Ausführung der kombinierten Messungen gewählt. Die zahlreichen Kabelleitungen konnten ungestört über Deck zur Meßzentrale verlegt werden, die Beobachtung der Wellenhöhen vom niedrigen Deck aus war bequem ausführbar. Die verhältnismäßig langdauernde Reise bildete eine gewisse Gewähr, daß auch schlechtes Wetter unterwegs angetroffen wurde. Man konnte ferner annehmen, daß die Schiffsleitung eines Frachtdampfers etwaigen Wünschen, die auf zeitweilige Änderung der Fahrtrichtung oder gar auf eine, wenn auch nur für kurze Zeit erfolgende, völlige Umkehr der Fahrtrichtung hinausliefen, leichter entsprechen könnte. Leider war die Konservierung während der langen Kriegszeit im feindlichen Ausland so unzureichend vorgenommen worden, daß die Oberflächenbeschaffenheit der Außenhautinnenfläche sich teilweise in einem für Dehnungsmessungen ungewöhnlich ungünstigen Zustande befand.

Es ergab sich, daß an und für sich das Ansetzen von stabil gebauten Ferndehnungsmessern in Laderäumen von Frachtdampfern überall möglich ist. Unter Voraussetzung weitgehendsten Entgegenkommens seitens der Schiffsleitung, wie

es dem Verfasser an Bord der „Göttingen“ erwiesen wurde, wird man mit Beschädigungen des Meßgeräts durch Ladungsbewegung nicht zu rechnen haben.

Schwierigkeiten ergeben sich beim Entladen und Laden der Frachtdampfer, insofern die zum Ansetzen bzw. zum Ummontieren der Meßgeräte verbleibende Zeit schlecht vorherzubestimmen und außerdem sehr kurz ist. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Fernmeßgeräte so zu konstruieren, daß sie sich sehr schnell und doch zuverlässig und unverrückbar ansetzen lassen, sonst ist der Erfolg zweifelhaft. Wenn nicht zufällig die Laderäume leer gefahren werden oder mit schwerer Schüttladung nur teilweise gefüllt sind, ist während einer Reise nur ein einmaliges Ummontieren der Meßgeräte möglich. Daraus folgt weiter die Notwendigkeit, mit einer recht großen Zahl von Fernmeßgeräten auf die Reise zu gehen.

Das Hauptziel der Meßreise, die gemeinsame und gleichzeitige Aufzeichnung von Wellenprofil-, Schiffsbewegungs- und Materialdehnungskurven, hatte sich der Verfasser in der Hoffnung gestellt, die ersten beiden Kurvenarten zu einer wenigstens qualitativen Analyse der Spannungskurven verwerten zu können. Vorbedingung hierfür war, daß die Wellen genau in Kielrichtung liefen bzw. daß das Schiff genau in Richtung mit oder gegen den Wind gelegt wurde, so daß keine zusätzlichen seitlichen Biegemomente oder Drehmomente das Spannungsbild störten und außerdem der Bewegungszustand des Schiffes und das Profil der Welle möglichst einwandfrei erhalten wurden. Alle weiteren Ausführungen sind demgemäß stets als unter dieser Einschränkung gemacht zu verstehen.

#### Fernmessung der Dehnung.

Die Konstruktion der Kohleferndehnungsmesser (D.R.P.) dürfte im Prinzip aus der Veröffentlichung der Meßreise mit der „Westphalia“ der H.A.L.<sup>1</sup> bekannt sein. Wie Abb. 2 zeigt, ist die Konstruktion seitdem nicht unwesentlich verbessert worden; die erreichten Vorteile bestehen in der Anordnung von nur zwei Meßspitzen, in der Erzielung einer sehr geringen Meßlänge von nur 50 mm, eines verhältnismäßig geringen Eigengewichtes und einer entsprechend hohen Eigenschwingungszahl des Meßgerätes.

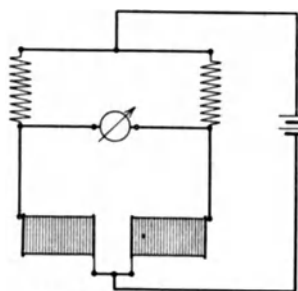
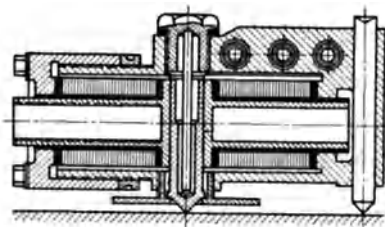


Abb. 2. Ferndehnungsmesser.

Das Meßprinzip ist kurz folgendes: Durch die Bewegung der beweglichen Meßspitze werden die elektrischen Widerstände der vorbelasteten Kohlescheibensäulen verändert. Diese Kohlesäulen bilden die eine Hälfte einer Wheatstoneschen Brücke. Der infolge der Widerstandsveränderung sich ergebende Brückenstrom wird mit Hilfe eines Oszillographen (eines optischen Stromkurvenzeichners Prinzip Abb. 3)<sup>2</sup> aufgezeichnet und ergibt so die Größe der Bewegung der Meßspitze und damit die Materialdehnung.

<sup>1</sup> Z. d. V. d. I. Jg. 1926. S. 539.

<sup>2</sup> Stahlbau 1928. Heft 13. S. 150.

Das Reichsbahnzentralamt hat in dankenswerter Weise Schüttelversuche mit den beschriebenen Meßgeräten angestellt und eine Eigenschwingungszahl von etwa 260 Hertz (1 Hertz = 1 Schwingung i. d. Sek.) festgestellt. Weitere Versuche an Eisenbahnbrücken haben zu einer noch stabileren Bauart (Abb. 4) geführt, deren Schwingungszahl ein Mehrfaches der genannten Zahl beträgt.

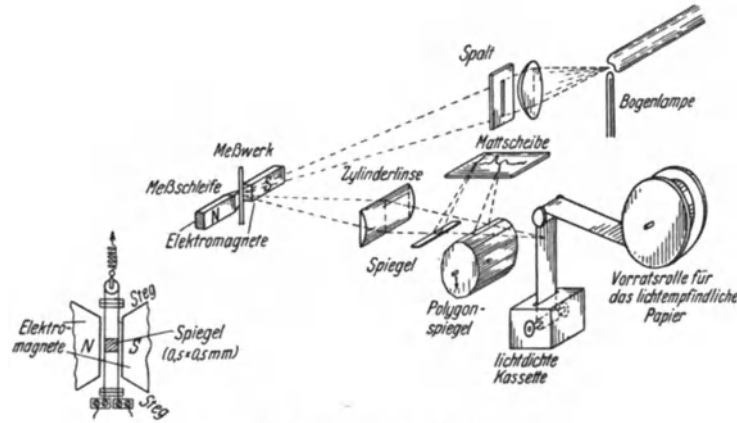


Abb. 3. Wirkungsweise des Oszillographen.

Infolge verspäteter Lieferung der Meßgeräte konnte eine gewisse, anfangs vorhandene Unstabilität beim Ansetzen der Meßgeräte erst nach der Reise beseitigt werden. Abb. 5 zeigt die Anwendung des Ferndehnungsmessers für Messungen an Eisenbahnbrücken<sup>1</sup>. An den Lücken der Zeitmessung erkennt man die Stellung der Lokomotivachsen in der kritischen Lage, die vor dem Durch-

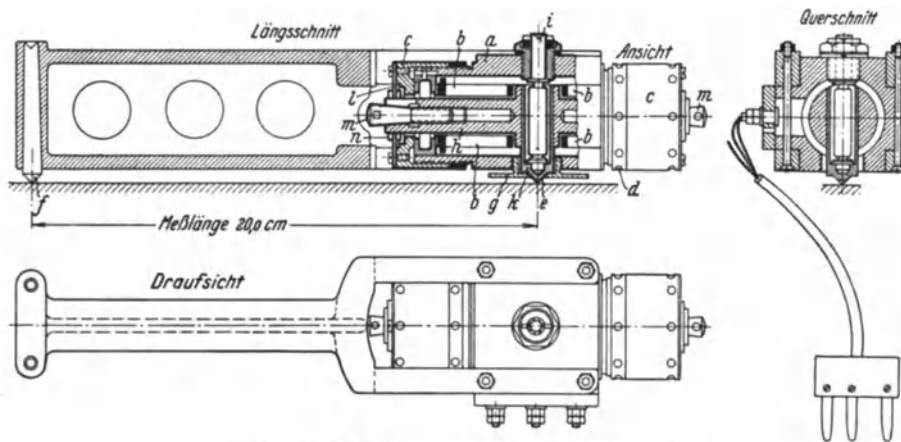
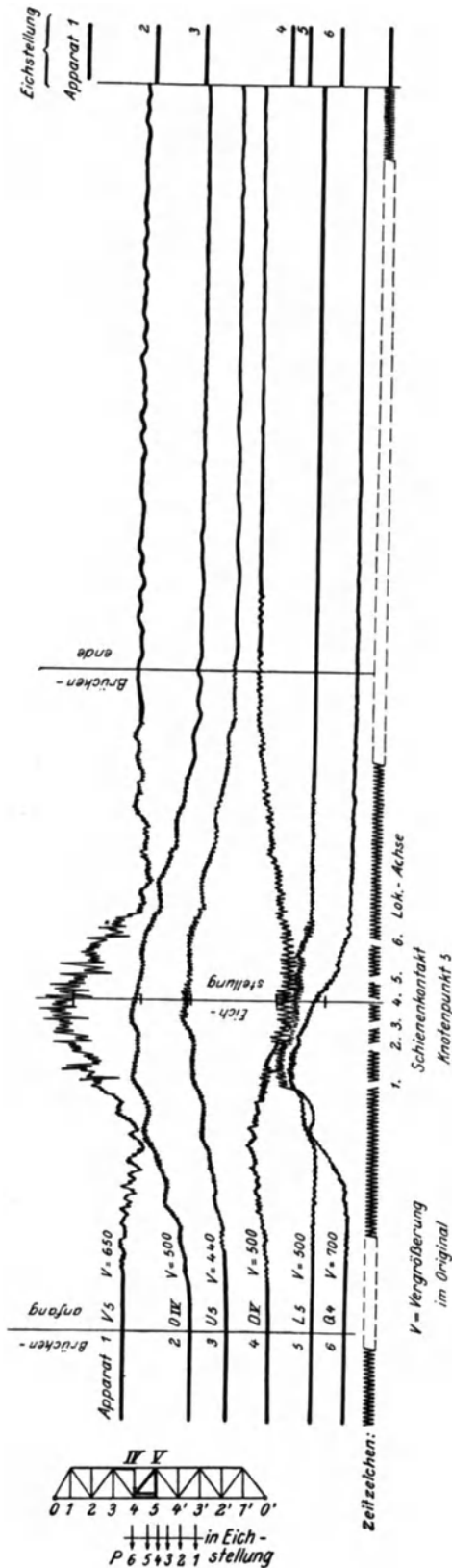


Abb. 4. Ferndehnungsmesser für Brückenmessung.

fahren als Eichstellung für ruhende Belastung benutzt wurde. Man sieht deutlich, daß in allen gemessenen Stäben die Spannungen, die bei ruhender Belastung erzielt wurden, überschritten worden sind.

Eine ausreichende Konstanz der Messungen wurde erreicht, als man dazu überging, vor jedem Versuch die Lokomotive einige Male über die Brücke hin- und herfahren zu lassen. Nur wiederholbare Messungen liefern gute Ergebnisse.

<sup>1</sup> Stahlbau 1928. Heft 13. S. 150.



Messungen am „fahrenden Schiff“ und ebenso Messungen im Laboratorium am Modell sind solche wiederholbaren Messungen. Im Laboratorium werden die Versuche zwölfmal ausgeführt, bei Messungen im Seegang bringt jeder Wellendurchgang eine Wiederholung, wenn auch nur angenähert.

Das Ansetzen der Meßgeräte an der Außenhaut der „Göttingen“ erfolgte in der aus älteren Veröffentlichungen bekannten Weise (Abb. 6). Besser würden

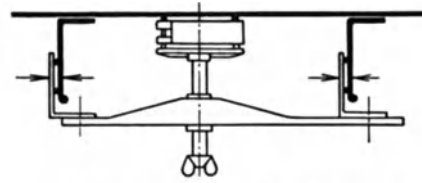


Abb. 6. Befestigung der Dehnungsmesser.

in Zukunft Bügel zu verwenden sein, deren Spindelmutter innerhalb eines Bügelschlitzes verschoben werden kann, um für Trajektorienmessung die Meßpunkte beliebig nahe wählen zu können. Die Kabel wurden von der Meßzentrale aus über Deck entweder durch die Ventilatoren oder durch Zwischenräume zwischen den Lukendeckeln hindurch zu den Meßstellen im Laderaum geführt.

Bei den Messungen an Bord der „Göttingen“ wurde eine konstante Kabellänge von 50 m verwendet. An die Einhaltung bestimmter Kabellängen ist man neuerdings nicht mehr gebunden, nachdem es gelungen ist, den Widerstand der Kohlen-säulen des elektrischen Ferndehnungsmessers von etwa 0,8 Ohm auf über 100 Ohm zu erhöhen. Der Einfluß des hiergegen geringfügigen Kupferleitungs-widerstandes ist verschwindend und somit die Fernmessung auf mehrere 100 m ermöglicht. Das soeben in Abb. 5 gezeigte Schaubild der Brückenspannungen wurde in etwa 500 m Entfernung von der Brücke

mit Hilfe eines Oszillographen aufgenommen. Es wäre darnach wohl ausführbar, auf einem in 500 m Abstand fahrenden Begleitschiff die Spannungskurven aufzuzeichnen und Bewegungszustand und Wellenkontur am zu messenden Schiff entlang durch Filmaufnahmen einer Telekamera festzustellen, wenn nicht der im folgenden geschilderte, auf der „Göttingen“-Reise eingeschlagene Weg vorteilhafter erschiene, bei dem alle erforderlichen Angaben auf demselben Papierstreifen erhalten werden.

Die Eichung der Dehnungsmesser erfolgte, da das Ansetzen der Geräte am Rundstab im Laboratorium wegen eines schon oben erwähnten Mangels nicht mehr vor der Reise zu erreichen war, durch Parallelmessung mit älteren selbstkonstruierten hydraulischen Dehnungsmessern<sup>1</sup> des Verfassers.

Wie schon gelegentlich der vorjährigen Hauptversammlung ausgesprochen, war die Zahl der vorhandenen Ferndehnungsmesser zu gering, als daß an Trajektorienmessung hätte gedacht werden können.

Grundsätzlich gestattet das ausgeführte Schiff gerade wegen der Größe der zur Verfügung stehenden Flächen die gleichzeitige Dehnungsmessung nach mehreren Richtungen an derselben Meßstelle in gleicher Weise wie beim Modell. Glatte Dünung nach dem Sturm ergibt hierfür die brauchbarste Versuchsgrundlage. Die gefürchtete Komplikation infolge von Kräften mittragender Breite längs und quer, sowie infolge von Knick- und Biegungsspannungen erscheint nicht als so bedenklich, daß nicht das mit Hilfe einer großen Zahl von Dehnungsmessern erhaltene, ausführliche Dehnungsbild sowohl in den Höchstwerten der Dehnung als auch dem Kurvenverlauf nach sehr wertvoll sein dürfte.

Nur ein Beispiel. Auf die hohen dynamischen Spannungen in der Nähe der Frontschotte wird mit Recht immer wieder hingewiesen. Auf der diesjährigen Frühjahrsversammlung der I.N.A. wurde im Hinweis auf einen vor dem Frontschott erfolgten Bruch des Schiffes „Lochmonar“ ( $L = 148$  m) weitere Verstärkung der Schiffe an dieser Stelle gefordert. Das Motorschiff „Isis“ ist in diesem Frühjahr infolge Grundberührung im Deck vor der Brücke gerissen und in derselben Spantebene im Boden und in den unteren Seitenflächen in fast idealer Weise eingeknickt.

Messungen, mit einer großen Zahl Ferndehnungsmessern an dieser gefährdeten Stelle im Seegang ausgeführt, werden ein recht vollkommenes Bild der auftretenden Materialdehnung geben. Bis zu welchem Grade der Zuverlässigkeit die nachfolgende Analyse dieses dynamischen Dehnungsbildes führen wird, ist gewiß eine wichtige Frage, immerhin gegenüber der Frage nach den Höchstwerten der dynamischen Dehnung zunächst noch eine Frage zweiter Ordnung. Bisher war die Chronik der aufgetretenen Brüche die Quelle der meisten im Schiffbau vorgenommenen Verbesserungen. Die Verbesserungen in richtiger Weise durchzuführen, ist zweifelsohne eine für theoretische Berechnung dankbare Aufgabe. Die Nachprüfung der durch die vorgenommene Verbesserung erzielten Wirkung dagegen wiederum ein Feld für Dehnungsmessung „am fahrenden Schiff“.

<sup>1</sup> Beschrieben in: Z. d. V. d. I. Jg. 1922. S. 373.

Man kann im Zweifel darüber sein, ob das Beispiel Englands, einen Beamten der Versicherungsgesellschaft mit den Dehnungsmessungen am „fahrenden Schiff“ zu betrauen, nachahmenswert ist, aber man wird zugeben müssen, daß diese Maßnahme ein deutlicher Beweis dafür ist, wie hoch man in England die Dehnungsmessungen „am fahrenden Schiff“ einschätzt. Die Annahme, daß die dynamischen Zusatzspannungen nicht erheblich wären, trifft nicht zu.

### Messung des Wellenprofils.

Bei der Bestimmung des Wellenprofils ließ sich der Verfasser von der Anschauung leiten, daß die der wechselnden Wassertiefe proportionale Außenhautdurchbiegung zwischen zwei benachbarten Spanten eine brauchbare Unterlage bieten müsse.

Zur Messung dieser Durchbiegung wurde der in der Z. d. V. d. I. Jg. 1926, S. 539 beschriebene ältere Ferndehnungsmesser benutzt. Wie Abb. 7 ergibt,

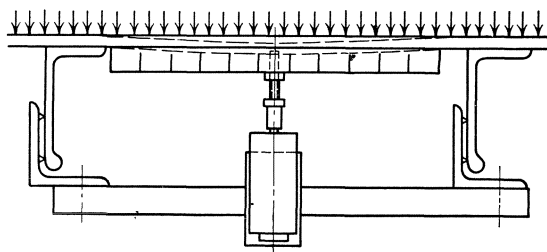


Abb. 7. Befestigung der Wellenprofilmesser.

wurde das Anbohren der Außenhaut dadurch vermieden, daß eine vielfach eingeschnittene Hartholzlatte auf die Außenhaut aufgeleimt wurde. Diese auf einer Fahrt mit dem Dampfer „Phoenix“ in der Nordsee erprobte Befestigung versagte auf der atlantischen Fahrt bald unter der Wirkung des Golfstromes. Man wird in Zu-

kunft ohne Zuhilfenahme einer etwa 3 mm Durchmesser und 4 mm Gewindelänge aufweisenden Anbohrung der Außenhaut, z. B. an der Kante der Außenhautlandung, nicht auskommen. Diese Art der Anbohrung wird kaum Bedenken erregen.

Die Durchbiegung eines 1 cm breiten Außenhautstreifens von Spant zu Spant bei 1 m Wasserhöhendifferenz beträgt z. B. bei 17 mm Außenhautstärke und 690 mm Spantenabstand annähernd

$$f = \frac{0,1 \cdot 69^4 \cdot 12}{2150000 \cdot 1 \cdot 1,7^3 \cdot 384} = 0,067 \text{ mm,}$$

also eine leicht meßbare Größe. Bei einer Welle von 130 m Länge und 6 m Höhe würde  $f_{\max} = + - 0,201$  mm sein. Bei Messung an einer Längsnaht würde sich die Durchbiegung wesentlich verringern; bei der großen Empfindlichkeit der Meßgeräte ist dies indessen ganz vorteilhaft.

Die hydrodynamische Druckverteilung ergibt eine Verringerung der Wirksamkeit der Welle, die einer Verkleinerung der halben Wellenhöhe  $r$  auf den Wert  $r' = r \cdot e^{-\frac{2nh}{L}}$  entspricht, worin  $h'$  die Tiefe der Meßstelle unter der Wasseroberfläche bedeutet.

Man setzt zweckmäßig die Durchbiegungsmesser im Bereich des Mittelschiffs in der Nähe der Drehachse für Stampfbewegung an, damit die Stampfbewegung in den Biegungskurven nicht zu sehr zur Geltung kommt. Die Biegungskurve erfährt durch die Tauchbewegung eine Abschwächung, durch die Stampfbewegung

je nach Lage der Welle zur Schwingungsphase eine Abschwächung oder Vergrößerung. In jedem Falle muß die aufgezeichnete Durchbiegungskurve auf Grund der Schiffsbewegungskurven korrigiert werden.

Den Einfluß der Längsspannung auf die Durchbiegungskurve schaltet man am besten aus, indem man die Durchbiegungsmesser in Höhe der neutralen Achse des Schiffskörpers ansetzt.

Die möglichen Fehler einer Berechnung der Wasserhöhendifferenz aus der gemessenen Außenhautdurchbiegung, Fehler, die sich vor allem aus der stets vorhandenen Ungleichheit der Plattenstärke (Rostschicht) sowie aus der hydrodynamischen Druckverteilung ergeben könnten, umgeht man durch Eichung der Durchbiegungskurven mit Hilfe mittelbarer Ablesung der Wellenhöhe an einer zu diesem Zwecke an der Außenseite der Außenhaut in Schiffsmittle angebrachten Skala oder besser noch durch photographische Festlegung von einer auf die Skala eingestellten Kamera aus, die an einer Holzlatte nach Abb. 8 befestigt ist. Bei der Auswertung der Eichung ist der Einfluß der Tauchung und Längsneigung in Rücksicht zu ziehen.

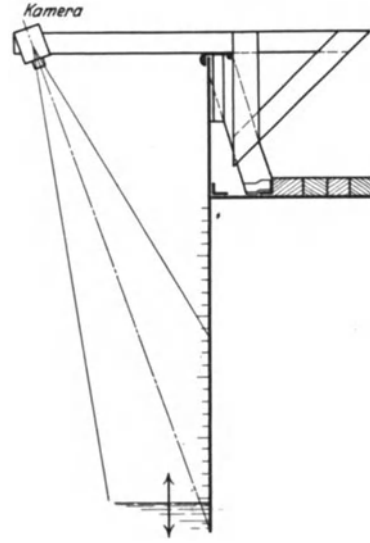


Abb. 8. Befestigung der Kamera.



Abb. 9 a. Wellental.



Abb. 9 b. Wellenberg.

Abb. 9 a u. b. Eichaufnahmen der Welle.

Abb. 9 zeigt zwei auf der Reise angestellte Eichaufnahmen, welche die Möglichkeit einer ausreichend genauen Ablesung belegen. Mit Hilfe einer licht-



stärkeren Kamera und vergrößerter Ausladung der Kameraspiere ließen sich diese Aufnahmen erheblich verbessern. Die zeitliche Einordnung der photographisch ermittelten Wellenhöhe in die mit Hilfe des Oszillographen gewonnenen Wellenkurven wird durch Telephon vermittelt.

Um nachzuweisen, daß die in dieser Weise aufgenommenen Biegungskurven für verschieden hoch gelegene Punkte derselben Spantebene gleichartig verlaufen, wurden im mittschiffs gelegenen Maschinenraum zwei Meßstellen übereinander in einem der Stringerentfernung entsprechenden Abstand angeordnet.

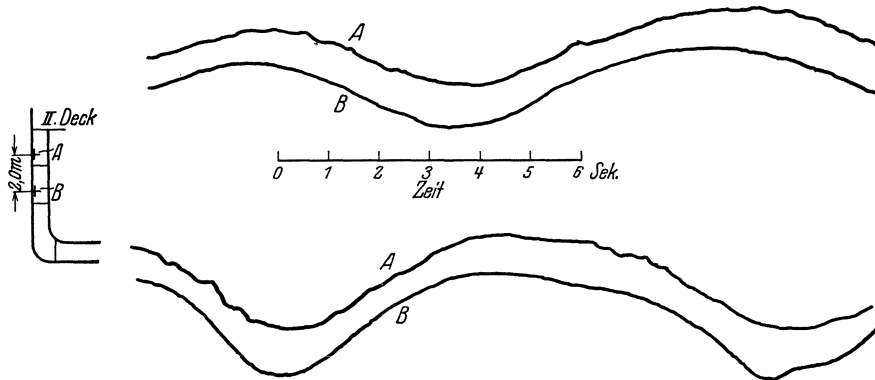


Abb. 10. Gleichzeitig bei A und B aufgenommene Außenhautdurchbiegungskurven.

Das Ergebnis der Wellenaufnahme zeigt Abb. 10. Man kann annehmen, daß sich diese Übereinstimmung bei modernen Frachtdampfern ohne Seitenstringer auch noch über die Wasserlinie hinaus erstrecken wird.

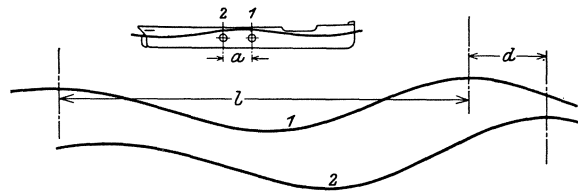


Abb. 11. Anordnung der Wellenprofilmesser.  $L_w = \frac{a \cdot l}{d}$ .

Mißt man die Wellenkurve an einer zweiten Stelle, die den Abstand  $a$  von der ersten Meßstelle hat, so ist nach Abb. 11 die Wellenlänge  $L_w = a \cdot \frac{l}{d}$ , worin  $l$  der Abstand der Wellenkämme in derselben Kurve und  $d$  der Abstand vom Wellenkamm der einen Kurve bis zum zugehörigen Wellenkamm der zweiten Kurve bedeutet.

Nach Umzeichnung der Biegungskurve mit Hilfe der Eichung und unter Berücksichtigung der gleichzeitig genommenen Tauch- und Stampfkurven der Höhe nach sowie mit Hilfe der Längenberechnung der Länge nach, kann man die so berichtete Wellenprofilkurve in den in richtiger Schwingungsphase gezeichneten Längsriß des Schiffes eintragen und zur Ermittlung der statischen und dynamischen Zusatzmomente übergehen.

Abb. 12 zeigt gleichzeitig aufgenommene unkorrigierte Durchbiegungskurven für zwei um 23,46 m voneinander entfernte Meßstellen. Man erkennt den ähnlichen Charakter der beiden Wellenkurven. Daß die Wellenkurven nicht genau übereinstimmen, liegt zunächst an dem Einfluß der Tauch- und Stampfbewegung; ferner aber auch daran, daß sich die Wellen beim Passieren des Schiffes verändern.

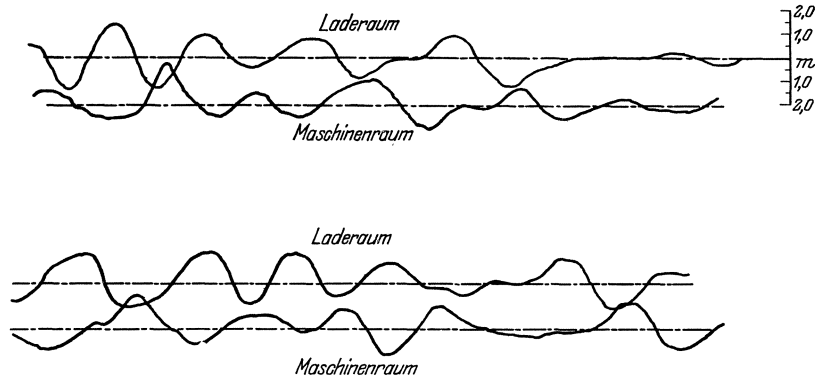


Abb. 12. Wellenaufnahmen.

Die Welle wird durch das Einsetzen des Vorschiffes zur Seite geworfen; auch tritt eine Abschwächung der Welle infolge der Hemmung der kreisenden Bewegung der Wasserteilchen ein. Endlich verändert sich die Lage der Wellenkämme zueinander; die kleineren, langsameren Wellen bleiben gegenüber den größeren, schnelleren zurück. Abb. 13. Diese Abbildung ist dadurch entstanden, daß in Abb. 12 Wellenkurve 2 gegen Wellenkurve 1 um die Zeitdifferenz verschoben wurde, die zwischen dem Passieren der größeren Wellen bei *A* und *B*

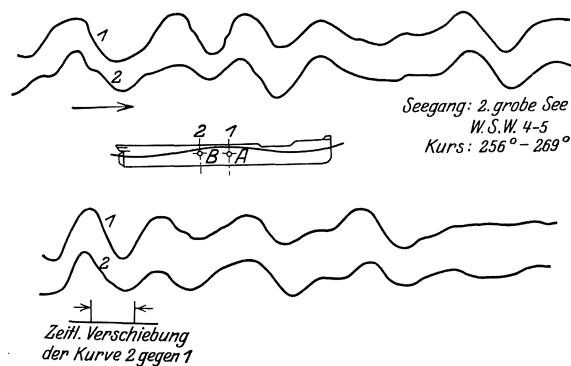


Abb. 13. Aus Abb. 12 durch zeitliche Verschiebung erhalten.

liegt. Infolgedessen liegen die Kämme der größeren Wellen übereinander, dagegen die der kleineren, langsamer laufenden Wellen nicht.

Die Längen der aufeinanderfolgenden Wellen sind, wie man sieht, außerordentlich verschieden.

Leider waren auf der Reise mit der „Göttingen“ außer dem Hauptwellensystem meist eine oder gar mehrere Dünungen in anderen Richtungen wirksam, die auch durch Richtungsänderung der Fahrt nicht ausgeschaltet werden konnten und die naturgemäß auf Ungleichheit der beiden Wellenkurven hinwirkten.

Daraus folgt, daß für Messungen am Schiff im Seegang Meeresgegenden bzw. Jahreszeiten mit einigermaßen ständigen Windrichtungen zu bevorzugen sind.

Die Zeit, in der die Wellen aufeinanderfolgend das Schiff passieren, die relative Wellenperiode  $T$ , ergibt sich durch Auszählen der durch die einzelnen Propellerschläge hervorgerufenen Ausschläge der Dehnungskurven; auch läßt sich die Zeit mit Hilfe eines vor dem Oszillographen pendelnden, das Lichtstrahlenbündel unterbrechenden Metronoms festlegen.

Aus der ermittelten Wellenlänge  $L$  und der Wellenperiode  $T$  ergibt sich die relative Wellengeschwindigkeit  $v_{\text{rel}} = \frac{L}{T}$ , die absolute Wellengeschwindigkeit  $v_w = v_{\text{rel}} - v_{\text{Schiff}}$ .

Das im vorhergehenden beschriebene Wellenmeßverfahren dürfte geeignet sein, mannigfache noch bestehende Unklarheiten über Wellenbildung und -veränderlichkeit, Wellenprofil, -geschwindigkeit und -überlagerung zu klären.

### Messung der Schiffsbewegung.

Die Bewegung des Schiffes unter Voraussetzung der See in Schiffsrichtung — also unter Ausschluß von Rollbewegungen — ist gegeben, wenn die Bewegung zweier Meßpunkte angegeben werden kann.

Hiervon ausgehend wurden an den Konsolen der beiden Masten Beschleunigungsmesser für vertikale Bewegungsrichtung angebracht; außerdem wurde ein

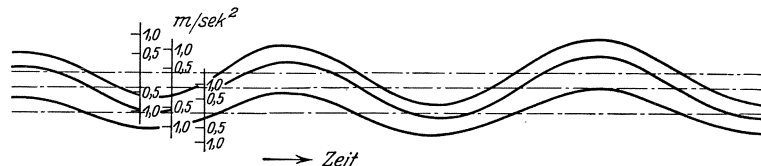


Abb. 14. Kurven der drei an der hinteren Mastkonsole montierten Beschleunigungsmesser.

Beschleunigungsmesser zur Kontrolle und zur Messung der Tauchbeschleunigung nahe der Schiffsmittle am Ladeposten montiert. In Zukunft wäre ein Beschleunigungsmesser zur Festlegung einer etwa vorhandenen geringen Schlingerbewegung hinzuzufügen.

Als Beschleunigungsmesser wurden die älteren Ferndehnungsmesser<sup>1</sup> verwendet, deren aus besonderen Gründen aus Bronze hergestellte Apparatachsen genügend Maße besitzen. Um zu beweisen, daß mehrere Beschleunigungsmesser, an derselben Stelle montiert, die gleichen Beschleunigungskurven ergeben, wurden die drei Beschleunigungsmesser an der hinteren Mastkonsole befestigt. Die erhaltenen Kurven zeigt Abb. 14. Da einerseits die Kabellänge 50 m nicht überschreiten sollte, andererseits die Laderäume während der Fahrt nicht zugänglich waren, wurden die Beschleunigungsmesser frei an Deck montiert. Die hierdurch schon auf der Ausreise veranlaßte Korrosion der Geräte besonders im Gebiet des Golfstromes war derart, daß die Geräte in Zukunft entweder im Laderaum montiert oder noch besser mit einem wasserdichten Gehäuse umgeben werden müssen.

<sup>1</sup> Z. d. V. d. I. 1926 S. 539.

Die Auswertung der im Seegang erhaltenen Beschleunigungskurven erfolgt in bekannter Weise. Die Beschleunigungskurven des Vor- und Hinterschiffs werden zunächst integriert. Die so erhaltenen Geschwindigkeitskurven ergeben in ihren Höchstwerten die Nullpunkte der Beschleunigungskurven, deren Verbindungslinie parallel zur Kante des Meßpapierstreifens verläuft. Durch nochmalige Integration erhält man die Weg/Zeit-Kurven der betreffenden Meßpunkte.

Aus den Geschwindigkeits- und Wegkurven der Meßpunkte im Vor- und Hinterschiff, die allein schon die Schwingungsphase des Schiffes bestimmen, kann man die Tauchkurve ermitteln; die Beschleunigungskurve in Schiffsmitte kann als Kontrolle für die Richtigkeit der Tauchkurve dienen.

Setzt man von den  $p$ -,  $v$ - und  $s$ -Kurven des Vor- und Hinterschiffes die entsprechenden Werte der Tauchkurven ab, so ergeben sich neue Kurven, die — mit dem richtigen Maßstab versehen, weil  $s = r \cdot \varphi$ ,  $v = r \cdot \omega$  und  $p_t = r \cdot \varepsilon$  ist — die Kurven der Neigungswinkel, der Winkelgeschwindigkeit und der Winkelbeschleunigung darstellen.

Die große Länge der aufgenommenen Kurven erfordert die Anwendung eines Integraphen bei der Auswertung; es lassen sich auch die Nulllinien mit diesem Gerät genauer bestimmen.

Die nach dem Vorhergehenden ermittelte Form und Lage der Welle zum Schiff und der durch mehrfache Integration der Beschleunigungskurven erhaltene Bewegungszustand des Schiffes bilden die Unterlage für die Ermittlung der zusätzlichen statischen und dynamischen Biegemomente des Schiffskörpers.

#### Analyse der dynamischen Dehnungskurven.

Die wesentlichen Ursachen der Spannungsänderungen im Schiffskörper unter Voraussetzung einer einzigen, genau in Schiffsrichtung laufenden Wellenbewegung sind

1. die statischen Zusatzmomente, die sich aus der in Abb. 15 gestrichelten Wellenzone ergeben, wobei gleichzeitig der Einfluß der aus der Rotationsbewegung



Abb. 15. Wellenzone.

der Wasserteilchen resultierenden hydrodynamischen Druckverteilung in der Welle zu berücksichtigen ist.

2. die Zusatzmomente der durch „vertikale“ Relativbewegung des Schiffes zum Wellenprofil sich ergebenden Auftriebskräfte, und zwar

- a) durch Tauchbewegung,
- b) durch Stampfbewegung,

3. die Zusatzmomente der durch „horizontale“ Relativbewegung des Schiffes zum Wellenprofil sich ergebenden Auftriebskräfte,

4. die Zusatzmomente der Trägheitskräfte des Schiffskörpers und seiner Ladung, hervorgerufen durch die unter 2. genannte Tauch- und Stampfbewegung.

5. die Zusatzmomente infolge elastischer, von Wellenstößen hervorgerufenen Schiffsschwingungen.

In der Abhandlung von Prof. Dr. Horn über „die dynamischen Wirkungen der Wellenbewegung auf die Längsbeanspruchung des Schiffskörpers“ sind diese genannten Ursachen größtenteils und sehr ausführlich behandelt worden.

Während in der genannten Abhandlung bzw. in dem zahlenmäßig durchgerechneten Beispiel die Werte für Tauchung, Tauchgeschwindigkeit und -beschleunigung, Trimmlage, Winkelgeschwindigkeit und -beschleunigung aus der angenommenen Höhe, Länge und Geschwindigkeit der Welle durch Rechnung ermittelt werden, sind bei Messungen am Schiff im Seegang diese Werte aus den aufgenommenen Beschleunigungskurven zu bestimmen. Die aufgenommenen Wellenprofilkurven sind auf Grund dieser Bewegungskurven zu korrigieren.

Die unter 3 und 5 genannten Einflüsse haben bei der genannten Arbeit keine Berücksichtigung gefunden. Bei der Analyse der Spannungskurven wird man sie ebenfalls vernachlässigen können, wenn es sich — und dieser Fall muß zunächst untersucht werden — um Versuche in verhältnismäßig niedriger und glatter Dünung handelt.

Bei anders gearteten Verhältnissen, also bei hoher See, weichen die für eine mathematische Behandlung notwendig werdenden vereinfachenden Voraussetzungen derartig von den in freier Natur auftretenden Verhältnissen ab, daß sich Zweifel über die Zulässigkeit der Verallgemeinerung der lediglich durch Rechnung gewonnenen Ergebnisse betreffend den Anteil der dynamischen Zusatzmomente ergeben.

Die Ungleichheit der Wellenlängen und -höhen als Folge der allmählich wachsenden Windstärke und der dadurch erzeugten Überlagerung der Wellensysteme gleicher Richtung bedingt, daß sich erzwungene Schwingungen des Schiffes im wesentlichen bei „Fahrt des Schiffes mit den Wellen“ einstellen werden. Bei „Fahrt des Schiffes gegen die Wellen“ dagegen wird, nachdem das Schiff durch eine Reihe besonders großer, durch Überlagerung entstandene Wellen aufgeschaukelt wurde, infolge der Ungleichheit der folgenden kürzeren Wellen die Eigenschwingung des Schiffes zur Geltung kommen und ein stoßartiges Aufschlagen des Vorschiffes verursachen, das unter ungünstigen Umständen wohl zum Einknicken des Doppelbodens geführt hat. Daß ein solches Einknicken des Doppelbodens von einem entsprechenden Maximum der Spannungswerte in den Hauptverbänden des Schiffskörpers begleitet wurde, ist anzunehmen, da plötzlich auftretende Belastung eines Trägers, wie bekannt, Spannungsvermehrungen bis zu doppelter Höhe hervorrufen kann.

Die unter 3 genannten Kräfte infolge horizontaler Bewegung des Schiffes gegen das Wellenprofil lassen sich äußerlich daran erkennen, daß die gegen den Bug anlaufende Welle an ihm wie an einer Mole emporsteigt und das Vorschiff überschüttet. Um den Anprall der Wellen bei schnellfahrenden Fahrgastschiffen zu vermindern, pflegt die Schiffsleitung bei starkem Sturm die Fahrtgeschwindigkeit herabzusetzen. Stellt man sich im besonderen die modernen Frachtdampfer mit stark geneigten Vorschiffs- und Hinterschiffslinien im Seegang vor, so ist er-

sichtlich, daß man die Zusatzmomente infolge horizontaler Bewegung des Schiffes gegen das Wellenprofil nicht ohne weiteres vernachlässigen darf.

Um den Einfluß der dynamischen Zusatzmomente erkennen zu können, veranlaßte der Verfasser die Schiffsleitung der „Göttingen“, eine volle Drehung des Schiffes nach Abb. 16 auszuführen. Nach je  $45^\circ$  Drehung wurde die Drehung unterbrochen und ein Meßversuch angestellt bis zur Rückkehr in die ursprüngliche

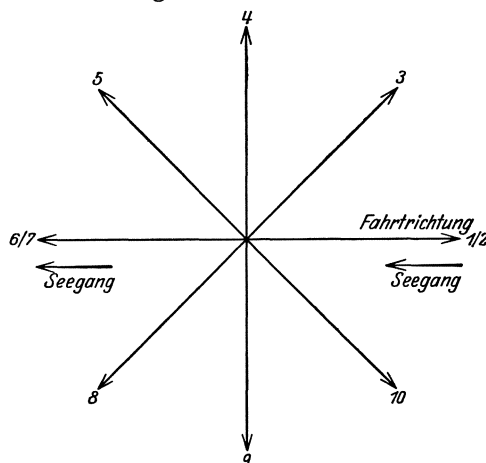


Abb. 16. Fahrtumkehrversuch.

Fahrtrichtung. Leider sind die an der Mattscheibe des Oszillographen beobachteten Kurven nicht photographisch aufgezeichnet worden, da eine der drei verfügbaren Kassetten des Oszillographen versagte. Bei einer künftigen, dringend zu wünschenden Wiederholung dieses etwa eine halbe Stunde Zeit in Anspruch nehmenden Versuches würde zweckmäßig zunächst das Schiff zum Stillstand gebracht, dann die Drehung bis zur Umkehr der Fahrtrichtung ausgeführt und dann nochmals die Maschine gestoppt werden müssen, so daß sich sieben verschiedene Versuchszustände ergeben, von denen 1/2 und 6/7 sich durch die Umkehr der Bewegungsrichtung des Schiffes besonders auszeichnen. Der Einfluß der bei Fahrt gegen die See auftretenden heftigen Stampfbewegung hat sich als beträchtlich ergeben.

Fahrtumkehrversuche der geschilderten Art, wie sie vielleicht besser noch an Bord eines Kreuzers in größerer Zahl ausgeführt werden könnten, werden die Wirkung der dynamischen Zusatzmomente ganz deutlich zeigen, zumal es dem Kreuzer möglich ist, auch bei höherem Seegang die Geschwindigkeit der Welle zu erreichen und dadurch nahezu dem statischen Belastungsfall der üblichen Festigkeitsrechnung nahezukommen. Es würden in diesem Falle zu den genannten Versuchszuständen noch drei weitere bei gleicher Geschwindigkeit von Schiff und Welle, und zwar für Schiff auf Wellenberg, Schiff im Wellental und abermals Schiff auf Wellenberg hinzukommen.

Die Verwendung des Drehschalters, dessen Prinzip nach Abb. 17 darauf beruht, daß nacheinander 6—12 Meßbrücken auf dieselbe Meßschleife geschaltet werden, gestattet die gleichzeitige Aufnahme einer großen Zahl von Kurven. Die mit Hilfe des Drehschalters aufgenommenen Kurven erscheinen gewissermaßen weit punktiert. Die Entfernung der einzelnen Meßpunkte einer Kurve ist

abhängig von der Drehzahl des Drehschalters und der Papiergeschwindigkeit des Oszillographen. Die Trennung der Kurven nach Entwicklung der Aufnahme erfolgt durch Auszählen der zeitlich gleichweit voneinander entfernten Meßpunkte.

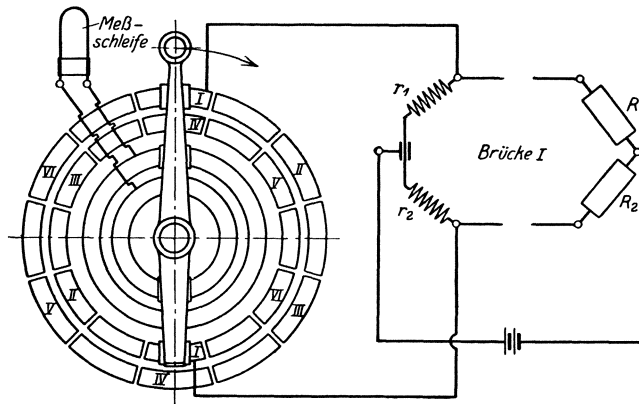


Abb. 17. Drehschalter.

Zwei gekuppelte, sechsschleifige Oszillographen mit 12 cm Papierbreite in Verbindung mit zwei Drehschaltern ermöglichen die gleichzeitige Aufnahme von mindestens 32 Kurven, von denen 25 Kurven für Dehnungsfernmessung, die

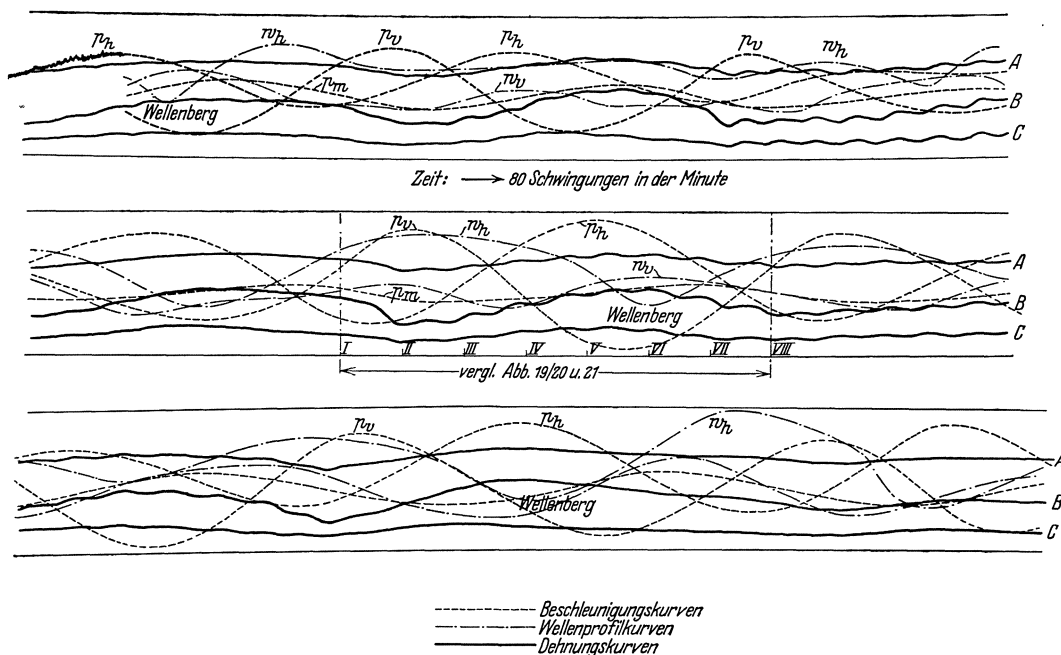


Abb. 18. Kombinierte Aufnahmen der Schiff- und Wellenbewegung und der dadurch hervorgerufenen Materialdehnung.

übrigen 7 Kurven für die Aufnahme der Schiffs- und Wellenbewegung zu verwenden wären.

Abb. 18 zeigt die an Bord der „Göttingen“ am 19. Aug. 1927 bei Westwind 2–4, mäßig bewegter See und genau westlichem Kurs erfolgte Aufnahme von 8 Kurven, und zwar von 3 Schiffsbeschleunigungs- und 2 Wellenprofilkurven mit Hilfe des Drehschalters und von 3 Spannungskurven.

Die Auswertung eines kleinen Ausschnittes dieser Kurven von etwa 7 Sek. Zeitdauer hat bisher noch keine befriedigende Lösung des Zusammenhanges des äußeren relativen Bewegungszustandes zwischen Schiff und Welle und des inneren zugehörigen Dehnungsvorganges im Material ergeben.

Von den möglichen Fehlern bei der Auswertung der Beschleunigungskurven ist der Fehler infolge ungenauer Zeitmessung der verhältnismäßig größte. Da die

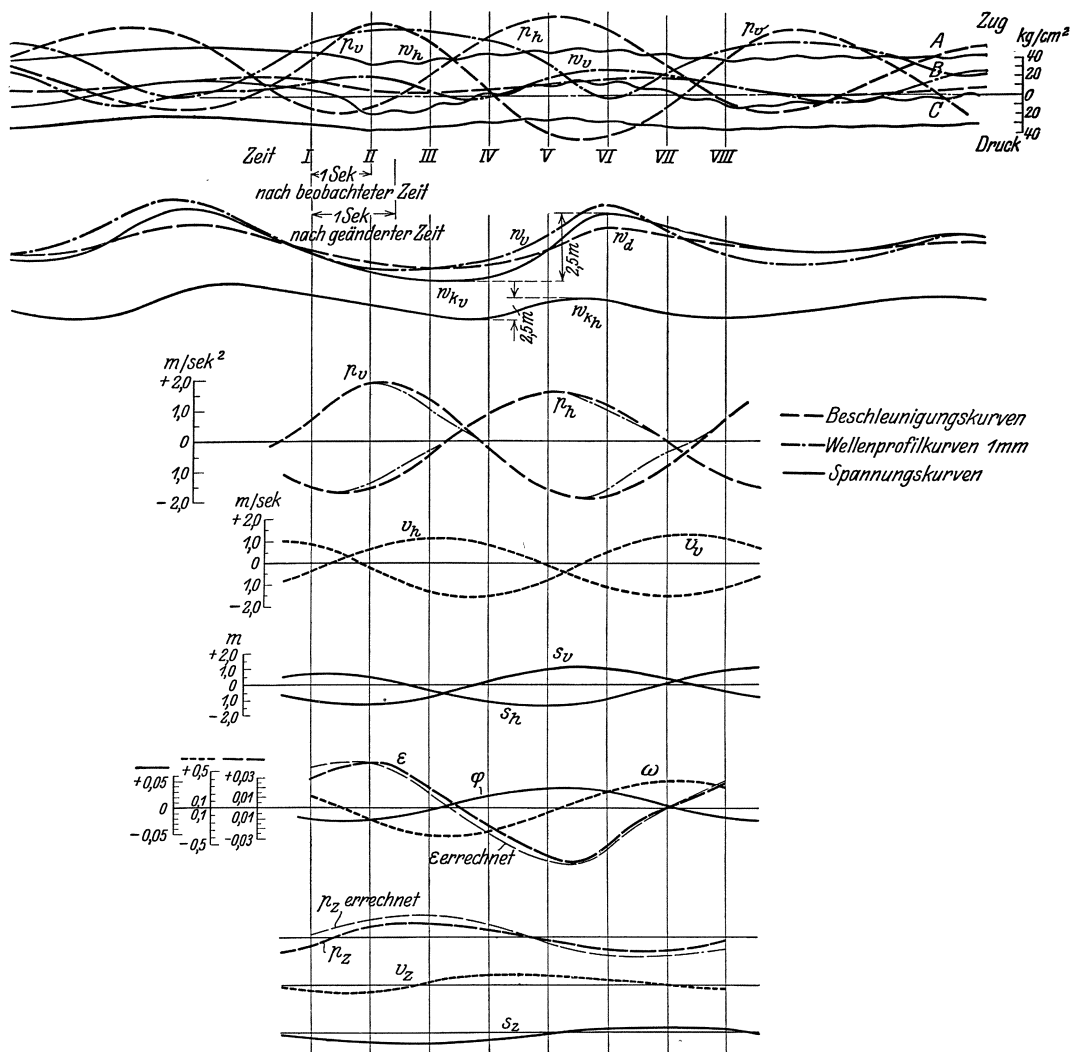


Abb. 19. Auswertung der Beschleunigungskurven.

Oszillographenzeitmessung für die erforderliche, geringe Papiergeschwindigkeit unbrauchbar ist, wurde durch Auszählen der Schiffseigenschwingungen (Abb. 19) die mit dem Wert

$$n = 2800000 \sqrt{\frac{J}{P \cdot L^3}} = 2800000 \sqrt{\frac{15,25}{9600 \cdot 130,16^3}} = 75$$

genügend übereinstimmende Schwingungszahl  $n = 80$  festgestellt.

Bei der Auswertung ergaben sich zu große Bewegungen des Schiffes und demgemäß zu große Auftriebskräfte im Vergleich zu den Trägheitskräften. Die



reichlich hohen Werte der Neigungswinkel könnten darauf zurückgeführt werden, daß die vorgenommene, statische Eichung der Beschleunigungsmesser nicht zulässig war. Aber auch ein anderer Maßstab für die Beschleunigungskurven würde die Unstimmigkeit zwischen Auftriebskurven und Trägheitskurven nicht beseitigen. Man müßte also schon annehmen, daß eine Verzerrung des Charakters der Beschleunigungskurven vorgekommen wäre. Der Vergleich einer mit denselben Meßgeräten an einer alten Shapingmaschine gewonnenen Stößelschlitzenbeschleunigungskurve mit der errechneten Kurve (Abb. 20) zeigt außer dem

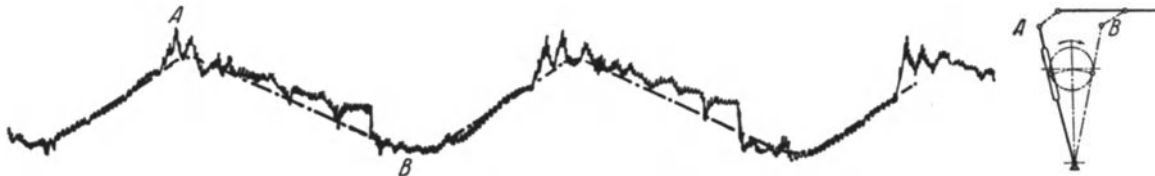


Abb. 20. Beschleunigungskurve eines Stößelschlittens.

Einfluß des toten Ganges auch eine geringe hysteresisartige elektrische Nachwirkung. In Abb. 19 wurde diese Wirkung durch eine Korrektur der am Schiff aufgenommenen Kurvendehnung auszugleichen versucht, ohne daß diese Änderung eine merkliche Verbesserung der Unstimmigkeit herbeigeführt hätte. Diese elektrische Nachwirkung wird sich in Zukunft durch Vergrößerung der Vorbelastung bei entsprechenden Einbau einer größeren Masse verringern lassen.

Als weitere Ursache von Differenzen käme die hydrodynamische Druckverteilung in Frage, deren Einfluß auf die Wellenform nach der eingangs erwähnten Beziehung

$$r' = r \cdot e^{-\frac{2\pi \cdot h'}{l}}$$

Berücksichtigung fand. Selbst wenn man durch Einzeichnen der Äquipotentialflächen eine genauere Bestimmung des Einflusses der hydrodynamischen Druckverteilung vornehmen würde, würde die Korrektur kaum erheblich sein können. Daß die Wellenlänge in dem zur Erörterung stehenden Zeitraum nicht genau gemessen wurde, geht aus der Differenz der beiden Wellenkurven  $wkv$  und  $wkh$  hervor; als Ursache könnte eine geringe, leider nicht durch Messung festgestellte Überlagerung der Außenhautdurchbiegung infolge leichten Rollens in Frage kommen. Endlich bildet die Bestimmung des Wasserwiderstandes gegen Tauch- und Stampfbewegungen eine Fehlerquelle.

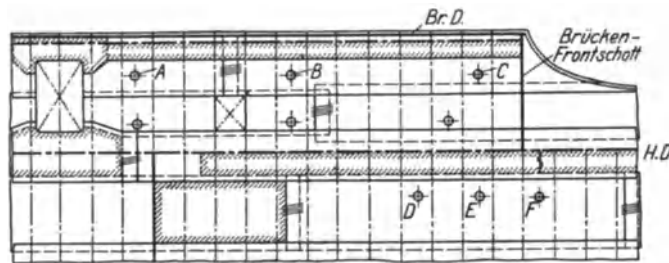


Abb. 21. Meßpunkte für Ferndehnungsmessung.

Die Dehnungskurven, die an den Abb. 1 und 21 zu entnehmenden Stellen A, B und C des Brückenseitenganges in 700 mm Abstand vom Brückendeck er-

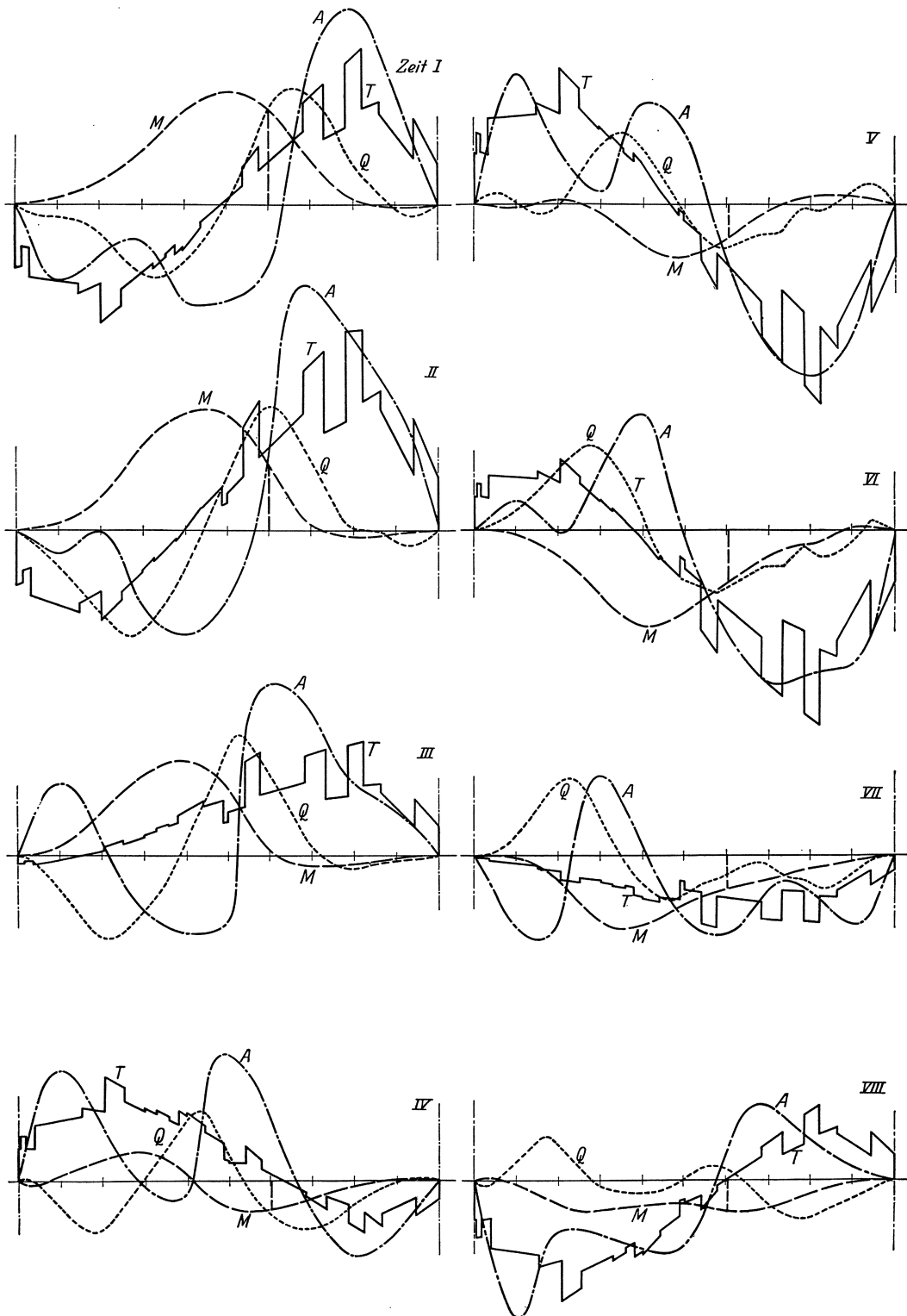


Abb. 22. Kurven der Auftriebskräfte ( $A$ ), Trägheitskräfte ( $T$ ), Querkräfte ( $Q$ ) und Biegemomente ( $M$ ) für die Zeiten I—VIII. in Abb. 18 und 19.

halten wurden, ergeben sämtlich im Zeitraum 1—2 (Abb. 19) eine verhältnismäßig plötzliche Spannungsänderung im Augenblick des Einsetzens der Spannungsschwankungen.

Zum Zwecke der Untersuchung dieses eigentümlichen Charakters der Spannungskurven erschien es zulässig, die aufgenommenen Kurven durch Verkürzung des Zeitmaßstabes etwa im Verhältnis 3 : 4 zu verändern. Das Ergebnis dieser

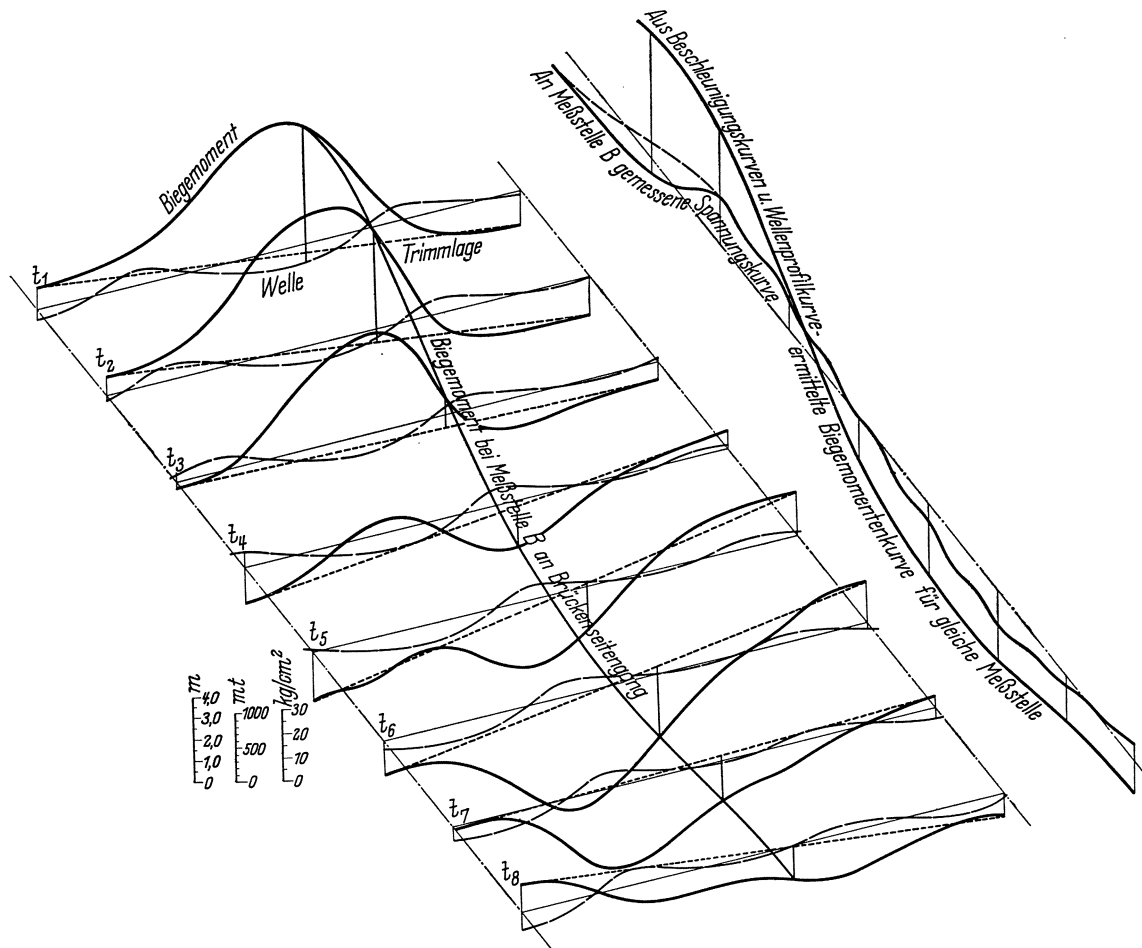


Abb. 23. Vergleich des Verlaufs der Biegemomenten- und der Dehnungskurve für Meßpunkt B.

Maßnahme waren verringerte Neigungswinkel des Schiffes bei unveränderten Beschleunigungswerten. Um zu brauchbaren Biegemomentenkurven zu gelangen, wurden dann weiter aus den erhaltenen Auftriebskurven Abb. 22 die zu den acht verschiedenen Schwingungszuständen gehörenden Werte der Tauchbeschleunigungen und Winkelbeschleunigungen rechnerisch ermittelt.

Das Ergebnis der Integration ist in Abb. 22 und 23 aufgetragen worden. Wenn auch die erhaltenen Kurven nur einen den richtigen Kurven ähnlichen Charakter besitzen, so genügen sie doch zu der Feststellung, daß die aus der Schiffsbewegung abgeleiteten Spannungskurven den eben erwähnten eigenartigen Verlauf im Zeitraum 1—2 nicht haben.

Nimmt man hinzu, daß die gemessenen Spannungswerte unverhältnismäßig klein sind, wie dies auch mit Hilfe der hydraulischen Dehnungsmesser bestätigt werden konnte, so kann zunächst als Ursache des ungewöhnlichen Verhaltens des Aufbauseitenganges angegeben werden, daß die Teile der Brückenseitenbeplattung, die durch eine Gerade mit der Steigung 1 : 4 vom Hauptdeck aus abgeschnitten werden, nicht mittragen.

Eine Wiederholung der Messung in 500 mm Abstand vom Hauptdeck ergab jedoch ebenfalls viel zu kleine Werte. Auch eine zweite Wiederholung auf der Heimreise in 800 mm Abstand vom Hauptdeck am Seitengang unter dem Scherengang führte zum gleichen Ergebnis. Da der Laderaum bis unter Deck vollgestaut war, so konnte eine dritte Wiederholung am tiefergelegenen Seitengang nicht angestellt werden.

Unter diesen Umständen bleibt nur die Annahme übrig, daß in der langjährigen Fahrtzeit des Schiffes die Vernietung in der Umgebung des Frontschottes an Wirkung verloren hat. Abb. 24 zeigt deutlich, daß die drei Dehnungskurven

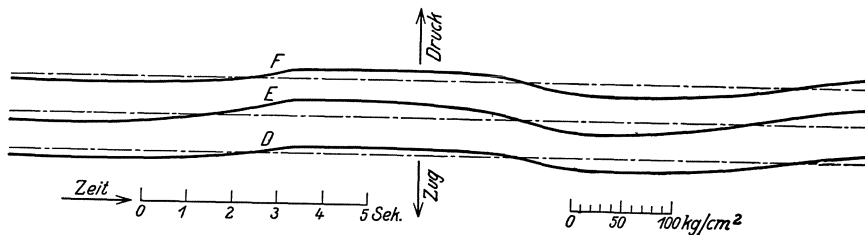


Abb. 24. Nachgiebigkeit der Vernietung.

der Meßpunkte *D*, *E* und *F* genau zu gleicher Zeit aus der Krümmung im scharfen Knick in die Gerade übergehen, was nur durch Gleiten der Nietung zu erklären ist.

Diese auch an anderen Schiffen beobachtete Nachgiebigkeit der Vernietung in der Nähe der Frontschotte zeigt, daß ein eingehendes Studium der praktisch erreichbaren Festigkeit des Schiffskörpers durch Messungen im Seegang von Bedeutung ist, wenn die Messungen mit einer großen Zahl von Ferndehnungsmessern vorgenommen werden.

Als Aufgaben weiterer Messungen am Schiff im Seegang ergeben sich:

1. Klärung der Festigkeitsgrundlagen in Anlehnung an die bekannten Modellversuche unter Zuhilfenahme einfacherer Schiffstypen bei glatter Dünungswelle und Fahrt des Schiffes in Richtung und möglichst mit der Geschwindigkeit der Welle.

2. Ermittlung des Geltungsbereichs der an Modellen gefundenen Gesetzmäßigkeiten betr. „mittragende Breiten“ usw. für die verschiedenen Schiffstypen.

3. Feststellung des Grades der Homogenität des Schiffsträgers, also der Wirksamkeit der Vernietung bzw. Schweißung bei alten und neuen Schiffen (Doppelungen an der Außenhaut).

4. Erfassung der Höchstdehnungen an gefährdeten Stellen des Schiffskörpers (Vorkante der Brücke, Decksöffnungen, Außenhautpforten, große Seitenfenster usw.).

5. Ermittlung der dynamischen Zusatzspannungen.

6. Feststellung der durch die hydrodynamische Druckverteilung hervorgerufenen Verminderung der Biegemomente im Seegang.

Es wäre zweckmäßiger, wenn man nicht den Bruch des Materials abwartete und diesen zum Ausgangspunkt von Verbesserungen der Materialverteilung machte, sondern den auf dynamische Zusatzmomente zurückzuführenden Höchstwerten der Materialdehnung an den gefährdeten Stellen nachforschen und das Ergebnis solcher Untersuchungen als Unterlage der Neukonstruktionen verwenden würde.

Diese Messungen für die allgemeine Klärung der Festigkeitsgrundlagen heranzuziehen, sie dadurch fruchtbringender zu gestalten und für diesen Zweck nach

Auszug aus dem Schiffstagebuch Dampfer „Göttingen“. Bremen—Baltimore.

Datum	$v_{\text{Schiff}}$	Umdrehung	Kurs	Windrichtung	Seegang
Aug. 6.					
„ 7.					
„ 8.	11,1	67	213—256	SSW 4—5	leicht bewegte See
„ 9.					
„ 10.	10,5	67	256—269	WSW 4—5	ziemlich grobe See, Sturm
„ 11.	9,9	67	269—263	WSW 5—7	große See, Sturm und Regen
„ 12.	8,3	67	264—261	SW 5—3	hohe Dünung
„ 13.	10,1	67	261—259	W 4—8	hohe See, Regen Schiff arbeitet stark
„ 14.	9,5	67	259—251	NW 2	leicht bewegte See
„ 15.	11,1	68	251—247	N 1—2	ruhige See
„ 16.	11,3	67	247—243	N 1—2	ruhige See
„ 17.	11,2	68	243—258	Mall. 3—6	mäßig bewegte See
„ 18.	11,6	67,5	258—270	WNW 5—6	ziemlich grobe See
„ 19.	10	67,5	270	W 2—4	mäßig bewegte See
„ 20.	10,2	67,5	270—263	W 1—3	leicht bewegte See
„ 21.	10,8	67	254	SW 2—3	mäßig bewegte See
„ 22.	11,3	67,5	254	O 2—3	leicht bewegte See

Auszug aus dem Schiffstagebuch Dampfer „Göttingen“. Baltimore—Bremen.

Datum	$v_{\text{Schiff}}$	Umdrehung	Kurs	Windrichtung	Seegang
Sept. 7.	—	67,5	90°	SSW 2	fast ruhige See, östl. Dünung
„ 8.	—	68	62°	NW—NNO 3—4—5	ziemlich grobe See
„ 9.	—	67,5	77°	N—NNW 3—4	mäßig bewegte See, nördl. Dünung
„ 10.	—	67,5	80°	NW 3—1	leicht bewegte See, nördl. Dünung
„ 11.	—	67	80°	Mall. 0—1	durcheinanderlaufende Dünung
„ 12.	—	67	61°	SO 1—2	leicht bewegte See
„ 13.	—	67	67°	SW—NNW 4—6	hohe südl. Dünung, grobe See
„ 14.	—	67	72°	NW—N 5—3	abnehmende See, südwestliche Dünung
„ 15.	—	67,5	72°	N—NW 3—2	leicht bewegte See, durch- einanderlaufende Dünung
„ 16.	—	68	84°	NW 2—3	leicht bewegte See
„ 17.	—	68	84°	WSW 2—4	leicht bewegte See
„ 18.	—	68	89°	WSW 5	grobe See, nordnordwestl. Dünung
„ 19.	—	69	78°	WSW 4	mäßig bewegte See
„ 20.	—	69	52°—39°	WSW 4—5	mäßig bewegte See
„ 21.	—	69	39°—34°	WSW 5—6	ziemlich grobe See

Möglichkeit am Modell vorzubereiten, erscheint als eine sowohl für die Ergiebigkeit der Messungen am „fahrenden Schiff“ als auch für die Frage der Übertragbarkeit der Modellversuchsergebnisse auf das naturgroße Schiff gleich nützliche Arbeit.

Nach erfolgter Klärung der statischen Spannungsverteilung am Modell wird man zweifellos zur Erforschung der dynamischen Spannungsverteilung am Schiff im Seegang übergehen müssen.

Hat sich infolge unvorhergesehener Schwierigkeiten auch nur ein Teil der an die Meßreise geknüpften Hoffnungen erfüllen lassen, so glaubt der Verfasser doch annehmen zu können, daß, gestützt auf die während der „Göttingen“-Reise gewonnenen Erfahrungen und unter Zuhilfenahme einer großen Zahl von verbesserten Ferndehnungsmessern, die angestrebte, befriedigende Analyse der Spannungsverteilung am Schiffskörper im Seegang erreicht werden wird.

Der Schiffbautechnischen Gesellschaft, dem Norddeutschen Lloyd sowie der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft sei für die gewährte bereitwillige Unterstützung, ebenso der Schiffsleitung der „Göttingen“ und ganz besonders Herrn Dipl.-Ing. Loewer für tatkräftige Hilfeleistung während der Meßfahrt der wärmste Dank ausgesprochen.

## VIII. Über die Knickung von Platten.

Von Professor Dr.-Ing. G. Schnadel, Berlin.

Es wird zunächst die Beanspruchung der Platten durch Druck- und Zugkräfte in der Längs- und Querrichtung gezeigt. Nach der Methode von Timoschenko wird darauf die Knicklast unter verschiedenen Spannungszuständen abgeleitet und das Kriterium für die Form und Länge der Wellen als Funktion des Verhältnisses der Normalspannungen in der Längsrichtung zu den Normalspannungen in der Querrichtung bestimmt.

Es wird weiter gezeigt, daß die übliche Errechnung der Knickfestigkeit von Platten zwar den Beginn des Knickens, aber nicht die wirkliche Widerstandsfähigkeit der Platte bis zur Erschöpfung ihrer Tragfähigkeit angibt. An Hand einer neuen Formel wird gezeigt, wie sich die Knicklast der Platten bei wachsender Ausbiegung vergrößert. Dieser Platteneffekt ist entscheidend für die Widerstandsfähigkeit der Schiffsbeplattung bei hohen Druckspannungen.

### 1. Allgemeines.

Die Berechnung der Zugseite bei Schiffskörpern, die auf Biegung beansprucht sind, kann heute als geklärt betrachtet werden. Es wird in diesem Falle bei Volldeckschiffen und Schiffen mit langen Aufbauten durchweg angenommen, daß die Beplattung voll mitträgt. Damit sind die Schlußfolgerungen als gültig anerkannt, die ich auf Grund von Versuchen und theoretischen Erwägungen an dieser Stelle vorgetragen und später erweitert habe. Die Folgerungen fanden durch die Auswertung der Versuche von Biles mit dem „Wolf“ eine ebenso eindruckliche Bestätigung wie durch die Messungen<sup>1</sup>, die verschiedentlich an Bord von fahrenden Schiffen vorgenommen wurden.

Die Berechnung der Druckseite wurde in den letzten Jahren gleichfalls versucht. Hierüber berichtete Hoffmann in einem Vortrag vor der „Institution of Naval Architects“<sup>2</sup>. Der Verfasser macht dabei folgende Annahmen:

1. Die Beplattung trägt die Knicklast eines Stabes von der Dicke der Platten.
2. An den Versteifungen trägt die 50fache Plattendicke mit.
3. Die Platten sind über den Querspanten voll eingespannt.

Diese letztere Annahme hat bereits zu einer Kritik in der Diskussion des Vortrages Anlaß gegeben. Es wurde darauf hingewiesen, daß die Beobachtung gezeigt habe, daß eine Einspannung nicht vorliegt.

Wenn aber eine Einspannung nicht vorliegt, so hat die Abhandlung nur einen bedingten Wert, da sich die Verhältnisse bei den verschiedenen Schiffstypen grundlegend ändern können.

Im folgenden soll nun gezeigt werden, wie sich die Berechnung der Druckseite unter Berücksichtigung der Plattenwirkung ohne Voraussetzung einer Einspan-

<sup>1</sup> Vgl. Siemann, Schiffbau 1909/10.

<sup>2</sup> Vgl. I. N. A. 1924 u. 1927.

nung durchführen läßt. Die Schwierigkeiten sind allerdings durch Beanspruchung der Platten in zwei Richtungen beträchtlich vergrößert. Betrachten wir z. B. die Deckbeplattung, so finden wir, daß sie in der Längsrichtung des Schiffes durch Zug oder Druck, in der Querrichtung ebenfalls auf Druck und Zug beansprucht wird, dadurch, daß sie als mittragender Gurt der Deckbalken wirkt. Die letzteren Spannungen sind allerdings verhältnismäßig gering infolge der kräftigen Gurtwirkung.

Im Boden andererseits sind die Spannungen in der Querrichtung sehr groß. Liegt das Schiff in der Mitte über einem Wellental, so werden Außen- und Innenboden in der Längsrichtung auf Zug beansprucht. In der Querrichtung wird der Außenboden gezogen, der Innenboden gedrückt, wenn das Gewicht der Ladung größer ist als der Wasserdruck. Der umgekehrte Fall tritt ein, wenn das Schiff auf einem Wellenberg schwimmt.

Die Platten werden also so beansprucht, wie es in Abb. 1 und 2 aufgezeichnet ist. Dazu kommt noch der Fall allseitigen Zuges, der hier aber nicht behandelt

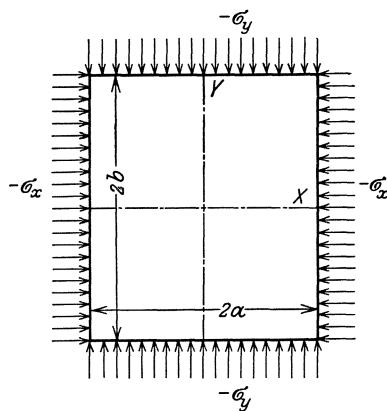


Abb. 1. Allseitiger Druck in einer Platte.

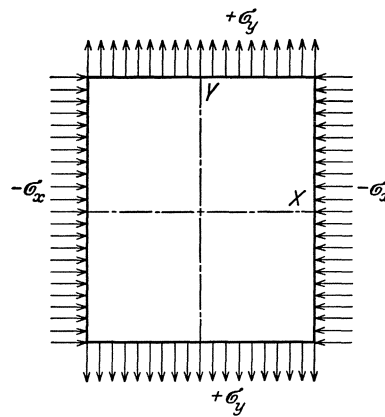


Abb. 2. Zug und Druck in einer Platte.

werden soll, da die Festigkeit nur wenig von einem einfach gezogenen Stab abweicht.

Es ist bei den letzten Diskussionen an dieser Stelle bereits angegeben worden, daß auch bei Querspanenschiffen eine Plattenwirkung zur Geltung kommt, daß die Längsnähte (deren Trägheitsmoment wegen der doppelten Dicke 8 mal so groß ist wie das des nicht verstärkten Bleches) als schwache Längsspannen wirken<sup>1</sup>. Freilich ist dabei zu beachten, daß die Längsnähte naturgemäß auch nur eine verhältnismäßig geringe Last bis zum Wegknicken tragen können. Aber sie tragen auch nach dem Wegknicken eine Last, die der Knicklast gleichkommt. Diese letztere Folgerung ist auch von Müller-Breslau und H. Lorenz schon früh erkannt worden. Die Knicklast der Längsprofile ist demnach die Grenzlast, bis zu welcher die Beplattung beansprucht werden kann.

Legen wir diese Anschauung unseren weiteren Rechnungen zugrunde, so könnte vielleicht noch eingewendet werden, daß bei allen größeren Schiffen die

<sup>1</sup> Vgl. etwa Diskussion Dahlmann, S. T. G. 1928.



Betriebsbeanspruchung unterhalb der Knicklast der Platten liegt, und daß daher eine weitere Untersuchung nicht notwendig ist. Es ist jedoch von höchster Wichtigkeit, nicht nur die größte Beanspruchung, sondern auch den Sicherheitsgrad der Konstruktion festzustellen. Dies ist jedoch nur möglich, wenn wir den Spannungsverlauf auch oberhalb der größten Betriebslast bis zum Bruch verfolgen können.

## 2. Form der Beulen.

Die Berechnung der Plattenknicklast, d. h. derjenigen Last, bei der Platten beginnen auszuknicken, ist bisher bei einer Reihe einfacher Fälle geglückt.

Nebeneinander haben Reißner, Bryan und Timoschenko die grundlegenden Fälle behandelt.

Wir wollen bei Behandlung der etwas weitergehenden Fragen die Methode des letztgenannten Forschers anwenden, da sie gestattet, auch schwierigere Fälle zu behandeln. Diese Methode stützt sich auf den Satz vom Minimum der Formänderungsarbeit. In erster Annäherung folgt die Knicklast bereits aus der Gleichsetzung der äußeren und inneren Arbeit.

Betrachten wir eine Platte von der Größe  $2a \times 2b$ , deren Durchbiegung beim Ausknicken mit  $w$  bezeichnet ist, so rückt bei jedem Element von der Länge  $dx$  die daran wirkende äußere Kraft  $\sigma_x \cdot \delta \cdot dy$  um  $\frac{1}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \cdot dx$  vor, d. h. um den Unterschied der Sehnenlänge von der Bogenlänge. Dabei ist  $\delta$  die Dicke des Elementes.

Ähnlich läßt sich zeigen, daß die Kräfte

$$\sigma_y \cdot \delta \cdot dx \quad \text{um} \quad \frac{1}{2} \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \cdot dx$$

und die Schubkräfte

$$\tau \cdot \delta \cdot dx \quad \text{um} \quad \frac{\partial w}{\partial x} \cdot \frac{\partial w}{\partial y} \cdot dy$$

vorrücken.

Daraus ergibt sich die äußere Arbeit zu

$$L_a = 4 \int_0^a \int_0^b \left( \frac{\delta}{2} \cdot \sigma_x \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \cdot dx \cdot dy + \frac{\delta}{2} \sigma_y \cdot \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \cdot dx \cdot dy + \delta \cdot \tau \cdot \frac{\partial w}{\partial x} \cdot \frac{\partial w}{\partial y} \cdot dx \cdot dy \right). \quad (1)$$

Ebenso läßt sich die innere Formänderungsarbeit bei einer kleinen Auslenkung von 0 auf die Durchbiegung  $w$  darstellen durch:

$$L_i = 4N \int_0^a \int_0^b \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) - (1 - \mu) \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x \cdot \partial y} \right)^2 \right] \right] dx \cdot dy. \quad (2)$$

Setzen wir die Durchbiegung  $w$  durch eine Doppelsumme für eine allseitig aufliegende Platte in der Form an:

$$w = \sum \sum f_{mn} \cos \frac{m\pi x}{2a} \cdot \cos \frac{n\pi y}{2b} \quad (3)$$

an, so erhalten wir

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 &= \left(\sum \sum \frac{m\pi}{2a} f_{mn} \cdot \sin \frac{m\pi x}{2a} \cos \frac{n\pi y}{2b}\right)^2, \\ \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 &= \left(\sum \sum \frac{n\pi}{2b} f_{mn} \cos \frac{m\pi x}{2a} \cdot \sin \frac{n\pi y}{2b}\right)^2, \\ \frac{\partial w}{\partial x} \cdot \frac{\partial w}{\partial y} &= \left(\sum \sum \frac{m\pi}{2a} \cdot f_{mn} \sin \frac{m\pi x}{2a} \cos \frac{n\pi y}{2b}\right) \left(\sum \sum \frac{n\pi}{2b} f_{mn} \cdot \cos \frac{m\pi x}{2a} \cdot \sin \frac{n\pi y}{2b}\right), \\ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} &= \sum \sum \left(\frac{m\pi}{2a}\right)^2 f_{mn} \cdot \cos \frac{m\pi x}{2a} \cdot \cos \frac{n\pi y}{2b}, \\ \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} &= \sum \sum \left(\frac{n\pi}{2b}\right)^2 f_{mn} \cdot \cos \frac{m\pi x}{2a} \cdot \cos \frac{n\pi y}{2b}. \end{aligned}$$

Bei den bisherigen Lösungen ist nun angenommen, daß  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  und  $\tau$  konstant sind und sich während der Durchbiegung nicht ändern. Unter diesen Voraussetzungen war es möglich, die Knicklasten zu berechnen. Die Voraussetzung

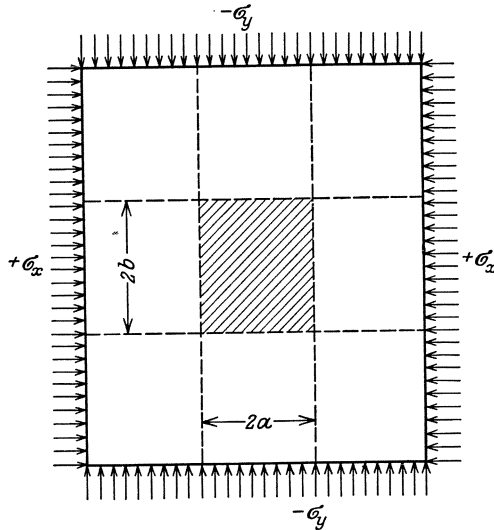


Abb. 3. Zusammenhängendes Plattenfeld.

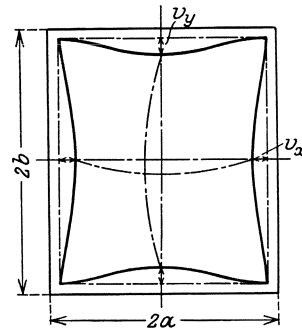


Abb. 4. Verschiebung der Ränder bei herausgeschnittenen Platten.

stimmt offenbar nicht mehr, wenn eine größere Auslenkung stattfindet. Betrachten wir einmal eine Platte aus vielen Feldern, wie sie in Abb. 3 dargestellt sind. Hier können wir sofort feststellen, daß aus Symmetriegründen die Felder ihre rechteckige Form beibehalten müssen. Wie jedoch die Gleichungen zeigen, müssen sich wegen der Durchbiegungen die ursprünglich geraden Kanten nach innen krümmen (vgl. Abb. 4). Diese Verformung kann offenbar nur eintreten, wenn wir ein Feld aus dem Zusammenhang mit den anderen Feldern lösen. Andererseits ist sie verschwindend klein, wenn wir nur den Beginn des Ausknickens untersuchen. Ist die Durchbiegung sehr klein, so ist die Verformung der Kanten klein von der zweiten Ordnung und kann vernachlässigt werden.

Es ist nun von Wichtigkeit, zunächst den Beginn des Knickens und die Knickverformung zu bestimmen und erst später auf die veränderlichen Spannungen einzugehen, die bei wesentlichen Verbeulungen auftreten.

Betrachten wir nun einen Fall, wie er in den Abb. 1 und 2 dargestellt ist, nämlich eine Platte, auf die Druckkräfte oder Druck- und Zugkräfte wirken, so finden wir für konstantes  $\sigma_x$  und  $\sigma_y$ :

$$\begin{aligned}
 L_{a_1} &= 4\delta \cdot \frac{\sigma_x}{2} \iint_0^a \int_0^b \left( \sum \sum f_{mn} \left( \frac{m\pi}{2a} \right) \sin \frac{m\pi x}{2a} \cdot \cos \frac{n\pi y}{2b} \right)^2 \cdot dx \cdot dy \\
 &+ 4\delta \cdot \frac{\sigma_y}{2} \iint_0^a \int_0^b \left( \sum \sum f_{mn} \left( \frac{n\pi}{2b} \right) \cos \frac{m\pi x}{2a} \sin \frac{n\pi y}{2b} \right)^2 \cdot dx \cdot dy \\
 &= 2\delta \cdot \sigma_x \sum \sum \left( f_{mn}^2 \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{b}{2} + 2\delta \cdot \sigma_y f_{mn}^2 \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{b}{2} \right), \\
 L_a &= 2\delta \frac{ab}{4} \sigma_x \sum \sum f_{mn}^2 \cdot \left( \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right) \cdot \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 \right). \tag{4}
 \end{aligned}$$

Ebenso ist die innere Arbeit:

$$\begin{aligned}
 L_i &= 4N \sum \sum \frac{f_{mn}^2}{2} \left( \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 + \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 \right) \frac{a}{2} \cdot \frac{b}{2}, \\
 L_i &= \frac{4}{2} N \iint_0^a \int_0^b \left[ \sum \sum f_{mn} \cdot \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 \cdot \cos \frac{m\pi x}{2a} \cdot \cos \frac{n\pi y}{2b} + \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 \cos \frac{m\pi x}{2a} \cos \frac{n\pi y}{2b} \right] dx dy, \\
 L_i &= 2N \frac{ab}{4} \sum \sum f_{mn}^2 \left[ \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 + \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 \right], \quad \text{wo} \quad N = \frac{E\delta^3}{12(1-\mu^2)} \tag{4a}
 \end{aligned}$$

die Plattensteifigkeit bedeutet.

Aus der Gleichung der äußeren und inneren Arbeit folgt die kritische Spannung:

$$\sigma_{xk} = \frac{N\pi^2}{\delta} \cdot \frac{\sum \sum f_{mn}^2 \left[ \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \left( \frac{n}{2b} \right)^2 \right]^2}{\sum \sum f_{mn}^2 \left[ \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \left( \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right) \left( \frac{n}{2b} \right)^2 \right]}. \tag{5a}$$

Hier ist durch das Minuszeichen im Nenner der Fall eingeschlossen, daß  $\sigma_y$  eine Zugspannung darstellt.

Um die Wellenform zu bestimmen, nehmen wir zunächst an, daß  $\sigma_x$  für die Ausbeulung maßgebend sein soll. Dann beult die Platte in der  $y$ -Richtung sicher nur nach einer Welle. Es wird  $n = 1$ . Bei der Bestimmung des Minimums durch Wahl eines passenden Verhältnisses  $f_2/f_1$  finden wir, daß das Verhältnis herausfällt. Wir können uns daher bei gleichmäßiger Spannung mit einem einzigen Gliede der Doppelsummen begnügen, so daß

$$\sigma_{xk} = \frac{N \cdot \pi^2 \left[ \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \left( \frac{1}{2b} \right)^2 \right]^2}{\delta \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \left( \frac{1}{2b} \right)^2} \tag{5b}$$

ist.

Nennen wir  $\frac{\sigma_y}{\sigma_x} = k$ , und  $\frac{m}{2a} = x$ , so erreichen wir offenbar das Minimum durch ein bestimmtes Verhältnis  $m/2a$  zu  $1/2b$ .

$$\frac{\delta \sigma_k}{\delta \left(\frac{m}{2a}\right)} = 0 = \left[ x^2 + k \cdot \left(\frac{1}{2b}\right)^2 \right] \cdot 2 \left[ x^2 + \left(\frac{1}{2b}\right)^2 \right] 2x - \left[ x^2 + \left(\frac{1}{2b}\right)^2 \right]^2 2x = 0$$

oder

$$\begin{aligned} \left[ x^2 + k \cdot \left(\frac{1}{2b}\right)^2 \right] \cdot 2 &= x^2 + \left(\frac{1}{2b}\right)^2, \\ x^2 &= \left(\frac{m}{2a}\right)^2 = \left(\frac{1}{2b}\right)^2 \cdot (1 - 2k), \\ \left(\frac{m}{2a}\right) &= \frac{1}{2b} \sqrt{1 - 2k}. \end{aligned} \tag{6}$$

(Vgl. Tabelle.)

Verhältnis $\frac{\sigma_y}{\sigma_x} = k$	$\frac{1}{4}$	0	-0,6	-1	-1,5	-2	-7,5
$\frac{m}{2a}$	$\frac{\sqrt{2}}{2b}$	$\frac{1}{2b}$	$\frac{\sqrt{2,2}}{2b}$	$\frac{\sqrt{3}}{2b}$	$\frac{2}{2b}$	$\frac{\sqrt{5}}{2b}$	$\frac{4}{2b}$
Wellenzahl $m^*$	$\frac{a}{b} \sqrt{2}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{a}{b} \sqrt{2,2}$	$\frac{a}{b} \sqrt{3}$	$\frac{2a}{b}$	$\frac{a}{b} \sqrt{5}$	$4 \frac{a}{b}$
Halbe Wellenlänge $\lambda$	$2b \sqrt{2}$	$2b$	$0,67(2b)$	$2b \frac{\sqrt{3}}{3}$	$\frac{2b}{2}$	$2b \frac{\sqrt{5}}{5}$	$\frac{2b}{4}$

Für  $k > \frac{1}{2}$  wird der Wert  $\frac{m}{2a}$  imaginär, d. h. die Ausbeulung hängt bei einer langen Platte nicht mehr von  $\sigma_x$  ab. Ist  $k = \frac{1}{2}$ , so wird  $\frac{m}{2a} = 0$ .

In der Tat beult eine in der  $x$ -Richtung lange Platte, bei der  $\sigma_y$  die halbe Größe von  $\sigma_x$  hat, nach einer einzigen Welle aus. Für  $\sigma_y = 0$  sucht die Platte sich in quadratische Felder einzuteilen.

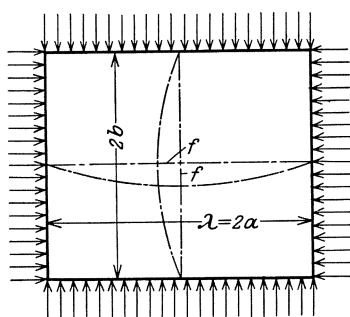


Abb. 5. Beulenform für  $\frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cong \frac{1}{2}$ .

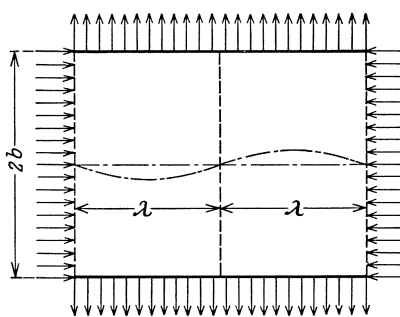


Abb. 6. Beulenform für  $\frac{\sigma_y}{\sigma_x} = -0,6$ .

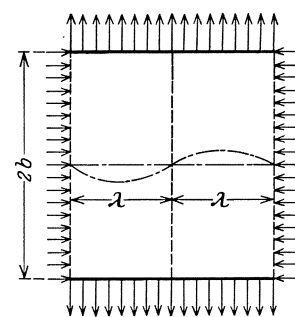


Abb. 7. Beulenform für  $\frac{\sigma_y}{\sigma_x} = -2$ .

Ist  $2a$  jeweils kleiner als die in der Tabelle angegebene Länge von  $\lambda$ , so beult sich die Platte nur nach einer Halbwelle aus.

Die Wellenform für einige Verhältnisse  $k = \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$  ist in den Abb. 4, 5 und 6 dargestellt.

\* Das Verhältnis  $\frac{a}{b}$  ist so zu wählen, daß ganze Zahlen herauskommen.

Werden die Zugspannungen sehr groß im Verhältnis zu den Druckspannungen, so bilden sich offenbar sehr schmale Falten. Diese Faltenbildungen sind besonders bei sehr dünnen Platten zu beobachten, wie sie im Flugzeugbau Verwendung finden. (Vgl. den Vortrag Wagner auf der W.G.L.-Tagung 1928.)

Nachdem wir die Wellenform festgestellt haben, ist offenbar die Bestimmung der Knicklast sehr einfach.

Für  $0 \leq k < \frac{1}{2}$  ist

$$\left(\frac{m}{2a}\right)^2 = \frac{1 - 2k}{(2b)^2},$$

also wird

$$\sigma_{xk} = \frac{N}{\delta} \left(\frac{\pi}{2b}\right)^2 4(1 - k) \quad (7)$$

und für  $k = 0$

$$\sigma_{xk} = 4 \frac{N}{\delta} \left(\frac{\pi}{2b}\right)^2.$$

Für  $k \geq \frac{1}{2}$  wird

$$\sigma_{xk} = \frac{N}{\delta} \left(\frac{\pi}{2b}\right)^2 \frac{\left[1 + \left(\frac{b}{a}\right)^2\right]^2}{k + \left(\frac{b}{a}\right)}, \quad (8)$$

also für  $k = 1$

$$\sigma_{xk} = \frac{N}{\delta} \left(\frac{\pi}{2b}\right)^2 \left[1 + \left(\frac{b}{a}\right)^2\right].$$

Für  $k < 0$  kommt

$$\sigma_{xk} = \frac{N}{\delta} \cdot \left(\frac{\pi}{2b}\right)^2 4(1 + k), \quad (9)$$

also wird für  $k = -1,5$

$$\sigma_{xk} = 10 \frac{N}{\delta} \left(\frac{\pi}{2b}\right)^2$$

und für  $k = -7,5$

$$\sigma_{xk} = 34 \frac{N}{\delta} \left(\frac{\pi}{2b}\right)^2.$$

### 3. Zusätzliche Spannungen nach Überschreiten der Knickgrenze.

Die errechnete Form der Beulen ändert sich erfahrungsgemäß nach Überschreiten der Knickgrenze nur wenig. Wir können daher nur in erster Annäherung von dieser Form bei den weiteren Rechnungen ausgehen.

Drücken wir die Platte nach dem Ausknicken weiter, so können offenbar die Teile an den Kanten nicht ausweichen und der Druck steigt dort gleichmäßig weiter. In der Mitte, wo die Platte ausbeult, sucht sie dagegen dem Druck auszuweichen. Wenn wir uns die Platte herausgeschnitten denken, so kann eine Verformung eintreten, die gleich der Änderung der Sehnenlänge in den einzelnen Schnitten ist. Also wird die Verschiebung an der Kante  $x = a$  für ein Glied:

$$v_{xa} = \frac{1}{2} \int_0^a \left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 dx = \frac{m^2 \pi^2}{32} \frac{f_{mn}^2}{a} \cdot \left(1 + \cos \frac{n\pi y}{b}\right) \quad (10a)$$

und die Verschiebung der Kante  $y = b$

$$v_{yb} = \frac{1}{2} \int_0^b \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 \cdot dy = \frac{n^2 \pi^2}{32} \cdot \frac{f_{mn}^2}{b} \left(1 + \cos \frac{m\pi x}{a}\right). \quad (10b)$$

Wenn man mehrere Glieder berücksichtigen muß, so wird

$$v_{xa} = \sum \frac{m\pi^2}{32a} \cdot \left( f_{mn}^2 \left( 1 + \cos \frac{n\pi y}{b} \right) + 2f_{mn}f_{mr} \left( \cos \frac{(r-n)\pi y}{26} + \cos \frac{(r+n)\pi y}{26} \right) \right)$$

und entsprechend  $v_{yb}$ . Dabei ist  $r \approx n$ .

Diese Verformungen sind in Abb. 4 eingetragen. Sie rühren nur von der Verbeulung her. Darüber lagert sich noch eine gleichförmige Zusammendrückung infolge des Druckanstieges. Da das Plattenfeld zusammenhängt, kann diese Verformung aber nicht eintreten. Sie wird vielmehr durch ein ebenes Spannungssystem rückgängig gemacht, das sich über die bisherigen Spannungen lagert.

Offenbar läßt sich nun die Verschiebung in 2 Teile zerlegen, einen Teil, der für  $x = a$  und  $y = b$  gleichmäßige Verschiebungen von  $v_{x_1}$  und  $v_{y_1}$  hervorruft und einen Teil, der eine cosinusförmige Verschiebung erzeugt. (Vgl. Abb. 7.) Die Verschiebungen  $v_{x_1}$  und  $v_{y_1}$  erzeugen offenbar ein konstantes Spannungsbild.

$$\sigma_{x_1} = \frac{E}{1 - \mu^2} \left( \frac{v_{x_1}}{a} + \mu \cdot \frac{v_{y_1}}{b} \right) = \frac{E}{1 - \mu^2} \frac{\pi^2}{32} \left( \frac{m^2}{a^2} + \frac{n^2\mu}{b^2} \right) f_{mn}^2, \quad (11a)$$

und

$$\sigma_{y_1} = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot \left( \frac{v_{y_1}}{b} + \frac{\mu \cdot v_{x_1}}{a} \right) = \frac{E}{1 - \mu^2} \frac{\pi^2}{32} \left( \frac{n^2}{b^2} + \frac{m^2\mu}{a^2} \right) f_{mn}^2. \quad (11b)$$

Für  $a = b$  und  $m = n = 1$ , wird  $v_{x_1} = v_{y_1}$  und

$$\sigma_{x_1} = \sigma_{y_1} = \frac{1 + \mu}{1 - \mu^2} \cdot \frac{\pi^2}{8} \left( \frac{f_n}{2a} \right)^2. \quad (11c)$$

Zu dieser positiven Verschiebung kommt naturgemäß noch diejenige, die sich aus der Steigerung der Spannungen an den Plattenrändern ergeben. Diese interessieren uns vorläufig noch nicht.

Bedeutend schwieriger gestaltet sich die Berechnung des zweiten Teiles der Verschiebung, der in Abb. 8 dargestellt ist. Der Gang der Rechnung soll hier nur kurz angedeutet werden.

Man sucht die Spannungsfunktion so zu bestimmen, daß diese Verschiebungen

$$v_{y_2} = v_{y_1} \cdot \cos \frac{m\pi x}{a} \quad (10b)$$

und

$$v_{x_2} = v_{y_1} \cdot \cos \frac{n\pi y}{b} \quad (10a)$$

erzielt werden.

Diese Bedingung verlangt einen Spannungszustand von der Form:

$$\sigma_{x_2} = \sigma_{m_2} \cdot F''_{(y)} \cdot \left( \frac{a}{m\pi} \right)^2 \cdot \cos \frac{m\pi x}{a} - \sigma_{n_2} \cdot F_{(x)} \cdot \cos \frac{n\pi y}{b}$$

und

$$\sigma_{y_2} = -\sigma_{m_2} \cdot F_{(y)} \cos \frac{m\pi x}{a} + \sigma_{n_2} F''_{(x)} \cdot \left( \frac{b}{n\pi} \right)^2 \cos \frac{n\pi y}{b}$$

und

$$\tau = \sigma_{m_2} \left( \frac{a}{m\pi} \right) \cdot F'_{(y)} \cdot \sin \frac{m\pi x}{a} + \sigma_{n_2} \frac{b}{n\pi} F'_{(x)} \cos \frac{n\pi y}{b},$$

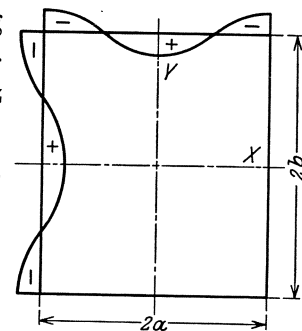


Abb. 8. Cosinusförmige Randverschiebung.

wo die Funktionen  $F_{(x)}$  und  $F_{(y)}$  so gewählt sind, daß sie einem ebenen Spannungszustand entsprechen.

Dabei ist

$$\sigma_{m_2} = E m^2 n^2 \frac{\pi^4}{64} \cdot \frac{f_{mn}^2}{a^2}$$

und

$$\sigma_{n_2} = E \cdot m^2 n^2 \frac{\pi^4}{64} \cdot \frac{f_{mn}^2}{b^2}; \quad \left. \begin{array}{l} \text{für } a = b \\ \text{und } m = n = 1 \end{array} \right\} \text{ wird}$$

$$\sigma_{m_2} = \sigma_{n_2} = E \frac{\pi^2}{32} \cdot \frac{f^2}{b^2} \cdot \frac{\pi^2}{2} = \frac{\pi^2}{2} \cdot 0,75 \cdot \sigma_{x_1}.$$

Die Funktionen  $F_{(x)}$  und  $F_{(y)}$  sind hyperbolische Funktionen von der Form

$$F_{(x)} = A_1 \left( B_1 \mathfrak{C} \mathfrak{D} \left| \frac{n\pi x}{b} + \frac{x}{a} \mathfrak{S} \mathfrak{in} \frac{n\pi x}{b} \right. \right),$$

$$F_{(y)} = A_2 \left( B_2 \mathfrak{C} \mathfrak{D} \left| \frac{m\pi y}{a} + \frac{y}{b} \mathfrak{S} \mathfrak{in} \frac{m\pi y}{a} \right. \right).$$

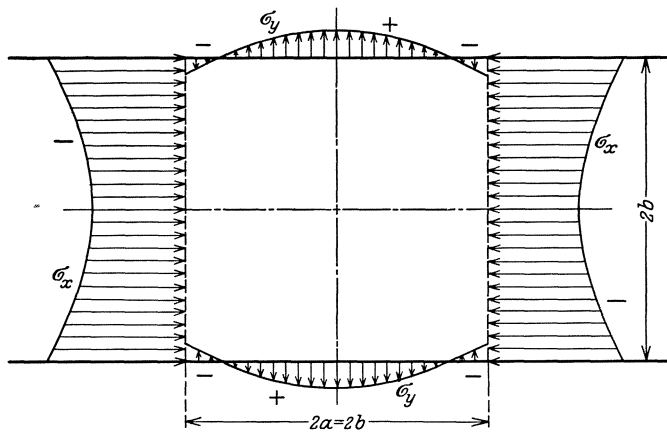


Abb. 9. Randspannungen bei einer quadratischen Beule nach dem Ausknicken.

Hier ist

$$A_1 = \frac{1}{\mathfrak{S} \mathfrak{in} \frac{n\pi a}{b}}$$

und

$$A_2 = \frac{1}{\mathfrak{S} \mathfrak{in} \frac{m\pi b}{a}}.$$

Ferner

$$B_1 = - \left( \mathfrak{C} \mathfrak{t} \mathfrak{g} \frac{n\pi a}{b} + \frac{b}{a n \pi} \right)$$

und

$$B_2 = - \left( \mathfrak{C} \mathfrak{t} \mathfrak{g} \frac{m\pi b}{a} + \frac{a}{b m \pi} \right).$$

Diese Konstanten erfüllen gleichzeitig die Bedingung, daß an den Rändern die Schubspannungen verschwinden. Es ist weiterhin angenommen, daß der Rahmen die Ausbildung einer ungleichmäßigen Randspannung nicht lindert. Diese Bedingung ist bei der geringen Steifigkeit der Längsnähte von Querspantenschiffen hinreichend genau erfüllt.

Haben wir beispielsweise eine quadratische Beule, wie sie entsteht, wenn die Spannung  $\sigma_y = 0$  ist und die Ränder parallel zur  $\sigma_x$ -Spannung festgehalten werden, so entsteht eine Form der Spannungen am Rande, wie sie in Abb. 9 für  $\sigma_y$  dargestellt ist.

In der  $x$ -Richtung lagert sich die Spannung über die gleichmäßige Randspannung  $\sigma_{x,r}$ .

Die absolute Höhe der Randspannung ist uns vorläufig noch unbekannt.

Wir finden sie nach dem Prinzip der virtuellen Verschiebung. Wir betrachten einen bestimmten Biegunbspfeil  $f$ . Die Spannungen  $\sigma_{x_1}$  und  $\sigma_{y_1}$  sowie  $\sigma_{x_2}$  und  $\sigma_{y_2}$  sind dann bekannt.

Erteilen wir der Durchbiegung einen sehr kleinen Zuwachs  $\Delta f$ , so bleiben diese Spannungen konstant. Berechnen wir hierfür die virtuellen Arbeiten der äußeren und inneren Kräfte, so finden wir für den Zuwachs der äußeren Arbeit:

$$\frac{\Delta La}{\Delta f} = \delta = f_m ab \left[ \sigma_{xr} \left( \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 + \frac{\sigma_{yr}}{\sigma_{xr}} \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 \right) - \sigma_{x1} \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 \right. \\ \left. - \sigma_{y1} \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 - \frac{\sigma_{m_2}}{(2a)^2} \left( \frac{bm}{an} \right)^2 - \frac{\sigma_{m_2}}{(2b)^2} \cdot \left( \frac{an}{bm} \right)^2 \right]. \quad (12)$$

Ebenso wird die Änderung der inneren Arbeit

$$\frac{\Delta Li}{\Delta f} = N ab f_m \left[ \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 + \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 \right]^2. \quad (13)$$

Daraus ergibt sich die mittlere Spannung am Rande:

$$\sigma_{xr} = \frac{N}{\delta} \pi^2 \frac{\left[ \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \left( \frac{n}{2b} \right)^2 \right]^2}{\left( \frac{m}{2a} \right)^2 \pm \frac{\sigma_{yr}}{\sigma_{xr}} \left( \frac{n}{2b} \right)^2} + \frac{\sigma_{x1} \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \sigma_{y1} \left( \frac{n}{2b} \right)^2 + \sigma_{m_2} \left( \frac{m}{2a\pi} \right)^2 \left( \frac{b}{an} \right)^2 + \sigma_{m_2} \left( \frac{n}{2b\pi} \right)^2 \left( \frac{a}{bm} \right)^2}{\left( \frac{m}{2a} \right)^2 \pm \frac{\sigma_{yr}}{\sigma_{xr}} \left( \frac{n}{2b} \right)^2}. \quad (14)$$

Man sieht aus der Formel sofort, daß die Spannung  $\sigma_{xr}$  beträchtlich über die Knickspannung steigt, da das erste Glied die Knickspannung angibt.

Einen besseren Überblick erhält man, wenn man  $\sigma_{yr} = 0$  setzt. Dann ist die erste Beulenform quadratisch und man erhält:

$$\sigma_{x1} = \sigma_{y1}; \quad \sigma_{m_1} = \sigma_{m_2}; \\ \sigma_{xr} = 4 \frac{N}{\delta} \frac{\pi^2}{(2b)^2} + 2\sigma_{x1} + \frac{2}{\pi^2} \cdot \sigma_{m_1}. \quad (14a)$$

Für eine Platte von  $2b = 80$  cm Breite ergibt sich beispielsweise für  $f = 0,5$  cm und  $\delta = 1$  cm Dicke

$$\sigma_k = 4 \frac{N}{\delta} \frac{\pi^2}{(2b)^2} = 1150 \text{ kg/cm}^2$$

und

$$\sigma_{x1} = \frac{1 + \mu}{1 - \mu^2} \cdot \frac{\pi^2}{8} \left( \frac{f}{2b} \right)^2 = 158 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_{m_2} = E \frac{\pi^4}{16} \cdot \left( \frac{f}{2b} \right)^2 = 585 \text{ kg/cm}^2.$$

Also

$$\sigma_{xr} = 1150 + 316 + 117 \approx 1583 \text{ kg/cm}^2.$$

Die Wirksamkeit der Platte, ihre „mittragende Breite“, finden wir nach der Formel

$$b_m = \frac{\sigma_{xr} - \sigma_{x1}}{\sigma_{xr}} \cdot b; \quad (15)$$

dann ist  $b_m = 0,9b$  und die mittlere Spannung

$$\sigma_m = 1425 \text{ kg/cm}^2.$$

Der Spannungsverlauf bei diesem Zustande ist in Abb. 9 dargestellt. Bei größerer Durchbiegung steigt diese verstärkende Wirkung der Zugspannung rasch an.



Von einer gewissen Grenze an kann jedoch die Randspannung nicht mehr einfach mit der Formel errechnet werden. Sobald die Zugspannungen zu groß werden, beginnen die Beulen sich umzuformen. Diese Formen sind mit Hilfe des Minimums der Formänderungsarbeit festzustellen und dann die Spannungen in der angegebenen Weise zu berechnen. Zur Bestimmung der unbekanntenen Glieder ergibt sich eine genügende Zahl von Gleichungen, deren Auflösung die gesuchte Randspannung ergibt.

Es kann nicht im Rahmen dieses kurzen Vortrags liegen, diese Rechnung auf ein konkretes Beispiel zu übertragen. Die Anwendung ergibt jedoch keine Schwierigkeiten. Um die Anwendbarkeit der Formeln auf die Berechnung von Schiffsverbänden zu prüfen, wurden die Versuche von Biles<sup>1</sup> mit dem Zerstörer „Wolf“ nach der neuen Theorie nachgerechnet. Es ergab sich sowohl für die „Sagging“- wie für die „Hogging“-Messungen eine gute Übereinstimmung, die in den Grenzen der Meßgenauigkeit liegt<sup>2</sup>.

Für große Schiffe mit dicken Platten muß der Elastizitätsmodul  $E$  durch den Knickmodul ersetzt werden, um die Knicklasten zu finden.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß nach diesem Verfahren auch die dünnen Platten berechnet werden können, die gleichzeitig auf Zug, Druck und Biegung beansprucht werden. Wie Pietzker schon bemerkt hat, ist die Anwendung der üblichen Plattentheorie, die im Betonbau große Erfolge erzielt hat, bei den dünnen Schiffswänden nur bedingt zulässig. Hier wird die angegebene Methode ein genügend genaues Resultat ergeben.

## Anhang.

### a) Spannungszustand mit cosinusförmiger Randverschiebung.

Die Spannungsfunktion muß die partielle Differentialgleichung erfüllen:

$$\frac{\partial^4 F}{\partial x^4} + \frac{2 \partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = 0.$$

Dann wird:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} = \sigma_{m2} F''_{(y)} \left( \frac{a}{m\pi} \right)^2 \cos \frac{m\pi x}{a} - \sigma_{n2} F_{(x)} \cos \frac{n\pi y}{b}, \\ \sigma_y &= \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} = \sigma_{m2} F_{(y)} \cos \frac{m\pi x}{a} + \sigma_{n2} F''_{(x)} \left( \frac{b}{n\pi} \right)^2 \cos \frac{n\pi y}{b}, \\ \tau &= - \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} = \sigma_{m2} \left( \frac{a}{m\pi} \right) F'_{(y)} \sin \frac{m\pi x}{a} + \sigma_{n2} \left( \frac{b}{n\pi} \right) F'_{(x)} \sin \frac{n\pi y}{b}. \end{aligned}$$

Hier ist

$$\begin{aligned} F_{(x)} &= A_1 \left( B_1 \mathfrak{C} \mathfrak{v} \left[ \frac{n\pi x}{b} + \frac{x}{a} \mathfrak{S} \text{in} \frac{n\pi x}{b} \right) \right), \\ F_{(y)} &= A_2 \left( B_2 \mathfrak{C} \mathfrak{v} \left[ \frac{m\pi y}{a} + \frac{y}{b} \mathfrak{S} \text{in} \frac{m\pi y}{a} \right) \right). \end{aligned}$$

<sup>1</sup> Vgl. I. N. A. 1905.

<sup>2</sup> Vgl. Schiffbau 1928, Heft 22.

Also

$$F'_{(x)} = \frac{n\pi}{b} A_1 \left[ \left( B_1 + \frac{b}{an\pi} \right) \mathfrak{S}in \frac{n\pi x}{b} + \frac{x}{a} \mathfrak{C}o\mathfrak{f} \frac{n\pi x}{b} \right],$$

$$F''_{(x)} = \left( \frac{n\pi}{b} \right)^2 A_1 \left[ \left( B_1 + \frac{2b}{an\pi} \right) \mathfrak{C}o\mathfrak{f} \frac{n\pi x}{b} + \frac{x}{a} \mathfrak{S}in \frac{n\pi x}{b} \right]$$

oder:

$$F''_{(x)} = \left( \frac{n\pi}{b} \right)^2 \left( F_{(x)} + \frac{2b}{an\pi} A_1 \mathfrak{C}o\mathfrak{f} \frac{n\pi x}{b} \right)$$

und entsprechend  $F'_{(y)}$  und  $F''_{(y)}$ .

Aus der Bedingung  $\tau = 0$  für  $x = a$  und  $y = b$  folgt:

$$[F'_{(x)}]_{x=a} = 0, \quad [F'_{(y)}]_{y=b} = 0,$$

also:

$$\left( B_1 + \frac{a}{bn\pi} \right) \mathfrak{S}in \frac{n\pi a}{b} + \mathfrak{C}o\mathfrak{f} \frac{n\pi a}{b} = 0,$$

also

$$B_1 = - \left( \mathfrak{C}tg \frac{n\pi a}{b} + \frac{b}{an\pi} \right)$$

und

$$B_2 = - \left( \mathfrak{C}tg \frac{m\pi b}{a} + \frac{a}{bm\pi} \right).$$

Soll die Randverschiebung

$$v_x \cdot \cos \frac{n\pi y}{b} = \frac{m^2 \pi^2}{32a} f_{mn}^2 \cos \frac{n\pi y}{b}$$

erzeugt werden, so muß sein:

$$\begin{aligned} v_x \cdot \cos \frac{n\pi y}{b} &= \frac{1}{E} \left[ \int \sigma_x dx - \mu \int \sigma_y dy \right] \\ &= \frac{\sigma_{m2}}{E} \int_0^a F''_{(y)} \left( \frac{a}{m\pi} \right)^2 \cos \frac{m\pi x}{a} dx - \frac{\sigma_{n2}}{E} \int_0^a F_{(x)} \cos \frac{n\pi y}{b} dy \\ &\quad + \frac{\mu}{E} \sigma_{m2} \int_0^a F_{(y)} \cos \frac{m\pi x}{a} dx - \frac{\mu \sigma_n}{E} \int_0^a F''_{(x)} \left( \frac{b}{n\pi} \right)^2 \cos \frac{n\pi y}{b} dy. \end{aligned}$$

Hier werden das erste, dritte und vierte Integral Null. Aus dem zweiten Integral folgt:

$$\frac{m^2 \pi^2}{32a} f_{mn}^2 = - \frac{\sigma_{n2}}{E} \frac{b}{n\pi} A_1 \left[ - \left( \mathfrak{C}tg \frac{n\pi a}{b} + \frac{2b}{an\pi} \right) \mathfrak{S}in \frac{n\pi x}{b} + \frac{x}{a} \mathfrak{C}o\mathfrak{f} \frac{n\pi x}{b} \right]_0^a.$$

Setzt man

$$\sigma_{n2} = E m^2 n^2 \frac{\pi^4}{64} \frac{f_{mn}^2}{b^2}$$

und

$$\sigma_{m2} = E m^2 n^2 \frac{\pi^4}{64} \frac{f_{mn}^2}{a^2},$$

so wird:

$$A_1 = \frac{1}{\mathfrak{S}in \frac{n\pi a}{b}} \quad \text{und} \quad A_2 = \frac{1}{\mathfrak{S}in \frac{m\pi b}{a}}.$$

Der gesamte Spannungszustand setzt sich also aus drei Teilen zusammen,  $\sigma_{x0}$  und  $\sigma_{y0}$ , dem mittleren äußeren Druck,  $\sigma_{x1}$  und  $\sigma_{y1}$ , den gleichmäßigen Spannungen, und  $\sigma_{x2}$ ,  $\sigma_{y2}$  und  $\tau$ , deren Konstanten soeben errechnet wurden.

### b) Gleichgewicht bei Ausbeulung.

Das Gleichgewicht für eine Durchbiegung

$$w = f_{mn} \cos \frac{m\pi x}{a} \cos \frac{n\pi y}{b}$$

besteht dann, wenn bei einer sehr kleinen Veränderung des Biegungspeils um  $\Delta f_{mn}$  Gleichwert der inneren und äußeren Arbeit vorhanden ist.

Die Berechnung der Arbeit bei gleichmäßigen Spannungen  $\sigma_{x0}$ ,  $\sigma_{y0}$ ,  $\sigma_{x1}$  und  $\sigma_{y1}$  ist schon im ersten Teil der vorliegenden Arbeit ausführlich gezeigt.

Die Formänderungsarbeit für  $\sigma_{x2}$ ,  $\sigma_{y2}$  und  $\tau$  wird errechnet nach den Formeln:

$$L_a = \frac{4\delta}{2} \int_0^a \int_0^b \sigma_x \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 dx dy + \frac{4\delta}{2} \int_0^a \int_0^b \sigma_y \left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 dx dy + 4\delta \int_0^a \int_0^b \tau \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} dx dy,$$

wo

$$\left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 = \frac{1}{4} f_{mn}^2 \left( \frac{m\pi}{2a} \right)^2 \left( 1 - \cos \frac{m\pi x}{a} \right) \left( 1 + \cos \frac{n\pi y}{b} \right),$$

$$\left( \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 = \frac{1}{4} f_{mn}^2 \left( \frac{n\pi}{2b} \right)^2 \left( 1 + \cos \frac{m\pi x}{a} \right) \left( 1 - \cos \frac{n\pi y}{b} \right),$$

$$\frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} = \frac{1}{4} f_{mn}^2 \left( \frac{m\pi}{2a} \right) \left( \frac{n\pi}{2b} \right) \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}.$$

Nach der Einleitung ist:

$$F''_{(y)} = \left( \frac{m\pi}{a} \right)^2 \left( F_{(y)} + \frac{2a}{b m \pi} \frac{\mathfrak{C} \cos \frac{m\pi y}{a}}{\mathfrak{S} \sin \frac{m\pi b}{a}} \right).$$

Für

$$\sigma_{x2} = \sigma_{m2} F''_{(y)} \left( \frac{a}{m\pi} \right)^2 \cos \frac{m\pi x}{a}$$

erhält man als Arbeit der Normalspannungen:

$$L_{a2} = \sigma_{m2} f_{mn}^2 \frac{\delta}{8} \int_0^a \int_0^b F''_{(y)} \cos \frac{m\pi x}{a} \left( 1 - \cos \frac{m\pi x}{a} \right) \left( 1 + \cos \frac{n\pi y}{b} \right) dx dy$$

oder:

$$L_{a2} = -\sigma_{m2} f_{mn}^2 \frac{\delta}{16} a \int_0^b F''_{(y)} \left( 1 + \cos \frac{n\pi y}{b} \right) dy.$$

Hier ist

$$\int_0^b F''_{(y)} dy = [F'_{(y)}]_0^b = 0.$$

Also

$$L_{a2} = -\sigma_{m2} f_{mn}^2 \frac{\delta a}{16} \int_0^b F''_{(y)} \cos \frac{n\pi y}{b} dy.$$

Durch partielle Integration:

$$\begin{aligned} L_{a2} &= -\sigma_{m2} f_{mn}^2 \frac{\delta a}{16} \left( F'_{(y)} \cos \frac{n\pi y}{b} \right)_0^b + \int_0^b \left( \frac{n\pi}{b} \right) F'_{(y)} \sin \frac{n\pi y}{b} dy \\ &= -\sigma_{m2} f_{mn}^2 \frac{\delta a}{16} \left( \frac{n\pi}{b} F_{(y)} \sin \frac{n\pi y}{b} \right)_0^b - \left( \frac{n\pi}{b} \right)^2 \int_0^b F_{(y)} \cos \frac{n\pi y}{b} dy \\ &= -\sigma_{m2} f_{mn}^2 \frac{\delta a}{16} \left[ - \left( \frac{n\pi}{b} \right)^2 \left( \frac{a}{m\pi} \right)^2 F''_{(y)} + \left( \frac{n\pi}{b} \right)^2 \frac{2a}{bm\pi} \frac{\mathfrak{Cof} \frac{m\pi y}{a}}{\mathfrak{Sin} \frac{m\pi b}{a}} \right]. \end{aligned}$$

Also:

$$L_{a2} = -\sigma_{m2} f_{mn}^2 \frac{\delta a}{16} \frac{\left( \frac{n\pi}{b} \right)^2 \frac{2a}{bm\pi}}{1 + \left( \frac{na}{mb} \right)^2} \int \frac{\mathfrak{Cof} \frac{m\pi y}{a}}{\mathfrak{Sin} \frac{m\pi b}{a}} dy,$$

$$L_{a2} = -\frac{\sigma_{m2} f_{mn}^2 \delta a}{16 \mathfrak{Sin} \frac{m\pi b}{a}} \frac{2a}{bm\pi} \left( \frac{n\pi}{b} \right)^2 \left( \frac{a}{m\pi} \right)^2 \left[ \frac{m\pi}{a} \mathfrak{Sin} \frac{m\pi y}{a} \cos \frac{n\pi y}{b} + \frac{n\pi}{b} \mathfrak{Cof} \frac{m\pi y}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} \right]_0^b,$$

$$L_{a2} = +\sigma_{m2} f_{mn}^2 \frac{\left( \frac{an}{bm} \right)^2}{\left[ 1 + \left( \frac{an}{bm} \right)^2 \right]^2}.$$

Für den zweiten Teil von  $\sigma_{x2}$  ergibt sich

$$L_a = -\sigma_{n2} \frac{\delta}{8} \left( \frac{m\pi}{a} \right)^2 f_{mn}^2 \int_0^a \int_0^b F_{(x)} \cos \frac{n\pi y}{b} \left( 1 - \cos \frac{m\pi x}{a} \right) \left( 1 + \cos \frac{n\pi y}{b} \right) dx dy,$$

$$L_a = -\sigma_{n2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \left( \frac{m\pi}{a} \right)^2 \frac{b}{2} \int_0^a F_{(x)} \left( 1 - \cos \frac{m\pi x}{a} \right) dx.$$

Der erste Teil

$$L_{a3} = -\sigma_{n2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \frac{b}{2} \left( \frac{m\pi}{a} \right)^2 \int_0^a F_{(x)} dx$$

ergibt

$$L_{a3} = -\sigma_{n2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \frac{b}{2} \left( \frac{m\pi}{a} \right)^2 \frac{b}{\mathfrak{Sin} \frac{n\pi a}{b}} \left[ \left( -\mathfrak{Cotg} \frac{n\pi a}{b} - \frac{2b}{an\pi} \right) \mathfrak{Sin} \frac{n\pi x}{b} + \frac{x}{a} \mathfrak{Cof} \frac{n\pi x}{b} \right]_0^a.$$

$$L_{a3} = +\sigma_{n2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \frac{b}{a} \left( \frac{bm}{an} \right)^2.$$

Aus

$$J = \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \int_0^a F_{(x)} \cos \frac{m\pi x}{a} dx$$

folgt durch partielle Integration

$$\begin{aligned} &= -\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \left[ F_{(x)} \left(\frac{a}{m\pi}\right) \sin \frac{m\pi x}{a} \right]_0^a + \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \left(\frac{a}{m\pi}\right) \int_0^a F'_{(x)} \sin \frac{m\pi x}{a} dx \\ &= \left[ F'_{(x)} \cos \frac{m\pi x}{a} \right]_0^a - \int_0^a F''_{(x)} \cos \frac{m\pi x}{a} dx \\ &= -\int_0^a \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 \left( F_{(x)} + \frac{2b}{an\pi} \cdot \frac{\mathfrak{C}o\left|\frac{n\pi x}{b}\right.}{\mathfrak{S}i\left|\frac{n\pi b}{a}\right.} \right) \cos \frac{m\pi x}{a} dx. \end{aligned}$$

Also

$$J = -\frac{\left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 \cdot \frac{2b}{an\pi}}{\left[1 + \left(\frac{an}{bm}\right)^2\right]} \cdot \int_0^a \frac{\mathfrak{C}o\left|\frac{n\pi x}{b}\right. \cos \frac{m\pi x}{a}}{\mathfrak{S}i\left|\frac{n\pi a}{b}\right.} dx$$

und

$$L_{a4} = \sigma_{n2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \frac{b}{a} \frac{\left(\frac{bm}{an}\right)^2}{\left[1 + \left(\frac{bm}{an}\right)^2\right]^2}.$$

Ebenso wird für die Spannung  $\sigma_{y2}$

$$L_{a5} = \sigma_{m2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \left(\frac{a}{b}\right) \left(\frac{an}{bm}\right)^2,$$

$$L_{a6} = \sigma_{m2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \left(\frac{a}{b}\right) \frac{\left(\frac{an}{bm}\right)^2}{\left[1 + \left(\frac{an}{bm}\right)^2\right]^2},$$

$$L_{a7} = \sigma_{n2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \frac{b}{a} \frac{\left(\frac{bm}{an}\right)^2}{\left[1 + \left(\frac{bm}{an}\right)^2\right]^2}.$$

Arbeit der Schubspannungen.

Durch zweimalige Differentiation finden wir

$$F''_{(y)} = \left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 \cdot \left( F'_{(y)} + \frac{2}{b} \frac{\mathfrak{S}i\left|\frac{m\pi y}{a}\right.}{\mathfrak{S}i\left|\frac{m\pi b}{a}\right.} \right).$$

Die Arbeit der Schubspannungen  $\tau_1$  wird

$$L_{a8} = \sigma_{m2} \cdot \frac{\delta}{4} \frac{n\pi}{b} \int_0^a \int_0^b F'_{(y)} \sin^2 \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy$$

$$\int_0^b F'_{(y)} \sin \frac{n\pi y}{b} dy = \left( F'_{(y)} \frac{b}{n\pi} \cos \frac{n\pi y}{b} \right)_0^b + \frac{a}{2} \frac{b}{n\pi} \int_0^b F''_{(y)} \cos \frac{n\pi y}{b} dy.$$

$$J = \left( \frac{b}{n\pi} \right)^2 \left[ F''_{(y)} \sin \frac{n\pi y}{b} \right]_0^b - \left( \frac{b}{n\pi} \right)^2 \int_0^b F'''_{(y)} \sin \frac{n\pi y}{b} dy,$$

$$J = - \left( \frac{b}{n\pi} \right)^2 \cdot \left( \frac{m\pi}{a} \right)^2 \cdot \left[ \int_0^b F'_{(y)} \sin \frac{n\pi y}{b} dy + \frac{2}{b} \int_0^b \frac{\text{Sin} \frac{m\pi y}{a} \cdot \sin \frac{m\pi y}{b} dy}{\text{Sin} \frac{m\pi b}{a}} \right],$$

$$J = - \frac{\left( \frac{bm}{an} \right)^2 \frac{2}{b}}{\left( 1 + \left( \frac{bm}{an} \right)^2 \right)} \cdot \int_0^b \frac{\text{Sin} \frac{m\pi y}{a} \cdot \sin \frac{n\pi y}{b} dy}{\text{Sin} \frac{m\pi b}{a}},$$

$$J = \frac{\left( \frac{bm}{an} \right)^2 \frac{2}{b}}{\left( 1 + \left( \frac{bm}{an} \right)^2 \right)} \cdot \frac{1}{\text{Sin} \frac{m\pi b}{a}} \cdot \left( \frac{a}{m\pi} \right)^2 \cdot \left[ \frac{m\pi}{a} \text{Co} \left[ \frac{m\pi y}{a} \cdot \sin \frac{n\pi y}{b} - \frac{n\pi}{b} \text{Sin} \frac{m\pi y}{a} \cos \frac{n\pi y}{b} \right]_0^b \right],$$

$$J = - \frac{2}{b} \frac{\left( \frac{a}{m\pi} \right)^2 \cdot \frac{n\pi}{b}}{\left[ 1 + \left( \frac{an}{bm} \right)^2 \right]^2};$$

$$L_{a8} = -\sigma_{m2} \frac{\delta}{4} \frac{a}{b} \frac{\left( \frac{an}{bm} \right)^2}{\left[ 1 + \left( \frac{an}{bm} \right)^2 \right]^2}.$$

Ebenso ergibt sich für die Schubspannung  $\tau_2$

$$L_{a9} = -\sigma_{n2} \frac{\delta}{4} \frac{b}{a} \frac{\left( \frac{bm}{an} \right)^2}{\left[ 1 + \left( \frac{bm}{an} \right)^2 \right]^2}.$$

Vergleicht man die Formänderungsarbeit aus den Spannungen  $\sigma_{x2}$ ,  $\sigma_{y2}$  und  $\tau$ , so findet man, daß  $L_{a8}$  und  $L_{a9}$  sich gegen  $L_{a4}$  und  $L_{a6}$ ,  $L_{a2}$  gegen  $L_{a7}$  aufheben.

Es bleibt als Arbeit der gleichförmigen Spannungen

$$L_a = -\frac{\delta}{2} \pi^2 ab f_{mn}^2 \left[ \left( \frac{m}{2a} \right)^2 \sigma_{xr} - \left( \frac{m}{2a} \right)^2 \sigma_{x1} + \left( \frac{n}{2b} \right)^2 \sigma_{yr} - \left( \frac{n}{2b} \right)^2 \sigma_y \right].$$

Die Arbeit der ungleichförmigen Spannungen

$$L_a = \sigma_{m2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \left( \frac{a}{b} \right) \left( \frac{an}{bm} \right)^2 + \sigma_{n2} \frac{\delta}{8} f_{mn}^2 \left( \frac{b}{a} \right) \left( \frac{bm}{an} \right)^2.$$

Also die Änderung der gesamten Arbeit bei einer Änderung des Biegungs Pfeils um  $\Delta f_{mn}$

$$\begin{aligned} \frac{\Delta L_a}{\Delta f_{mn}} &= -\delta \pi^2 a b f_{mn}^2 \sigma_{xr} \left[ \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \frac{\sigma_{yr}}{\sigma_{xr}} \left( \frac{n}{2b} \right)^2 \right] \\ &\quad + \delta \pi^2 a b f_{mn}^2 \left[ \sigma_{x1} \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \sigma_{y1} \left( \frac{n}{2b} \right)^2 + \frac{\sigma_{n2}}{\pi^2} \left( \frac{bm}{an} \right)^2 \left( \frac{1}{2a} \right)^2 + \frac{\sigma_{m2}}{\pi^2} \left( \frac{an}{bm} \right)^2 \left( \frac{1}{2b} \right)^2 \right], \\ \sigma_{xr} &= \frac{N}{\delta} \pi^2 \cdot \frac{\left[ \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \left( \frac{n}{2b} \right)^2 \right]^2}{\left( \frac{m}{2a} \right)^2 \pm \frac{\sigma_{yr}}{\sigma_{xr}} \left( \frac{n}{2b} \right)^2} + \frac{\sigma_{x1} \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \sigma_{y1} \left( \frac{n}{2b} \right)^2 + \sigma_{n2} \left( \frac{1}{2a\pi} \right)^2 \left( \frac{bm}{an} \right)^2 + \sigma_{m2} \left( \frac{1}{2b\pi} \right)^2 \left( \frac{an}{bm} \right)^2}{\left( \frac{m}{2a} \right)^2 \pm \frac{\sigma_{yr}}{\sigma_{xr}} \left( \frac{n}{2b} \right)^2}. \end{aligned}$$

Die Änderung der inneren Arbeit wird

$$\frac{\Delta L_i}{\Delta f_{mn}} = N a b f_{mn} \pi^4 \left( \left( \frac{m}{2a} \right)^2 + \left( \frac{n}{2b} \right)^2 \right)^2.$$

Daraus folgt die mittlere Spannung  $\sigma_{xr}$

$$\Delta L_a + \Delta L_i = 0.$$

Die mittragende Breite ist leicht zu errechnen. Der Mittelwert der Spannungen beträgt

$$\sigma_{xr} - \sigma_{x1}, \quad \text{da} \quad \int_0^b [\sigma_{x2}] dy = 0.$$

Also ist

$$b_m = \frac{\sigma_{xr} - \sigma_{x1}}{\sigma_{xr}}.$$

Für  $x = 0$  ist der Wert  $b_m$  günstiger, für  $x = a$  ungünstiger. Für das Ausknicken des Längsstabes kommt jedoch der Mittelwert in Frage.

### Erörterung.

Vorsitzender Herr Professor Laas:

Meine Herren! Es ist vielleicht erwünscht, die beiden Vorträge von Herrn Dr. Siemann und Herrn Dr. Schnadel zusammen zur Erörterung zu stellen, da sie ja beide auf verschiedenen Wegen zu einer Lösung der Spannungsprobleme im Schiffbau kommen wollen, der eine durch Versuch, der andere durch Rechnung. Sind die Herren damit einverstanden? (Zustimmung.)

Herr Reichsbahnrat Dr.-Ing. Bernhard, Berlin:

Meine Herren! Ich möchte mir erlauben, ganz kurz die Messungen von Herrn Dr. Siemann zu ergänzen, und zwar weil ich glaube, daß im Schiffbau, insbesondere im Schiffsmaschinenbau, die Apparate, die wir im Reichsbahn-Zentralamt für Brückenmeßzwecke gebaut haben, verwendet werden können.

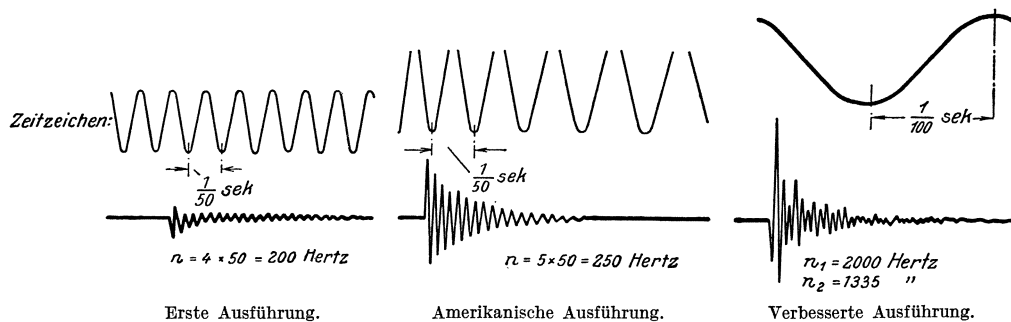


Abb. 1. Eigenschwingungsdiagramme von Kohledehnungsmessern.

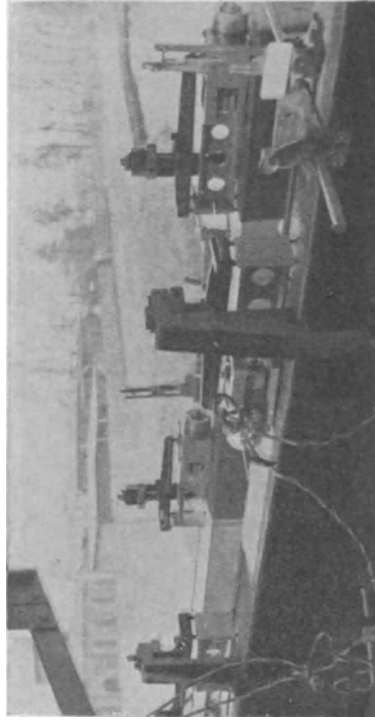
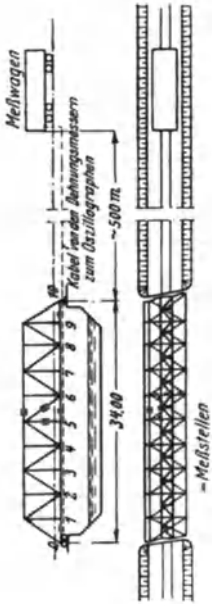


Abb. 4. Anbringung von Dehnungsmessern am Gurt einer Brücke.

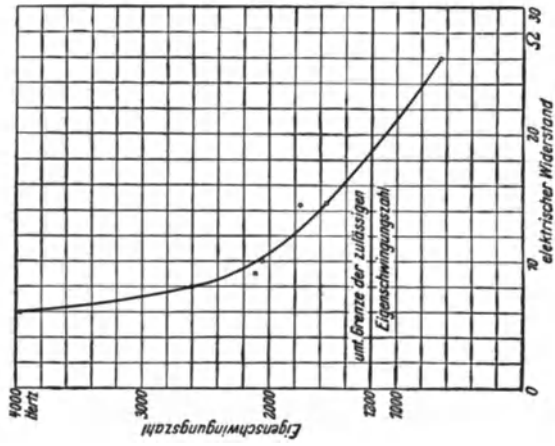


Abb. 2. Abhängigkeit zwischen dem elektrischen Widerstand (mechanischer Vorspannung) der beiden Kohlenäulen und der Eigenschwingungszahl eines Kohledehnungsmessers für Brückenmeßzwecke.

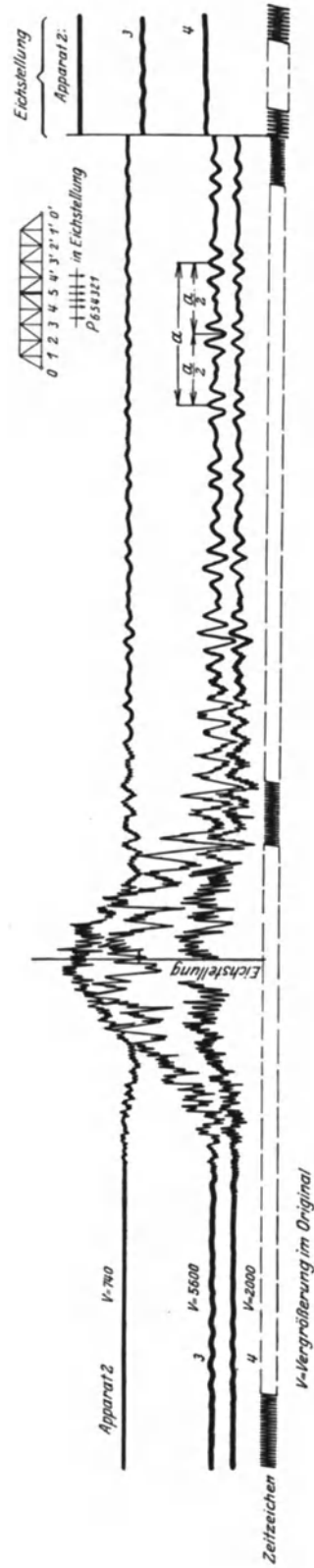


Abb. 5. Stabspannungen einer Fachwerkbrücke von 34 m Stützweite bei Überfahrt einer Lokomotive mit 50 km/h im Pfosten 5.



Ich führe Ihnen an Hand von sechs Lichtbildern vor, was wir an den Kohledehnungsmessern verändert und welche Vorteile wir damit erzielt haben.

Abb. 1 zeigt Ihnen Eigenschwingungsdiagramme von Kohledehnungsmessern. Wir müssen nicht nur langsame, sondern auch sehr rasche Spannungsschwankungen, die bei unseren Brücken auftreten (bis etwa 300 Hertz), aufnehmen können. Die raschen Schwingungen sind für unsere Bauten selbst nicht gefährlich, jedoch für die Meßgeräte sehr störend. Wenn die Apparate ähnliche oder gar dieselben Eigenschwingungszahlen aufweisen wie die Erregerschwingungen der zu messenden Teile, so werden die Anzeigen aufgeschaukelt (vergrößert und verzerrt), was zu großen Fehlern Veranlassung gibt.

Der Kohledehnungsmesser in unserer ersten Ausführung (ähnlich den amerikanischen und Dr. Siemanns Apparaten) weist Eigenschwingungen von 200 Hertz, der amerikanische Apparat Eigenschwingungen von 250 Hertz auf. Die Apparate des Reichsbahn-Zentralamts sind bis auf Eigenschwingungszahlen von 2000 Hertz heraufgekommen (Abb. 2), die je nach der gewählten mechanischen Vorspannung der Kohlesäulen noch bis auf 4000 Hertz gesteigert werden können. Ich glaube, daß Sie hiermit auch die schnellsten Spannungsschwankungen, die z. B. in Ihren Schiffsmaschinenwellen, -lagern u. dgl. vorkommen werden, einwandfrei erfassen können.

In Abb. 3 ist die Meßanordnung zu erkennen. Wir müssen Kabel bis 500 m vom Meßwagen bis zur Brücke (eingleisige Strecke) verwenden, damit die Belastungslokomotiven, die über die Brücke fahren, die nötige Anfahrtsstrecke haben.

Abb. 4 zeigt, wie die Apparate angebracht werden. Wir können auf den verschiedenen Brückenstäben ganz dicht nebeneinander mit besonders ausgebildeten Schraubzwingen die Apparate rasch und bequem befestigen.

Abb. 5 gibt das Spannungsdiagramm eines Brückenstabes (Pfosten) wieder. Hier kann man erkennen, was für verschiedenartige Schwingungen aufgetreten sind (von rund 1—80 Hertz). Während der Schwingungsausschlag auf der einen Brückenstabseite nach oben (also Druck) zeigt, geht er auf der andern Seite gleichzeitig nach unten, was eine Zugspannung bedeutet. Es liegen mithin Biegungsschwingungen des Stabes vor. Die unterste Linie ist das Zeitzeichen, und zwar von  $\frac{1}{50}$  Sekunde.

Sie sehen, daß der ganze Meßvorgang nur fünf bis zehn Sekunden dauert, und daß wir mit großen Geschwindigkeiten des Oszillographenpapiervortriebes (bis 4 m je Sekunde) rechnen müssen. Einen ausführlichen Bericht über diese Versuche finden Sie in der Beilage zur Bautechnik, dem „Stahlbau“ Heft 13, vom 21. September 1928.

Das zweite gemeinsame Gebiet, welches wir bearbeiten, ist die Erschütterung von ganzen Baukörpern. Herr Professor Lienau hat angedeutet, daß er ähnliche Versuche für Schiffe auch beabsichtigt. Ich erwähne daher kurz, daß wir mit einer Erschütterungsmaschine (System Späth-Losenhausen) versucht haben, unsere Brücken künstlich zu Schwingungen anzuregen. (Abb. 6.) Zwei exzentrisch gelagerte Schwungscheiben werden durch einen

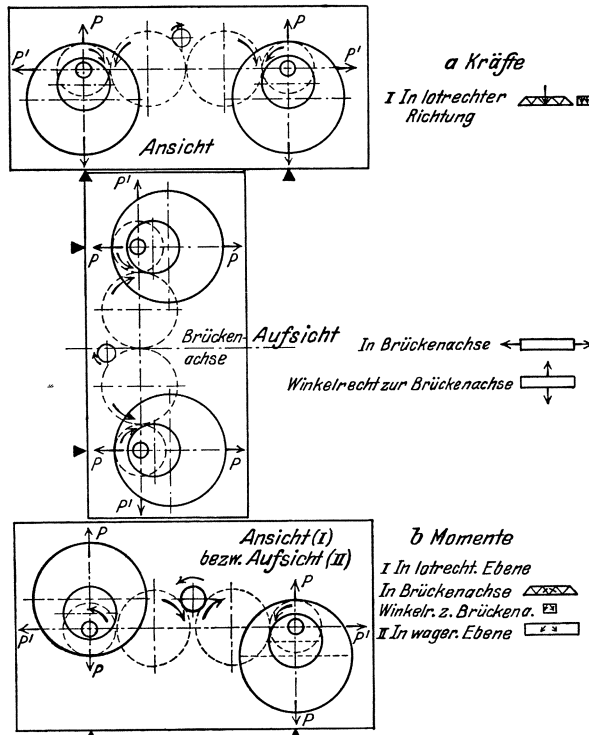


Abb. 6. Schema der Schwingmassenanordnung einer Erschütterungsmaschine.

Elektromotor gedreht und geben damit die Möglichkeit, sinusförmige Kraftimpulse von beliebiger Größe, beliebiger Richtung und beliebiger Frequenz (gegebenenfalls auch Kräftepaare bzw. Momente) auszuüben. Ein ausführlicher Bericht über diese Versuche wird demnächst ebenfalls im „Stahlbau“ erscheinen.

Ich glaube, daß die soeben nur angedeuteten, verschiedenen Arbeitsgebiete durch eine hierdurch hoffentlich angeregte, meines Erachtens sehr wünschenswerte Gemeinschaftsarbeit zwischen Schiffs- und Brückeningenieurern nur gefördert und zwecklose Doppelarbeit vermieden werden kann. (Lebhafter Beifall.)

Herr Marinebaurat v. Bohuszewicz, Düsseldorf:

Meine Herren! Herr Dr. Bernhardt hat schon auf die Schwingungseinrichtungen System Dr. Späth des Losenheimwerkes Düsseldorf-Grafenberg, hingewiesen. Der Grundgedanke der Einrichtung ist eigentlich auch in dem Vortrag des Herrn Dr. Siemann enthalten. Er sagt, nur wiederholbare Messungen liefern gute Ergebnisse. Eine Messung in der Praxis, also z. B. bei einem Schiff im Seegang oder bei einer Brücke während der Überfahrt eines Zuges, ist nicht eine wiederholbare Messung im reinsten Sinne, weil jede wiederholte Messung infolge der Unsummen von Nebenerscheinungen ein anderes Ergebnis zeigt.

Aus diesem Grunde hat das Losenheimwerk in Düsseldorf eine Einrichtung ausgeführt, die die einzelne Beanspruchung ganz klar und deutlich, jederzeit wiederholbar, hervorbringt. Die Beanspruchung nach Größe, Angriffspunkt, Angriffsrichtung, Frequenz ist genau einzustellen. — Besonders hervorgehoben werden muß, daß nicht allein die Eigenfrequenz bestimmt wird, die ungefähr auf  $\frac{1}{100}$  Hertz genau festzu-

stellen ist, sondern daß die ganze Resonanzkurve gefunden wird, d. h. also, die Dämpfung, die verbrauchte Leistung, die Aufschaukelzeit, den Vergrößerungsfaktor für Schwingungen, dann durch eine zweite Aufnahme mit einer bestimmten Masse die schwingenden Massen, die Federkonstante und auch Kopplungserscheinungen. Es ist also ein ganz ausführliches Bild über das dynamische und statische Verhalten des zu untersuchenden Körpers gegeben, viel genauer und ausführlicher, als man durch eine rein statische Messung finden könnte.

Ich will nur kurz einige Bilder bringen, wie diese Apparate aussehen.

Ich komme auf das Meßverfahren. Bei den Untersuchungen wird zunächst eine Resonanzkurve ohne zusätzliche Massen aufgenommen. Die Resonanzkurve wird mit einer Genauigkeit von  $\frac{1}{100}$  Hertz bestimmt. Dann wird ein zweiter Versuch mit einer bekannten Masse gemacht. In diesem Falle wurde eine Lokomotive gewählt, deren Gewichte vorher festgestellt wurden. So ergaben sich zwei Resonanzkurven und sämtliche Werte für die Charakteristik der Brücke. Die Aufnahme der Kurve erfolgt dadurch, daß man die zur

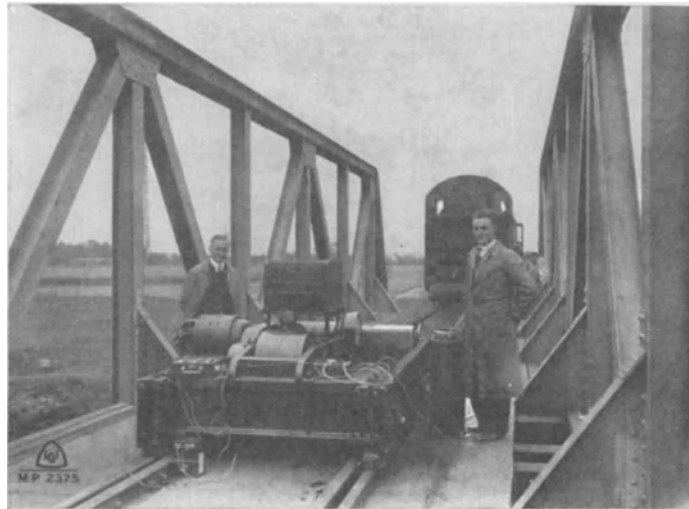


Abb. 1. Untersuchung einer Eisenbahnbrücke mit der Brückenprüfmaschine nach Späth.

Erzeugung der Schwingung nötige Leistung mißt. Die Kurven zeigen deutlich, wie verschieden die einzelnen Brücken ausfallen. Die eine Brücke hat eine wesentlich größere Dämpfung als die andere Brücke. —

Nun die Anwendung für Schiffsuntersuchungen. Da ist zunächst einmal die Untersuchung mit ganzen Schiffen auf Eigenschwingung, wodurch man also die zweckmäßige Lage von Hauptmaschinen usw. feststellen könnte, Seitenschwingung. Dann kann man z. B. auch die Torsionsschwingung des ganzen Schiffsantriebes feststellen. Man kann an dem Propeller einen Schwingungsapparat aufbringen und dann die Eigenschwingung dieses ganzen Systems feststellen. —

Weiter wäre zu erwähnen, daß auch Untersuchungen von Schiffseinzelheiten zweckmäßig wären, z. B. Schwingungen von Gefechtsmasten, einzelnen Decks und dergleichen. Außerdem ist die Maschine für andere Untersuchungen, wie z. B. für Flugzeuguntersuchungen sehr zweckmäßig, weil man, wie ich schon vorausschickte, klare und wiederholbare Versuchsbedingungen schaffen kann. (Beifall.)

Herr Dr. Dahlmann, Hamburg:

Meine Herren! Die Versuchstechnik am fahrenden Schiff hat in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht. Durch die Versuche auf dem Dampfer „Hindenburg“ im Jahre 1925 wurde gezeigt, daß die Bestimmung des Spannungs- und Deformationszustandes des Schiffskörpers unter gleichzeitiger Ermittlung des zugehörigen Belastungszustandes grundsätzlich möglich ist. Eine zahlenmäßige Durchführung solcher Messung von Spannung, Deformation und Belastung erfolgte im Vorjahre an Bord des Erzdampfers „Frigga“. Über diese Versuche wurde kürzlich in der Zeitschrift „Werft, Reederei, Hafen“ berichtet. Allerdings konnten diese Versuche nur am stillliegenden Schiff während der Beladung durchgeführt werden. Mit der „Göttingen“-Reise des Herrn Dr. Siemann ist die umfassendere Meßtechnik zum erstenmal am Schiff in See angewandt worden. Wenn das quantitative Ergebnis dieser Meßreise auch nicht zum vollen Erfolge geführt hat, so ist diese Versuchsreise für die weitere Entwicklung der Meßtechnik am fahrenden Schiff von erheblicher und bleibender Bedeutung. Sie hat weitere Grundlagen geschaffen, und es ist zu hoffen, daß es Herrn Dr. Siemann gelingen wird, uns zu gegebener Zeit auch die quantitative Auswertung solcher Messungen zu übermitteln.

Ich möchte nur noch auf zwei Punkte des Vortrages kurz eingehen. Die weitere Klärung der dynamischen Fragen ist von erheblicher Bedeutung. Es wurde erwähnt, daß in der bekannten Arbeit des Herrn Prof. Horn die stoßweise Belastung in Längsschiffrichtung nicht behandelt worden ist. Schon einfache Rechnungen unter Annahme gewisser Verzögerungen des Schiffes im Seegang zeigen, daß im Längsverband Zusatzspannungen, Druckspannungen, in der Größenordnung von 200 bis 300 kg/cm<sup>2</sup> auftreten können. Die Versuche der Engländer, den Geschwindigkeitsabfall im Seegang zu messen, sind in dieser Hinsicht von Bedeutung und müßten näher analysiert werden.

Dann möchte ich noch kurz auf das Meßprinzip des Kohleferndehnungsmessers eingehen, und zwar aus dem Grunde, weil von Physikern immer betont wird, daß dieses Prinzip für solche Bordmessungen nicht brauchbar ist. Es ist ja richtig, daß das Mikrophon, welches auf demselben Prinzip beruht, einwandfrei arbeitet. Aber es ist zu bedenken, daß man beim Mikrophon nur die relativen Änderungen des Stromes mißt und seine absolute Größe, ob 0,2 oder 0,3 Ampere, nicht interessiert. Es kommt beim Telephon daher auch gar nicht darauf an, mit welcher Lautstärke — natürlich in gewissen Grenzen — gesprochen wird. Ganz anders ist es aber bei der Dehnungsmessung am Schiff. Dort sollen ja gerade die absoluten Längenänderungen gemessen werden. Ich wollte darauf nur kurz hingewiesen haben, und es würde mir genügen, wenn Herr Dr. Siemann mir bestätigen könnte, daß bezüglich der Konstanz der Eichung bei seinem Meßgerät keinerlei Bedenken auch bei größeren Meßzeiten bestehen. Eine solche Erklärung würde ich um so mehr begrüßen, als ich beabsichtige, das gleiche Meßprinzip anzuwenden, um den dynamischen Druckzustand an der benetzten Haut des im Seegang fahrenden Schiffes festzustellen.

Schließlich möchte ich Herrn Dr. Siemann noch empfehlen, auch den Deformationszustand mit in seine Meßapparatur einzuschalten. Für die Analyse der Dehnungsmessungen werden die zugehörigen Messungen der Durchbiegungen wohl nicht zu entbehren sein (vgl. die erwähnte „Frigga“-Reise).

Ich hatte mir erlaubt, im vorigen Jahre an dieser Stelle darauf hinzuweisen, daß die Firma Zeiss einen Durchbiegungsmesser in Konstruktion hatte, der die Durchbiegung im Seegange im Diagramm aufnehmen soll. Ich möchte zum Schluß bemerken, daß diese Konstruktion inzwischen fertig geworden ist und hoffentlich günstige Ergebnisse liefern wird. (Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Kempf, Hamburg:

Meine sehr geehrten Herren! Auch meine Meinung ist es, daß die Messungen von Herrn Dr. Siemann die außerordentliche Fruchtbarkeit seiner Meßmethoden am fahrenden Schiff erwiesen haben. Sie haben aber auch gezeigt, welche riesige Arbeit aufgewandt werden mußte, um zu einigermaßen brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Diese langwierige Arbeit, die dazu nötig war, um diese Messungen zu machen, ist zum Teil begründet durch die Unregelmäßigkeit der zu messenden Vorgänge, vor allem die Unregelmäßigkeit der auftretenden Wellen. Nun haben wir soeben durch Herrn v. Bohuszewicz von einem neuen Apparat gehört, der eine Konstanz bei der Erzeugung von Vibrationen schaffen soll. Wir können nun eine ähnliche Konstanz der Wellenvorgänge und der dynamischen Zusatzbeanspruchungen schaffen, wenn wir im Schlepptank künstlich Wellen erzeugen und diese Wellen sich auch wie in Wirklichkeit allmählich aufschaukeln lassen, indem wir die Periode verändern, so daß also im Tank fortlaufende Wellen entstehen von ähnlicher Höhe und Form und mit denselben Resonanzen, wie sie auch in Wirklichkeit auftreten. So wird es dann möglich, auch im Tank, natürlich nur qualitativ an Modellen, den Einfluß zu messen — wiederholbar zu messen —, den diese Wellen, d. h. die von ihnen ausgeübten dynamischen Zusatzmomente, auf die Durchbiegung und die Spannungen am Modell ausüben. In diesem Sinne glaube ich, kann man den drittvorletzten Satz in dem Vortrage des Herrn Dr. Siemann etwas abändern. Er sagt dort: „Nach erfolgter Klärung“. Ich glaube, man könnte sagen: gleichzeitig mit der Klärung der statischen Spannungsverteilung am Modell wird man zweifellos zur Erforschung der dynamischen Spannungsverteilung am Modell und Schiff in Seegang übergehen müssen.

Es sind bei den Arbeiten von Herrn Dr. Siemann zweifellos noch große Apparateschwierigkeiten vorhanden. Ob sie gelöst werden können, darüber habe ich kein Urteil gewinnen können, schon deshalb nicht, weil Herr Dr. Siemann leider in seiner Arbeit nicht über die Eichung des Apparates gesprochen hat. Ich wäre ihm sehr dankbar, wenn er darüber etwas äußern würde, wie weit die Eichung z. B. von atmosphärischen Spannungen, von Temperaturschwankungen u. dgl. abhängt. Ich glaube, das würde wesentlich sein, um beurteilen zu können, ob seine Apparate weiterhin auszubilden und zuverlässig anwendbar sind.

Zu den hervorragenden Ausführungen von Herrn Dr. Schnadel möchte ich nur kurz eine Mitteilung machen. Es ist mir bekannt, daß eine Werft, welche sehr umfangreiche Biegungsversuche an Schiffen gemacht hat, dabei einen Elastizitätsmodul von ungefähr 1700000 gefunden hat. (Beifall.)

Herr Professor Dr. Weber, Berlin:

Mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Zeit werde ich mich in meinen Äußerungen zu dem Vortrag des Herrn Prof. Schnadel sehr kurz fassen. — Mein verehrter Herr Kollege hat uns hier einen sehr wichtigen Abschnitt aus dem Schiffbau vorgetragen, behandelnd die Beanspruchung und die Knickfestigkeit von Platten. Da unter uns Herren anwesend sind, die berufener als ich über die theoretischen Einzelheiten sprechen werden, so möchte ich nur die große Bedeutung des Vortragsgegenstandes für die Anwendung auf den Schiffbau hervorheben: Herr Kollege Schnadel hat mit der theoretischen Behandlung der Knickung von Platten ein grundlegendes Problem zur Klärung und weitgehend auch zur Lösung gebracht, das uns im Schiffbau immer wieder beschäftigt hat.

Zunächst hat er als Einzelaufgabe die Knickfestigkeit einer Platte untersucht, die unter doppelter Beanspruchung steht, und zwar unter gleichzeitigem, kreuzweis wirkendem Druck und Druck oder Druck und Zug innerhalb der Plattenebene, und er hat hierzu auch die erste zahlenmäßige Lösung gegeben. Für den Schiffbau werden wir aus diesem Teilproblem örtlicher Festigkeit der Platten und in Zusammenhang damit der Versteifungen, insbesondere auch aus der Schnadelschen Berechnung der „mittragenden Breite“ bei Trägern mit ausgedehnter Gurtbeplattung reichen Nutzen ziehen. Aber die Bedeutung des Vortrags erschöpft sich nicht in dieser theoretischen Behandlung der Knickfestigkeit von Platten, also von Einzelteilen des Schiffs, sondern der Herr Vortragende hat uns zugleich gezeigt, wie mittels der neuen theoretischen Erkenntnisse jetzt auch die Festigkeit des Gesamtsystems des Schiffs als statisches und dynamisches Tragwerk auf eine neue Grundlage zu setzen ist, so daß wir unter Anwendung der für die Plattenknickung gewonnenen Ergebnisse jetzt auch die Wirkung der Druckseite des gesamten Schiffs und seiner Hauptverbände mit Aussicht auf weit sicherem Erfolg als bisher in Angriff nehmen können. Für diese viel ver-

sprechende und am Beispiel des „Wolf“ zum erstmalig bestätigte Festigkeits- und Elastizitätsberechnung des Gesamtkörpers des Schiffs spreche ich ihm hier besten Dank aus.

Aber ich möchte noch auf eine zweite Sache hinweisen: Es ist eine alte schöne Sitte an unserer Technischen Hochschule, daß ein junger, neu berufener Professor eine Antrittsvorlesung hält. Herr Kollege Schnadel hat soeben hier zugleich diesen Antrittsvortrag gehalten, nachdem er den Herrn Rektor und seine Kollegen dazu eingeladen hatte. Jetzt nach Beendigung des Vortrags möchte ich ihm meinen Glückwunsch aussprechen, vor allem, daß es ihm gelungen ist, das grundlegende, schwierige Problem der zweidimensionalen Plattenknickung und der Gesamtfestigkeit des Schiffs seiner Lösung näherzubringen, und zwar in der soeben gehörten schönen Form auf Grund der Elastizitätslehre. Ich möchte mir zugleich erlauben, ihm namens der Abteilung für Schiff-, Schiffsmaschinen- und Luftfahrzeugbau und namens der gesamten Fakultät für Maschinenwesen die Glückwünsche der Kollegen für seine künftige Lehr- und Forschtätigkeit zu übermitteln und schließe hieran den Wunsch und die Bitte, daß Herr Kollege Schnadel auf den Gebieten des Schiffbaus und des Luftfahrzeugbaus, auf denen beiden er zu Hause ist und in denen beiden die Probleme oft so nahe verwandt sind, uns noch recht oft wertvolle Bausteine liefern möge, zur Begründung einer rationellen Festigkeitswissenschaft der Schiffe und der Luftfahrzeuge. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dipl.-Ing. Weinblum, Danzig:

Ich wollte Herrn Prof. Schnadel eine Frage vorlegen, welche sich nicht so sehr auf seine klassisch-schöne Arbeit, als auf ihre Anwendung im Schiffbau bezieht. Meiner Ansicht nach liegt in der Annahme, daß wir es mit frei aufliegenden Platten zu tun haben, eine große Sicherheitsreserve. Bestimmt sind die Platten nicht eingespannt; aber man könnte den Ansatz, den Herr Prof. Schnadel gemacht hat, dahin erweitern, daß man die Torsionsfestigkeit der Versteifungen, wie Spanten, Bodenwrangen usw., mit berücksichtigt und einen Minimalansatz nach Timoschenko macht, in welchen auch die Torsionsenergie mit eingeht. Vielleicht würde Herr Prof. Schnadel die große Freundlichkeit haben, mitzuteilen, in welcher Größenordnung sich diese Korrektur bewegt. Ich glaube, daß bei den üblichen Verhältnissen, wie sie im Handelsschiffbau vorliegen, der Betrag schon nennenswert ist.

Herr Professor Lienau, Danzig:

Meine Herren! Zum Vortrag von Herrn Siemann möchte ich sagen, daß der auf S. 154 genannte Umstand, daß man zwecks Anbringung der Meßinstrumente die Außenhautplatten anbohren müsse, zu umgehen sein wird. Ich glaube, daß wir nicht nötig haben, bei Messungen, die die Durchbiegung der Platten durch Wasserdruck betreffen, die Platten anzubohren. Man würde da bei Bordversuchen auf erhebliche Schwierigkeiten bei den Reedereien stoßen. Die Frage muß sich ohne Anbohren auch lösen lassen.

Ein anderer Punkt betrifft die von Herrn Dr. S. genannte eigenartige Erscheinung, daß, infolge des Rutschens der Nietung, ein Stehenbleiben der Spannung eingetreten ist (s. das Diagramm S. 167). Ich möchte glauben, daß diese Erscheinung nicht auf dem Gleiten der Nietung beruht, die wahrscheinlich gehalten hat. Ich bin vielmehr der Überzeugung, daß hier der Einfluß der Knickung auftritt. Das Diagramm zeigt nämlich, daß nur auf der Druckseite dieses Stehenbleiben der Spannung eingetreten ist, während die Zugseite eine verhältnismäßig gleichmäßig weiterlaufende Kurve darstellt. Wenn aber die Nietung nachgibt, muß sie natürlich auch bei Zug nachgeben, und die Spannung müßte auf beiden Seiten gleichmäßig stehenbleiben.

Die Versuchsmessungen, die wir in Danzig jetzt an geknickten Platten auf der Druckseite angestellt haben, haben uns darüber belehrt, mit wie großer Vorsicht man Messungen begehen muß, bei denen nicht genau die Knickung der Platte, d. h. das Ausbeulen mit beobachtet und aufgemessen worden ist. Es ist dies bisher bei Bordmessungen noch nicht geschehen, und ich vermute, daß bei den Messungen, die Herr Siemann gemacht hat, ein Ausknicken mitgewirkt hat. Der Meßpunkt liegt etwa in der Mitte der Platte, wo infolge Knickung eine zusätzliche Druckspannung auftreten kann; dadurch kann dann ein Stillstand der Zugspannung herbeigeführt werden, ebenso können an anderen Stellen auch zusätzliche Knickspannungen eine Veränderung der sonst gleichmäßig verlaufenen Dehnungen verursachen. Die Erscheinung wird sich wahrscheinlich aber erst endgültig klären lassen, wenn die Knicktheorie weiter durchgebildet ist.

Bezüglich der von Kollegen Schnadel, dem ich auch von unserer Seite aus meinen herzlichen Glückwunsch aussprechen möchte, vorgetragenen neuen Knicklösung möchte ich sagen, daß unsere Versuche in Danzig, die noch nicht ganz abgeschlossen sind, gezeigt haben, daß in sehr vielen Fällen tatsächlich keine Einspannung vorhanden ist. Die Platten beulen sich einfach wellenförmig aus, sowohl nach der Längsrichtung, wie auch nach der Querrichtung; leichte Querspannen, wie auch Längsspannen, geben, wenn sie schwach sind, einfach nach, indem sie eine kleine Verdrehung machen, und wir haben ziemlich genau freie Auflagerung und keine Einspannung. Wir haben aber auch Fälle beobachtet, bei denen volle Einspannung herrschte, nämlich an sehr festen und voll durchgehenden Quer- oder Längsträgern. Es wird daher nötig sein, auch den Fall der vollen Einspannung mit einzubeziehen. Ich glaube aber, daß wir auf dem Wege, den Herr Kollege Schnadel eingeschlagen hat, auch da zu einem Ziele kommen. Ich möchte auch hierzu das oben Gesagte wiederholen: Bordversuche an Platten sollte man niemals machen, ohne auch gleichzeitig auf der Druckseite das Ausbeulen zu verfolgen. Eine Ausbeulung tritt, wie unsere Danziger Versuche zeigen, schon so früh ein, daß nahezu vom ersten Moment der Druckwirkung auch ein Ausbeulen festzustellen war. Das ergibt aber mit Eintreten der Ausbiegung natürlich auch sofort eine erhebliche Biegungsspannung innerhalb der durchbeulten Platte. Solange wir nicht auch darauf die größte Aufmerksamkeit verwenden, besonders bei Bordmessungen, werden wir sehr leicht zu Fehlschlüssen kommen. (Lebhafter Beifall.)

Herr Professor H. Reissner:

Meine Herren! Der Vortrag des Herrn Prof. Schnadel ist von dem Herrn Vorredner so treffend gewürdigt worden, daß ich mich dem nur anschließen kann. Ich möchte nur zwei kurze grundsätzliche Fragen an Herrn Schnadel stellen, die er wohl auch sehr leicht beantworten kann. Es scheint mir aber doch wichtig, diese Fragen zu stellen, weil sie eben grundsätzlicher Natur sind. Ich habe zwar die Drucklegung seines Vortrages nur sehr flüchtig sehen können. Aber diese Fragen scheinen mir in ihr nicht behandelt zu sein.

Die erste Frage betrifft die Zuverlässigkeit des Raileigh-Timoschenkoschen Annäherungsverfahrens für die Bestimmungen der Knicklasten. Herr Schnadel sagt, wenn ich ihn recht verstanden habe, daß in allen von ihm betrachteten Fällen die Annäherung gut war. Ich glaube, man kann nur sagen, dort, wo man die genaue Lösung kennt und infolgedessen den Fehler des zu einer willkürlich gebildeten Formänderung zulässigen Minimums feststellen kann, sich der Fehler als klein herausgestellt hat. Aber in allen Fällen, wo man die genaue Lösung nicht kennt, kennt man auch den Fehler nicht; und es ist ein neuerdings erörtertes Problem der neueren Mathematik, diese Fehlerabschätzung vorzunehmen. Aber sie ist, glaube ich, noch nicht gelungen. Oder wollte Herr Schnadel sagen, daß es ein allgemeines Verfahren gibt, diesen Fehler abzuschätzen? Ich habe sogar den Verdacht, daß der Fehler dann, wenn man die genaue Lösung nicht kennt, größer ist als dort, wo man sie kennt (Heiterkeit), aus gewissen Rechnungen, die ich angestellt habe.

Diese erste Frage betrifft die Güte des Timoschenkoschen Verfahrens im allgemeinen, jedoch nicht den rechnerischen Inhalt des Vortrages, weil man dort die genaue Lösung kennt. Also dort ist das Verfahren richtig. Aber Ihre Äußerung schien ein allgemeines Urteil über das Verfahren zu fällen, und darüber bitte ich, sich zu äußern.

Die zweite Frage, die ich stellen möchte, betrifft die Methode, die Spannungsänderung am Rande auszurechnen, die infolge der Ausknickung eintritt. Da wollte ich fragen, ob die Methode, die ja in diesem Falle in besonders einfacher Weise und ganz unabhängig von Ihnen ausgebildet ist, nicht als Sonderfall eines allgemeineren Zusammenhanges aufgefaßt werden kann. Es ist ja von Karman gezeigt worden, daß für den ebenen Spannungszustand eine Airysche Spannungsfunktion  $F$  und für die Wölbung  $w$  die Gleichung der Plattenbiegung gilt und daß diese beiden Gleichungen verknüpft sind, indem die Airysche Spannungsfunktion von der Durchbiegung und die Durchbiegung ihrerseits von der Airyschen Spannungsfunktion abhängt, und ich glaube, daß sich Ihre Methode als ein Sonderfall dieser allgemeinen Methode stets muß darstellen lassen. Natürlich ist das Verdienst Ihrer Methode, daß sie sehr viel einfacher und direkter ist. Aber es ist wohl auch nicht ganz unwichtig, zu sehen, wie der allgemeine Fall beschaffen ist<sup>1</sup>.

Ich hoffe, daß Sie uns diese Fragen beantworten und damit zwei grundsätzliche Punkte noch klären können. (Beifall.)

Herr Dipl.-Ing. Wilhelm Pabst, Berlin:

Meine Herren! Ich möchte noch einige Worte zu den Ausführungen von Herrn Dr. Siemann und der Aussprachebemerkung von Herrn Dr. Dahlmann sagen. Die Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt hat die Kohleplättchenmeßmethode ausprobiert, um sie evtl. zur Messung der Stöße, wie sie bei der Landung von Seeflugzeugen auftreten, zu verwenden. Die D. V. L. hat jedoch damit sehr schlechte Erfahrungen gemacht, weil die Kohleplättchen zwar die relative Änderung der Dehnung angeben, bei heftigen Stößen jedoch Verschiebungen der Nullpunktslage eintreten. Das würde natürlich bedeuten, daß absolute Dehnungen beim Auftreten von Stößen nicht gemessen werden können. Es ist vielleicht auch möglich, daß das von Herrn Dr. Siemann vermutete „Rutschen der Nietung“ vielmehr auf eine Nullpunktänderung im Apparat zurückzuführen ist. Wir sind auf Grund dieser Erfahrungen dazu übergegangen, eine andere Meßmethode anzuwenden, nämlich durch direktes Einritzen der Dehnung mittels Diamant auf Glas und nachträglicher Ausmessung unter dem Mikroskop die Spannungen zu messen. Das ist ein Verfahren, das sich sehr gut bewährt hat und das wir auch im kommenden Frühjahr in weitem Umfange bei Messungen an Flugzeugen und Flugbooten verwenden werden.

Herr Dr.-Ing. Siemann, Bremen (Schlußwort):

Meine Herren! Zunächst danke ich den Diskussionsrednern für das lebhafteste Interesse, das sie meinen Ausführungen entgegengebracht haben, sowie für die wertvollen Ergänzungen, die verschiedene der Herren zu dem Vortrage gegeben haben. Ich möchte ganz kurz auf die einzelnen Äußerungen eingehen.

Herr Dr. Bernhardt erwähnte mit Recht, daß man die für die Zwecke des Reichsbahn-Zentralamts hergerichteten Apparate mit erhöhten Eigenschwingungszahlen für Messungen an Schiffsmaschinen und Wellen u. dgl. verwenden könne. Ich kann wohl in diesem Zusammenhange gleich auf die Entgegnung des letzten Diskussionsredners, Herrn Dipl.-Ing. Pabst, eingehen. Gerade das Eisenbahn-Zentralamt hatte alle Ursache, auf die Konstanz des Nullpunktes zu achten. Soweit mir Nachrichten von dieser Seite zugeflossen sind, steht es ganz einwandfrei fest, daß absolute Konstanz erreicht worden ist. Zur Äußerung von Herrn Dr. Kempf, betreffend atmosphärische Einflüsse und Einflüsse durch Temperaturänderung, möchte ich bemerken, daß atmosphärische Einflüsse und Einflüsse aus Temperaturen natürlich

<sup>1</sup> Die Karmanschen Gleichungen lauten:

$$\Delta \Delta F = E \left[ \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 - \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right],$$

$$\Delta \Delta w = \frac{12(1-\mu^2)}{F \delta^2} \left[ \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right].$$

Siehe: Encykl. d. Math. Wiss. Bd. 4, S. 350.

von vornherein in Betracht zu ziehen waren. Ich habe indessen dergleichen Einflüsse nicht feststellen können, würde es aber begrüßen, wenn man die Kohlemesser auch nach dieser Richtung hin weiter prüft und nicht eher ruht, als bis man absolute Sicherheit auf diesem Gebiete erreicht hat.

Ich komme dann zu den Ausführungen des Herrn Dr. Dahlmann. Ich hoffe sehr, daß sich die Durchbiegungsmessungen seines Apparates gleichzeitig werden registrieren lassen. Die Hauptsache ist eben, daß man kombinierte gleichzeitige Messungen vornehmen, eine große Zahl von Resultaten auf demselben Papierstreifen zusammenbringen und so den Spannungszustand und seine Ursachen nach allen Richtungen hin klären kann.

Die Idee von Herrn Dr. Kempf, im Bassin künstliche Wellen zu erzeugen, um so die dynamischen Einflüsse zu studieren, erscheint mir außerordentlich praktisch. Wie weit sie sich verwirklichen lassen wird, werden wir abwarten müssen.

Dann hat Herr Professor Lienau auf die Möglichkeit hingewiesen, daß die geraden Linien der Abb. 24 auf Ausknickung der Außenhaut zurückzuführen sind. Der Gedanke ist neu; indessen ist bei älteren Fahrzeugen das Gleiten der Nietung eine zu bekannte Erscheinung, als daß man im Hinblick auf Spannungshöhe und Gleichzeitigkeit der Änderung der Auffassung beitreten könnte. Es erweist sich daraus in erster Linie, daß wir uns bemühen müssen, auch hier eine neue Sicherheit zu schaffen, indem wir die Bewegung des Materials quer zur Beplattung verfolgen, was nach dem, was ich Ihnen heute vorgetragen habe, gar keine Schwierigkeiten macht. Wir werden ganz einwandfrei feststellen können, ob Knickung oder Gleiten der Nietung vorliegt. Ich möchte im Hinblick auf die so sehr umstrittenen Versuche des Professor Biles am Torpedoboot „Wolf“ noch folgendes erwähnen:

Nachdem seinerzeit die Messungen am Torpedoboot „Wolf“ beendet waren, wurden Bestätigungsmeßversuche mit demselben Schiff auf hoher See angestellt. Wenn heute solche Bestätigungsversuche im Seegang ohne Rücksicht auf die Kosten auszuführen wären, so könnten zunächst einmal Dehnungsmessungen an einer beliebigen Zahl von Meßstellen gleichzeitig vorgenommen werden. Auch Ausknickungen könnten beobachtet werden. Dazu könnten auf demselben Meßstreifen die Bewegung des Schiffes und die Bewegung der See festgestellt werden. Ferner ließe sich die Deformation des verhältnismäßig weichen Querschnitts des Torpedobootes horizontal und vertikal verfolgen. Ich halte das für außerordentlich wichtig. Der englische Bericht sagt nichts darüber. Nach meiner Überzeugung müssen aber Bewegungen im Querschnitt aufgetreten sein. Man würde — so nehme ich an — bei den Bestätigungsversuchen auch die Längsbiegung mit dem Apparat von Dr. Dahlmann gleichzeitig messen und aufzeichnen können.

Welche Bedeutung könnten derartige Versuche mit Torpedobootten erlangen, wenn man dazu zwei Schwesterboote nehmen würde, das eine genietet und das andere geschweißt!

Wie sich aus persönlicher Rücksprache mit verschiedenen Herren ergeben hat, werden noch weitere Arbeiten auf diesem Gebiete folgen. Herr Dr. von den Steinen hat davon gesprochen, daß er Stabilitätsuntersuchungen anstellen und dabei die Wirkung der Kräfte der Wellen auf das Schiff untersuchen wolle. Ich denke mir, daß die Entwicklung der Apparate und Meßmethoden gerade durch diese gemeinsame Arbeit auf den Gebieten der Stabilitäts- und Festigkeitsuntersuchungen zur Feststellung der dynamischen Basis — Bewegungsbestimmung von Schiff und Welle — außerordentlich gefördert werden könnte. Ich möchte daher meine Ausführungen mit dem Wunsche schließen, daß diese gemeinschaftlichen Arbeiten in jeder Weise unterstützt werden und von vollem Erfolge begleitet sein mögen. (Beifall.)

Herr Professor Dr.-Ing. Schnadel, Charlottenburg, (Schlußwort):

Meine Herren! Da Herr Dr. Kempf die Frage des Elastizitätsmoduls angeschnitten hat, möchte ich ganz kurz noch ein Bild zeigen, aus dem hervorgeht, wie sich die Berechnungen bei dem „Wolf“ gestaltet haben<sup>1</sup>. Ich hoffe, damit gleich die Frage des Elastizitätsmoduls geklärt zu haben.

Sie sehen auf dem Lichtbild den Spant 84 des Zerstörers „Wolf“, mit dem Biles seine bekannten Versuche machte. Auf dem Bilde links (Abb. 1) sind die Spannungen eingetragen, wie ich sie bei dem durchhängenden (sagging) Schiffe auf zwei Böcken errechnet habe. Die Zugseite trägt voll mit. Auf der Druckseite knickt die Beplattung schon bei sehr geringer Last aus, so daß selbst die Längsnähte keine Stützung mehr ergeben. Dagegen haben die beiden Unterzüge einen sehr beträchtlichen Einfluß. Außerdem sind auf diesem Bilde die Spannungen eingetragen, die sich aus den Dehnungsmessungen von Biles ergeben. Die maximale Spannung ist nach der bekannten Formel  $\sigma = E \cdot \varepsilon$ , errechnet, wo  $E = 2,15 \text{ kg}^0 \text{ kg/cm}^2$  und  $\varepsilon$  die gemessene Dehnung bedeutet. Biles verwandte Dehnungsmesser mit einer Meßlänge, die der Spantenentfernung gleichkam. Er maß also die Summe der Verkürzung durch Spannung und Ausbeulung. Daher erhalten wir nur die Spannung über den knickfesten Teilen richtig. Die Meßpunkte müßten auf der gestrichelten Linie liegen. Die Genauigkeit der einzelnen Messungen kann auf ca. 20% geschätzt werden, da die verschiedenen Versuche starke Abweichungen zeigten. Im Mittel ergibt sich jedoch eine Übereinstimmung bis auf 2%.

Das Bild rechts (Abb. 2) zeigt uns die Spannungen bei Versuchen mit überhängendem (hogging) Schiff. Hier sind die Meßresultate an den einzelnen Punkten nicht bekannt, da Biles für diese Spannungen keinen Maßstab angab. Bekannt ist nur die Minderwertigkeit, die aus dem verringerten Elastizitätsmodul von Biles folgt. Die Zugseite trägt wieder voll mit. Der mittlere Fehler ist größer als im ersten Fall, beträgt aber auf Zug- und Druckseite weniger als 10%. Auf der Druckseite haben die Längsnähte einen beträchtlichen Einfluß, da sie bis zu ihrer Knicklast mittragen. Nur der Kiel und das Süll des Kohlenbunkerschotts knicken nicht aus und tragen auf der Druckseite voll.

Man sieht aus den beiden Abbildungen, daß die Verringerung der mittragenden Breite eine wesentliche Vergrößerung der Durchbiegung hervorrufen kann. Dadurch und durch die Schubdurchsenkung wird die scheinbare Verringerung des  $E$  = Moduls bei Druckbiegungsmessungen erklärt.

Zu den Ausführungen von Herrn Weinblum über die Einspannung ist zu sagen, daß ich mich selbstverständlich auch mit dem Einfluß der Einspannung beschäftigt habe. Der Einfluß des Einspannungsgrads

<sup>1</sup> Vgl. „Schiffbau“ 1928, S. 544ff.

ist aber verhältnismäßig gering, da die Nähte nur eine geringe Torsionssteifigkeit haben. Wenn die Randspannungen beträchtlich über die Knickspannung hinausgehen oder die Elastizitätsgrenze überschreiten, so wird der Einfluß des Einspannungsgrades immer kleiner, weil dann die Verringerung des Knickmoduls bei den Reihen eine Rolle spielt. Ein gewisser Einfluß ist also da, aber er ist verhältnismäßig nicht sehr groß. Hier komme ich zur Anfrage von Herrn Professor Reissner.

Diese hängt zusammen mit der Genauigkeit der Lösung. Ich habe einige Glieder der Reihe für den extremen Fall des „Wolf“ angesetzt, um zu bestimmen, wie groß der Einfluß der einzelnen Glieder ist. Es zeigte sich, daß die Reihe so stark konvergiert, daß der von Herrn Professor Reissner befürchtete Fehler wohl kaum eintreten wird. (Professor Dr. Reissner: Ich habe bei Ihrer Rechnung keinen Fehler befürchtet!) Es ist also in unserem Falle zu erwarten, daß die Knicklast schon vom ersten Glied der Reihe recht genau dargestellt wird. So kam beim „Wolf“ für die dünnen Platten im Deck ein Fehler von 8% heraus. Da ich eine ungünstigere Grenzbedingung gewählt habe, ergab eine an und für sich schon geringere Knicklast, so daß der Fehler zum Teil wieder aufgehoben wurde. Bei praktischen Rechnungen muß man versuchen, es so einfach zu machen, wie es überhaupt geht. Ich habe jedenfalls auf diese Weise eine verhältnismäßig

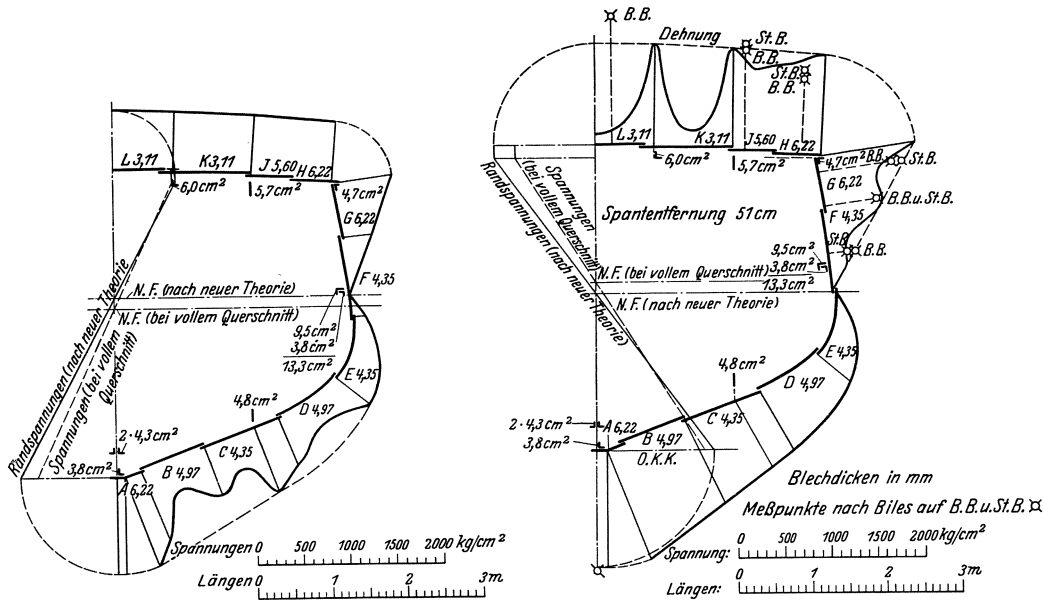


Abb. 1.

Abb. 2.

gute Übereinstimmung zwischen der genaueren Rechnung mit vielen Gliedern und dem Ansatz mit einem einzigen Glied gefunden. Es können aber auch Fälle eintreten, in denen das Verfahren so schlecht konvergiert, daß es nicht zum Ziele führt. Es ist daher Vorsicht geboten. Die Methode, wie ich sie angewandt habe, ist eine angenäherte Lösung für einen Sonderfall der Differentialgleichung, die von Kármán für sehr dünne Platten angegeben hat; aber ich habe darauf verzichtet, die exakte Lösung aufzusuchen, weil ich es nicht für möglich halte, eine mathematisch exakte Lösung zu finden. Wenn es aber möglich ist, mit Hilfe einer Näherungstheorie der genauen Lösung auf 5 oder noch weniger Prozent nahezukommen, dann ist das wohl auch nicht notwendig.

Zu den Ausführungen von Herrn Dr. Siemann möchte ich meine Ansicht kurz dahin zusammenfassen, daß ich seine Versuche für außerordentlich wertvoll halte. Ich glaube, daß wir in absehbarer Zeit imstande sein werden, an Bord von fahrenden Schiffen entscheidende Versuche zu machen, wenn die gewissenhaften Untersuchungen von Herrn Dr. Siemann weiter fortgesetzt werden.

Zum Schluß möchte ich den Herren Professoren Weber und Lienau meinen herzlichsten Dank für die Glückwünsche sagen, die sie mir zu meiner Berufung aussprachen. Zugleich danke ich der Versammlung für die Aufmerksamkeit, mit der sie mir gefolgt ist. (Beifall.)

Vorsitzender Herr Professor Laas:

Die außerordentlich lebhafte und vielseitige Aussprache über die beiden Vorträge hat gezeigt, daß hier ein Problem angeschnitten worden ist, das den Schiffbau ganz besonders interessiert. Erfreulich war es, daß die wissenschaftliche Behandlung dieser Fragen auch Anklang und Widerhall bei Stellen gefunden hat, die auf ähnlichen Gebieten arbeiten, bei der Reichsbahn und beim Luftfahrzeugbau. Wir hoffen, daß sich diese Gemeinschaftsarbeit mit all den Stellen, die nach der gleichen Wahrheit suchen, auch in Zukunft fortsetzen wird. Heute mittag wird eine Aussprache im Fachausschuß der Schiffbautechnischen Gesellschaft stattfinden. Ich nehme an, daß dort die heute nachmittag in der Notgemeinschaft stattfindende Sitzung vorbereitet werden soll, in der bestimmt werden soll, welche Mittel für weitere Forschungen und wem diese Mittel zur Verfügung gestellt werden können, so daß also ein wesentlicher Wunsch der Forscher hier erfüllt werden kann.

# IX. Rückblick und Ausblick auf die Entwicklung des Contrapropellers.

Von Dr. Rud. Wagner, Hamburg.

„Ein Gedanke, der richtig ist, kann auf die Dauer nicht niedergehalten werden.“  
Bismarck.

## I. Einleitung und allgemeine Wirkung des Contrapropellers.

Als ich zum erstenmal 1905 die Ehre hatte, von dieser Stelle aus über das Thema Gegenpropeller — oder jetzt internationalisiert Contrapropeller —

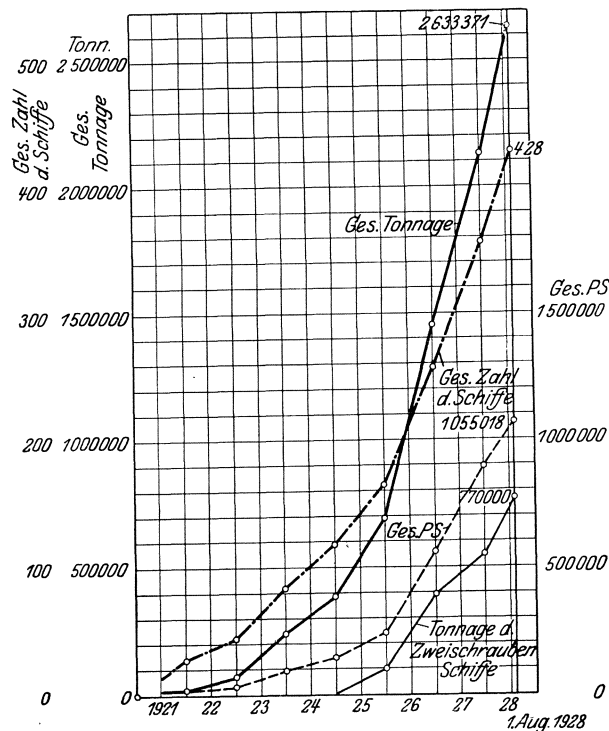
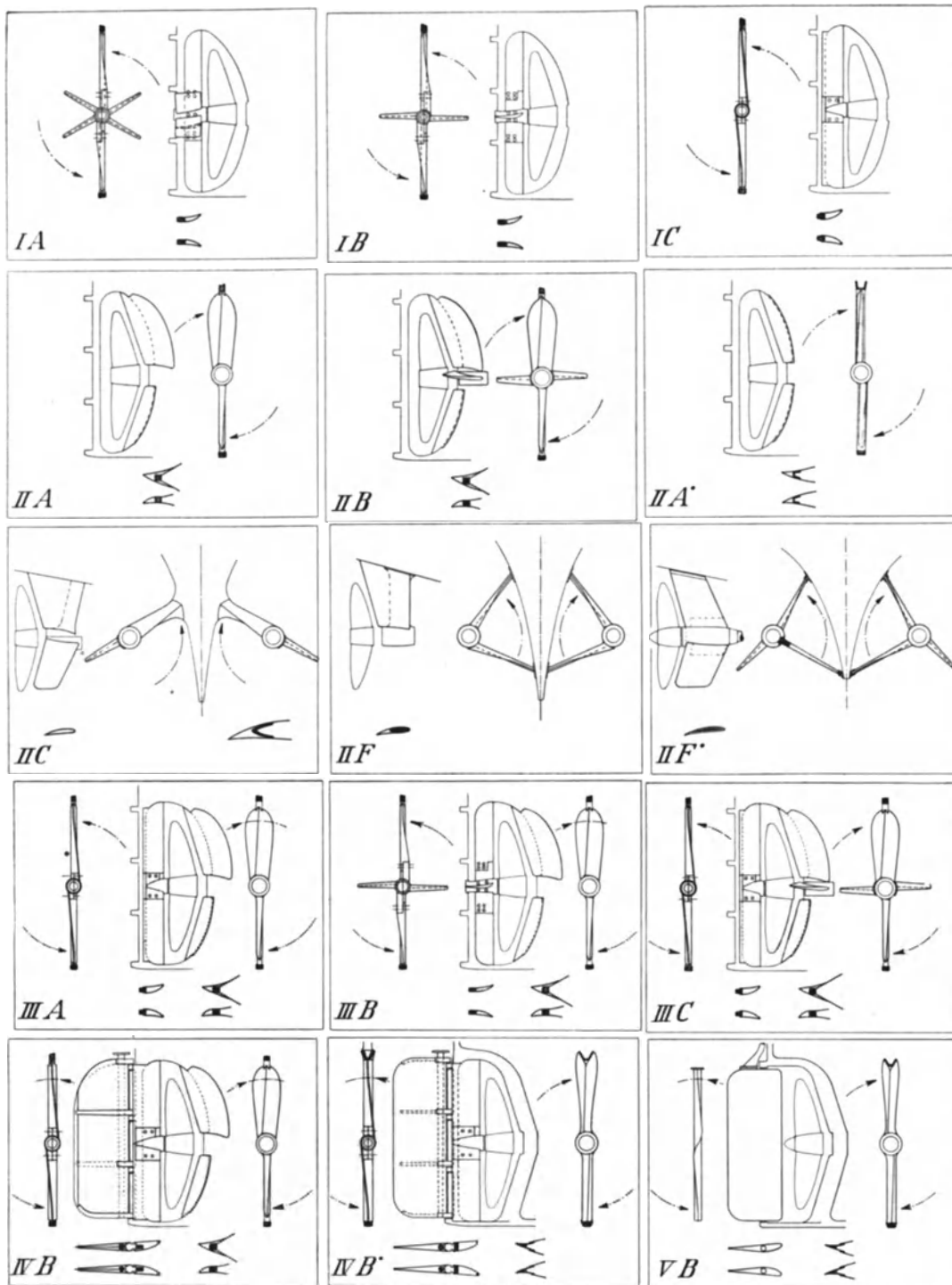


Abb. 1. Zahl, Gesamt-Tonnage und Leistung der bis 1. August 1928 mit Contrapropeller ausgerüsteten Schiffe (einschl. der festen Bestellungen).

zu sprechen, da ahnte ich selbst noch nicht, zu welchen Möglichkeiten mein vor beiläufig 25 Jahren entstandener Gedanke der Nutzbarmachung des Schrauben-





Je nach Art und Lage des Propellerantriebs kommen auch noch weitere Kombinationen in Frage.

Abb. 2. Die gebräuchlichsten Contrapropellertypen. (Skizzenhafte Darstellungen zur gegenüberstehenden Tabelle 1.)

wirbels durch einen feststehenden, dem Propeller nach- oder gegengeschalteten Leitpropeller sich entwickeln könnte. Zwar hatte ich in den Jahren vor dem Kriege in zäher Arbeit bereits eine Reihe sehr schöner Resultate mit kleineren

Tabelle 1.

Type	Kurze Beschreibung	Anwendungsgebiet
I A	2 senkrechte, am Ruderstegen angeschweißte Stahlguß-Leitflügel mit aufgeschraubtem zweiteiligen gußeisernen Mittelstück. Letzteres erhält beiderseits je 2 angegossene Seitenflügel. Durchmesser der Seitenflügel ca. 0,75 Propellerdurchmesser.	Urtype des Contrapropellers, heute nur noch selten angewandt, hierfür jetzt Type I B.
I B	Wie I A, das losnehmbare zweiteilige Mittelstück jederseits nur mit je einem horizontalen, kurzen Seitenflügel. Durchmesser der beiden Seitenflügel ca. 0,55 Propellerdurchmesser.	Freifahrende Einschraubenschiffe, insbesondere zur Verminderung der Stampfbewegungen (Fischdampfer). Ausreichende Raumverhältnisse zwischen Schraube und Ruderstegen vorausgesetzt.
I C	2 senkrechte, elektrisch eingeschweißte Leitflügel hinter der Schraube aus Stahlguß oder Blech mit aufgeschraubter zweiteiliger Contrapropellernabe (Haube).	Schiffe mit nur geringem Zwischenraum vor der Schraube, aber reichlichem Zwischenraum hinter der Schraube.
II A	2 senkrechte Blech-Leitflügel vor der Schraube, oberer Leitflügel mit Nietung oder Nietschrauben auf Außenhaut befestigt, unterer Leitflügel elektrisch in Verlängerung der Außenhaut auf dem Schraubenstegen angeschweißt.	Schiffe mit nur geringem Zwischenraum hinter der Schraube, aber reichlichem Zwischenraum vor der Schraube.
II B	Wie II A, jedoch mit kurzen horizontalen Seitenflügeln vor der Schraube aus Stahlguß, neuerdings stets aus Blech.	Fluß-Hafen- und Seeschlepper.
II A'	Leitflächenartige, unsymmetrische Hinterschiffs-Ausbildung bei Neubauten. Die beiden senkrechten Leitflügel können mit dem Schraubenstegen in einem Stück gegossen werden, wie Teilausführung Type IV B' und Type V B zeigt.	Einschraubenschiffs-Neubauten jeder Art.
II C	Innere an den Wellenhosen befindliche und äußere freistehende Blechflügel durch elektrische Schweißung und Verschraubung befestigt. Nur innere Wellenhosenflossen allein gleich Type II C.	Mehrschrauben-Passagier- und -Frachtschiffe.
II F	Mit Leitblechen umkleidete Wellenbockarme.	Mehrschrauben-Passagier- und -Frachtschiffe sowie Doppelschrauben-Flußschlepper.
II F'	Bei Neubauten als Leitflügel ausgebildete Wellenbockarme und 1—2 frei stehende Leitflügel. Wellenbocknabe aus Stahlguß, Wellenbockarme und Leitflügel aus Stahlguß oder Blech.	Wie II F. Ähnliche Ausführungen auch bei Einschraubern mit Wellenböcken zu verwenden.
III A	Senkrechte Leitflügel vor und hinter der Schraube, Kombination der Typen I C mit II A. Bei Neubauten I C mit II A'.	Beliebte billige Ausführung, speziell für kleinere und mittlere Schiffe.
III B	Kombination der Type I B mit II A. Bei Neubauten I B mit II A'.	Wie Type I B.
III C	Kombination der Type I C mit II B.	Wie Type II B.
IV B	Contra-Ruder (Stromlinienruder). Senkrechte, dem Schraubendrall angepaßte Leitflügel hinter der Schraube mit anschließender Ruderbekleidung. Außerdem Leitflügel vor der Schraube. Leitflügel und Ruderbekleidung aus Blech hergestellt.	Einschraubenschiffe jeder Art und Größe, speziell auch zur Verbesserung der Steuerfähigkeit und Kursbeständigkeit.
IV B'	Contra-Ruder wie IV B, jedoch für Neubauten. Den Leitapparaten angepaßter Ruderstegen mit anschließendem Zweiplatten-Stromlinienruder. Außerdem leitflächenartiger, unsymmetrischer Schraubenstegen.	Wie vorher, jedoch nur bei Neubauten sowohl freifahrende Schiffe wie auch Schlepper.
V B	Star Contra-Balance-Ruder. Balance-Ruder mit leitflächenartigem Ruderkopf. Außerdem leitflächenartiger, unsymmetrischer Schraubenstegen.	Für Einschraubenschiffs-Neubauten jeder Art und Größe.

Schiffen erzielt und darüber in der Hauptversammlung 1911 ausführlich berichtet. Indessen datiert die eigentliche Entwicklung und internationale Einführung des Contrapropellers erst seit etwa 1920, als die wirtschaftliche Lage eine planmäßige und stärkere Heranziehung aller die Wirtschaftlichkeit der Schifffahrt

verbessernden Möglichkeiten erzwang. Zu jener Zeit setzte von der neugebildeten Star Contrapropeller-Gesellschaft in Oslo eine weitausschauende opferfreudige Initiative ein, um den Contrapropeller weiter zu entwickeln und in der Seeschifffahrt einzuführen.

Als Wegbereiter bei dieser Entwicklungsarbeit, die in Anbetracht der zähen, wenn auch verständlichen Skepsis der Reedereien wirklich nicht einfach war, müssen außer der Star Contrapropeller-Gesellschaft und deren leitendem Ingenieur, Herr Dipl.-Ing. J. B. Hiorth, auch Herr W. Kucharski insbesondere durch seine wertvollen wissenschaftlichen Aufsätze genannt werden, ferner Herr Dr. E. Foerster als technischer Berater der Gesellschaft, der gleich zu Anfang seines Eintretens für die Sache die Hinzunahme auch der sich auf einen vorderen Leitpropeller beziehenden Patente von Herrn Prof. Hass empfahl, um einen ungesunden Wettbewerb zweier ähnlicher Erfindungsgruppen zu vermeiden, die sich überdies vorteilhaft ergänzen. Nicht zuletzt bildeten auch die modellmäßigen Untersuchungen der Hamburger Schiffbau-Versuchsanstalt einen weiteren wesentlichen Faktor zur Gewinnung des Vertrauens der Reedereien.

Es ist interessant, die Einführung des Contrapropellers in seinen verschiedenen Typen seit 1920 an Hand des Kurvenblattes, Abb. 1, zu verfolgen, das besser als durch alle Worte in der explosivartigen Zunahme der ausgerüsteten Tonnage beweist, daß der Grundgedanke richtig war. Die betreffende Ziffer schließt am 1. August 1928 mit über 2,6 Mill. Tonnen ab, was bereits ca. 4% der Welttönnage entspricht. Wie leicht auszurechnen, werden hierdurch Millionen an Mark der Schifffahrt erspart, beträgt doch die durchschnittliche Verbesserung der Ökonomie 10—15%. Die letztere Ziffer stellt übrigens nach den neuesten Ergebnissen noch keineswegs die obere Grenze dar, vielmehr ist sie bereits jetzt schon vielfach überschritten worden.

Weiterhin kann der Contrapropeller für sich in Anspruch nehmen, daß durch dessen Erfolge auch die Strömungsforschung an den übrigen Hinterschiffsteilen, wie Schrauben- und Rudersteven sowie Ruder usw., angeregt wurde.

In Verbindung mit dem 1912 von Herrn Prof. Hass vorgeschlagenen Gedanken der Anbringung von Leitflächen bereits vor der Schraube und des 1921 von mir niedergelegten Gedankens der Hineinbeziehung auch des Ruders in die Leitflächenwirkung hat dann die Star Contrapropeller-Gesellschaft eine ganze Typenreihe gemäß Abb. 2 entwickelt.

Die Type I bezeichnet hierin dem Propeller nachgeschaltete Leitschaukeln, die Type II vorgeschaltete Leitschaukeln und die Type III eine Kombination beider Leitvorrichtungen. Die Unterbezeichnungen A, B, C beziehen sich auf besondere Ausführungsarten dieser Typen. Auf einzelne derselben sei im Abschnitt II noch näher eingegangen.

Trotz aller Fortschritte und der weitgehenden Einführung des Contrapropellers bestehen jedoch selbst in Fachkreisen noch gewisse Unklarheiten über dessen Wirkungsweise, ja es wird sogar hie und da der Nutzen der Drallbeseitigung bezweifelt und die ganze Wirkung in der Widerstandsverminderung der Hinterschiffsteile, wie Steven, Ruderschaft und Ruder, gesucht. Es heißt daher

nicht gerade offene Türen einstoßen, wenn ich nochmals kurz auf die Wirkung des Contrapropellers eingehe.

Abb. 3 zeigt schematisch die Wirkung von dem Propeller vor- oder nachgeschalteten Leitschaukeln auf den Schraubenstrahl. Beide Male eine Entwirbelung des vorher stark verwunden austretenden Schraubenstrahls, daher Vergrößerung der axialen Austrittsgeschwindigkeit und stärkere Zusammenschnürung des austretenden Strahls. Diese Wirkung geht in überzeugender Weise aus den Abb. 4 und 5<sup>1</sup> hervor, die vergleichend das Kielwasser von Zweischraubenschiffen zeigen, bei denen also eine Widerstandsverminderung durch

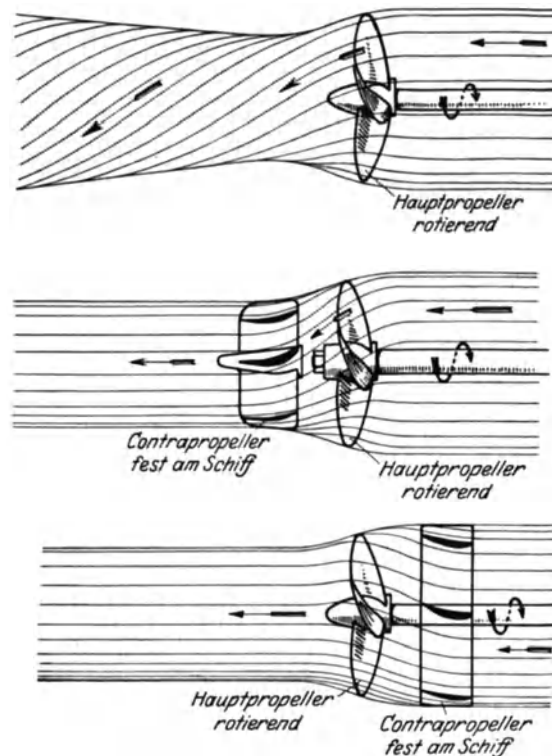


Abb. 3. Strömungsverlauf beim nach- und vorgeschalteten Contrapropeller.

bessere Form des Ruderstevens usw. nicht in Frage kommt. Bei „Antonio Delfino“ ist im Kielwasser nur noch der durch das Ruderblatt verursachte Wirbel sichtbar, während beim Schwesterschiff „Cap Norte“ ohne Leitflächen über beiden Schrauben dauernd breite Wasserwirbel an die Oberfläche steigen und sich Blasen bildend auflösen.

Läßt sich schon rein gefühlsmäßig aus dieser äußerlichen Wirkung eine Verbesserung der Propulsion durch die Drallbeseitigung erwarten, so läßt sie sich auch diagrammatisch aus Abb. 6 und 7 beweisen<sup>2</sup>. Sowohl durch vor- als nach-

<sup>1</sup> Werft—Reederei—Hafen Jahrg. 1926, S. 486, Müller: „Wirtschaftliche Verbesserungen an Doppelschrauben-Fahrgastschiffen der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrts-Ges.“

<sup>2</sup> Entnommen aus Werft—Reederei—Hafen, Jahrg. 1923, S. 584, Hass, Ebelts u. Helling: „Propellerleitapparate.“

geschaltete Leitschaufeln wird, wie vorbemerkt, eine Vergrößerung der axialen Austrittsgeschwindigkeit  $w_2$  erzielt.

Ein besonders klares Licht über den Nutzen des Contrapropellers und die ungefähre absolute Höhe der Verbesserung haben die Aufsätze von Herrn Kucharski in Werft—Reederei—Hafen gebracht<sup>1</sup>. In einer dieser Abhandlungen

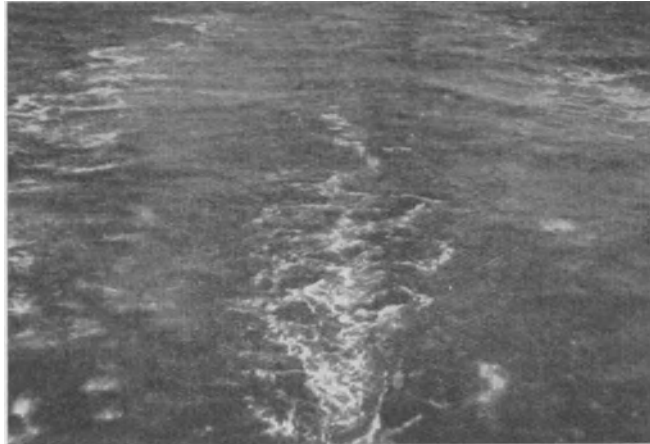


Abb. 4. Kielwasser „Antonio Delfino“ (mit Leitflächen).

ist die Wirkung des vor- oder nachgeschalteten Leitpropellers auf Grund der Zirkulationstheorie dahin erklärt, daß der vom Hauptpropeller ausgehende Zentralwirbel in mehrere, von den Flügelenden des Leitpropellers ausgehende

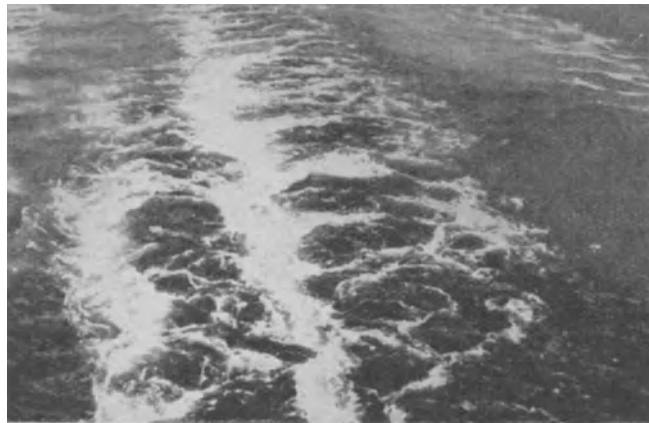


Abb. 5. Kielwasser „Cap Norte“ (ohne Leitflächen).

Einzelwirbel von geringerer Intensität aufgelöst ist. Da die Intensität des zu jedem Einzelwirbel gehörigen Saugfeldes mit der Zahl der Leitflügel quadratisch oder jedenfalls rascher als linear abnimmt, so verbleibt demnach insgesamt eine Verringerung der Saugkraft, die sich als nützlicher Schub auf die Leitschaufeln

<sup>1</sup> Werft—Reederei—Hafen Jahrg. 1922, S. 715, Kucharski: „Die Einführung des Contrapropellers.“ — Werft—Reederei—Hafen, Jahrg. 1925, S. 498, 544, 588 und 642, Kucharski: „Die Wirkungsweise und Theorie der Propellerleitapparate.“

äußert. In Abb. 8 ist das Wirbelsystem mit Leitpropeller aus dem Kucharski'schen Aufsatz wiedergegeben.

Auf Grund dieser Theorie errechnet Kucharski auch gewisse Verhältnisswerte der möglichen Verbesserung für verschiedene Durchmesser und Flügelzahlen des Leitpropellers. Beispielsweise würde sich die Verbesserung bei 6, 4 und 2 Leit-

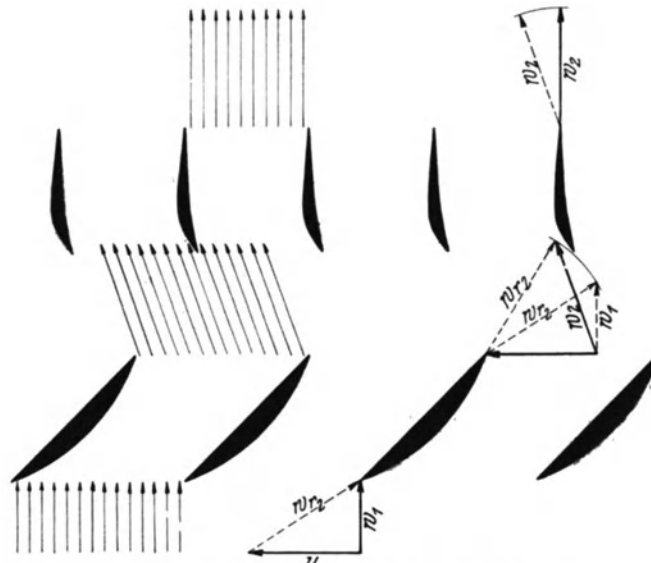


Abb. 6. Wirkung der Leitschaufeln hinter dem Propeller.

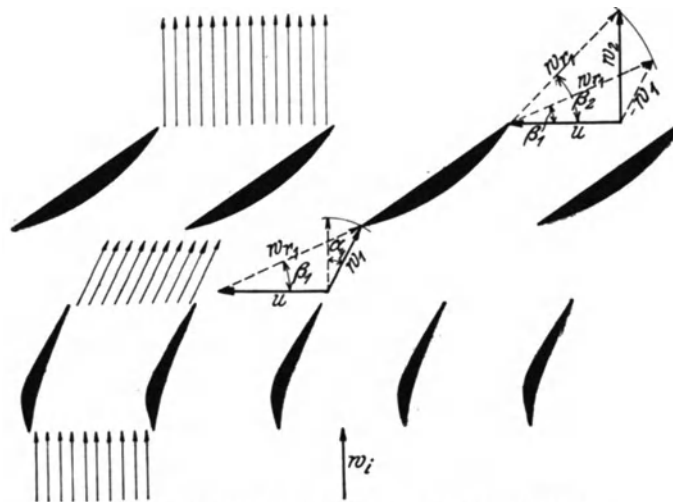


Abb. 7. Wirkung der Leitschaufeln vor dem Propeller.

schaufeln verhalten wie 1 zu 0,90 zu 0,63, d. h. wenn die Schubzunahme bei 6 Flügeln z. B. 15% beträgt, würde sie bei 4 bzw. 2 Flügeln derselben radialen Länge nur noch 13,5 bzw. 9,4% betragen. In Wirklichkeit haben allerdings vergleichende Modellversuche gemäß Abb. 9 einen wesentlich geringeren Unterschied bei verminderter Flügelzahl oder sogar eine Umkehrung der Gewinnverhältnisse gebracht, was sich auch mit den gemachten Erfahrungen bei vielen Schiffen

bestätigt. Es erklärt sich dies in naheliegender Weise mit dem bei verringerter Schaufelzahl auch verringerten Eigenwiderstand des Leitpropellers, der bei der Kucharskischen Rechnung nicht in Ansatz kam. In Anbetracht dieses

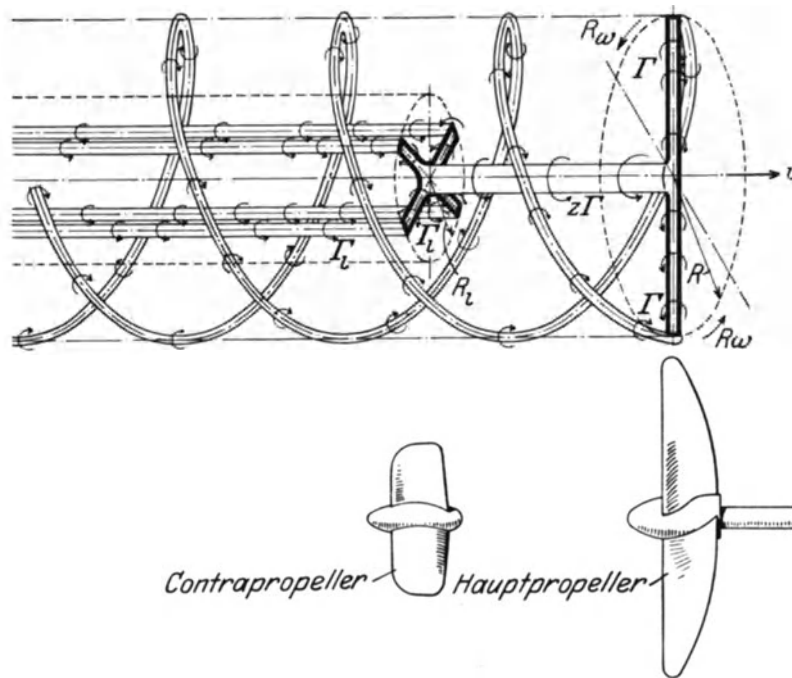


Abb. 8. Wirbelsystem beim Hauptpropeller und Leitpropeller.

geringen hydrodynamischen Unterschieds des Sechs-, Vier- und Zweiflüglers ging daher die Tendenz auf Verringerung der Schaufelzahl, ähnlich wie dies beim Propeller selbst oder z. B. der bekannten Kaplan-Wasserturbine der Fall war. Die verringerte Schaufelzahl bietet natürlich bauliche Vorteile und erhöht die

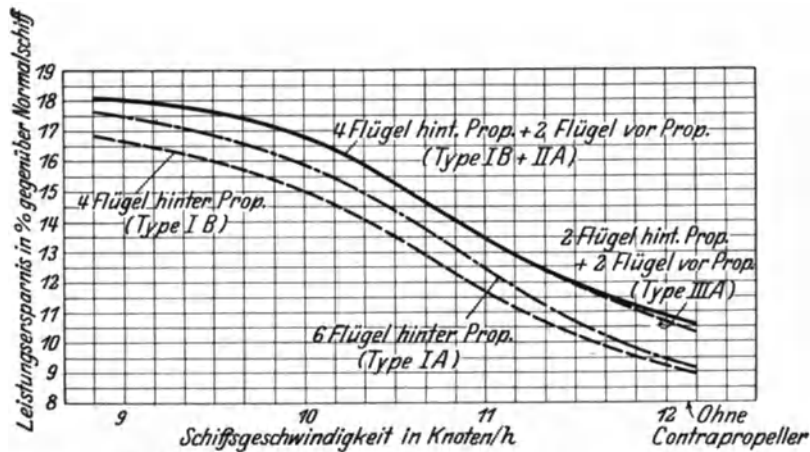


Abb. 9. Modellversuche mit verschiedenen Contrapropeller-Typen.

Betriebssicherheit in wesentlicher Weise dadurch, daß z. B. bei einem Vierflügler den Seitenschaufeln eine ausreichende Wurzelstärke gegeben werden kann, um einem Bruch bei heftigen Stampfbewegungen mit Sicherheit vorzubeugen.

Einen einwandfreien experimentellen Beweis für den durch einen nachgeschalteten Contrapropeller erzielbaren Zusatzschub haben nun die kürzlich in der Hamburgischen Schiffbau-Versuchs-Anstalt auf meine Veranlassung ausgeführten Profilmessungen ergeben. Diese haben die ursprüngliche Annahme der Wirkung der Leitschaukeln, als in einer Zerlegung des Ablenkungsdruckes in einen Umfangsdruck und einen vorausgerichteten Zusatzschub bestehend, bestätigt (s. auch Abb. 49).

Zusammenfassend von all diesen Betrachtungsweisen und Erfahrungen kann daher das Folgende festgestellt werden:

„Durch die Entwirbelung des Schraubenstroms wird die Durchflußgeschwindigkeit durch den Propeller erhöht. Damit steigern sich quadratisch auch alle Druckunterschiede auf die Flügel des Hauptpropellers. Bei dem vorgeschalteten Leitpropeller übernimmt naturgemäß der Hauptpropeller allein den Zusatzschub bzw. die Verminderung der Maschinenleistung für gleiche Geschwindigkeit. Bei dem nachgeschalteten Leitpropeller entsteht als Rückwirkung der vergrößerten Ausflußgeschwindigkeit im Hauptpropeller eine gewisse Teilwirkung ähnlich wie beim vorgeschalteten Leitpropeller, jedoch ergibt sich hier, wie die Theorie und Profilmessungen erweisen, die Hauptwirkung im Leitpropeller selbst infolge der Umlenkung der Wasserfäden in die axiale Richtung. Die Kombination beider Leitvorrichtungen ergibt eine gegenseitige Unterstützung in der Wirkung, wobei allerdings vorausgesetzt ist, daß der Gesamtdrall auf beide Leitvorrichtungen geeignet verteilt ist.“

Gleichgültig jedoch, wie man das Kräftespiel eines Leitpropellers in Verbindung mit dem rotierenden Hauptpropeller erklären mag, soviel haben die zahllosen Modellversuche und Fahrtergebnisse meine frühere Vorhersage erwiesen, daß zu einem umlaufenden Propeller ein feststehender Leitpropeller so selbstverständlich gehört wie z. B. der Stator zum Rotor einer Dynamomaschine oder das Saugerrohr zu einer modernen Wasserturbine.

Nach diesen Vorbemerkungen über die Allgemeinwirkung seien kurz einige markante Einzeltypen von ausgeführten Contrapropellern in annähernd chronologischer Folge der Entwicklung wiedergegeben. Dies hauptsächlich deshalb, als sich an Hand der Ergebnisse dieser Entwicklungsreihe eine nutzbringende hydraulische Erkenntnis für die Weiterentwicklung ableiten läßt.

## II. Bisherige Entwicklung des Contrapropellers.

### a) Sechsfügler.

Drei Vertreter des dem Propeller nachgeschalteten Sechsfüglers als der Urtype des Contrapropellers sind in den Abb. 10 für Frachtdampfer „Biarritz“<sup>1</sup> (ca. 1000 PS), in Abb. 11 für Frachtdampfer „Neptun“<sup>1</sup> (ca. 1000 PS) und in Abb. 12 für den amerikanischen Frachtdampfer „Norfolk“ (ca. 1500 PS) im Lichtbild wiedergegeben. Die bauliche Ausführung für den ähnlich großen Frachtdampfer „Andalusia“ ist aus Abb. 13 als damaliger Typkonstruktion ersichtlich. Dem sternförmigen Gebilde dieser ersten Ausführungen verdankt — nebenbei bemerkt — auch der Name „Star Contrapropeller“ seinen Ursprung.

<sup>1</sup> Werft—Reederei—Hafen Jahrg. 1922, S. 715, Kucharski: „Die Einführung des Contrapropellers.“



Bei diesen Ausführungen lehnt sich die senkrechte Hauptschaufel unmittelbar an den rechteckigen Ruderstegen an und ist mit diesem teilweise verschweißt. Auf diese Weise ist ein glatter Übergang zu dem Steven geschaffen und ist zwar dessen Widerstand beseitigt bzw. in eine nützliche Schaufelwirkung umgewandelt. Dagegen ist der Widerstand des Ruderschaftes und Ruders noch ungeändert geblieben. Trotz dieses Umstandes haben diese älteren Konstruktionen eine relativ hohe Ersparnis an Maschinenleistung bzw. Brennstoff für gleiche Geschwindigkeit gebracht. Z. B. wurde bei „Andalusia“ gegenüber einem Schwesterschiff eine Brennstoffersparnis von 20 % festgestellt,

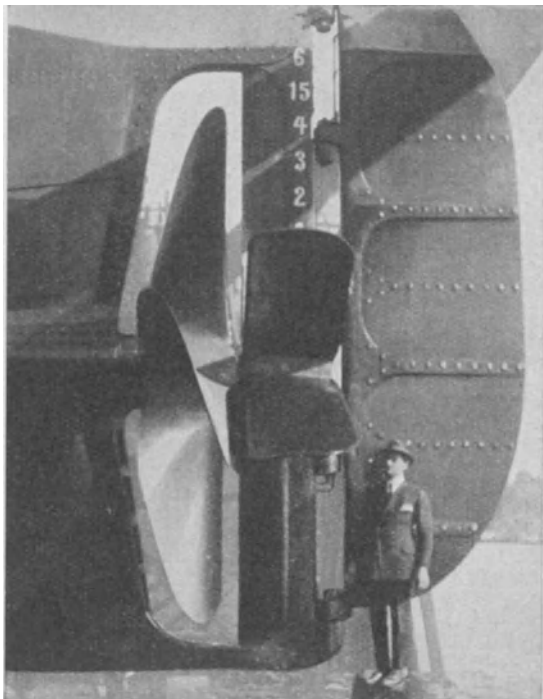


Abb. 10. Contrapropeller Type I A für Frachtdampfer „Biarritz“.

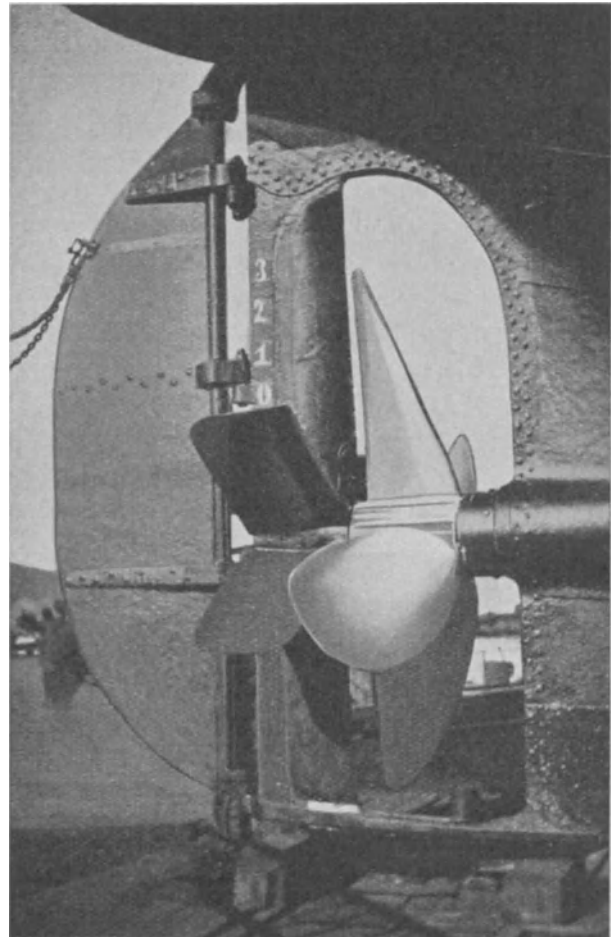


Abb. 11. Contrapropeller Type I A für Frachtdampfer „Neptun“.

während bei „Neptun“ und einer etwas kleineren Sechsfüglerausführung für den Frachtdampfer „Havmoy“<sup>1</sup> gemäß den Abb. 14 und 15 ebenfalls eine Leistungserparnis von max. über 15 % erreicht wurde.

Diese in Anbetracht der noch vorhandenen Ruderwiderstände günstigen Ergebnisse sind offenbar auf die bei dem Sechsfügler vorhandene gute Wasserführung zurückzuführen, da wir es bei diesem Typ wegen der größeren Schaufelzahl mit einer ausgesprochenen Kanalwirkung wie bei einer Wasserturbine zu tun haben<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Werft—Reederei—Hafen Jahrg. 1922, S. 715, Kucharski: „Die Einführung des Contrapropellers.“

<sup>2</sup> Beispielsweise betrug bei diesen Typen das Verhältnis von Kanallänge, d. h. axialer Schaufelbreite zu mittlerem Umfangsabstand der Schaufeln etwa 0,8—0,9, also ähnlich wie bei älteren Wasserturbinen. Für die wirksamsten inneren Partien war dieses Verhältnis natürlich noch größer, und wurde daher dort eine besonders gute Wasserführung erreicht.

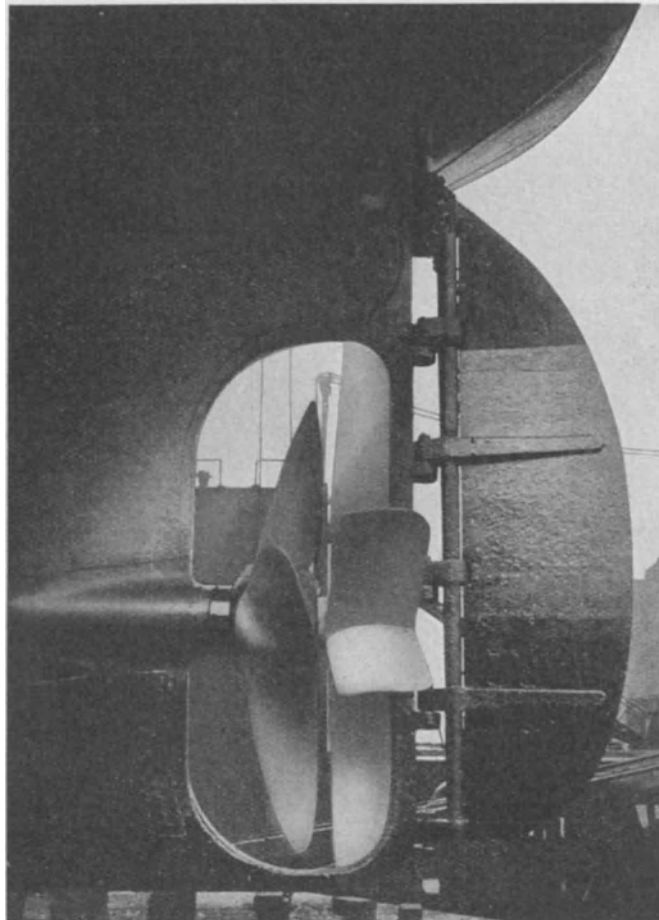


Abb. 12. Contrapropeller Type I A für Frachtdampfer „Norfolk“.

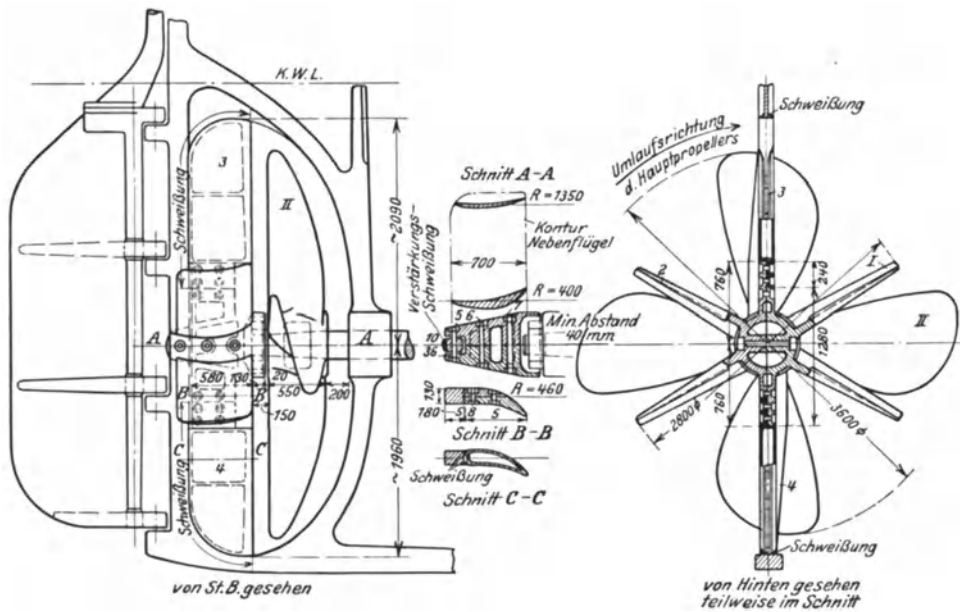


Abb. 13. Ältere Typkonstruktion für Frachtdampfer „Andalusia“.

Damit hängt auch das bemerkenswerte Ergebnis zusammen, daß fast übereinstimmend bei allen der mit dieser Type ausgerüsteten Schiffen die Erspar-

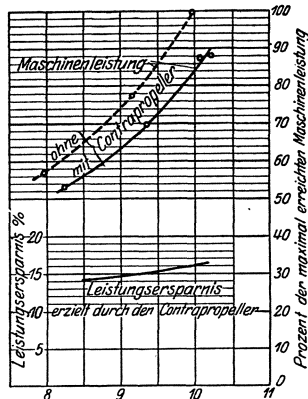


Abb. 14. Ergebnisse „Havmoy“ (360 PS).

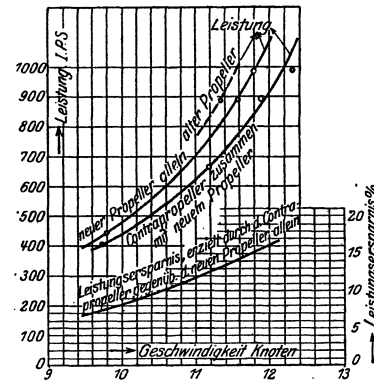


Abb. 15. Ergebnisse „Neptun“ (1000 PS).

nisziffer an Maschinenleistung mit zunehmender Geschwindigkeit anwächst (s. Abb. 14 und 15), wie dies auch gemäß der Theorie des Contrapoppers

der Fall sein muß. Denn der bei höherer Geschwindigkeit im allgemeinen zunehmende Vorstrom in der Nähe der Schraube bedingt auch eine prozentual zunehmende Ersparnis an Maschinenleistung. Auf dieses wichtige Ergebnis der Meßresultate sei im folgenden Abschnitt noch zurückgekommen.

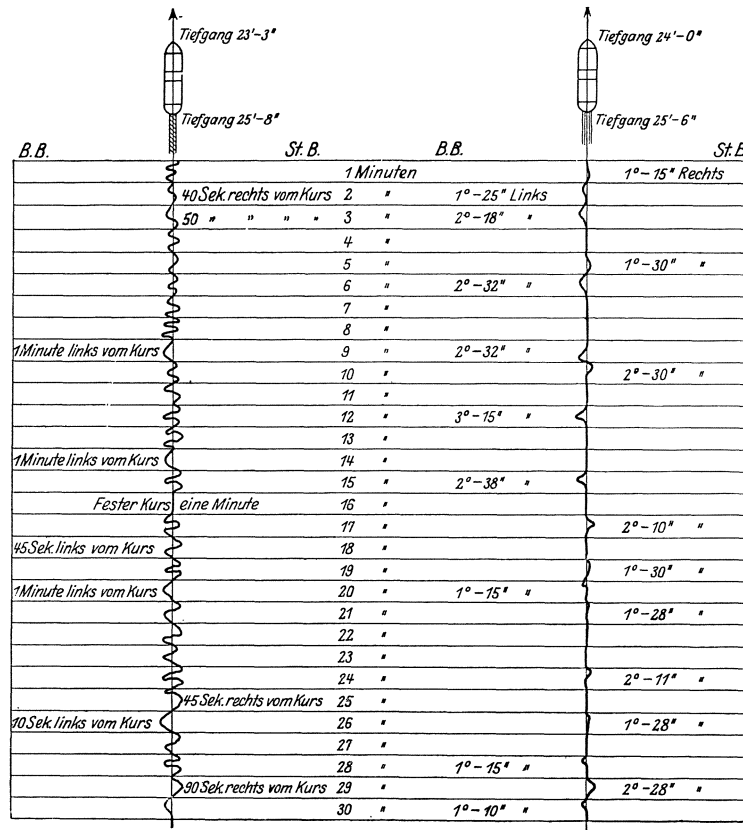


Abb. 16. Steuerungsdiagramm S. S. „Norfolk“.

wirkung, sowie damit zusammenhängend auch erhöhte Kursstabilität. Es ist dieses Ergebnis teils aus der Verminderung der Wirbel hinter dem abgedeckten

Eine anfangs nur als günstige Nebenwirkung betrachtete Erscheinung, die jedoch späterhin als eine der Hauptwirkungen des Contrapoppers erkannt wurde, betrifft die außerordentlich verbesserte Ruder-

Rudersteven, teils infolge der bereits erwähnten größeren Intensität des ausfließenden Strahls leicht erklärlich. Diese verbesserten Steuereigenschaften waren bereits bei den ersten Sechsfüglern in die Augen fallend, und haben gerade diese Wirkungen in nicht geringem Maße zur Erhöhung der Durchschnittsgeschwindigkeit und Ökonomie aller mit Contrapropellern oder Contrarudern versehenen Schiffe beigetragen. Ein charakteristisches vergleichendes Steuerungsdiagramm ist in Abb. 16 für Dampfer „Norfolk“ wiedergegeben.

Die weiteren günstigen Nebenwirkungen des Contrapropellers z. B. hinsichtlich besseren Verhaltens des Schiffes in schwerer See infolge der dämpfenden Wirkung der Seitenflügel und Verminderung der Vibrationen sind bereits allbekannt, so daß sich ein Eingehen hierauf erübrigt. Immerhin mag bemerkt werden, daß hinsichtlich derartiger Nebenwirkungen meine bereits 1911 ausgesprochenen Erwartungen vollkommen bestätigt wurden.

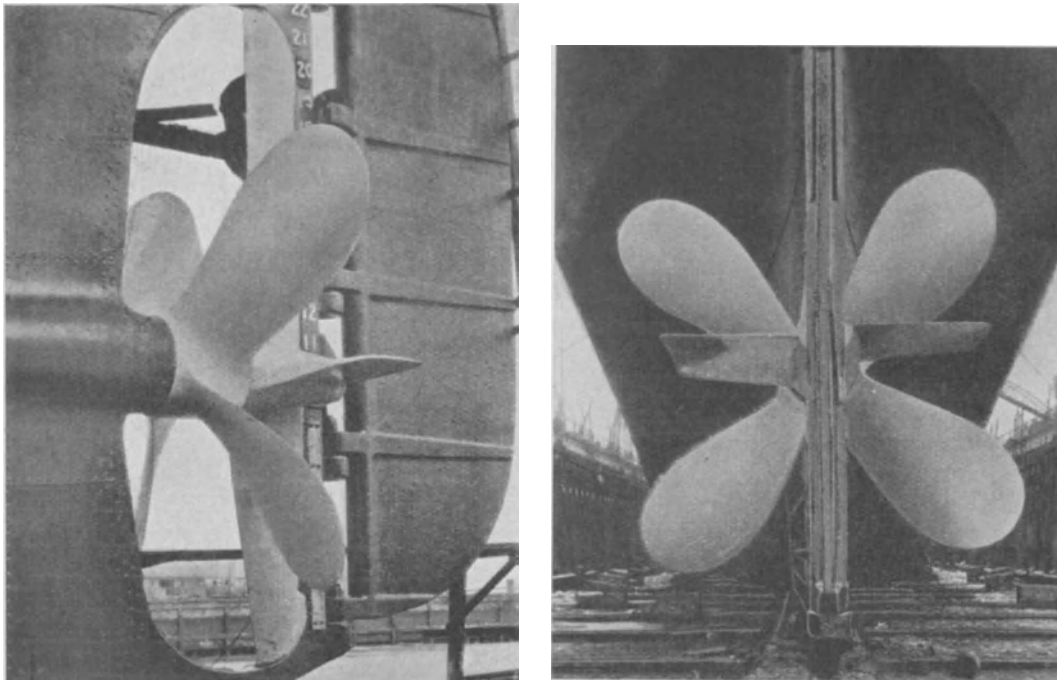


Abb. 17. Contrapropeller Type I B für Frachtdampfer „Steel Navigator“.

#### b) Vierflügler.

Zwei Vertreter dieser Type, die wegen der dämpfenden Wirkung der Seitenflügel im Seegang neuerdings immer mehr, insbesondere im Auslande, in Aufnahme kommt, zeigen die Abb. 17 und 18 für die beiden amerikanischen Frachtdampfer „Steel Navigator“ (ca. 4000 PS) und „Bylail“ (ca. 1800 PS) im Lichtbild. Die letztere Ausführung ist kombiniert mit zwei senkrechten Leitflächen vor der Schraube. Derartige Ausführungen sind zwar bereits auch in Europa ausgeführt worden, indessen liegen mir nur die Ergebnisse der genannten beiden Schiffe gemäß Abb. 19 und 20 vor. Diese sind deshalb bemerkenswert, als mit zunehmender Geschwindigkeit hier eine merkliche Abnahme der Ersparnis-

ziffer eintritt. Zwar mögen hierbei noch individuelle Einflüsse des betreffenden Schiffes und Contrapropellers mitspielen, auch sind der Erfahrungen noch zu

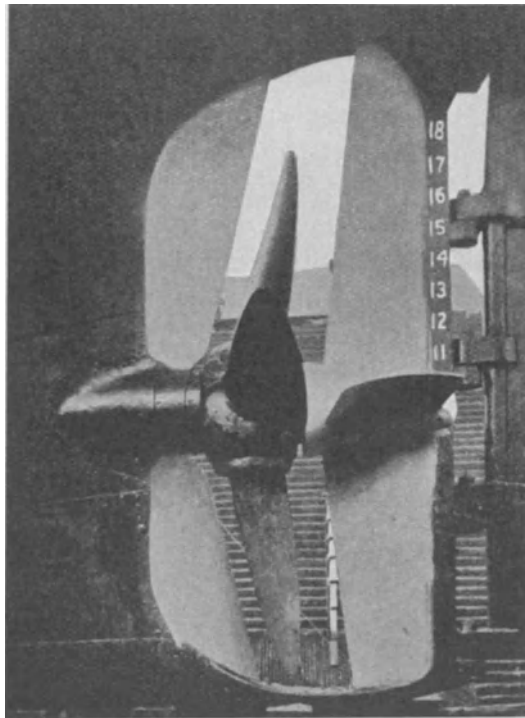


Abb. 18. Contrapropeller Type III B für Frachtdampfer „Bylail“.

wenige, um sich ein einwandfreies Bild über die Ursache dieser Erscheinung machen zu können. Immerhin ist der abnehmende Verlauf bei dem reinen Vier-

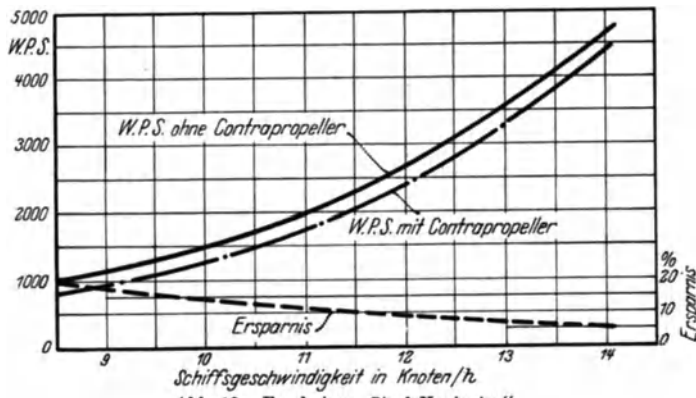


Abb. 19. Ergebnisse „Steel Navigator“.

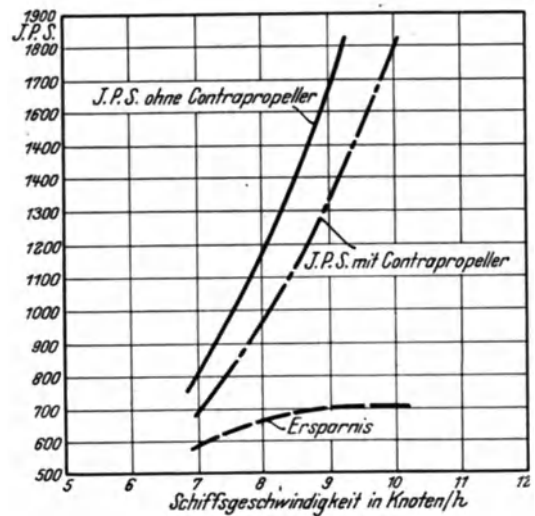


Abb. 20. Ergebnisse „Bylail“.

flügler bei „Steel Navigator“ so ausgesprochen, daß er hier auf eine besondere hydrodynamische Ursache zurückgeführt werden muß. Wie schon die Bilder,

Abb. 17 und 18, erkennen lassen, kann von einer Kanalführung des Wassers bei der Vierflügel-Type kaum mehr gesprochen werden. Es tritt daher hier die Tragflügelwirkung in den Vordergrund, die im nächsten Abschnitt behandelt werden soll.

### c) Zweiflügel und Leitflächenruder.

Trotz der im Interesse erhöhter Betriebssicherheit angestrebten Verminderung der Zahl der Seitenflügel auf Null, d. h. Beschränkung auf den Zweiflügel, ist es gelungen, die mit dieser Beschränkung zu erwartende Verminderung an Nutzwirkung auf ein Mindestmaß herabzusetzen, oder eher noch eine über die des Sechsfüglers hinausgehende Verbesserung zu erzielen. Dieser Gedankengang war meinem D.R.-Patent 352 640 (aus dem Jahre 1921) zugrundeliegend. In dessen Fig. 7 ist hierzu das Mittel angegeben, nämlich die Hereinbeziehung auch des Ruders in die Leitflächenwirkung. Diese Figur ist in Abb. 21 wiedergegeben, ebenso eine danach gebildete typische bauliche Ausführung. Wohl

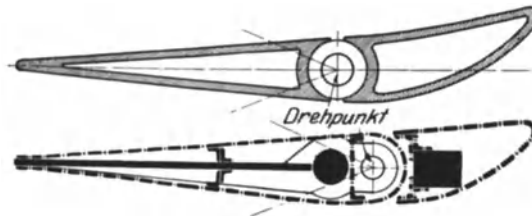


Abb. 21. Fig. 7 von D. R. P. 352 640 und danach gebildete typische Ausführung.

zum ersten Male ist hier in klarer Weise auf die notwendige Verminderung der übrigen im Schraubenstrom befindlichen Widerstände wie folgt hingewiesen:

„Abb. 7 zeigt im Querschnitt ein weiteres Beispiel für die neue Ausführung des Stevens, bei der gleichzeitig eine weitere bisherige Verlustquelle beseitigt werden kann, die darin bestand, daß meistens zwischen Hinterkante Ruderstegen und Vorkante Ruder ein verhältnismäßig großer Zwischenraum vorhanden war, innerhalb dessen das mit großer Intensität austretende Schraubenwasser gewisse Stoß- und Wirbelverluste erzeugte. Zu deren Vermeidung ist hierbei der Steventeil 2 und 3 (Ruderstegen und vorgeschaltete Leitfläche) seitlich etwas dicker als sonst üblich ausgeführt, was bei schaufelflächenartiger Ausbildung zugänglich ist, so daß die Ruderösen 14 nicht hervorragen und diese entweder seitlich umkleidet werden können oder die Vorkante des Ruders so weit vorgezogen wird, daß ein möglichst glatter Übergang zwischen Steven und Ruder besteht.“

Die Ergebnisse der neueren verschiedenen Ruderausführungen haben bewiesen, daß diese Erkenntnis und Vorschrift sehr wesentlich zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Schiffsantriebs beigetragen hat, selbst wenn, wie z. B. bei einem wasserschnittig symmetrischen Ruder, nur teilweise von den angegebenen Maßnahmen Gebrauch gemacht wird. Beim vorliegenden Leitschauflerruder wird jedoch eine dreifache Wirkung erzielt: erstens Beseitigung schädlicher Widerstände, zweitens: Verbesserung der Ruderwirkung und drittens: Erhöhung der Leitflächenwirkung durch die aus feststehendem Teil und Ruder gebildete, sehr breite Schaufel. Die letztere Wirkung kann selbstredend nur bei leitflächenartiger Ausbildung der aus Ruderstegen und Ruder gebildeten Einheit erreicht werden, während sie naturgemäß bei symmetrischer, d. h. nur fischförmiger Ausbildung fortfällt.

Die erste auf diesen Grundsätzen beruhende Ausführung ist die des Dampfers „Emil Kirdorf“ (von max. ca. 3000 PS), die in Abb. 22 im Lichtbild wieder-

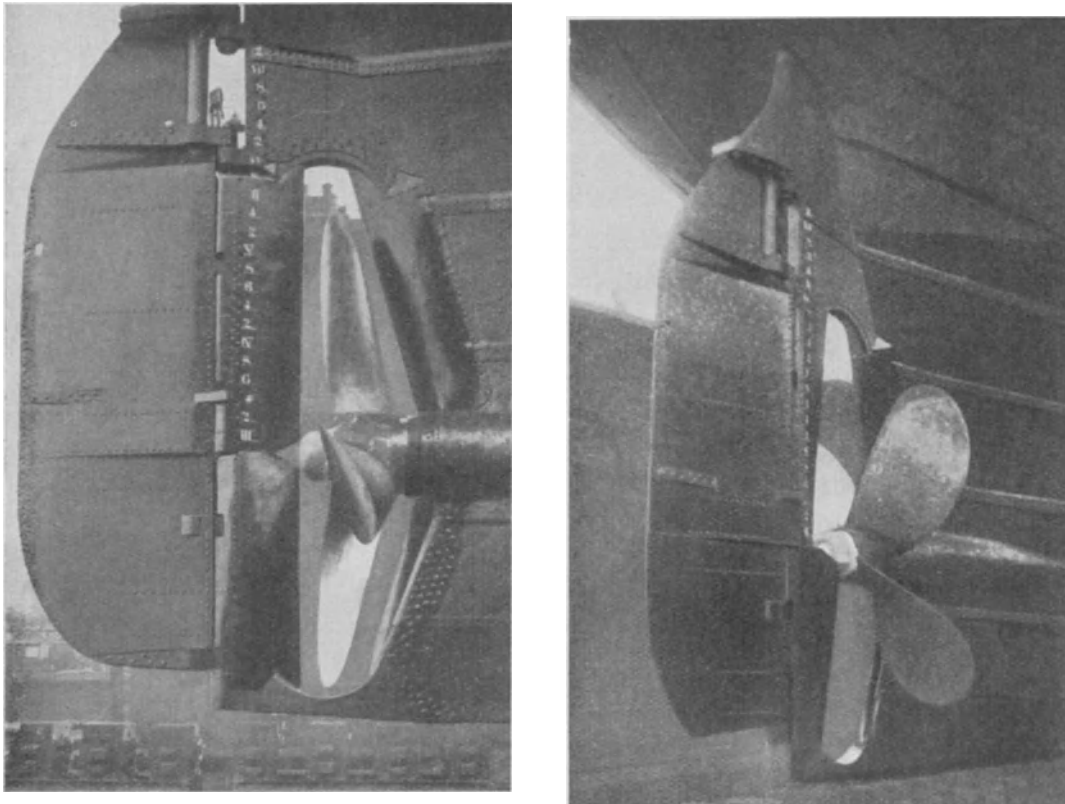


Abb. 22. Leitflächenruder „Emil Kirdorf“.

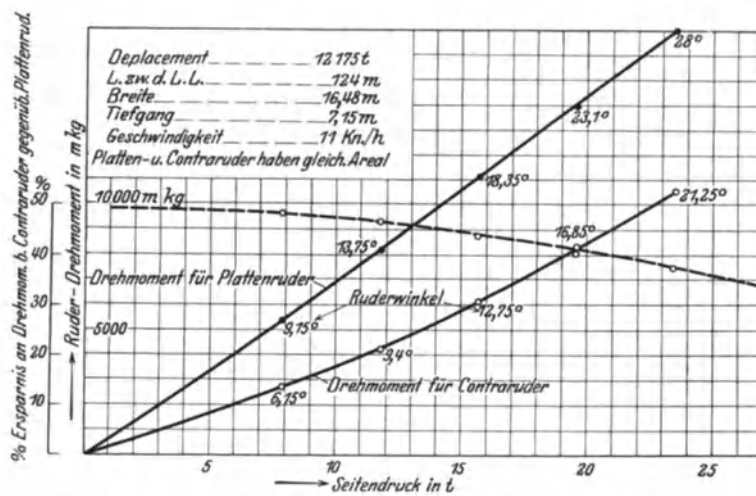


Abb. 23. Vergleichende Modellversuche mit einem Platten- und Contraruder.

gegeben ist. Die vordere Unsymmetrie des Ruders ist hieraus deutlich zu erkennen. Bei dieser Ausführung ist zugleich der vor dem Propeller befindliche Teil des Schraubenstevens leitschaufelförmig zugeschräpft. Bereits ohne diese

Zuschärfung ergab die neuerliche Nachprüfung in der H.S.V.A., daß durch die leitschaufelförmige Umkleidung des Stevens und Ruders gegenüber dem unbedeckten Steven mit Plattenruder eine Ersparnis von im Mittel 15 % erzielt wird (s. hierzu Abb. 54). Die tatsächliche Ersparnis im längeren Betrieb hat jedoch nach Angabe der Reederei etwa 18 % betragen, wobei die Differenz gegenüber

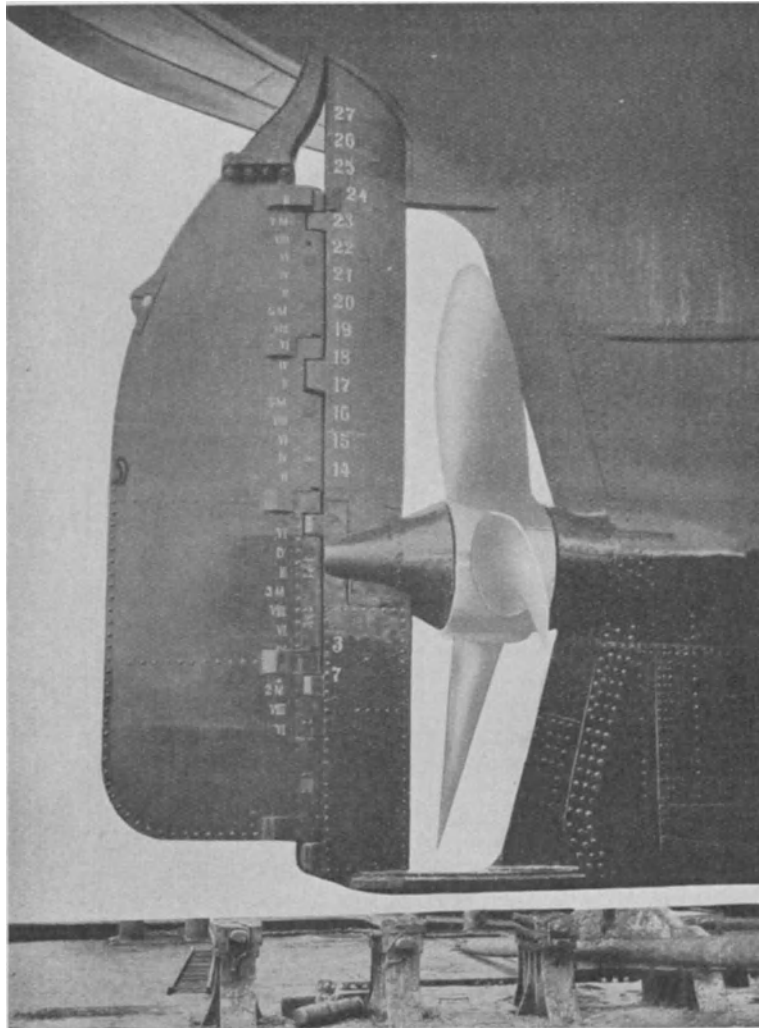


Abb. 24. Contraruder für Dampfer „Leuna“.

dem Modellversuch wohl größtenteils auf die erwähnte Zuschärfung und Verwindung des Schraubenstevens zurückzuführen ist.

Die in Abb. 21 und dem angeführten Text der Patentschrift gegebene Anweisung der Überbrückung des Spaltes zwischen Vorkante Ruder und Ruderstevens hat bei dieser Ausführung den bereits oben erwähnten weiteren Vorteil einer wesentlich verbesserten Ruderwirkung in erhöhtem Maße gezeitigt, indem sich insbesondere eine außerordentliche Abnahme des Rudermoments für gleichen Seitendruck ergeben hat. Wie aus den vergleichenden Modell-



versuchen mit einem Platten- und Leitflächenruder nach Abb. 23 hervorgeht, beträgt die Ersparnis an Drehmoment bis zu 50%. Es ist dies ohne weiteres dadurch erklärlich, daß bei dem Leitflächenruder auch der feste Steventeil in die Ruderwirkung mit einbezogen wird. Daher rückt der Druckmittelpunkt weiter nach vorn und das auf den beweglichen Ruderteil entfallende Drehmoment wird geringer.

Zwei neuere Ausführungsarten des Leitflächenruders zeigen die Abb. 24, 25 und 26. Die erstere Ausführung nach Abb. 24 und 25 (für Dampfer „Leuna“

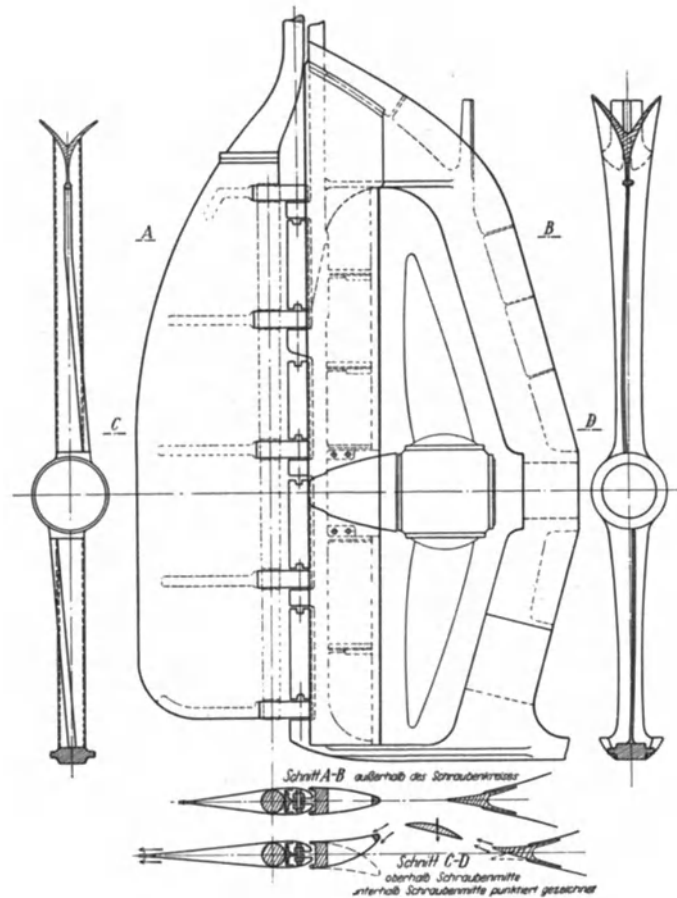


Abb. 25. Ausführung des „Leuna“-Ruders.

der Hamburg-Amerika-Linie) ist durch eine weitere hydrodynamische Verbesserung bemerkenswert, als bei derselben der Nabenwiderstand durch einen angesetzten Kegel verringert ist.

Die Ausführung nach Abb. 26 zeigt die typische neuere Bauweise, bei der sowohl der Ruderrahmen als auch der Schraubenstevn von vornherein für eine leitflächenartige Beplattung gestaltet ist. Das Ruder ist hierbei außen ganz glatt (also ohne etwa vorstehende Ruderarme oder Ruderösen), außerdem ist der Spalt zwischen Ruderstevn und Ruder durch pfannenartige Anlenkung (ähnlich wie bei Flugzeugrudern) weitgehend verringert.

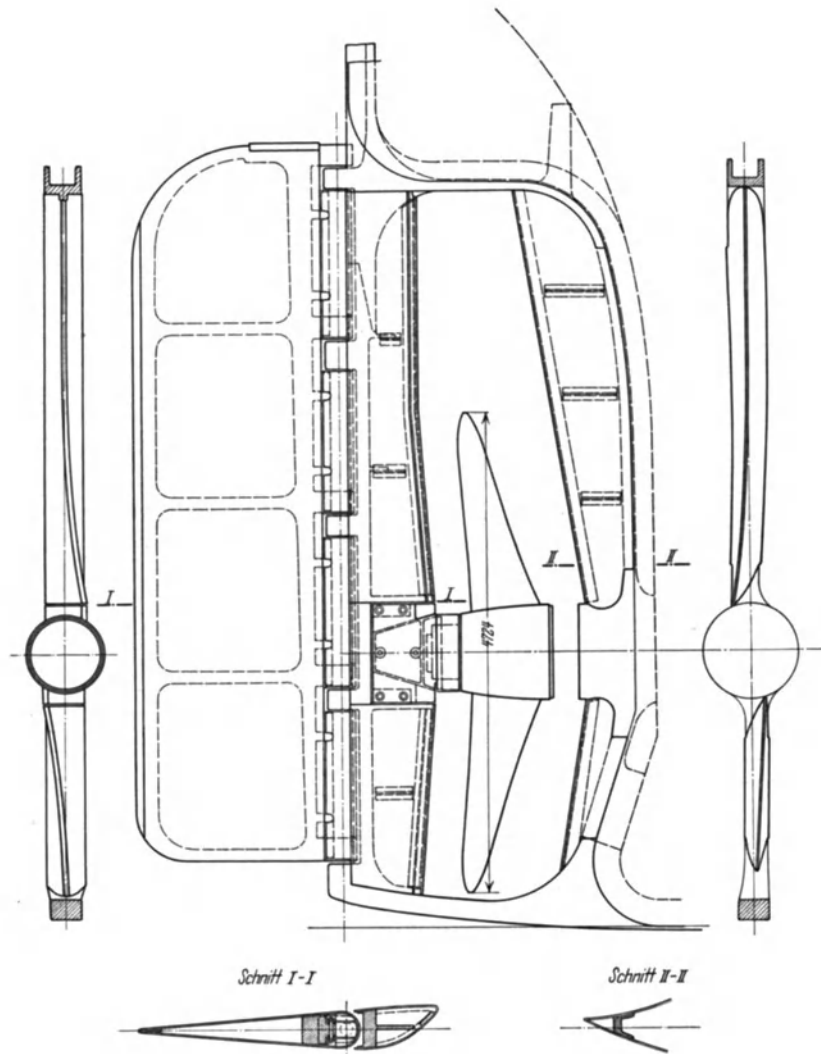


Abb. 26. Typische, moderne Ausführung des Contraruders.

#### d) Kombination von Leitflächenrudern mit horizontalen Schaufeln.

Ein neuerer Vertreter dieser Type ist in den Abb. 27 und 28 in einer Ausführung für einen amerikanischen Küstenkreuzer (von max. ca. 3000 PS) wiedergegeben. Wie die im Modellbassin in Washington ausgeführten Versuche zeigen (Abb. 29), ergab auch diese Ausführung ein sehr günstiges Ergebnis. Zugleich wurde gegenüber den Modellversuchen mit dem Kirdorf-Ruder eine nennenswerte Verbesserung erzielt, die unzweifelhaft auf die vorhandenen horizontalen Schaufeln zurückgeführt werden muß, die das zwischen der oberen und unteren Ruderhälfte durchfließende Wasser noch besser erfassen. Es dürfte sich daher in allen Fällen die Anbringung von horizontalen Leitschaufeln, sei es vor oder hinter dem Propeller, empfehlen. Dies um so mehr, als deren bereits erwähnter günstiger Einfluß auf die Durchschnittsgeschwindigkeit und das bessere Kurshalten des Schiffes im Seegang infolge ihrer dämpfenden Wirkung nunmehr vielfach erwiesen ist.

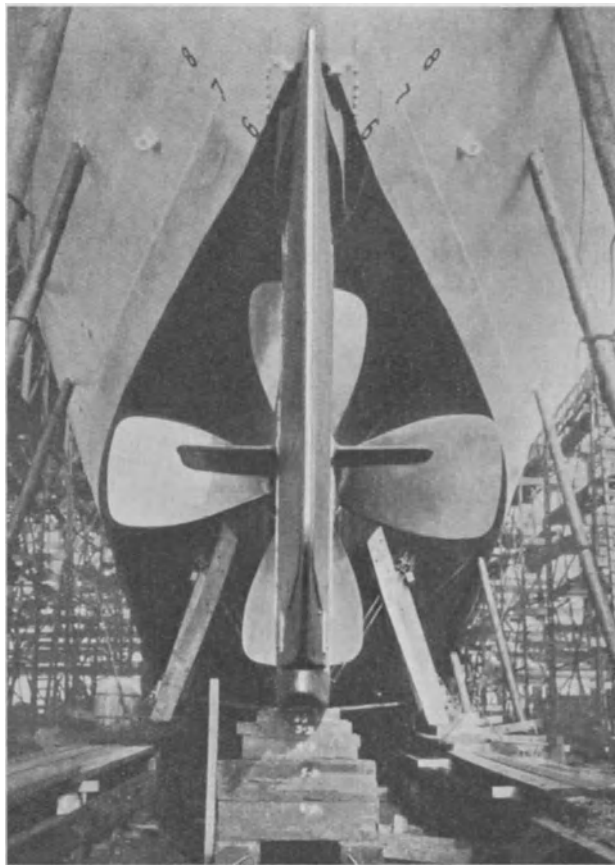


Abb. 27. Contraruder kombiniert mit Seitenschaufeln für einen amerikanischen Küstenkreuzer (Hinteransicht).

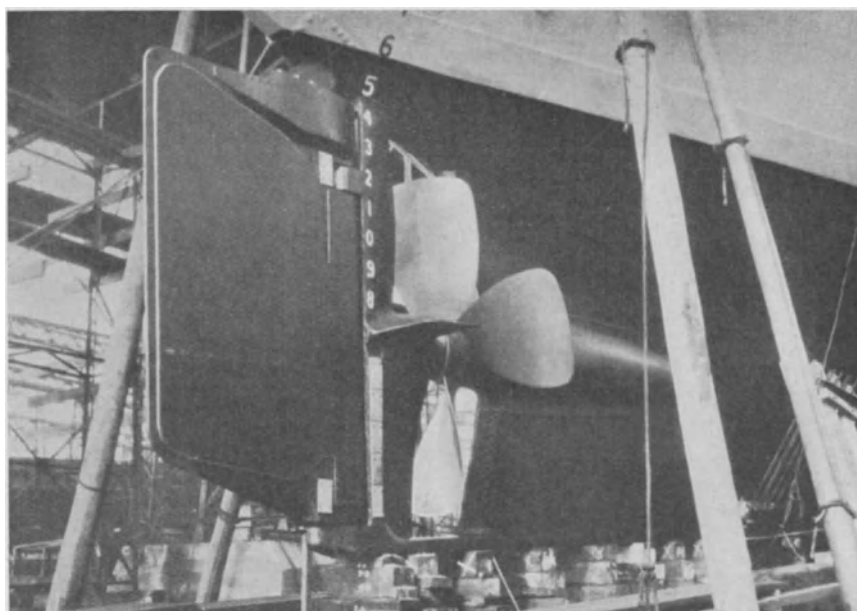


Abb. 28. Contraruder kombiniert mit Seitenschaufeln für einen amerikanischen Küstenkreuzer (Seitenansicht).

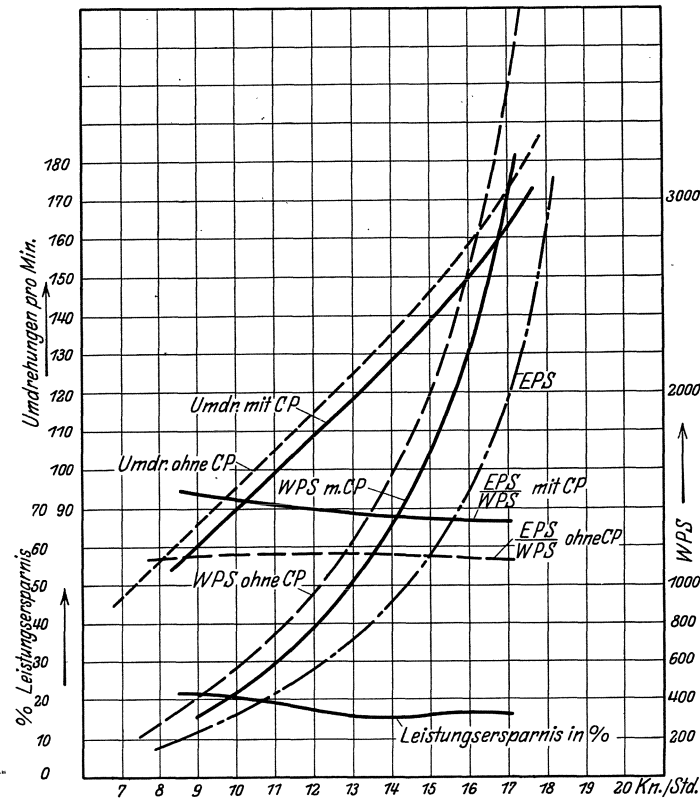


Abb. 29. Ergebnisse der Modellversuche mit dem amerikanischen Küstenkreuzer.

### e) Propellerleitflächen bei Doppelschraubenschiffen.

Bei Zwei- und Mehrschraubenschiffen kommen für die seitlichen Schrauben eigentlich nur Leitflächen vor dem Propeller in Frage, da sich hier ein Leit-schaukelstern hinter dem Propeller naturgemäß schwierig anbringen läßt. Dazu wären z. B. sehr lange Arme nach dem Schiffskörper erforderlich, die selbstredend durch ihren Widerstand den Gewinn schmälern würden und betriebsunsicher sind.

In den Abb. 30 und 31 sind zwei Ausführungen mit vorderen Leitflächen für die Doppelschraubenschiffe „Antonio Delfino“ und „Monte Olivia“ im Bilde wiedergegeben. Die vergleichende Wirkung auf das abfließende Schraubewasser gegenüber „Cap Norte“ ohne Leitflächen ist bereits in den Abb. 4 und 5 (Abschn. I) gezeigt. Das wirtschaftliche Ergebnis ist in dem erwähnten Bericht von Herrn Oberingenieur Müller der Hamburg-Süd dahin zusammengefaßt, daß auf Grund längerer Betriebserfahrungen bei „Antonio Delfino“ vor und nach Einbau der Leitflossen eine Brennstoffersparnis für die gleiche Geschwindigkeit unter sonst gleichen Verhältnissen von 7,4% erzielt wird. Pro Jahr ergibt sich nach dem Bericht eine Ersparnis an Geldwert von ca. 72000 Mk. Man erkennt somit an dieser Ziffer, daß selbst bei der prozentual geringeren Ersparnis gegenüber Einschraubenschiffen die wirtschaftliche Verbesserung bereits so groß ist, daß sich der nachträgliche Einbau solcher vorderer Leitflächen auch bei Zweischraubenschiffen in den meisten Fällen lohnen wird. Dies um so mehr

bei Neubauten, bei denen von vornherein bei der Formgebung und Stellung der Wellenhose auf eine gute Leitflächenwirkung Rücksicht genommen werden

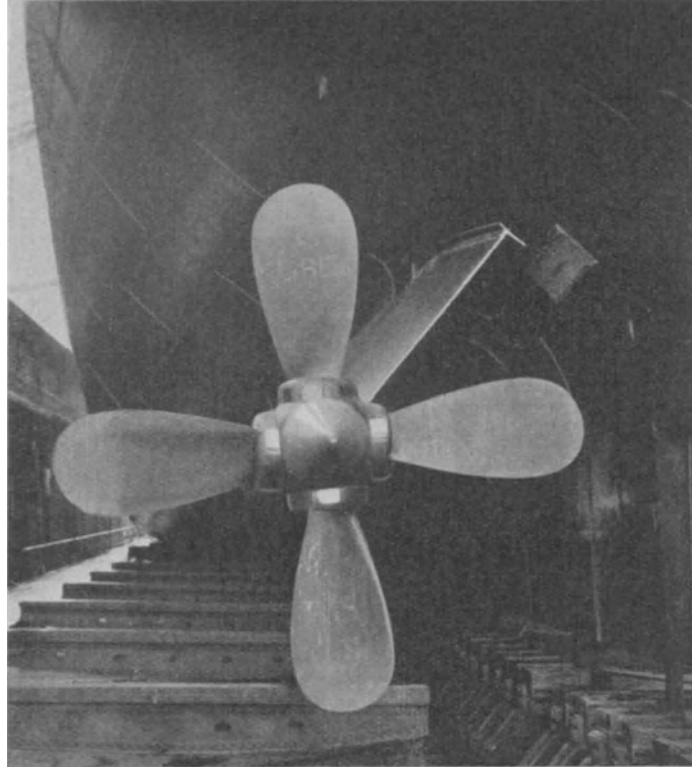


Abb. 30. Vordere Leitfläche beim Doppelschrauber „Antonio Delfino“.

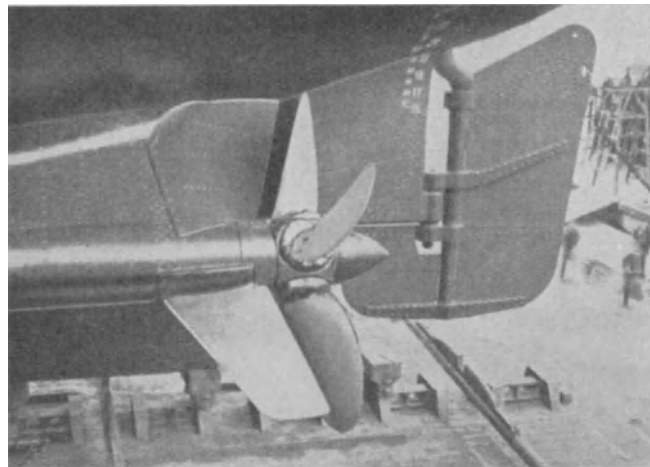


Abb. 31. Vordere Leitflächen beim Doppelschrauber „Monte Olivia“.

kann und daher keine nennenswerten Mehrkosten gegenüber der früher üblichen Ausführung entstehen.

Wichtig ist, bei der Anordnung solcher Leitflächen bei Zweischaubern der Drehsinn der Propeller, insbesondere aber die Neigung der Wellenhosen gegen die Horizontale.

In dem Aufsatz von Dr.-Ing. E. Foerster und Dr.-Ing. E. Kempf, „Neuere Versuchsergebnisse, Betriebserfahrungen und Schlußfolgerungen betreffend Verbesserung des Propellerantriebs“<sup>1</sup>, ist über den Einfluß dieser beiden Faktoren ausführlich berichtet, so daß hier von einer Wiedergabe abgesehen werden kann. Die günstigste Anordnung bei Verwendung der meist üblichen, nach außen schlagenden Propeller ergab sich bei den Modellversuchen bei steilstehenden Wellenhosen, während bei flachliegenden Wellenhosen überhaupt kein Gewinn festgestellt wurde. Es steht dieses Resultat vollkommen im Einklang mit Erwägungen, die zu den in Abschn. IV mitgeteilten Versuchen über Heckleitflächen geführt haben. Nach außen schlagende Schrauben bedingen einen stärkeren Sog auf das in den oberen Schichten leichter bewegliche Wasser, daher deren bekanntlich etwa 4—5% schlechterer Propulsionswirkungsgrad als bei oben nach innen schlagenden Schrauben, die das obere Wasser an das Schiff herandrängen. Die im Falle der Verwendung als Dralleitfläche nach innen gekrümmte Wellenhose kann naturgemäß einem solchen Einfluß der nach außen schlagenden Schrauben nur wirksam entgegenarbeiten, wenn sie möglichst steil nach oben gerichtet ist.

### III. Weitere hydrodynamische Entwicklung des Contrapropellers.

Der im vorhergehenden Abschnitt gegebene kurze Überblick über die verschiedenen Typen läßt bereits erkennen, daß abgesehen von baulichen Einzelheiten die Entwicklung des Contrapropellers in hydrodynamischer Hinsicht als ziemlich abgeschlossen betrachtet werden kann, d. h. soweit man sich auf das bisherige Prinzip der völligen Drallumlenkung in die axiale Richtung beschränkt. Es ist nun oben darauf hingewiesen, daß der verschiedene Charakter der Ersparniscurven bei den einzelnen Typen mit großer Wahrscheinlichkeit nicht lediglich auf Zufälligkeiten zurückzuführen ist. Wie bereits bemerkt, tritt mit Verringerung der Schaufelzahl naturgemäß die Kanalwirkung des Leitapparates mehr und mehr zurück und dafür die Tragflächenwirkung des Schaufelprofils in den Vordergrund. Beim Zweiflügler bzw. Leitflächenruder haben wir dann nur noch reine Profilwirkung. Es kommen daher in diesem Fall auch nur noch die Gesetze und Erkenntnisse in Betracht, wie sie in der Aerodynamik bereits allbekannt sind.

Auf eine der wichtigsten dieser Erscheinungen, nämlich die bekannte Ablösung der Strömung auf dem Rücken eines Tragflächenprofils, sei näher eingegangen. Diese Ablösung tritt bei verhältnismäßig geringer Geschwindigkeit ein und ist in erster Linie von der Größe des sog. Anstellwinkels der Strömung gegenüber der Profiltangente abhängig. Erfahrungsgemäß tritt die Ablösung ziemlich plötzlich bei einem Anstellwinkel von ca. 12—18° ein, gleichgültig, ob sich das Profil in Luft oder Wasser befindet. Man bezeichnet diesen Winkel bekanntlich als „kritischen Anstellwinkel“, kritisch auch deshalb, als bei Flugzeugen bei Eintritt dieser Erscheinung die Gefahr des Absturzes beim sog. „über-

<sup>1</sup> Werft—Reederei—Hafen Jahrg. 1924, S. 597.

zogenen Flug“ näherückt. Aus Abb. 32 ist der kritische Anstellwinkel für verschiedene Göttinger Profile zu entnehmen, indem bei diesem Winkel die Kurve der Auftriebsziffer ziemlich scharf umbiegt.

Hinter dem Ablösungspunkt, der ziemlich nahe hinter der Profilnase liegt, entwickelt sich zunächst ein Wirbelfeld, das mit steigender Geschwindigkeit

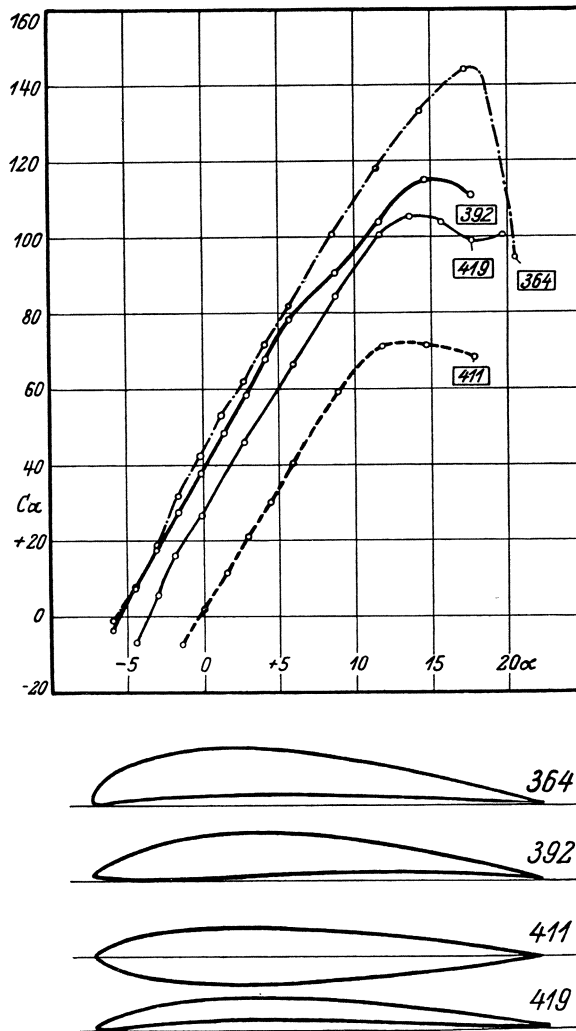


Abb. 32. Auftriebsziffer in Abhängigkeit vom Anstellwinkel.

immer mehr und mehr sich zu der sog. Kavitation<sup>1</sup>, d. h. Hohlraumbildung, auswächst.

Im vorliegenden Fall interessiert uns jedoch nur die Ablösungserscheinung, da hierdurch die Wirkungsweise eines Contrapropellers außerordentlich beeinflußt wird.

<sup>1</sup> Über die Kavitation bei Schiffsschrauben hat bereits Herr Professor Dr. Bauer im Jahrbuch 1923 der Schiffbaut. Ges. S. 236 u. flg., Bd. 24, eine sehr interessante Abhandlung veröffentlicht. Eigentlich sind Ablösungserscheinung und Kavitation zwei wesensverschiedene Erscheinungen, indem bei der Kavitation eine teilweise Verdampfung infolge des Unterdrucks, also Aggregatänderung des umströmenden Mittels hinzukommt. „Kavitation“ ist daher nur bei Wasser möglich.

Die in den Abb. 33 und 34 wiedergegebenen, von G. Lachmann<sup>1</sup> aufgenommenen Lichtbilder einer sichtbar gemachten Luftströmung um ein Tragflügelprofil beweisen ebenfalls, wie plötzlich das Abreißen der Strömung ein-

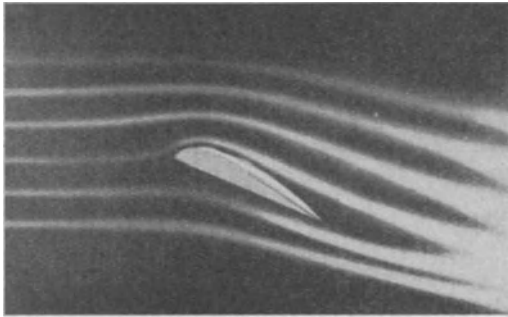


Abb. 33. Strömung um ein Tragflächenprofil.

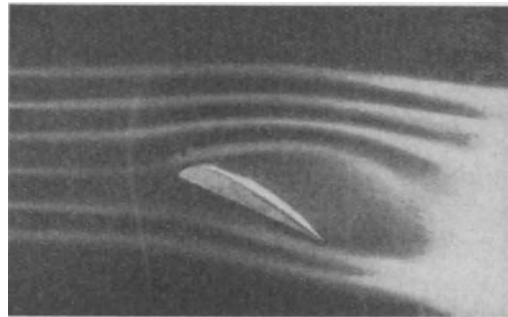


Abb. 34. Strömung um ein Tragflächenprofil (mit Ablösung).

tritt. Das Profil, an dem die Strömung abgerissen ist, befindet sich in der Mitte des Flügels, das andere Profil in der gesunden Strömung am Flügelende. Der geometrische Anstellwinkel war in beiden Fällen der gleiche; der wirkliche „Anblasewinkel“ kann daher nur um wenige Grade in beiden Fällen verschieden sein.

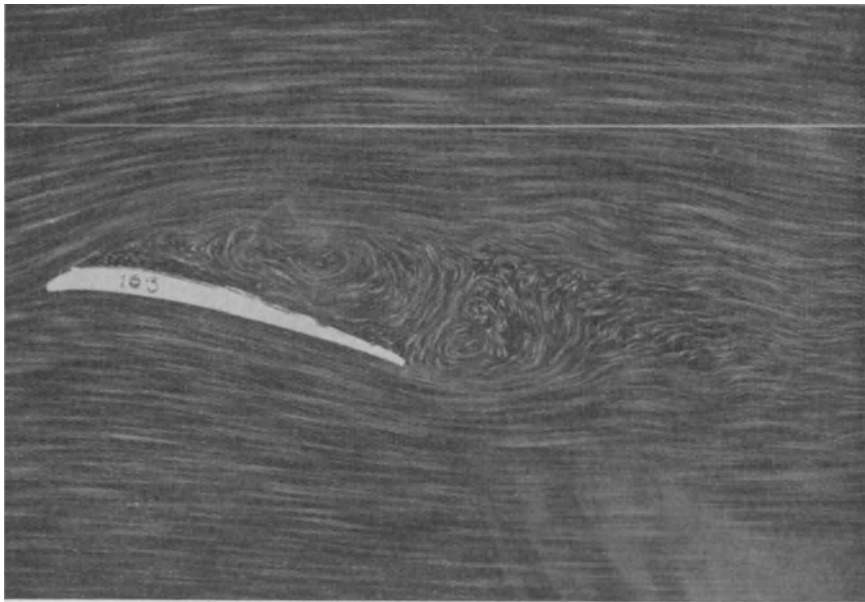


Abb. 35. Strömung mit Ablösung (in Wasser).

Eine sehr schöne Aufnahme einer derartigen Ablösungserscheinung in Wasser erhielt ich von Herrn Prof. Ahlborn, Abb. 35, die nach Angabe bereits bei einem Anstellwinkel von  $12^\circ$  eintrat.

Hält man mit dieser Tatsache zusammen, daß gemäß den Göttinger Druckmessungen am Profil<sup>2</sup> die Oberseite bzw. Saugseite eines Profils in weit stärkerem

<sup>1</sup> Jahrb. d. Wissenschaftl. Ges. f. Luftfahrt 1925, S. 86, G. Lachmann, „Absturzsichere Flugzeuge“.

<sup>2</sup> Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen, II. Lieferung, S. 43.



Maße zum Auftrieb beiträgt als die untere bzw. Druckseite des Profils (ein Beispiel für Profil 387 ist in Abb. 36 wiedergegeben), so erkennt man ohne weiteres, daß der guten Arbeitsweise des Schaufelrückens auch bei Contrapropellern mit geringer Schaufelzahl, insbesondere natürlich bei Zweiflüglern, ein bedeutend größerer Wert beigelegt werden muß als von deren Druckseite. Insbesondere darf also der Anstellwinkel gegenüber der Drallströmung den kritischen Betrag nicht überschreiten und darf auch das Profil insbesondere in der Strahlmitte nicht zu dick sein, da sonst die Strömung auf dem Rücken abreißt, d. h. dieselbe Erscheinung eintritt wie z. B. bei zu stark erweiterten Dampfdüsen.

Bei einigen von mir untersuchten Contrapropellern mit dicken Profilen hatte ich festgestellt, daß durchweg der Anstellwinkel der mittleren Schaufelschnitte

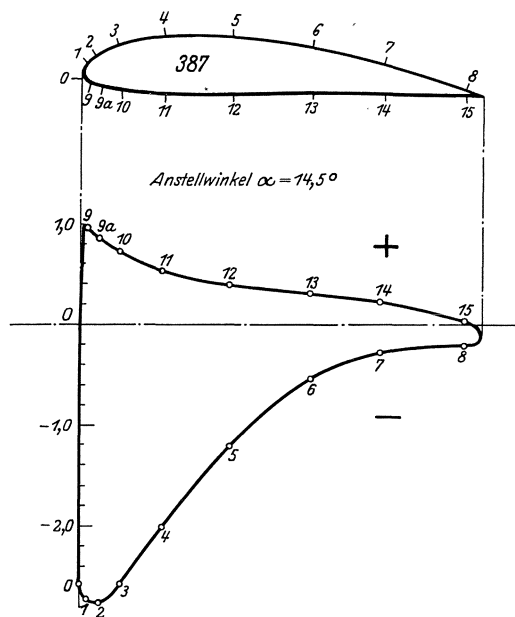


Abb. 36. Druckmessungen am Göttinger Profil 387.

gegenüber dem berechneten Drallwinkel wesentlich größer als der kritische war (z. B. bei „Emil Kirdorf“, Abb. 52, ca.  $25^\circ$  bei einem vorsichtigerweise nur zu ca.  $30^\circ$  angenommenen Drallwinkel. Der berechnete Drallwinkel für die der Nabe naheliegenden Schnitte III und IV ergab sich zu ca.  $35^\circ$ ). Auf Grund dieses Umstandes ist daher mit gewisser Sicherheit zu vermuten, daß das erwähnte ungünstigere Verhalten des reinen Vierflüglertyps (Type I B) in Abb. 17 und 19 gegenüber dem Sechsflügler (Type I A) lediglich auf bereits vorhandene Ablösungserscheinungen zurückzuführen ist, die die Gewinnziffer mit gesteigerter Geschwindigkeit herabsetzten. Bei vorgeschalteten Leitflächen gemäß Ausführung „Bylail“ (Abb. 18 und 20) wurde dieser Einfluß in leichtverständlicher Weise gemildert, indem eben der erzeugte Vordrall die Ablösung bei dem nachgeschalteten Sechsflügler später eintreten ließ.

Über den großen Einfluß solcher Ablösungserscheinungen wurden mir eigentlich erst richtig die Augen geöffnet, als ich im Jahre 1926 in Philadelphia mit

einem Flugzeug der Amerikanischen Marine (Abb. 37) Versuche anstellte. Dasselbe besaß einen sehr hoch belasteten Druckpropeller und einen demselben nachgeschalteten Contrapropeller. Die Drallwinkel waren relativ sehr groß und hätte dementsprechend eigentlich ein ziemlich hoher Gewinn herauskommen



Abb. 37. Amerikanisches Wasserflugzeug mit Contrapropeller (etwa 350 PS).

müssen. Es zeigte sich jedoch das auffallende, allerdings wenig erfreuliche Ergebnis, daß sich die Zugkurven<sup>1</sup>, Abb. 38, bei verschiedenen Drehzahlen des Propellers mit und ohne Contrapropeller von einem gewissen Punkt ab überschneiden. Von da ab trat mit Contrapropeller sogar eine stark wachsende Verschlechterung ein. Es wurde der Ursache durch Anbringung von Leinwandbändern an den Schaufeln des Contrapropellers bei laufendem Propeller nach-

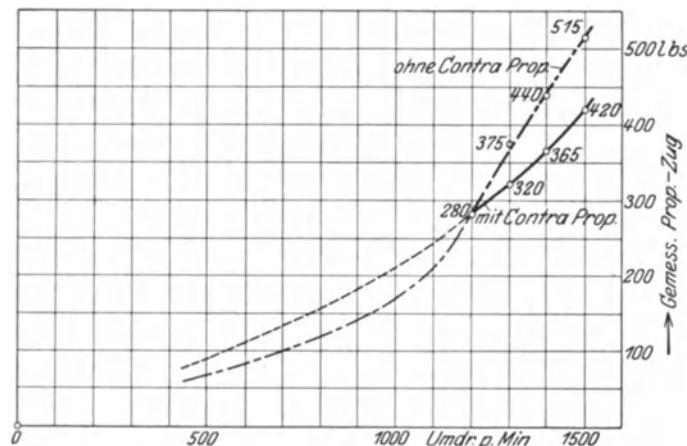


Abb. 38. Zugkurven am Stand mit und ohne Contrapropeller bei dem amerikanischen Flugzeug.

geforscht und stellten sich dabei entsprechend den drei Schaufeln des Contrapropellers drei stark ausgeprägte Wirbelfelder hinter den einzelnen Schaufeln heraus. Man erkennt aus Abb. 39 deutlich, wie die Leinwandfäden in diese von dem Schaufelrücken sich ablösenden Wirbelfelder hineingezogen werden. Nach diesem Ergebnis wurden die Versuche zunächst nicht weiter fortgesetzt. Aber eine negative Erfahrung ist ja bekanntlich häufig mehr wert als eine positive.

<sup>1</sup> Mittels eines Dynamomotors von Land aus bei im Wasser schwimmendem Flugzeug aufgenommen.

Ich beschloß auf Grund dieser Erfahrungen und der vorerwähnten vergleichenden Betrachtungen bei den Sechs- und Vierflüglern der Sache systematisch auf den Grund zu gehen und schlug der Star Contrapropeller-Ges. die Ausführung von speziellen Profilmessungen in Wasser vor.

Von der Göttinger Versuchsanstalt sind zwar bekanntlich bereits eine große Reihe von Profilmessungen im Windkanal angestellt worden, deren Ergebnisse (bei annähernd gleicher Reynoldsscher Kennziffer) selbstredend auch auf Wasser übertragen werden können. Indessen erschien natürlich der unmittelbare Weg besonderer Versuche in Wasser auch in Anbetracht der in Frage kommenden großen Anstellwinkel zweckmäßiger.

Bevor ich diese Versuche erwähne, seien zunächst einige Bemerkungen vorausgeschickt. In Abb. 40 und 41 sind aus den Göttinger Versuchen zwei extrem



Abb. 39. Luftströmung bei dem Contrapropeller des amerikanischen Flugzeugs.

verschiedene Joukowski-Profilen herausgegriffen, nämlich das symmetrische Profil 538 und das stark gekrümmte Profil 544. Auch diese Kurven beweisen das Umbiegen der Auftriebsziffer bei etwa  $16\text{--}17^\circ$  Anstellwinkel bzw. das von diesem Winkel ab einsetzende Abreißen der Strömung auf dem Profilrücken, ferner die Tatsache, daß bei dem unsymmetrischen Profil 544 eine über 80% höhere maximale Auftriebsziffer, allerdings auch bei vermehrtem Widerstand, erzielt wurde als bei dem symmetrischen Profil 538 (siehe hierzu auch Abb. 32). Die Erzielung einer Auftriebswirkung kommt zwar im allgemeinen bei symmetrisch stromlinienförmigen Körpern im Schiffbau nicht in Frage. Indessen ist doch das experimentelle Vergleichsergebnis im Interesse der notwendigen allgemeinen Vertiefung der Profilerkenntnisse bemerkenswert.

Einen noch tieferen Einblick in diese Verhältnisse gewinnt man bei Betrachtung der Geschwindigkeitsverteilung bei Joukowski-Profilen, die für die vor-

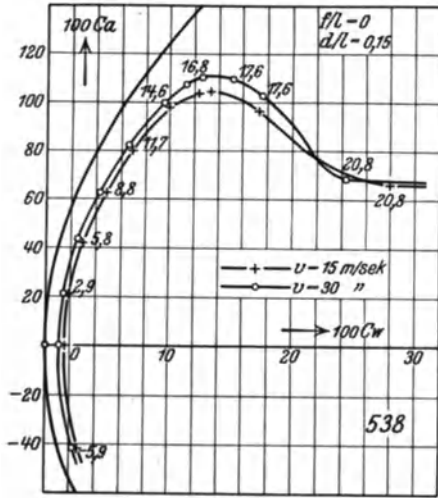


Abb. 40. Göttinger Polaren für Profil 538.

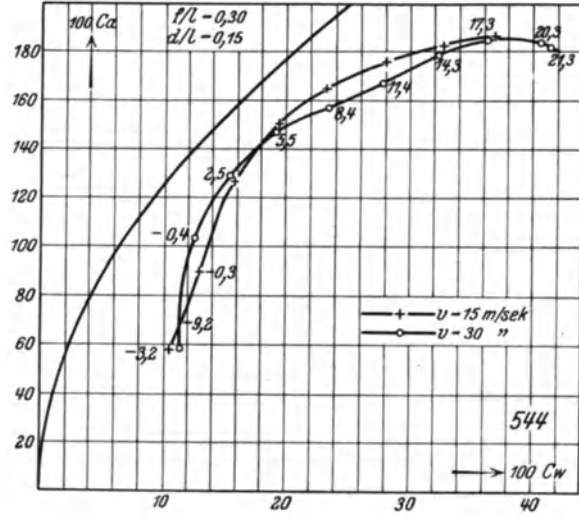


Abb. 41. Göttinger Polaren für Profil 544.

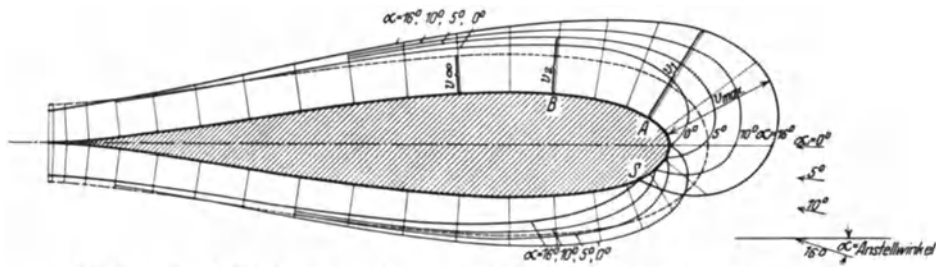


Abb. 42. Geschwindigkeiten an der Oberfläche bei Profil 538 bei verschiedenen Anstellwinkeln.

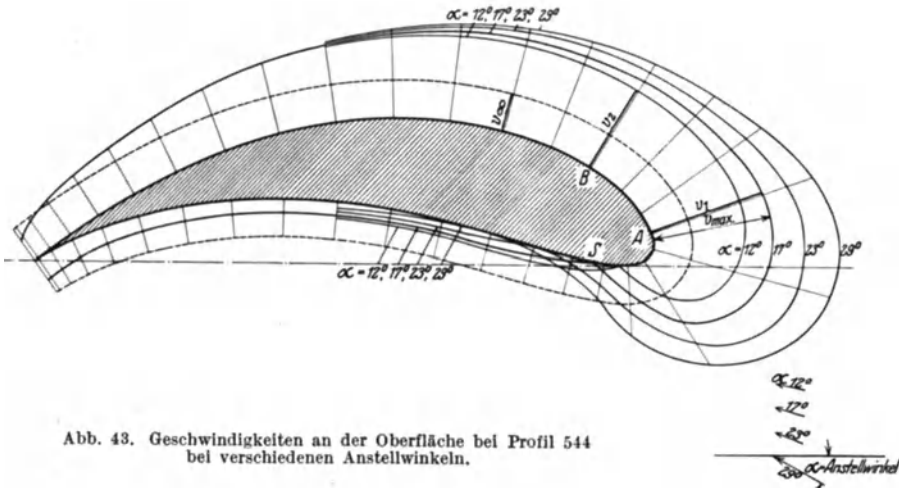


Abb. 43. Geschwindigkeiten an der Oberfläche bei Profil 544 bei verschiedenen Anstellwinkeln.

genannten beiden Profile in Abb. 42 und 43 wiedergegeben ist. Die Geschwindigkeiten sind aus der zweidimensionalen Potentialtheorie nach der im Anhang ge-

gegebenen Methode errechnet und in ihrer Größe relativ zu der ungestörten Geschwindigkeit an jeder Stelle des Profils senkrecht dazu aufgetragen (da hierbei eine reibungsfreie Strömung zugrunde gelegt ist, gilt diese Berechnungsmethode bekanntlich nur unter gewissen Einschränkungen). Erhöhte Geschwindigkeit bedeutet einen größeren Abstand des betreffenden Linienzuges vom Profil und demgemäß auch erhöhten Unterdruck, geringer Abstand bzw. geringe Geschwindigkeit einen Druckstau. Derjenige Geschwindigkeitsverlauf, bei dem beim kritischen Anstellwinkel gemäß den Versuchskurven nach Abb. 40 und 41 die Ablösung beginnt, ist als zulässige Grenzgeschwindigkeit stark ausgezogen eingetragen. Die Anströmgeschwindigkeit ist in den Abb. 42 u. 43 mit  $v_\infty$  bezeichnet

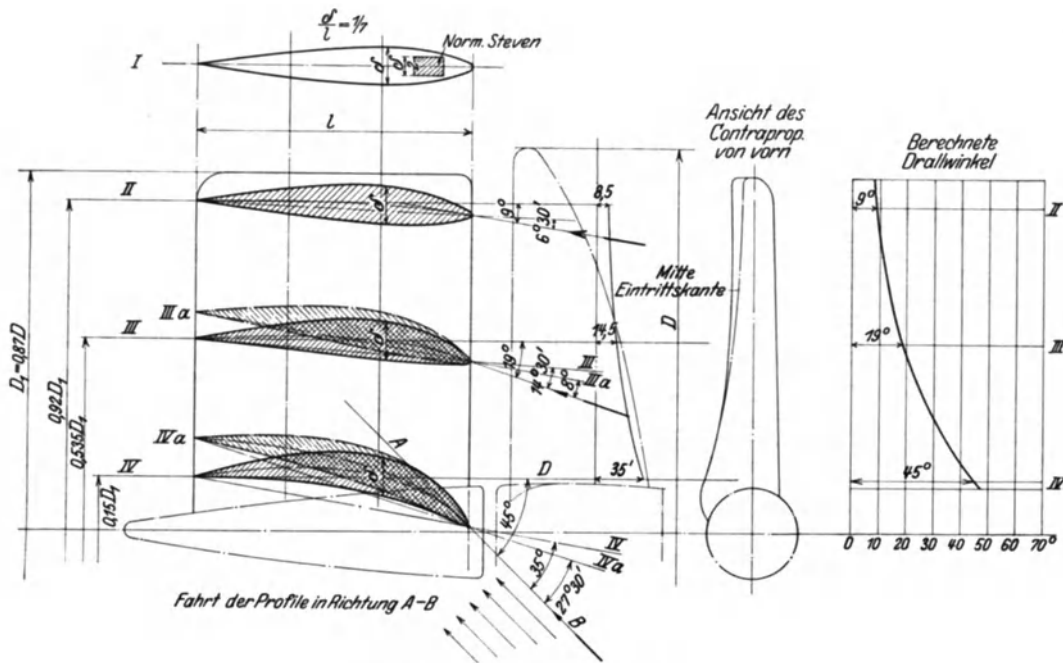


Abb. 44. Contrapropeller-Profile.

und zum Vergleich mit den an der Profilloberfläche auftretenden Geschwindigkeiten gestrichelt eingetragen.

Die Ergebnisse der Göttinger Profilpolaren sind daher aus diesen Geschwindigkeitsbildern ohne weiteres herauszulesen. Insbesondere fällt auch das Geschwindigkeitsmaximum mit demjenigen Punkt der Profilnase zusammen, an dem gemäß den photographischen Strömungsbildern nach Abb. 34 und 35 das Abreißen der Strömung beginnt.

Ferner lassen die Abb. 40 und 41 zusammen mit den Abb. 42 und 43 ohne weiteres erkennen, daß unter sonst gleichen Verhältnissen wie Anstellwinkel, Profiltiefe usw. bei einem symmetrischen Profil die Ablösung der Strömung auf dem Schaufelrücken viel eher, d. h. bei einer geringeren Geschwindigkeit eintritt (insbesondere bei großem Anstellwinkel), als bei einem unsymmetrischen, der seitlichen Anströmung angepaßten Profil.

Nebenbei bemerkt ergibt die Berechnung der Geschwindigkeitsverteilung

auch ein gutes Hilfsmittel bei Auswahl und Beurteilung eines anderen Profils, für das noch keine Profilmessungen vorliegen. Man errechnet sich die Geschwindigkeitsverteilung für verschiedene Anstellwinkel und vergleicht dann dieselbe mit dem Ergebnis des nächstbenachbarten, gemessenen Profils. Ergibt sich dabei die für die maximale Auftriebsziffer maßgebende Grenzgeschwindigkeit bei annähernd demselben kritischen Anstellwinkel, so darf man auch in Wirklichkeit erwarten, daß das Profil und dessen Anstellwinkel für die speziellen Verhältnisse richtig getroffen sind.

Der vorbeschriebene Weg ist allerdings etwas umständlich, bildet jedoch eine gewisse Ergänzung der versuchsmäßigen Profilanalyse.

Nach dieser kleinen Abschweifung sei auf die vorerwähnten Profilvermessungen im Wasser zurückgekommen. Diese wurden von der Hamburger Schiffbau-Versuchs-Anstalt besonders sorgfältig ausgeführt. Die Absicht dieser

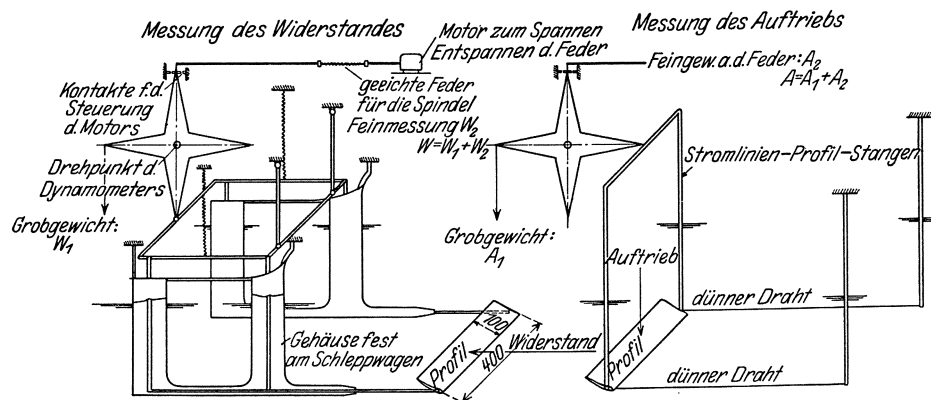


Abb. 45. Meßschema der Profilvermessungen.

Versuche war die Zerlegung der von der Mitte nach außen mit abnehmender Verwindung ausgeführten Leitschaukel in einzelne radiale Stücke von konstanter Form und Krümmung. Für diese Stücke mit gewisser endlicher Breite sollte dann bei verschiedenem Anstellwinkel gegenüber der Drallströmung als Fahrtrichtung Widerstand und Auftrieb bestimmt werden. Durch Zerlegung dieser beiden Meßgrößen in die Umfangs- und Längsschifftrichtung kann dann ein Bild über den Schubbeitrag jedes Elements gewonnen werden.

Mit Rücksicht auf Kosten und Zeit wurde das Versuchsprogramm stark eingeschränkt, um zunächst ein Urteil über die Brauchbarkeit der Methode zu gewinnen. In Abb. 44 ist ein Contrapropeller dargestellt, bei dem die untersuchten Querschnitte mit II, III, IIIa, IV und IVa bezeichnet sind. Um die Ergebnisse in ausgeprägter Form zu erhalten, ist für die Grundversuche ein Contrapropeller mit besonders starker Verwindung (Schnitte II, III und IV) zugrunde gelegt, wie er etwa für hoch belastete Schlepperpropeller in Frage kommt. Die berechneten Drallwinkel sind in Abb. 44 ebenfalls eingetragen. Die zusammengehörigen Schnitte II, IIIa und IVa sollten einen Contrapropeller mit geringerem Anstellwinkel der inneren, weniger stark gekrümmten Schnitte darstellen. Außerdem wurde gewissermaßen als Stralpunkt ein außerhalb des

Propellerkreises liegendes symmetrisches Profil I und ein darin enthaltener normaler rechteckiger Steven untersucht.

Die Versuchseinrichtung ist schematisch in Abb. 45 wiedergegeben. Die mit einem Breitenverhältnis von 1 : 4 ausgeführten Profile wurden innerhalb eines korrespondierenden Geschwindigkeitsbereichs geschleppt, der bei dem gewählten Modellmaßstab etwa dem eines normalen Frachtdampfers entsprach.

In Abb. 46 sind zunächst die absoluten Widerstände aufgetragen. Es zeigte sich hierbei bereits das interessante Ergebnis, daß der unbedeckte rechteckige Steven, obwohl derselbe nur halb so dick war als die symmetrische Umkleidung

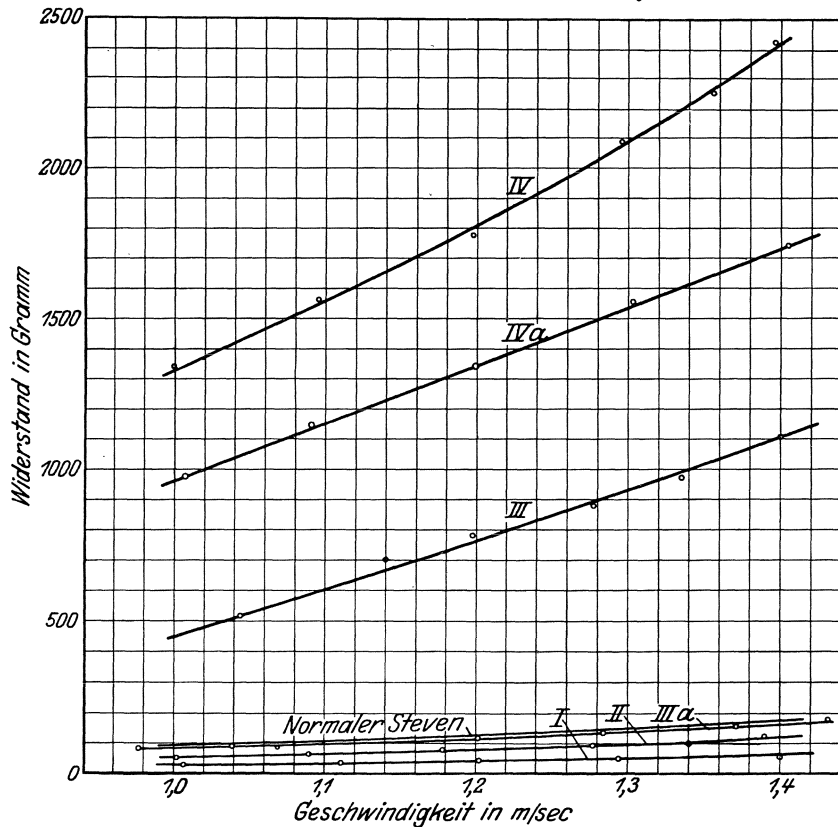


Abb. 46. Widerstände von Contrapropeller-Profilen.

(Schnitt I), einen ca. 3 mal so hohen Widerstand ergab als die stromlinienförmige Umkleidung. Im Falle rein achsialer Strömung ist diese bekanntermaßen daher die günstigste Form, allerdings ergibt diese bei seitlicher Anströmung, wie sie bei einem hinter dem Propeller befindlichen Konstruktionsteil allein in Frage kommt, naturgemäß keinen Schubgewinn.

In Abb. 47 sind die gemessenen absoluten Auftriebe in Funktion der gemessenen Widerstände aufgetragen. Dies erfolgte in etwas anderer Weise als bei den Göttinger Polaren, die sich jeweils auf ein und dasselbe Profil beziehen. Vielmehr wurde hier die jeweils zu einer Profilsreihe bzw. einem Contrapropeller bestimmter Verwindung gehörigen Werte für die verschiedenen Geschwindigkeiten durch einen Linienzug verbunden. Man kann daher diese Linien gewisser-

maßen als „Polaren“ des ganzen betreffenden Contrapropellers bezeichnen. Die einzelnen Meßpunkte können durch annähernd gerade Linien verbunden werden, was einen Schluß auf die Genauigkeit zuläßt.

In Abb. 48 sind schließlich die dimensionslosen Beiwerte für Auftrieb und Widerstand aufgetragen. Diese haben ähnlichen Charakter wie die Göttinger Kurven, indem das Profil IVa, insbesondere aber das stark gekrümmte Profil IV, mit überkritischem Anstellwinkel bereits weit im Ablösungsgebiet arbeitet.

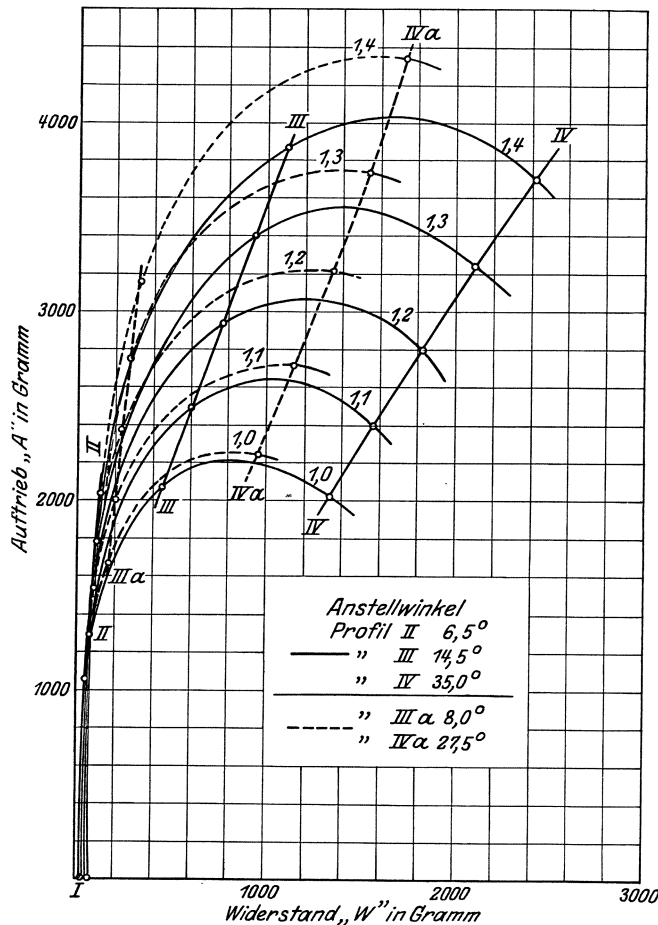


Abb. 47. Widerstand und Auftrieb von Contrapropeller-Profilen.

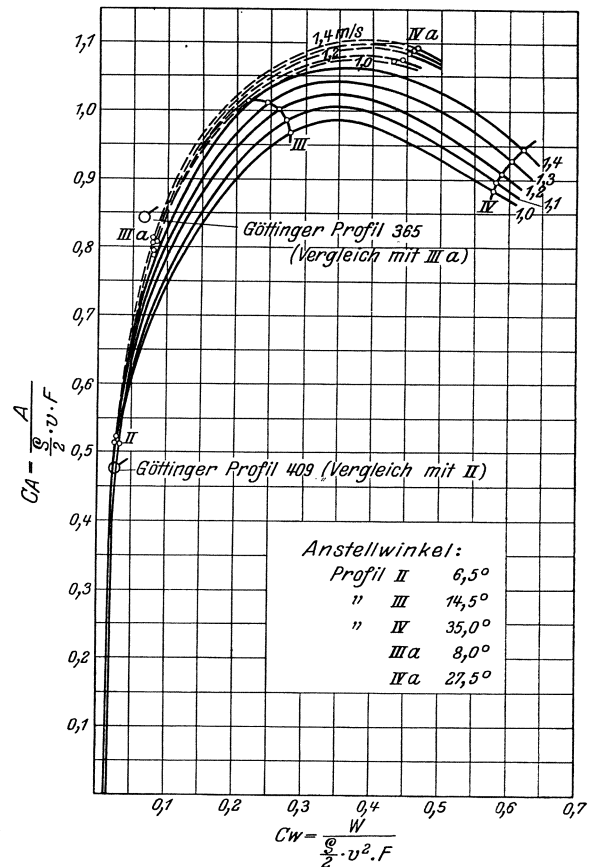


Abb. 48. Dimensionslose Widerstands- und Auftriebs-Beiwerte von Profilen.

Eine kurze Nachprüfung mit den Göttinger Versuchen (unter Benutzung der bekannten Umrechnungsformeln<sup>1</sup>) für das in Göttingen benutzte Breitenverhältnis von 1 : 5) ergab eine sehr gute Übereinstimmung. Diese Vergleichspunkte für die ähnlichen Göttinger Profile 409 und 365 sind ebenfalls in Abb. 48 eingetragen.

Man kann aus den Kurven dieser Abbildungen auch den ungefähren radialen Abstand entnehmen, bei dem das Profil bereits zu „kavitieren“ beginnt, um diesen kurzen, wenn auch strömungstechnisch nicht ganz treffenden Ausdruck

<sup>1</sup> Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen, I. Lieferung, S. 37.



zu gebrauchen. Ferner ersieht man aus den beiden Kurvenscharen, daß der Contrapropeller II, IIIa, IVa der bisher üblichen Grundform II, III, IV in seiner Wirkung weit überlegen sein muß.

In Abb. 49 sind schließlich die Auftriebs- und Widerstandsbeiwerte  $c_A$  und  $c_W$  in ihre Teilwerte längs und quer zur Schiffslängsachse zerlegt und aus  $c_A \sin \alpha - c_W \cos \alpha$

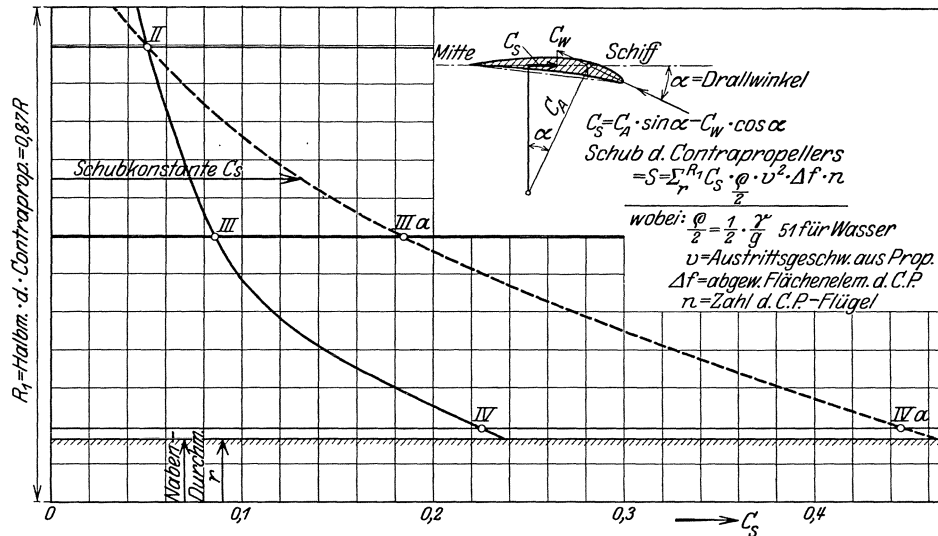


Abb. 49. Charakteristik von Contrapropellern.

(wobei in diesem Falle  $\alpha$  den Drallwinkel bezeichnet) eine Schubkonstante  $c_s$  für die einzelnen Schnitte gebildet. Deren Verbindung bildet gewissermaßen eine „Charakteristik“ des betreffenden Contrapropellers. Hier ist die Überlegenheit des nach dem Tragflügelprinzip durchgebildeten Contrapropellers II, IIIa, IVa gegenüber dem Grundtyp II, III, IV noch weit stärker ausgeprägt als bei den Kurven der Beiwerte nach Abb. 48, indem der Schubgewinn der inneren Partien des Tragflügel-Contrapropellers annähernd doppelt so hoch ist.

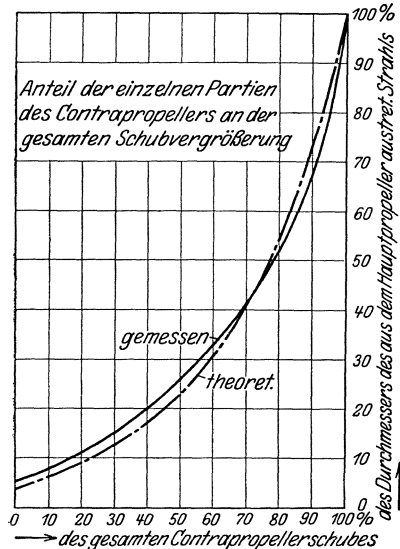


Abb. 50.

Es war von Interesse, zu sehen, ob auch eine von der Mitte aus vorgenommene Summierung der prozentualen Schubanteile der einzelnen Partien einen ähnlichen Verlauf zeigen würde, wie die entsprechende, von Kucharski<sup>1</sup> ermittelte theoretische Kurve. Abb. 50 zeigt in dieser Hinsicht eine sehr gute Übereinstimmung, wenn man berücksichtigt, auf welchem Umweg die gemessene Kurve entstanden ist.

Die Abb. 49 und 50 lassen zugleich erkennen, wie wichtig gerade die inneren Partien des Contrapropellers sind, indem z. B. bei einem Durchmesser des Contra-

<sup>1</sup> Werft—Reederei—Hafen Jahrg. 1925, S. 644, Kucharski: „Wirkungsweise und Theorie der Propellerleitapparate.“

propellers von 50% von dem des Hauptpropellers bereits ca. 75% der möglichen Schubverbesserung herausgeholt werden. Es leuchtet daher ohne weiteres ein, wie nachteilig die Wirkung des ganzen Contrapropellers beeinflußt wird, sobald an den inneren Schaufelpartien Ablösungserscheinungen eintreten.

Die in Abb. 49 dargestellte Charakteristik erlaubt ferner wenigstens ein angenähertes Bild über die absolute Höhe der nur durch Strahlumlenkung erzielbaren Schubwirkung. Sie ergibt sich als Produkt der mittleren Schubkonstanten mal dem Staudruck und der Gesamtschaukelfläche (Staudruck  $q = \frac{1}{2} \rho v^2$ , wo  $\rho = \gamma/g$  die Dichte, d. h. die Masse der Raumeinheit bezeichnet).

Beispielsweise würde sich bei „Emil Kirdorf“ bei 11 Kn. Geschwindigkeit (5,65 m/sec) bei rd. 15 m<sup>2</sup> Fläche des jetzigen Contraruders und einer für dasselbe (unter Berücksichtigung der geringeren Profilkrümmung gegenüber den geschleppten Profilen) roh geschätzten mittleren Schubkonstanten von 0,05 ein Schub von etwa  $0,05 \cdot \frac{1000}{9,81} \cdot \frac{5,65^2}{2} \cdot 15 = 1220$  kg ergeben. Dies deckt sich ungefähr mit der beim Modellversuch gemessenen Schubverminderung an der Schraube. Gemäß Tabelle 2 ergab sich hierbei gegenüber dem Plattenruder eine Differenz von 1,4 *T*, in welchem Betrag jedoch die Widerstandsverminderung infolge des umkleideten Stevens bereits mit enthalten ist.

Ein genaueres Bild über den in jedem einzelnen Fall erzielbaren Schubzuwachs durch Strahlumlenkung wird man natürlich erst dann erhalten, wenn man für verschiedene Verwindung der Schaufeln und verschiedene Drallwinkel und damit auch Anstellwinkel der einzelnen Profile eine ganze Serie von Charakteristiken aufgestellt hat.

Selbstredend würde auch dann noch deren Wert vorwiegend nur ein vergleichender sein, ähnlich wie dies in Abb. 49 für die Profilgruppe *II*, *III a* und *IV a* gegenüber der Gruppe *II*, *III* und *IV* geschehen ist. Denn für die genaue Berechnung der absoluten Höhe des Schubzuwachses müßte auch die Voraussetzung, nämlich eine zweidimensionale Strömung zutreffen. In Wirklichkeit haben wir jedoch eine Kreisströmung. Ferner müßte z. B. bei einem Vierflügler auch die gegenseitige Beeinflussung der Schaufeln, wie z. B. die gegenseitige Wirkung der beiden Tragflügel bei einem Doppeldecker berücksichtigt werden.

Die Methode setzt fernerhin voraus, daß die Drallwinkel genau bekannt sind. Denn nur dann kann man selbstredend bei einer Neukonstruktion auch das günstigste Profil und den günstigsten Anstellwinkel treffen. In dieser Hinsicht ist man aber bis jetzt vorwiegend nur auf die von Kucharski gegebene Rechnungsmethode angewiesen, da brauchbare Versuchsunterlagen bei einem Modellpropeller in Fahrt oder einem wirklichen Schiff noch sehr dürftig vorliegen. Bis jetzt existieren für Wasserpropeller eigentlich nur die Winkelmessungen von Dr. Gebers<sup>1</sup> für eine frei fahrende Modellschraube (Abb. 51) von 300 mm Durchmesser, 285 mm Steigung und drei verschiedene Wagengeschwindigkeiten *v* bei derselben Propellerdrehzahl von 8,66 pro sec. (Kurve *A* gilt hierbei für

<sup>1</sup> Jahrb. Schiffbaut. Ges. 1910.

$v = 130$  cm/sec, Slip = 47,0%;  $B$  für  $v = 203$  cm/sec, Slip = 17,8% und  $C$  für  $v = 270$  cm/sec, Slip. = -9,3%.) Diese Kurven beweisen jedoch höchstens den nach außen stark abfallenden Charakter des Drallwinkels, wie er sich auch

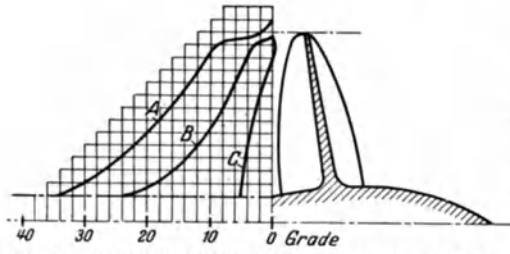


Abb. 51. Gemessene Drallwinkel bei einem freifahrenden Propeller (von Dr. Gebers).

nach der Wirbeltheorie<sup>1</sup> ergibt. Dagegen geben sie keine Auskunft darüber, wie groß in einem speziellen Falle die Drallwinkel anzunehmen sind. Es bleibt daher der Strömungsforschung gerade auf diesem Gebiete noch ein dankbares Feld und wäre es dringend wünschenswert, daß solche Winkelmessungen am Modell oder fahrenden Schiff bald ausgeführt würden.

Trotz derartiger Einschränkungen haben jedoch bereits die wenigen Profilmessungen zu einem wesentlichen Fortschritt geführt. Gewissermaßen als Probe aufs Exempel ließ ich als Gegenstück zu dem gewöhnlichen Contraruder für das Modell „Emil Kirdorf“ ein „Tragflügelruder“ ausführen, dessen Profile und Anstellwinkel in Abb. 52 schraffiert

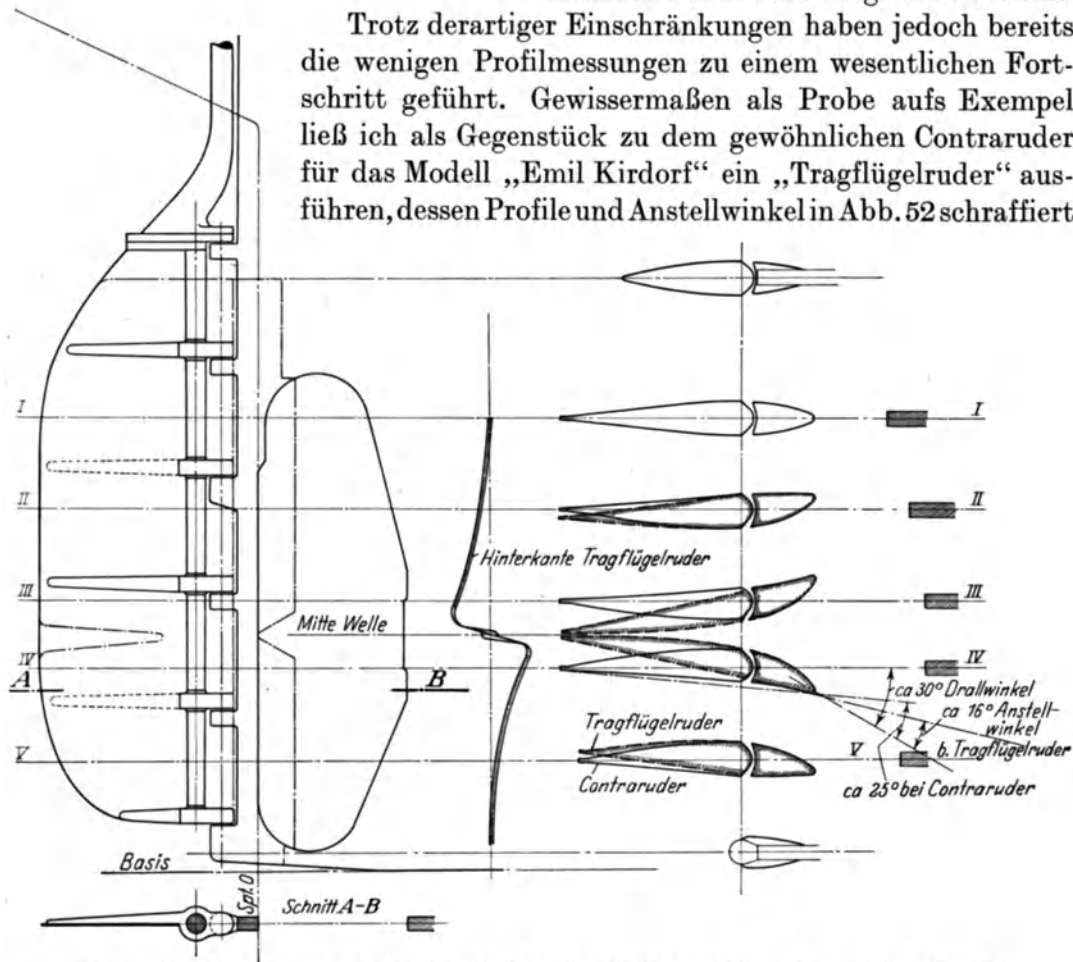


Abb. 52. Platten-, Contra- und Tragflügel-Ruder für Modell „Emil Kirdorf“ (ausgeführt im Maßstab 1:25).

<sup>1</sup> Nach dem Kucharskischen Aufsatz errechnet sich der Drallwinkel aus dem Geschwindigkeitsmoment  $m = c_u \cdot r = \frac{g}{\gamma} \cdot \frac{M}{Q}$ , wo  $c_u$  die absolute Tangentialgeschwindigkeit im austretenden Strahl beim Radius  $r$ ,  $M$  das Maschinendrehmoment und  $Q$  die vom Hauptpropeller sekundlich beschleunigte Wassermenge bezeichnet. Aus dem Dreieck mit  $w_2$  als relativer Axialgeschwindigkeit hinter dem Hauptpropeller und  $c_u$  ergibt sich dann jeweils der betreffende Drallwinkel. Ob diese mit der Wirklichkeit genau zutreffen, steht allerdings in Ermangelung von genaueren Versuchen noch vorläufig dahin; nach Gebers scheinen die berechneten Winkel im allgemeinen etwas zu hoch zu sein.

ingezeichnet sind. Ich bin hierbei mit dem Anstellwinkel der mittleren Schnitte *III* und *IV* bis auf etwa  $16^\circ$  gegangen, um einerseits noch innerhalb des kritischen Winkels zu bleiben und andererseits keine zu große Verschränkung der beiden Ruderhälften in der Mitte zu erhalten. Sämtliche Profile sind entsprechend Tragflügeln auf der Druckseite gerade angenommen.

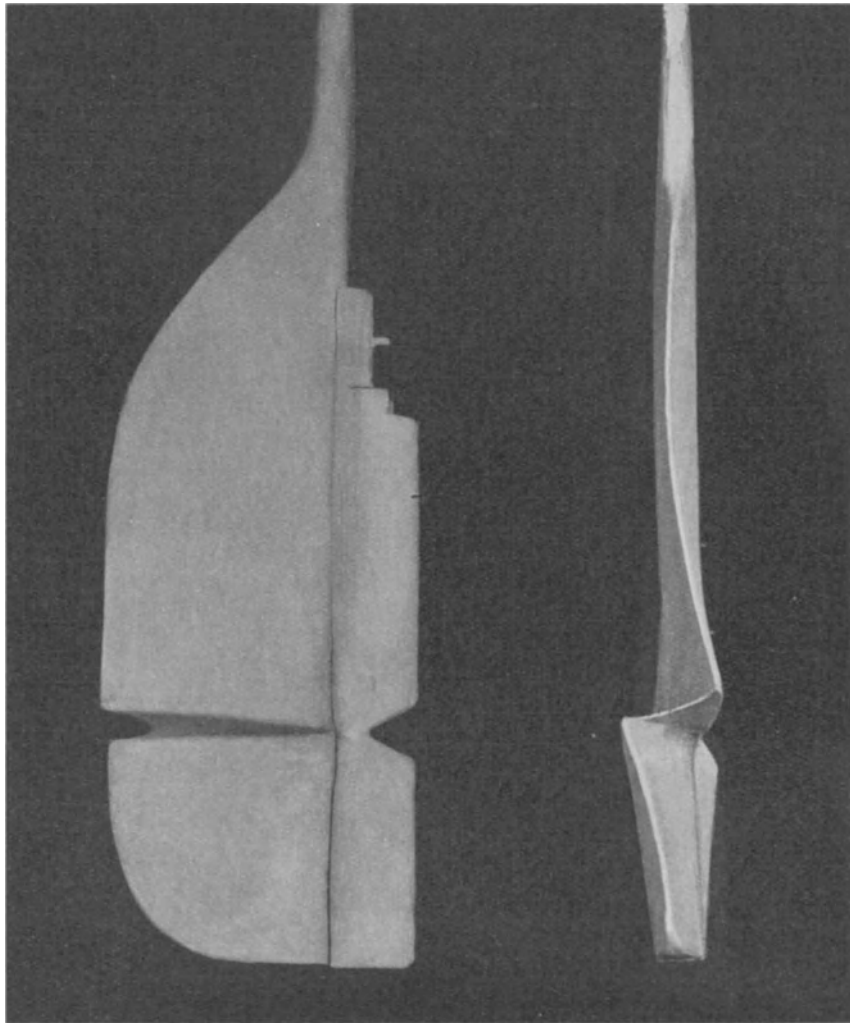


Abb. 53. Modell-Tragflügel-Ruder.

Das betreffende Modellruder ist im Lichtbild in Abb. 53 wiedergegeben. Von hinten gesehen erscheint das Ruder durch die kreuzschnabelartige Verschränkung der beiden Ruderhälften zwar etwas ungewöhnlich, jedoch erkennt man aus vorstehender Darlegung, daß diese Gestaltung durchaus logisch ist. Insbesondere ist die zwischen beiden Ruderhälften befindliche Zunge oder Trennwand sehr wichtig, da hierdurch ein Druckausgleich zwischen der Druckseite der unteren und der Saugseite der oberen Ruderhälfte, z. B. auf der St.B.-Seite und umgekehrt, in wirksamer Weise vermieden wird. Bei einem Leitflächenruder mit von oben bis unten glatt durchlaufender Hinterkante geht



Ruderformen allein zu haben, ist von einer Zuschärfung oder Verwindung des Schraubenstevens (vor der Schraube) abgesehen.

Das gewöhnliche Contraruder ergab hierbei eine Ersparnis von im Mittel 15%, während das Tragflügelruder im Mittel eine Ersparnis von 19% zeigte. Dies dürfte so ziemlich an das Maximum dessen heranreichen, was man überhaupt aus einem einfachen Ruder (ohne Seitenflügel oder vordere Zuschärfung des Schraubenstevens) strömungstechnisch herausholen kann. Die ausführlichen Versuchswerte sind in Tabelle 2 angegeben. Das Tragflügelruder zeigt somit eine weitere Ersparnis von absolut 4%, oder relativ gegenüber dem Contra-

Tabelle 2. Vergleichende Modellergebnisse mit einem Platten-, Contra- und Tragflügelruder. Ausgeführt von der Hamburger Schiffbau-Versuchs-Anstalt. Modell 592. Propeller Nr. 235. Propellerdaten:

Propellerdurchmesser	5000 mm	Diskareal	19,635 qm
Propellersteigung	4700 „	Abgewickeltes Flügelareal	9,85 „
Nabendurchmesser	720 „	Flächenverhältnis	0,501
Steigungsverhältnis	0,94	Zahl der Flügel	4

Kn	WPS	$C_w$	$n_s$	Ersparnis gegen Grundversuch: $\left(1 - \frac{WPS}{WPS_0}\right) \cdot 100$ %	Modellschub $S_m$ in gr	Schub in to.
Versuch Nr. 3304, mit Plattenruder. Grundversuch						
10	1641	317	67,3	WPS <sub>0</sub>	1480	23,1
10,5	1925	313	71		1630	25,5
11	2279	304	75		1810	28,3
11,5	2720	290	79,4		2035	31,8
Versuch Nr. 3315, mit Contraruder.						
10	1388	375	66	15,5	1395	21,8
10,5	1627	370	69,7	15,5	1555	24,3
11	1936	358	73,3	15,0	1725	26,9
11,5	2325	340	77,0	14,5	1915	29,9
Versuch Nr. 3308, mit Tragflügelruder						
10	1322	394	65,2	19,5	1345	21,0
10,5	1555	388	68,7	19,3	1500	23,4
11	1841	376	72,1	19,2	1670	26,1
11,5	2225	355	75,7	18,2	1850	28,9

Tabelle 3. Vergleichende Ruderversuche mit einem Platten-, Contra- u. Tragflügelruder.

Ruder	B.B.		St.B.		Mittel aus B.B. u. St.B.
	Ausschlag Grad	Drehmoment cmg	Ausschlag Grad	Drehmoment cmg	Drehmoment cmg
Seitendruck 550 g					
Plattenruder . . . . .	10	1200	10	1700	1450 = 1
Contraruder . . . . .	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	800	7	750	775 = 0,53
Tragflügelruder . . . . .	8	400	7	800	600 = 0,415
Seitendruck 1100 g					
Plattenruder . . . . .	20	2750	20	3350	3050 = 1
Contraruder . . . . .	14	1650	14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1800	1775 = 0,58
Tragflügelruder . . . . .	16 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1000	13 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1600	1300 = 0,427

Ersparnis an Drehmoment beim Tragflügelruder: gegenüber Plattenruder im Mittel = 58%  
 „ „ „ „ „ „ = 25%  
 „ „ „ „ „ „ = 25%.

runder eine weitere Verbesserung von etwa 25%. Dieser Gewinn ist so stark verschieden, daß er nicht etwa mit Ungenauigkeiten in den Messungen, die sich ja bekanntlich in weit geringeren Grenzen halten, erklärt werden kann. Überdies finden diese Ziffern in den vergleichenden Rudermoment- und Seitendruckmessungen (Abb. 55) ihre weitere Bestätigung. Dabei war übrigens das Modell-

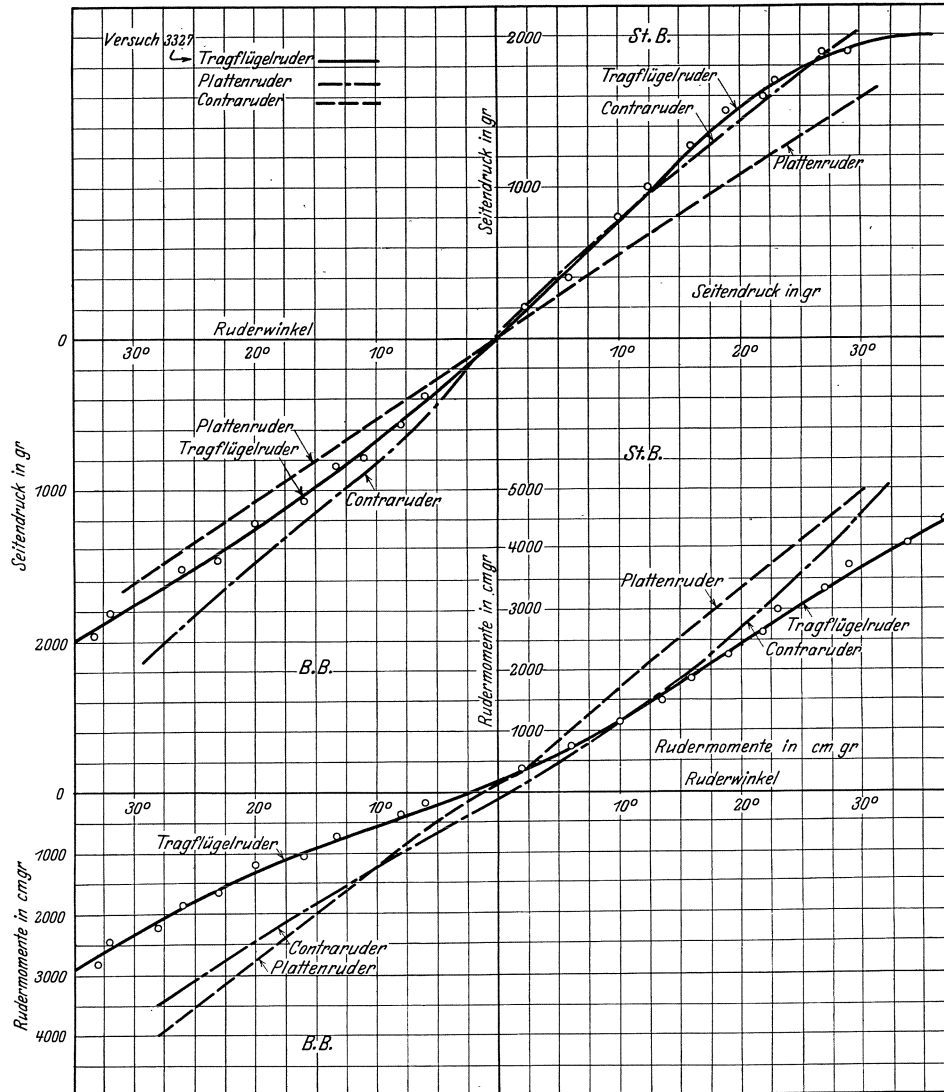


Abb. 55. Vergleichende Rudermoment- und Seitendruckmessungen bei dem Modell „Emil Kirdorf“ mit einem Platten-, Contra- und Tragflügel-Ruder (ausgeführt in der Hamburger Schiffbauversuchsanstalt).

runder noch nicht gerade ideal geformt, indem zweifellos die Übergänge etwas zu schroff waren. Auch ist dahingestellt, ob von vornherein die günstigsten Anstellwinkel für die einzelnen Profile bereits getroffen waren, so daß eine weitere Verbesserungsmöglichkeit nicht unwahrscheinlich oder ausgeschlossen ist.

Mit großer Wahrscheinlichkeit geht dies sogar aus den Rudermomentmessungen hervor, deren Ergebnis, auf gleichen Seitendruck bezogen, in Tabelle 3 wiedergegeben ist. Auch hieraus zeigt sich eine Ersparnis an Ruderdreh-

moment gegenüber dem gewöhnlichen Contraruder von 25 %, zugleich aber auch die interessante Tatsache, daß das Rudermoment beim Tragflügelruder nach B.B. und St.B. noch stark verschieden ist. Dies erklärt sich einfach aus dem Drehsinn des Propellers und dem Umstand, daß der Einfluß des größer werdenden Anstellwinkels beim Legen des Ruders nach St.B. bei der unteren Ruderhälfte in dem kompakteren Wasser ein größerer Widerstand entsteht als bei der

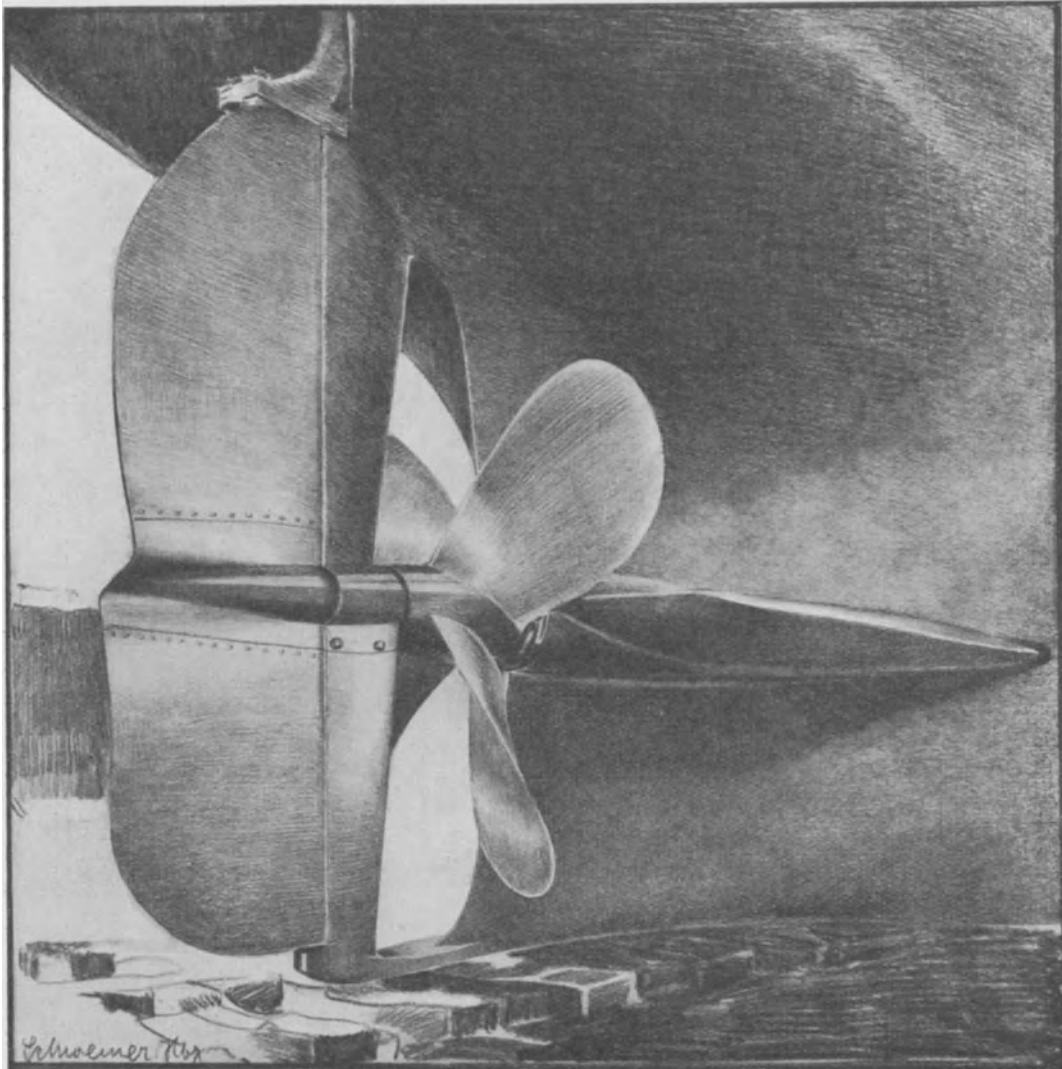


Abb. 56. „Wagner-Tragflügelruder“.

oberen Ruderhälfte in dem leichter beweglichen Wasser beim Legen des Ruders nach B.B. Bei etwas verkleinertem Anstellwinkel der unteren Ruderhälfte gegen die Drallströmung (d. h. größerem Winkel zwischen den Profiltangenten und der Mittschiffsebene) hätten sich daher die Rudermomente nach B.B. und St.B. noch mehr ausgleichen und dadurch eine weitere Ersparnis gegenüber dem gewöhnlichen Contraruder erzielen lassen. Daß eine derartige ungleiche Verschränkung der oberen und unteren Ruderhälfte auch für die Fahrtgeschwindigkeit



noch eine weitere Verbesserung bringen muß, dürfte nach den Profilerkenntnissen sehr wahrscheinlich sein.

Selbstredend wären die obigen Modellergebnisse noch durch weitere Modellversuche mit einem anderen Schiffsmodell sowie bei einer wirklichen Ausführung zu ergänzen.

In Abb. 56 ist außerdem noch ein Schaubild einer Idealausführung eines solchen Tragflügelruders wiedergegeben, bei der die Übergänge der beiden Ruderhälften in der Mitte bereits etwas sanfter verlaufend als beim Modell ausgebildet sind. Konstruktiv könnte ein derartiges Ruder etwa derart ausgeführt werden, daß für das mittlere gekröpfte Übergangsstück ein Stahlgußkörper verwendet ist, an den sich die hohlen Blechkästen für die obere und untere Ruderhälfte ansetzen. Wenn auch eine derartige Ausführung auf den ersten Blick etwas teurer als ein gewöhnliches Contraruder und vorwiegend nur für Neubauten geeignet erscheint, so werden sich diese Mehrkosten naturgemäß nach kurzer Zeit bezahlt machen, sofern, was nach dem Vorhergesagten bestimmt zu erwarten, die weiteren Versuche die Richtigkeit der gemachten Voraussetzungen in ähnlich günstigem Maße bestätigen.

Bei dem vorerwähnten Schaubild ist das Tragflügelruder zugleich mit vorderen horizontalen Dämpfungsflossen kombiniert, um, wie bereits erwähnt, auch die horizontalen Quadranten des Schraubenstroms noch mehr auszunützen. Dabei wäre zu bemerken, daß bei Verwendung eines Tragflügelruders, wie aus den ganzen Erwägungen hervorgeht, sowohl solchen horizontalen Dämpfungsflossen als dem Schraubenstegen eine wesentlich geringere Verwindung gegeben werden kann als bei Benutzung des bisherigen Contraruders, denn die Drallströmung wird hierbei ja hinter dem Propeller besser als vor demselben ausgenützt.

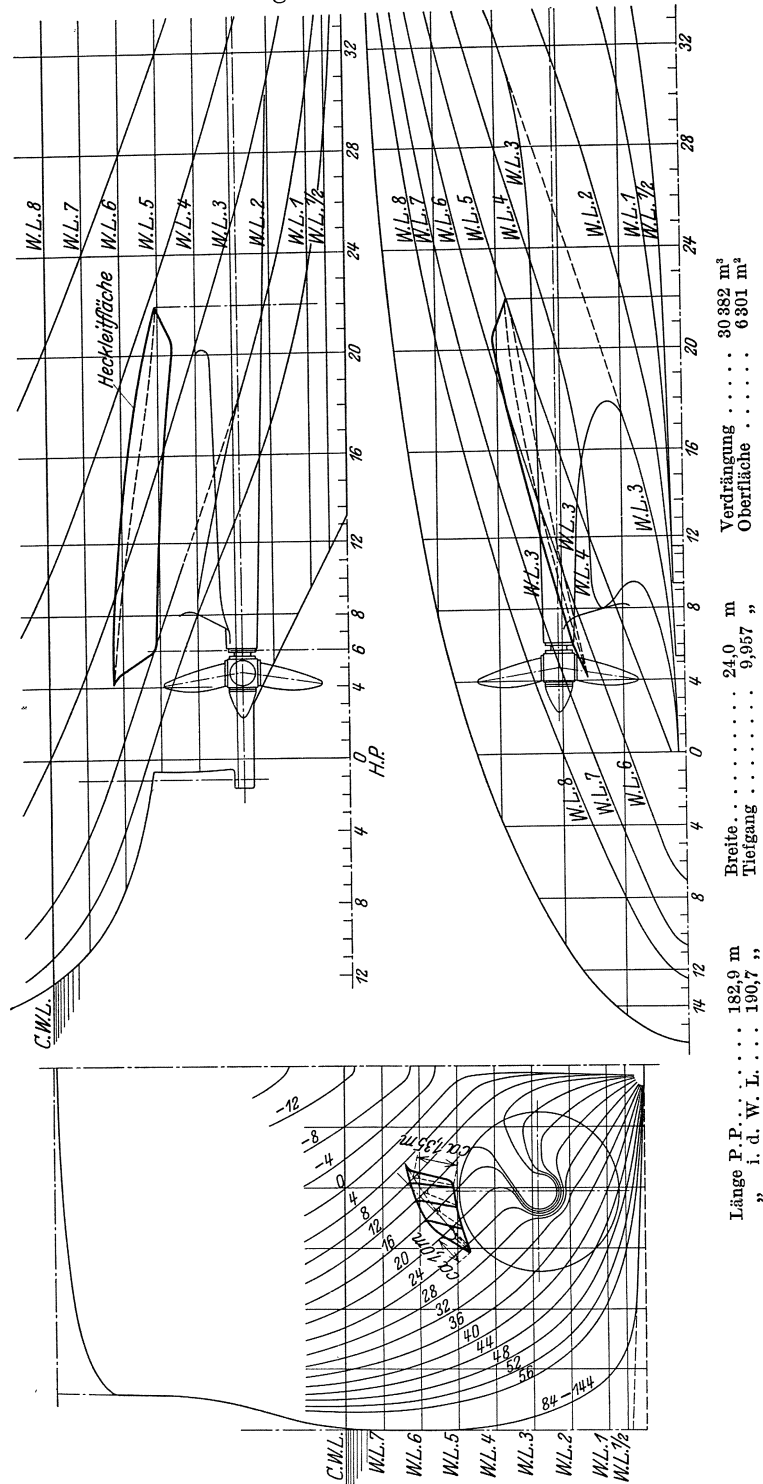
Die wesentliche Erkenntnis aus dem Ergebnis der Profilmessungen und dem Tragflügelruder läßt sich dahin zusammenfassen, daß der ursprüngliche Gedanke der vollkommenen Drallbeseitigung nur bedingt richtig ist, d. h. wenn keine Ablösung hinter dem Schaufelrücken zu erwarten ist. Im anderen Fall ist es wesentlich vorteilhafter, dem Strahl noch einen gewissen Drall zu belassen. Denn letzten Endes kommt es nicht so sehr darauf an, den Drall im abfließenden Strahl vollkommen zu beseitigen, als denselben mit möglichst hoher Schubwirkung auszunützen.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen bildet ein nach dem Tragflügelprinzip durchgebildeter zwei- oder mehrflügeliger Contrapropeller eine weitere systematische Entwicklungsstufe des ursprünglichen Gedankens. Insbesondere stellt das neue Tragflügelruder eine fruchtbringende Nutzenanwendung aerodynamischer Erkenntnisse, also sozusagen die „materialisierte Logik“ dar.

#### **IV. Beeinflussung des Zustroms zur Schraube durch Heckleitflächen.**

In den vorhergehenden Abschnitten wurde die bestmögliche Verarbeitung des Wassers innerhalb des Propellersystems behandelt. Die neueren Erkenntnisse beweisen jedoch immer mehr, daß auch dem geordneten Zufluß zur Schraube

größerer Wert als bisher beigelegt werden muß. Dies insbesondere bei Zweischraubenschiffen mit völligen hinteren Linien. Es können daher auch in



solchen Fällen leicht Ablösungserscheinungen am Schiffskörper in der Nähe der Schraube eintreten, die den Sog am Hinterschiff vermehren und damit den Pro-

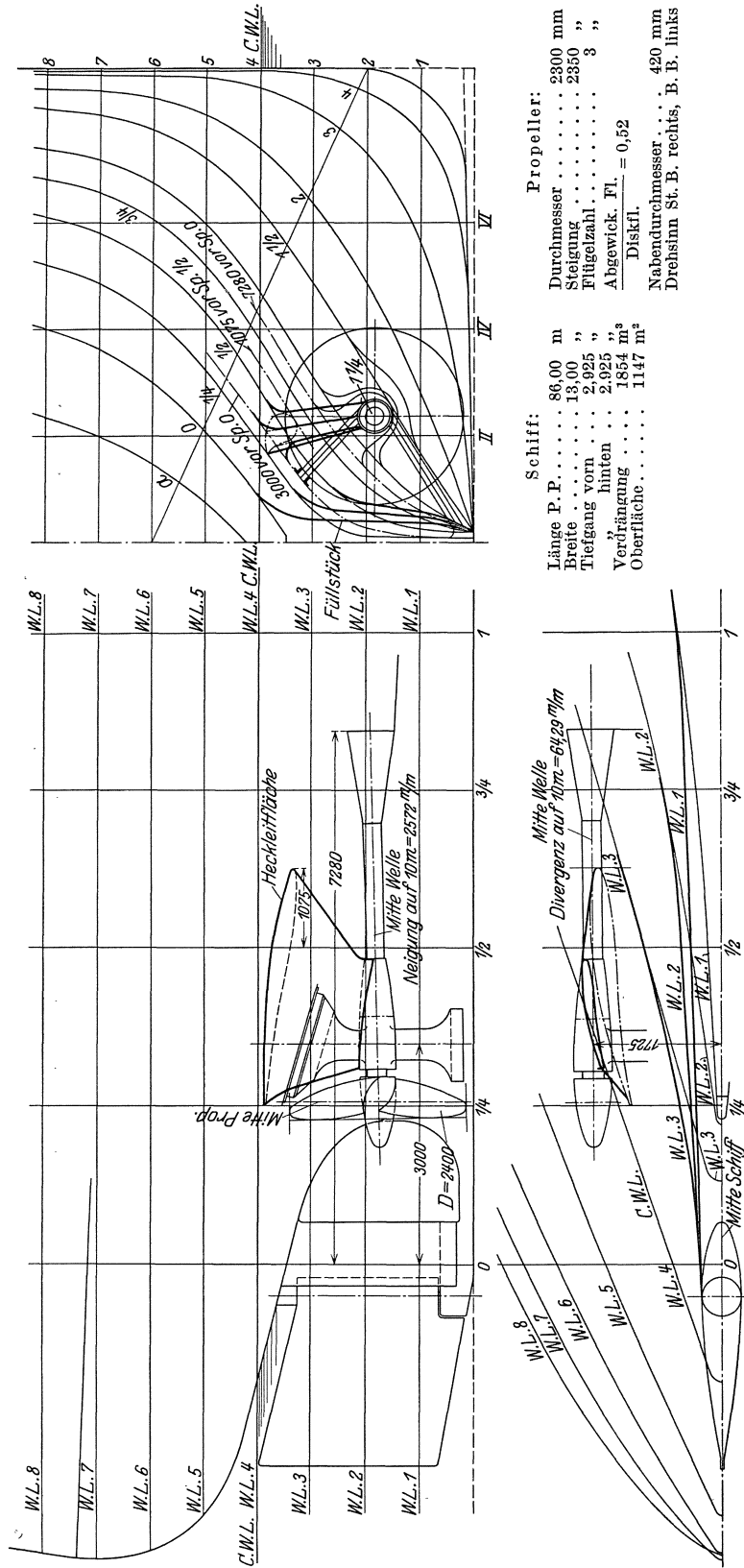


Abb. 58. Heckleitfläche bei Modell D. „Roland“.

pulsionswirkungsgrad wesentlich herabsetzen. Dies um so mehr bei Anbringung von Propellerleitflächen, die, wie bereits eingangs bemerkt, den Strahl noch mehr zusammenschnüren. Es ist zu vermuten, daß bei einigen älteren Ausführungen von nachgeschalteten Contrapropellern bei Zweischraubenschiffen, bei denen sich relativ geringe Gewinne ergaben, solche Einflüsse bereits mitgespielt haben. Hinzu kommt der Umstand, daß bereits ohne Propellerleitflächen bei Zweischraubenschiffen der Schraubenstrahl mit der benachbarten Schiffswand stark divergiert, indem es eben infolge der Anordnung der Maschinenanlage im allgemeinen nicht möglich ist, die Schraubenwellen im Grundriß nach hinten zu etwa stark konvergent zu verlegen; meistens liegen sie ja parallel oder sogar divergent.

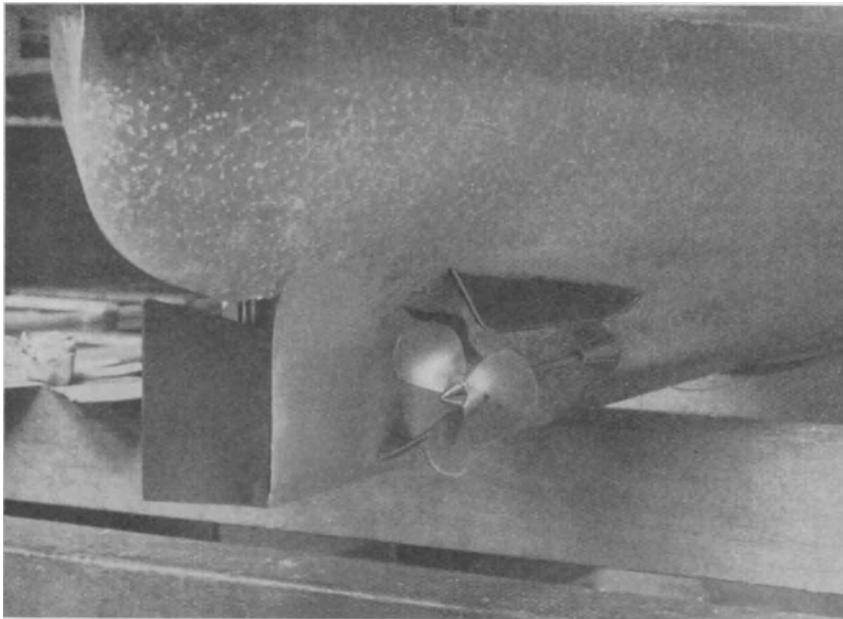


Abb. 59. Heckleitfläche bei Modell „Roland“.

Um derartigen Nebenerscheinungen, insbesondere bei Anordnung von Leitflächen, entgegenzuarbeiten, machte ich daher der Star-Contrapropeller-Gesellschaft den Vorschlag, den Zufluß zur Schraube durch Anbringung von sog. Heckleitflächen zu verbessern und Versuche in dieser Richtung anzustellen. Es war zu vermuten, daß hierdurch insbesondere bei langsamen Zweischraubenschiffen mit völligem Heck, wie z. B. Zweischrauben-Frachtschiffen mit Motorantrieb, ein Erfolg zu erwarten sei.

Für Versuchszwecke stand leider bei der H.S.V.A. zur Zeit kein passendes Modell eines derartigen Doppelschraubers zur Verfügung. Um zu sehen, ob überhaupt auf diesem Wege eine Verbesserung unabhängig von der Wirkung von Dralleitflächen zu erzielen war, wurden die vorhandenen Modelle des Hapagdampfers „Hamburg“ und des Seebärdampfers „Roland“ benützt. Diese zeigen allerdings, wie aus den Linienrissen (Abb. 57 u. 58) hervorgeht, im Hinterschiff bereits ziemlich scharfe Linien, so daß von vornherein erwartet werden konnte, daß der Gewinn nicht allzu groß sein würde. In diesen Abbildungen

sind stark ausgezogen auch die Heckleitflächen eingetragen, während Abb. 59 die Heckleitflächen bei dem Modell „Roland“ im Lichtbild zeigt.

Immerhin ergab sich nach den in Abb. 60 dargestellten Ergebnissen bei der „Hamburg“ gleich aufs erstmal eine Verbesserung von 3% bei 13 Kn., die allerdings nach der Dienstgeschwindigkeit von 16 Kn. hin allmählich auf Null abnahm. Wenn man bedenkt, daß die Leitflächen bereits selbst einen gewissen Form- und Reibungswiderstand besitzen, der vom Gewinn zunächst aufgebracht werden muß, so ist dieses Ergebnis immerhin bemerkenswert und zeigt, daß

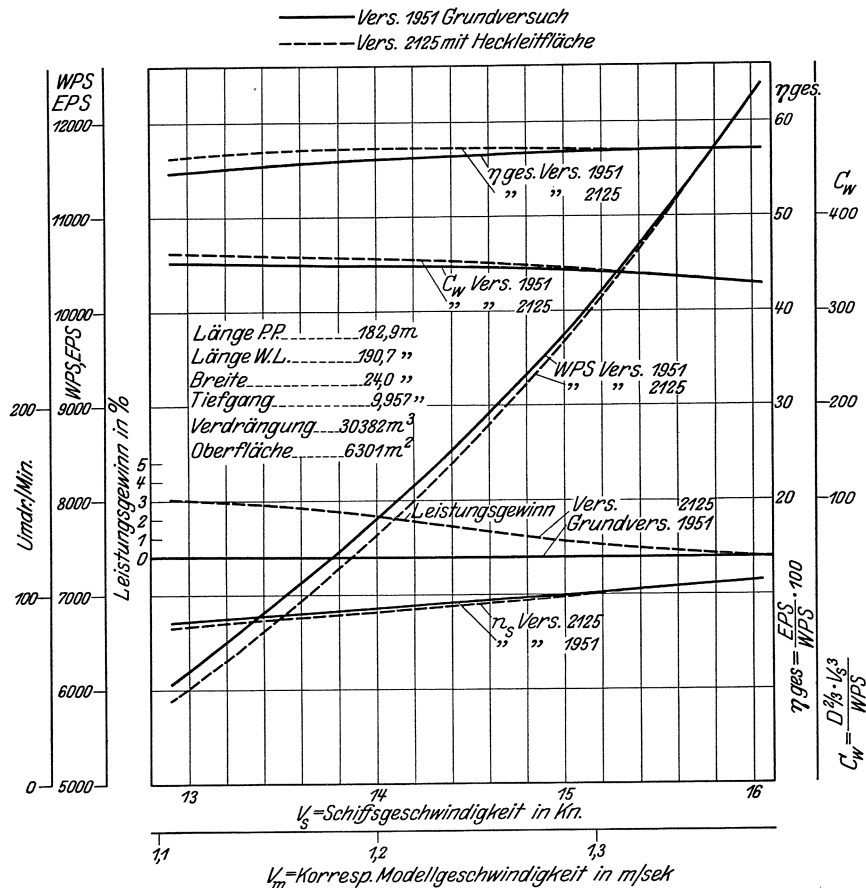


Abb. 60. Fahrtversuchsergebnisse mit Modell „Hamburg“ ohne und mit Heckleitflächen (ausgeführt in der Hamburger Schiffbauversuchsanstalt).

der Weg aussichtsreich erscheint. Daß bei höherer Geschwindigkeit die Verbesserung auf Null abnahm, kann gegebenenfalls darauf zurückgeführt werden, daß die Heckleitflächen nach hinten zu im Grundriß zu stark nach innen gekrümmt waren, so daß sich dann auf den äußeren Seiten dieser Leitflächen wieder Ablösungserscheinungen zeigten.

Umgekehrt trat bei dem Modell „Roland“ gemäß den Ergebnissen nach Abb. 61 nach oben hin eine wenn auch relativ geringe Ersparnis von max. 2,2% ein, während sich bei geringer Geschwindigkeit sogar eine kleine Verschlechterung ergab. Es mag dieses im Gegensatz zum Modell „Hamburg“ stehende Ergebnis darauf zurückzuführen sein, daß bei geringer Geschwindigkeit der Eigenwider-

stand der Flossen deren Gewinn überragte. Doch sind dies allerdings nur Vermutungen, die durch ein ausführlicheres Versuchsprogramm zu klären wären, wobei die Größe, Form und Winkelstellung der Flossen zur Längsschiffsebene zu verändern wären. Dazu gehören aber erhebliche Mittel und viel Zeit. Immerhin mochte ich Ihnen die Ergebnisse, wenn auch noch dürftig, nicht vorenthalten. Denn die betreffenden Fragen der Beeinflussung des Heckstromes liegen bekanntlich außerordentlich schwierig, so daß jeder einwandfreie Versuch die Erkenntnis fördert.

Jedenfalls ersieht man bereits so viel aus diesen Versuchen, daß auf dem gekennzeichneten Wege bei geeigneter Ausbildung der Flossen etwas zu er-

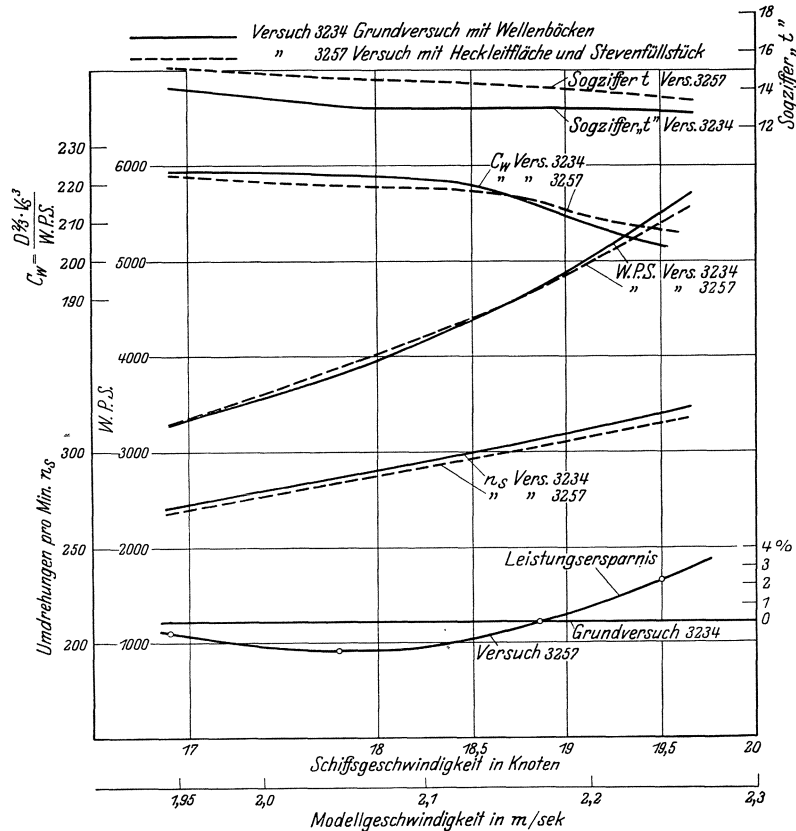


Abb. 61. Fahrtversuchsergebnisse mit Modell „Roland“ ohne und mit Heckleitflächen (ausgeführt in der Hamburger Schiffbauversuchsanstalt).

reichen ist. Der Weg liegt übrigens in derselben Richtung wie das Tunnel-schraubensystem, das als beste Regelung der Strömung insbesondere bei flachen Schiffen mit geringem Tiefgang von Herrn Dr. Kempf auf der dies-jährigen Tagung der Freunde und Förderer der H. S. V. A. in Köln bezeichnet wurde. Die vorliegenden Heckleitflächen bedeuten aber nichts anderes als so-zusagen die Bildung eines rudimentären Tunnels.

Allerdings bilden solche Leitflächen nur einen gewissen Behelf bei vor-handenen Schiffen, um dieselben nachträglich anbringen zu können. Bei neuen Zweischraubenschiffen könnte man zweckmäßig von vornherein den Spanten im Bereich der Schrauben eine gewisse überhängende oder abdeckende Form im

Sinne der vorbeschriebenen Leitfläche geben, um durch eine bessere Anschmiegung der Hinterschiffsform an den Schraubenstrom sowohl den Zufluß zur Schraube als auch den Sog über deren Kreis gleichmäßiger zu gestalten und etwaige Ablösungen zu vermeiden.

### V. Die Verwendung des Contrapropellers in der Luftfahrt.

Zwar ist die Luftfahrt ein anderes Arbeitsgebiet als das der S.T.G., indessen sei der Vollständigkeit halber im Rahmen dieses Vortrages auch die Frage der Verwendung des Contrapropellers für die Luftfahrt kurz berührt. Überdies bestehen ja bekanntlich zwischen Seeschiff- und Luftfahrzeugbau viele Berührungspunkte.

Außer der Verbesserung des Propellerwirkungsgrads durch Drallausnutzung handelt es sich zwar hier nicht um die Beseitigung von Stevenwiderständen, vielmehr sollte auch in der Luftfahrt die planmäßige und bessere Ausnützung des teils hinter dem Rumpf oder den Tragflächen vorhandenen Nachstroms, andererseits eine Nutzbarmachung der schädlichen, wenn auch notwendigen Widerstände des sog. Leitwerks angestrebt werden. Auch hier dürfte der Contrapropeller das geeignete Mittel bilden, um sozusagen mehrere Fliegen mit einem Schläge zu treffen.

Die Luftfahrt hat sich zwar bisher dem Contrapropeller gegenüber ziemlich ablehnend und skeptisch erwiesen, teils aus Unkenntnis der mit dem Contrapropeller verbundenen Möglichkeiten, teils aus der vorgefaßten Meinung heraus, daß der Contrapropeller mehr Widerstand verursache, als er nützlichen Schub erbringe. Diese Meinung ist nunmehr durch die in Abschnitt III beschriebenen Profilmessungen einwandfrei widerlegt. Ebenso ergeben auch die Versuche mit dem amerikanischen Flugzeug bereits einen gewissen indirekten Beweis für die Zweckdienlichkeit des Contrapropellers auch bei Luftfahrzeugen, sofern die neuen Erkenntnisse logischerweise benutzt werden.

In den nachstehenden Schaubildern mögen einige Vorschläge als Beispiele für den Einbau gegeben werden, die selbstredend nur Anregungen darstellen sollen. Unter Verwendung des vor- und nachgeschalteten Contrapropellers wird man vermutlich auch bei Luftfahrzeugen ähnliche Spielarten von Leitvorrichtungen „züchten“ können, wie dies auch in der Entwicklung des Contrapropellers für Seeschiffe geschehen ist.

Bei diesen Beispielen ist in allen Fällen ein Druckpropeller statt des jetzt meist üblichen Zugpropellers verwendet, denn naturgemäß läßt sich erst hierdurch eine vorteilhafte Ausnützung des Nachstroms durch Leitschaukeln erzielen. Auch dürfte sich mit dem Druckpropeller bei geschickter Anordnung bereits an sich ein wesentlich höherer Propulsionswirkungsgrad (d. h. infolge geringerer Rückwirkung auf das Flugzeug) erreichen lassen als mit einem Zugpropeller, der den Propellerstrom mit großer Intensität unmittelbar auf den Rumpf oder gegen die Tragflächen wirft. Allerdings wird durch die Benutzung eines Druckpropellers mitunter eine gewisse Änderung der Motorenanlage nötig. Indessen können und dürfen derartige Gesichtspunkte kein Hindernis bilden,

im Falle es sich um die Frage der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit und Sicherheit handelt. Denn diese beiden Punkte sind bekanntlich für die weitere Entwicklung des Luftverkehrs lebenswichtig.

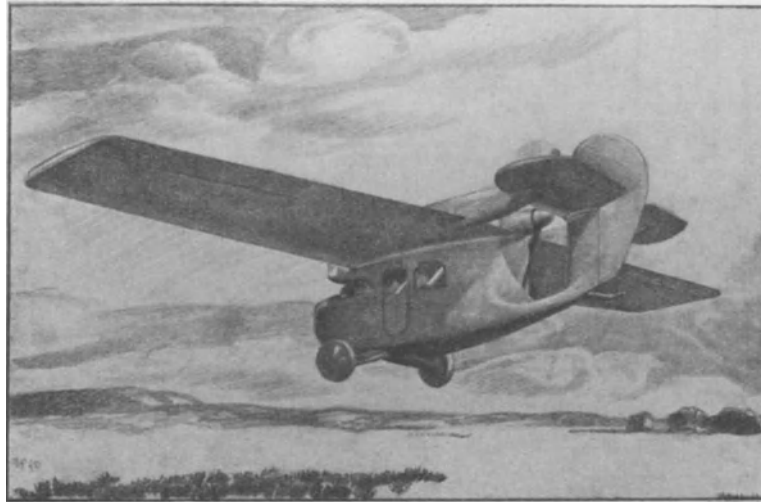


Abb. 62. Kleinerer Hochdecker mit nachgeschaltetem Contraleitwerk.

Abb. 62 zeigt einen kleineren Hochdecker mit einem dem Propeller nachgeschalteten kreuzförmigen Contrapropeller, bei dem entsprechend wie bei Wasserschiffen das Höhen- und Seitensteuer organisch in die Leitflächenwirkung

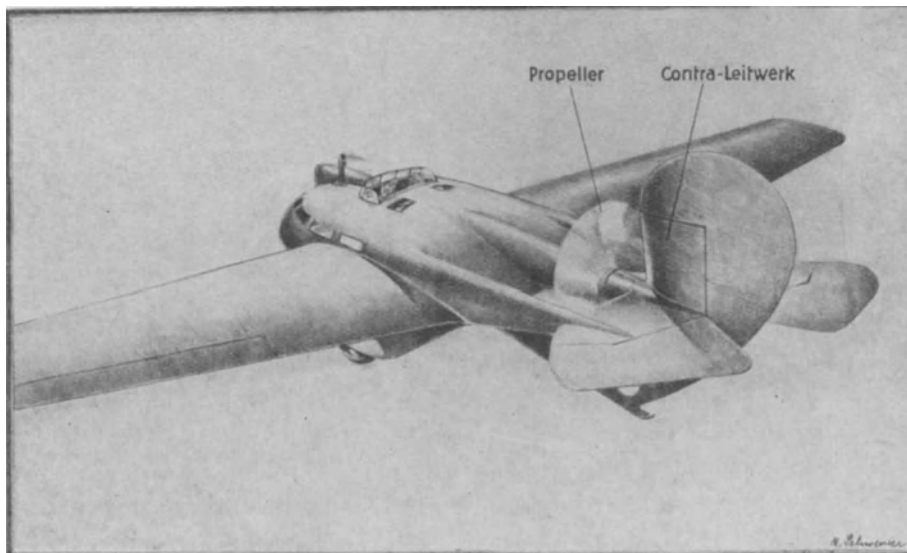


Abb. 63. Größeres Landflugzeug mit nachgeschaltetem Contraleitwerk.

mit einbezogen ist. Zugleich kann der nach hinten in einer senkrechten Schneide auslaufende Rumpf mit einer Vorverwindung versehen werden. Das Contraleitwerk kann hierbei etwa mittels einer unten durchlaufenden Hacke und zwei von der Tragfläche ausgehenden Stielen getragen werden. Motor samt Druck-



lager kann hierbei vorn liegenbleiben und wird der Propeller durch eine leichte Rohrwelle angetrieben. Bei dieser Anordnung wird der Nachstrom gut ausgenutzt, auch kommt entsprechend wie bei Wasserschiffen das gesamte Leitwerk unter unmittelbarem Einfluß des Propellers, ist daher viel wirksamer als bei der jetzigen Anordnung, wo das Leitwerk vom Propellerstrom meist gar nicht getroffen wird oder mitunter in einer Wirbelzone liegt. Es ist daher mit großer Wahrscheinlichkeit darauf zu rechnen, daß hierdurch ähnliche verbesserte Steuerwirkungen wie bei Wasserschiffen erzielt werden, auch wird der Widerstand des Leitwerks teilweise nutzbringend als Propellerleitfläche ausgenützt.

Außer der Verbesserung der Ökonomie dürfte somit auch eine stabilere Lage im Flug und dadurch erhöhte Sicherheit erreicht werden.

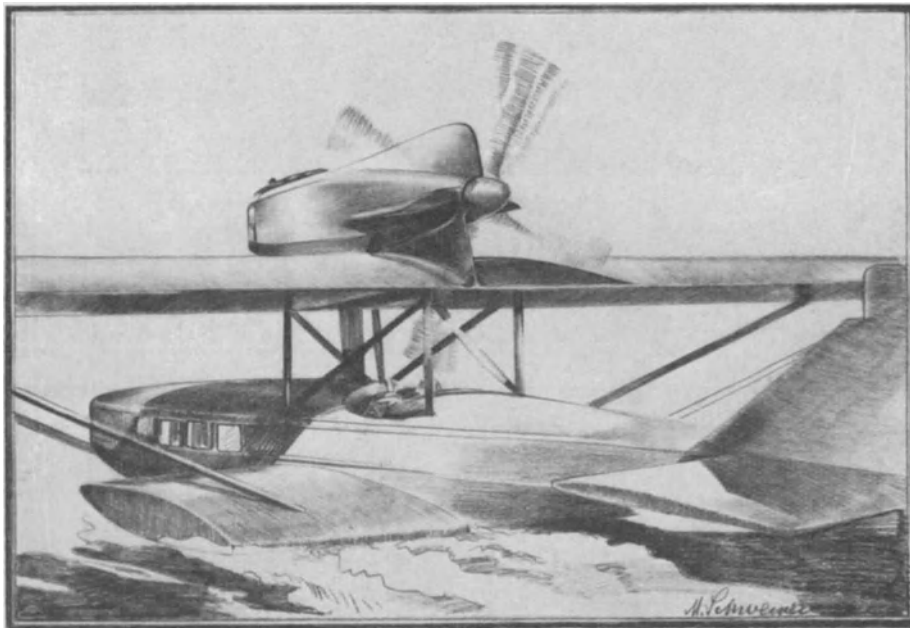


Abb. 64. Einmotoren-Wasserflugzeug (Bauart Dornier) mit vorgeschalteten Propellerleitflächen.

Abb. 63 zeigt einen größeren Eindecker mit breitem Rumpf, der in der Fahrtrichtung ebenfalls tragflächenartiges Profil besitzt und daher zum Auftrieb beiträgt. Das Leitwerk ist hierbei in ähnlicher Weise gehalten wie bei dem Entwurf nach Abb. 62. In diesem Beispiel kann gegebenenfalls die horizontale hintere Schneide des Rumpfes ebenfalls mit einer Vorverwindung versehen sein.

Zu bemerken wäre zu den beiden Beispielen nach Abb. 62 und 63, daß bei denselben die Ruder noch keine hintere Verschränkung wie bei dem „Tragflügelruder“ zeigen, doch ist dies selbstredend für die allgemeine Anordnung belanglos.

Abb. 64 zeigt ein Wasserflugzeug, Bauart Dornier, mit auf der Tragfläche aufgesetztem Motorrumpf. Es würde allerdings eine Gewichtsvermehrung bedeuten, wollte man hier eine Anordnung treffen wie in den beiden vorhergehenden Beispielen mit dem Propeller nachgeschaltetem Leitwerk. Wenn auch mit geringerer Gesamtwirkung, könnte man sich in diesem Fall mit vorgeschaltetem

Contrapropeller begnügen, indem der Motorrumpf nach hinten zu in eine senkrechte verwundene Schneide ausläuft und gegebenenfalls beiderseits noch Zusatzleitflächen erhält.

Derselbe Gedanke in ähnlicher Form ist bei dem Beispiel nach Abb. 65 für ein größeres Zweimotoren-Landflugzeug verwandt. Hier ist das hintere Ende der unter dem Einfluß des Propellers stehenden Teile der Tragfläche selbst als Leitschaukel ausgebildet, indem diesen Teilen eine Verwindung gegenüber ihrer normalen Lage gegeben ist. Zugleich können noch vertikale zusätzliche Leitschaukeln vorgesehen sein. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß sie ebenso wie die Ausführung nach Abb. 64 kein nennenswertes Mehrgewicht gegenüber einer normalen Anordnung ohne Contrapropeller ergibt.

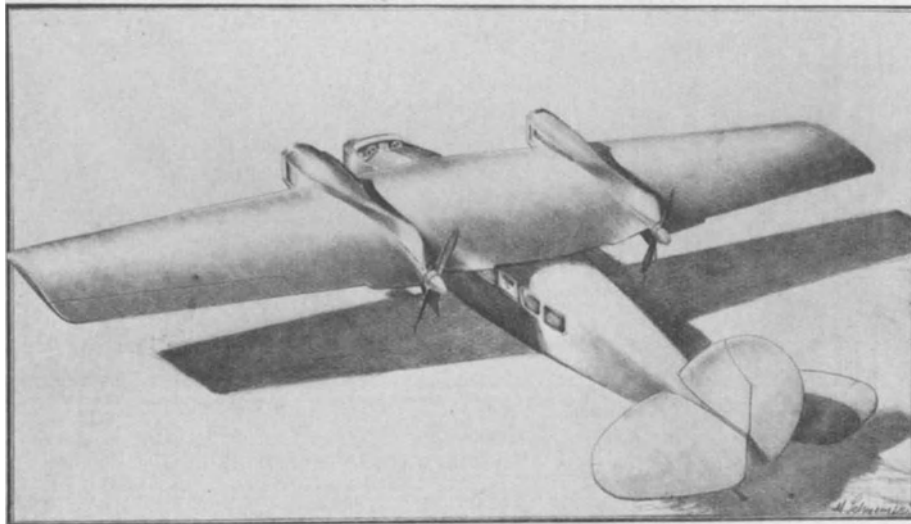


Abb. 65. Zweimotoren-Landflugzeug mit verwundenen Tragflächen als Propellerleitfläche.

Abb. 66 zeigt die Anordnung von vorderen Leitschaukeln bei der Maschinen gondel von Luftschiffen, die bekanntlich bereits jetzt schon mit Druckpropellern versehen sind. Auch hier dürfte sich eine Verbesserung des Antriebswirkungsgrades durch solche Leitschaukeln erzielen lassen, wenn auch in Anbetracht des geringeren Belastungsgrades der Luftschiffpropeller gegenüber Flugzeugpropellern von geringerer Höhe (rechnungsmäßig etwa 6—7%) als bei Flugzeugen.

Wirksamer als dem Propeller vorgeschaltete Leitschaukeln erscheint jedoch nach den neusten Erkenntnissen auch für Luftschiffgondeln ein nachgeschalteter Contrapropeller, wie er in dem schematischen Beispiel nach Abb. 67 angenommen ist<sup>1</sup>. Eine solche Anordnung läßt sich allerdings nur dann in einfacher Weise treffen, sofern ein Untersetzungsgetriebe zwischen Motor und Propeller vorgesehen ist, um durch die hohle Welle eine feststehende Welle für das Tragen des Contrapropellers hindurchzuführen und dieselbe vorn befestigen zu können.

<sup>1</sup> Von mir bereits 1924 angemeldet.

Wie bereits aus diesen wenigen Beispielen ersichtlich, dürfte sich somit auch bei Luftfahrzeugen in zwangloser Weise ein geschickter Einbau des Contrapropellers in dieser oder jener Form erreichen und damit dessen Vorteile in

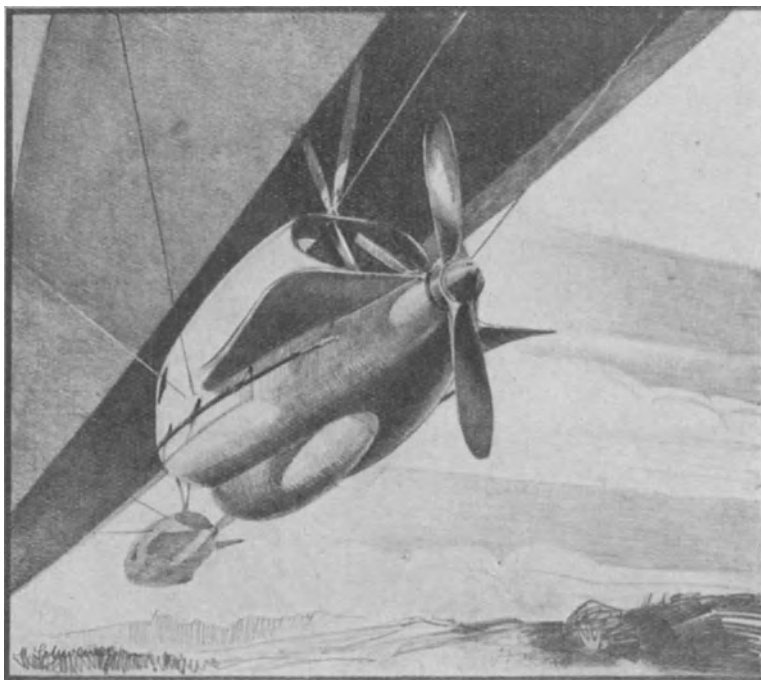
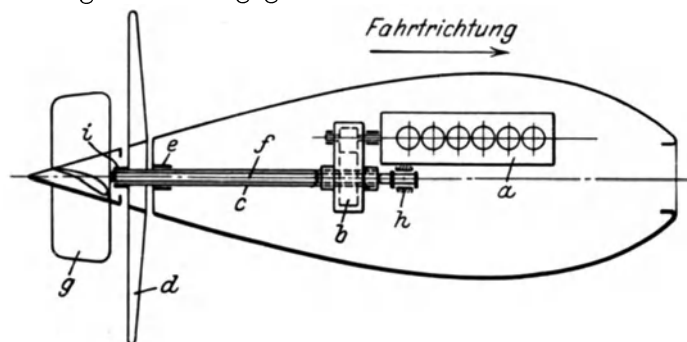


Abb. 66. Maschinengondel eines Luftschiffes mit vorgeschalteten Propellerleitflächen.

ökonomischer und betrieblicher Hinsicht ausschöpfen lassen. Zweifellos sind unter Benutzung dieses neuen Elements auch auf dem Luftfahrgebiet noch sehr aussichtsreiche Möglichkeiten gegeben.



*a* Motor, *b* Untersetzungsgetriebe, *c* Hohle Propellerwelle, *d* Propeller, *e* Hinteres Lager der Propellerwelle, *f* Feststehende Innenwelle für den Contrapropeller, *g* Contrapropeller, *h* Vordere Halterung der Innenwelle, *i* Hinteres Lager der Innenwelle *f* (mit *c* verbunden).

Abb. 67. Nachgeschalteter Contrapropeller bei der Maschinengondel eines Luftschiffes.

Am Schlusse meines Vortrags angelangt, verbleibt mir noch die angenehme Aufgabe, sowohl der Star Contrapropeller Ges. für die Gewährung der Mittel für die Profilmessungen usw. als auch den Herren der Hamburgischen Schiffbau-Versuchs-Anstalt für die dabei bewiesene sorgfältige Mitarbeit, ferner aber auch

Herrn Dr. E. Sörensen für den wertvollen Beitrag betreffs mathematischer Behandlung des Profilproblems meinen Dank auszusprechen.

Ebenso möchte ich nicht verfehlen, der Amerikanischen Marine für die weitgehende Unterstützung bei Durchführung der Versuche in Philadelphia von dieser Stelle aus verbindlichst zu danken.

## Anhang.

### Berechnung der Geschwindigkeitsverteilung an Joukowsky-Profilen.

Um den Berechnungsgang auch einem weiteren Kreis zugänglich zu machen, sei das Folgende vorausgeschickt:

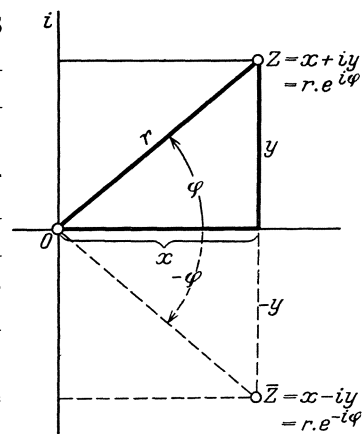
Die Geschwindigkeitsberechnung stützt sich auf die Potentialtheorie, die ihrerseits wieder bei zweidimensionalen Strömungen von der Theorie der komplexen Zahlen Gebrauch macht.

Eine komplexe Zahl  $z = x + iy$  besteht bekanntlich aus einem reellen Teil  $x$  und einem imaginären Teil  $y$ .  $i = \sqrt{-1}$  ist die Einheit der imaginären Zahlen. Man stellt die komplexen Zahlen als Punkte bzw. als Strecken in einer Ebene dar, auf deren Abszissenachse man den reellen und auf deren Ordinatenachse man den imaginären Teil der komplexen Zahl abträgt. Man kann die Zahl  $z$  auch in der Form  $z = r \cdot e^{i\varphi}$  schreiben, wobei  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ ,  $e$  die Basis der natürlichen Logarithmen und  $\operatorname{tg} \varphi = \frac{y}{x}$  ist. Beide Darstellungsweisen werden nebeneinander gebraucht und sind in Abb. 68 dargestellt. Von der Zahl  $\bar{z} = x - iy = r \cdot e^{-i\varphi}$  sagen wir, sie sei durch Spiegelung der Zahl  $z$  an der reellen Achse entstanden.

Mit den komplexen Zahlen kann man nun bekanntlich dieselben Rechenoperationen durchführen wie mit den reellen; ferner kann man Funktionen von ihnen bilden und auf diese die Regeln der Differential- und Integralrechnung übertragen, die von den reellen Zahlen her bekannt sind.

Es gilt nun der wichtige Satz, daß durch jede (analytische) Funktion  $w(z)$  einer komplexen Zahl eine Potentialströmung dargestellt wird. Die Funktion  $w(z)$  nennt man das Potential der Strömung. Die Geschwindigkeit, die die Strömung im Punkte  $z$  hervorruft, finden wir, indem wir  $w(z)$  nach  $z$  differenzieren und den so erhaltenen Wert an der reellen Achse spiegeln. Wir können also schreiben:  $\bar{v} = \frac{dw}{dz}$ , wobei  $\bar{v}$  die Spiegelung der gesuchten Geschwindigkeit  $v$  darstellt.

Wir können jetzt  $z$  als Funktion von einer anderen komplexen Veränderlichen  $\zeta$  auffassen und schreiben  $z = f(\zeta)$ . Dann wird die Potentialfunktion  $w(z) = w[f(\zeta)] = \Phi(\zeta)$  zu einer Funktion von  $\zeta$ , die in einer komplexen



$\zeta$ -Ebene eine andere Strömung darstellt als  $w(z)$  in der  $z$ -Ebene. Wir sagen, wir haben die  $z$ -Ebene auf die  $\zeta$ -Ebene konform abgebildet und nennen die Funktion  $z = f(\zeta)$  die Abbildungsfunktion.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Begriffe stellen das Werkzeug dar, das wir bei der Geschwindigkeitsberechnung brauchen, und die folgenden Untersuchungen an Joukowsky-Profilen sind ein Beispiel für seine Anwendung.

Über die Grundlagen der Potentialtheorie sowie über Joukowsky-Profile vgl. z. B. Fuchs-Hopf, Aerodynamik, Berlin 1922, S. 35—76.

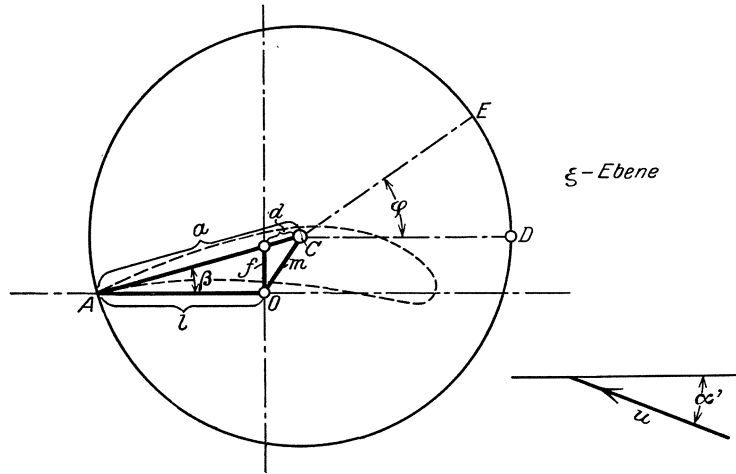


Abb. 69.

In einer komplexen  $\zeta$ -Ebene, deren Nullpunkt sich in  $O$  befindet (Abb. 69), liegt ein Kreis mit dem Radius  $a$ . Sein Mittelpunkt  $C$  liegt im Punkte  $\zeta = m$ . Die Gleichung dieses Kreises lautet:

$$\zeta = m + a e^{i\varphi} \quad \text{oder} \quad \zeta - m = a e^{i\varphi}. \quad (1)$$

Dieser Kreis wird von einer reibungsfreien Flüssigkeit umströmt. In hinreichender Entfernung vom Kreise hat die Strömung die Geschwindigkeit  $u$ , die gegen die horizontale Achse der  $\zeta$ -Ebene um den Winkel  $\alpha'$  geneigt ist. Ferner besteht um den Kreis eine Zirkulationsströmung mit der Stärke  $\Gamma$ . Das komplexe Potential für diese Strömung ist bekannt und lautet:

$$w(\zeta) = -u \left[ (\zeta - m) e^{i\alpha'} + \frac{a^2}{\zeta - m} \cdot e^{-i\alpha'} \right] - \frac{i\Gamma}{2\pi} \ln(\zeta - m). \quad (2)$$

Die Geschwindigkeit dieser Strömung erhalten wir durch Differentiation:

$$\frac{dw}{d\zeta} = -u \left[ e^{i\alpha'} - \frac{a^2}{(\zeta - m)^2} \cdot e^{-i\alpha'} \right] - \frac{i \cdot \Gamma}{2\pi} \cdot \frac{1}{\zeta - m} \quad (3)$$

und durch Spiegelung dieses Ausdrucks an der reellen Achse. In sehr großer Entfernung vom Kreis wird:

$$\left[ \frac{dw}{d\zeta} \right]_{\zeta \rightarrow \infty} = -u \cdot e^{i\alpha'} \quad \text{und} \quad v_\infty = -u \cdot e^{-i\alpha'}. \quad (4)$$

Die Geschwindigkeit am Kreis selbst erhalten wir durch Einsetzen von Gleichung (1) in Gleichung (3):

$$\left. \begin{aligned} \left[ \frac{dw}{d\zeta} \right]_0 &= -u [e^{i\alpha'} - e^{-i(\alpha'+2\varphi)}] - \frac{i\Gamma}{2\pi} \cdot \frac{1}{a} \cdot e^{-i\varphi} \\ &= -ue^{-i\varphi} \left[ e^{i(\alpha'+\varphi)} - e^{-i(\alpha'+\varphi)} + \frac{i\Gamma}{2\pi} \frac{1}{u \cdot a} \right] \\ &= -ue^{-i\varphi} \left[ 2i \sin(\alpha' + \varphi) + \frac{i\Gamma}{2\pi} \cdot \frac{1}{u \cdot a} \right]. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Mit Rücksicht auf die folgende konforme Abbildung machen wir  $\Gamma$  so groß, daß die Geschwindigkeit an der Stelle  $A$  oder  $\varphi = 180^\circ + \beta$  gleich Null wird. Dann ergibt sich aus Gleichung (5):

$$-2i \sin(\alpha' + \beta) + \frac{i\Gamma}{2\pi} \cdot \frac{1}{u \cdot a} = 0$$

oder

$$\Gamma = +4\pi u a \sin(\alpha' + \beta). \quad (6)$$

Dann wird die Geschwindigkeit am Kreis aus Gleichung (5):

$$\left[ \frac{dw}{d\zeta} \right]_0 = -2iue^{-i\varphi} [\sin(\alpha' + \varphi) + \sin(\alpha' + \beta)] \quad (7)$$

und dieser Ausdruck wird tatsächlich gleich Null für  $\varphi = 180^\circ + \beta$ . Das Potential erhalten wir durch Einsetzen von Gleichung (6) in Gleichung (2):

$$w(\xi) = -u \left[ (\xi - m) e^{i\alpha'} + \frac{a^2}{\xi - m} e^{-i\alpha'} + 2ia \sin(\alpha' + \beta) \ln(\xi - m) \right]. \quad (8)$$

Nun bilden wir die  $\zeta$ -Ebene auf eine  $z$ -Ebene konform ab. Wir verwenden dazu die Abbildungsfunktion

$$z = \zeta + \frac{l^2}{\zeta}. \quad (9)$$

Diese Funktion läßt aus dem Kreis der  $\zeta$ -Ebene ein Joukowsky-Profil in der  $z$ -Ebene werden; dabei fällt die Hinterkante des Profils in den Punkt  $z = -2l$ . Wir erhalten also in der  $z$ -Ebene die gesuchte Strömung um ein derartiges Profil. Die uns interessierenden Geschwindigkeiten dieser Strömung erhalten wir wieder durch Differentiation:

$$\frac{dw}{dz} = \frac{dw}{d\zeta} \cdot \frac{d\zeta}{dz}. \quad (10)$$

$dw/d\zeta$  erhalten wir aus Gleichung (8);  $d\zeta/dz$  aus Gleichung (9).

$$\frac{dw}{d\zeta} = -u \left[ e^{i\alpha'} - \frac{a^2}{(\zeta - m)^2} \cdot e^{-i\alpha'} + \frac{2ia \cdot \sin(\alpha' + \beta)}{\zeta - m} \right]. \quad (11)$$

$$\frac{dz}{d\zeta} = 1 - \frac{l^2}{\zeta^2} = \frac{\zeta^2 - l^2}{\zeta^2}. \quad (12)$$

An der Stelle  $\zeta = \pm l$ ;  $z = \pm 2l$  wird  $\frac{dz}{d\zeta} = 0$ . Auf dem Kreise, Abb. 69, entspricht dem Punkte  $\zeta = -l$  der Winkel  $\varphi = 180^\circ + \beta$ , für den nach Gleichung (7)  $dw/d\zeta$  ebenfalls gleich Null wird. Die Geschwindigkeit an der Stelle  $z = -2l$ , d. h. an der Hinterkante des Profils ist also

$$\left[ \frac{dw}{dz} \right]_{z=-2l} = 0.$$

Diesen unbestimmten Ausdruck können wir aber durch einen Grenzübergang bestimmen und erhalten

$$\left[ \frac{dw}{dz} \right]_{z=-2l} = -u \frac{l}{a} \cdot e^{-2i\beta} \cdot \cos(\alpha' + \beta). \quad (13)$$

Über die praktische Durchführung der Geschwindigkeitsberechnung ist folgendes zu sagen: Ist der umströmte Kreis in der  $\zeta$ -Ebene gegeben, so kann man das zugehörige Joukowsky-Profil leicht konstruieren (Fuchs-Hopf, S. 75; III. Lieferung der Göttinger Versuchsanstalt, S. 13—15). Die Konstruktion liefert ohne weiteres den Profilverpunkt, der zu einem gegebenen Kreispunkt gehört. Uns interessieren jetzt vor allem die Geschwindigkeiten an der Profiloberfläche. Ihre Richtung fällt selbstverständlich mit der Tangente an den betreffenden Profilverpunkten zusammen, so daß nur noch die absolute Größe zu bestimmen ist. Nach Gleichung (10) besteht die Geschwindigkeit aus zwei Faktoren, von denen der erste durch Gleichung (7) gegeben ist. Sein Absolutwert ist gleich:

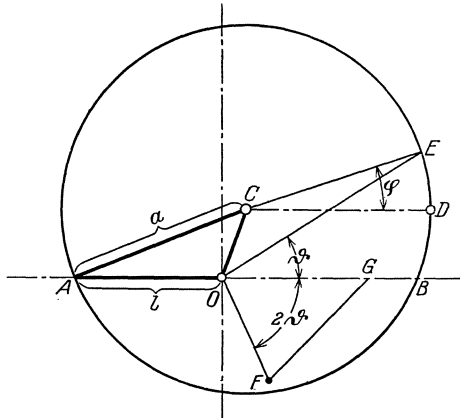


Abb. 70.

$$\left| \left[ \frac{dw}{d\zeta} \right]_0 \right| = -2u [\sin(\alpha' + \varphi) + \sin(\alpha' + \beta)] \quad (14)$$

und läßt sich leicht abhängig von  $\varphi$  berechnen. Der zweite Faktor  $\frac{dz}{d\zeta} = 1 - \frac{l^2}{\zeta^2}$  wird am günstigsten folgendermaßen bestimmt (Abb. 70):

Gegeben ist der Winkel  $\varphi$ , als dessen Funktion der Absolutwert  $\left| 1 - \frac{l^2}{\zeta^2} \right|$  bestimmt werden soll. Wir verbinden  $O$  mit  $E$  und erhalten dadurch  $\zeta = \overline{OE}$  und den Winkel  $EOB = \vartheta$ . Diesen Winkel verdoppeln wir und tragen ihn im Uhrzeigersinn an  $OB$  an. Auf seinem freien Schenkel tragen wir die Strecke  $OF = \frac{l^2}{(\overline{OE})^2} = \frac{l^2}{\zeta^2}$  auf.  $OG$  machen wir gleich der Längeneinheit; dann ist die Strecke  $FG$  der gesuchte Wert  $\left| 1 - \frac{l^2}{\zeta^2} \right|$ . Jetzt haben wir beide Faktoren bestimmt und können ohne Schwierigkeit die Geschwindigkeit an der Profiloberfläche berechnen.

Der in unserer Rechnung auftretende Anströmwinkel  $\alpha'$  ist mit dem Anstellwinkel  $\alpha$  der Göttinger Versuche nicht identisch. Die Differenz beider Winkel kann man aber aus der Tabelle auf S. 15 der III. Lieferung der Göttinger Ergebnisse entnehmen; sie ist mit den dort angegebenen Winkeln  $\gamma$  und  $\delta$ :

$$\alpha' - \alpha = \delta - \gamma.$$

### Erörterung.

Professor Dr.-Ing. Horn (Berlin):

Meine Herren! Der Vortrag von Herrn Dr. Wagner hat mich ganz außerordentlich interessiert. Es hat mich sehr gefreut, von seiner zielbewußten und erfolgreichen Weiterarbeit an der Ausbildung der von ihm erfundenen Propellerleitapparate zu hören, und ich kann nur sagen, daß die gründliche, systematische,

von wissenschaftlichem Geiste geleitete Art dieser Weiterarbeit, über die er uns hier berichtet hat, als höchst verdienstvoll bezeichnet werden muß.

Es trifft sich nun ganz zufällig, daß ich selbst mich gerade in der letzten Zeit mit ganz ähnlichen Problemen der Wirkung von Leitflächen und Leitapparaten hinter dem Propeller beschäftigt und eine kleine Studie darüber in der Zeitschrift „Schiffbau und Schifffahrt“ veröffentlicht habe. Wenn Sie diese Studie lesen, werden Sie teilweise geradezu verblüffende Berührungspunkte mit dem finden, was Herr Dr. Wagner gesagt hat, teilweise allerdings auch etwas Gegensätzliches. Jedenfalls ist aber die Verwandtschaft der Anschauungen in die Augen springend. Insbesondere habe auch ich die Leitflächenwirkung auf Grund der aus den Polaren bekannten Profileigenschaften untersucht. Die Studie ist rein analytisch und, abgesehen von der Verwendung der Polaren der Profile, nicht auf Versuche gestützt. Sie behandelt auch insofern nur einen ideellen Zustand, der in Wirklichkeit nicht so vorhanden ist, als die Leitfläche weit hinter dem Propeller liegend gedacht ist, an einer Stelle also, wo sich die Ausbildung des austretenden Strahls bis zu den Endwerten der Geschwindigkeiten und Drucke bereits vollzogen hat, wo sich also Propeller und Leitfläche nicht mehr gegenseitig beeinflussen können. Diese gegenseitige Beeinflussung, die bei der in Wirklichkeit unmittelbar benachbarten Lage der beiden Organe in offenbar ziemlich starkem Maße vorhanden ist, wäre analytisch recht schwer zu erfassen gewesen. Trotz dieser Einschränkung liefert jedoch auch dieser von mir behandelte ideelle Fall ganz bemerkenswerte Gesichtspunkte und Ergebnisse, wenn auch im allgemeinen nur genereller Natur.

Ich möchte in aller Kürze einige der wichtigsten und im Hinblick auf den Vortrag besonders interessierenden Punkte hervorheben:

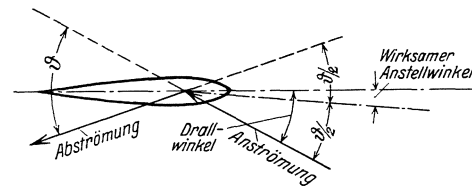
1. Herr Dr. Wagner hat es als sehr wünschenswert hingestellt, zunächst einmal, als Unterlage für die Untersuchungen zur richtigen Formgebung der Leitflächen, den Propellerstrahl so gründlich zu analysieren, daß man über die Anströmungsverhältnisse des Leitapparates, insbesondere auch über den Drallwinkel, genauer Bescheid weiß als bisher. Er hat auch Versuche nach dieser Richtung in Aussicht gestellt. Ich habe nun diese Sache analytisch vorgenommen, und zwar auf Grund des Verfahrens, das ich vor zwei Jahren an dieser Stelle entwickelt habe und das sich auf die aus der Tragflügeltheorie abgeleitete Schraubpropellertheorie stützt. Ich habe mir also einen ganz normalen Propeller vorgenommen und ihn durchgerechnet. Bei dieser Gelegenheit konnte ich auch zum erstenmal kreissegmentförmige Profile benutzen, indem ich mir über deren Profileigenschaften die nötigen Unterlagen aus amerikanischen Versuchen verschaffen konnte. Da stimmt nun das Ergebnis der Rechnung mit dem von systematischen Propellerversuchen so gut überein, daß man zum mindesten sagen kann: diese Analyse der Strömungsverhältnisse im Propellerstrahl wird eine vernünftige Grundlage für die Untersuchung der Leitflächenwirkung abgeben können.

2. Ich untersuchte den Propeller zunächst in einer gleichförmigen Strömung. Da stellte sich heraus, daß man durchaus nicht die Höhe der in den tangentialen Geschwindigkeiten des Propellerstrahls steckenden und aus der Umlenkung der Tangential- in Axialgeschwindigkeiten rückgewinnbaren Leistung herausbekommt, die der in Wirklichkeit in so vielen Fällen festgestellten, durch Leitapparate erzielten Besserung des Gesamt-Propulsionswirkungsgrades entspricht. Ich kam auf so kleine Beträge, daß sie offenbar mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen konnten. Es war ungefähr eine Größenordnung von nur 7 % der Schubleistung. Da habe ich mir gesagt: dies wird wohl daran liegen, daß die Zuströmungsverhältnisse sehr stark von denen der gleichförmigen Zuströmung abweichen. Deshalb habe ich nun den Propeller in den Nachstrom, so wie man mit dessen Verteilung in Wirklichkeit zu rechnen hat, hineingesetzt und die Rechnung wiederholt. Beim Einschraubenschiff ist ja bekanntlich der Nachstrom nach der Propellerachse zu sehr stark konzentriert. Es ergab sich, daß nun die in den Tangentialgeschwindigkeiten steckende Energie ganz beträchtlich anwuchs; sie kam auf den Betrag von 11 %, der ja beispielsweise mit dem von Kucharski angegebenen übereinstimmt. Damit kam ich also den wirklichen Verhältnissen schon wesentlich näher. Was die höheren Prozentsätze an Gewinnen anbetrifft, die vielfach bei Modellversuchen und bei Schiffen selbst beobachtet werden, so sind diese auf zusätzliche Nebenwirkungen zurückzuführen: erstens auf die Verminderung der Nabenverluste, zweitens auf die Verminderung der Stevenwiderstände. Aber die reine Umlenkung der Tangentialgeschwindigkeiten in Axialgeschwindigkeiten kann höchstens etwa nur 11 % bringen, und auch dies nur bei der hier von mir zugrunde gelegten ungleichförmigen Nachstromverteilung. Das interessante Ergebnis dieser Untersuchung besagt also, daß die günstige Wirkung der Leitapparate bei Einschraubenschiffen wohl wesentlich an die Tatsache gebunden ist, daß der Nachstrom so stark nach innen zu konzentriert ist. Das erklärt vielleicht auch teilweise, daß es bei Zweischraubenschiffen noch nicht gelungen ist, solche großen Prozentsätze an Ersparnis herauszuholen.

3. Äußerst wichtig für die quantitative Analyse der Leitflächenwirkung ist die Ermittlung des wirksamen Anstellwinkels. Dieses Problem ist von Herrn Dr. Wagner zwar angedeutet, aber nicht näher

behandelt worden. Würde man, daß die Strömung, wie man von vornherein anstrebt, axial austritt, dann wäre die Ermittlung des wirksamen Anstellwinkels nicht weiter schwierig; dieser wäre dann nämlich nach dem bekannten Satze der Tragflügeltheorie gerade halb so groß wie der Drallwinkel. Nun wissen wir aber von vornherein nicht, wie die Abströmung erfolgt. Wir müssen das erst durch ein besonderes Verfahren ermitteln, und ein solches habe ich ausgearbeitet. Es beruht auf einer Interpolation und berücksichtigt auch die Kreisströmung im Propellerstrahl. Wenn sich dabei beispielsweise nebenstehendes Geschwindigkeitsdiagramm ergibt, bei welchem also die Strömung von dem Profil gewissermaßen zurückgeworfen wird, so erkennt man aus der Lage der Halbierungslinie von Anströmungs- und Abströmungsrichtung, daß der wirksame Anstellwinkel trotz des großen Drallwinkels relativ klein ausfallen kann.

4. Bei Durchführung dieses Verfahrens, welches ich der Einfachheit halber bei einem symmetrischen Profil angewendet habe, ergibt sich, daß die Gefahr des Abreißen der Strömung am Profil, von der Herr





Dr. Wagner sprach, wesentlich gemildert erscheint. Ich möchte deshalb glauben, daß dieses Bedenken, das Herr Dr. Wagner geäußert hat, daß man mit Rücksicht auf die Gefahr des Abreißen gegebenenfalls gar nicht so viel Wert darauf legen sollte, den Strahl axial abzulenken, doch vielleicht zu weitgehend ist. Natürlich erfordert das jedesmal eine nähere Untersuchung, aber ich habe jedenfalls bei der Durchrechnung meines Beispiels gefunden, daß beim symmetrischen Profil beispielsweise bei  $30^\circ$  Anströmung ein wirksamer Anstellwinkel von etwa  $8^\circ$  herauskommt, und dabei tritt eben noch kein Abreißen ein. — Weiter geht aus diesem Verfahren ganz eindeutig hervor, daß — im Gegensatz zu einer Äußerung von Herrn Dr. Wagner — die Gegenpropellerwirkung an und für sich nicht an eine leitschaufelartige Krümmung des Profils gebunden ist, sondern auch von einem symmetrischen Profil erreicht wird. Man sieht aber, wenn man das Verfahren durchführt, auch ganz genau, worin der doch offenbare Vorteil der Leitflächenkrümmung liegt: Bei symmetrischem Profil steht nämlich bei gegebener Profiltiefe die zu einer gegebenen Anströmrichtung gehörige Abströmrichtung unweigerlich fest, ist nicht beeinflussbar. Durch Krümmung des Profils und richtige Wahl dieser Krümmung kann demgegenüber die Abströmung in gewünschtem Sinne, also in dem axialer Richtung, geregelt, es können also bewußt die Verluste in höchstmöglichem Maße ausgeschaltet werden.

Nun hätte ich nur noch hinzuzufügen, daß ich, ähnlich wie Herr Dr. Wagner, auch den zusätzlichen Schub ermittelt und in Kurven aufgetragen habe. Ich habe dabei sowohl den Verlust infolge der Zähigkeit berücksichtigt wie den Verlust, der der Unvollkommenheit der Umlenkung entspricht. Man kann diese Anteile ohne Schwierigkeit herauschälen. Man kann auch den Einfluß der Flügelzahl ermitteln. Aber das sind alles Dinge, auf die ich hier nicht näher eingehen kann. Ich würde mich jedoch sehr freuen, wenn ich mit Herrn Dr. Wagner vielleicht bei anderer Gelegenheit einmal eingehender über diese Dinge sprechen könnte. Ich stimme nämlich auf Grund der vorstehend angedeuteten Überlegungen der Meinung des Herrn Vortragenden, daß die Entwicklung des Gegenpropellers in hydrodynamischer Hinsicht ziemlich abgeschlossen sei, nicht ganz bei, glaube vielmehr, daß man gerade nach dieser Richtung noch manches zu klären hat und dadurch vielleicht auch über die erfreulichen Erfolge, über die Herr Dr. Wagner jetzt schon berichtet hat, hinaus noch weiteres erreichen kann. (Beifall.)

Herr Patentanwalt Dr. jur. Dr.-Ing. Zeller, Hamburg:

Der Herr Vortragende hat in dankenswerter Weise ein ausführliches Bild der Entwicklung des Kontrapropellers vor unseren Augen entrollt. Es bestehen jedoch noch einige Unklarheiten, deren Beseitigung zweckmäßig erscheint.

Im Anfang des Vortrages ist von den Leitflächen vor der Schraube gesprochen, welche den Wirkungsgrad der Schraube erheblich beeinflussen sollen, und deren Eigenheit darin besteht, daß diese Flächen gekrümmt sind. Mir scheint das Wichtigste hierbei nicht die Krümmung, sondern die hintere Zuschärfung

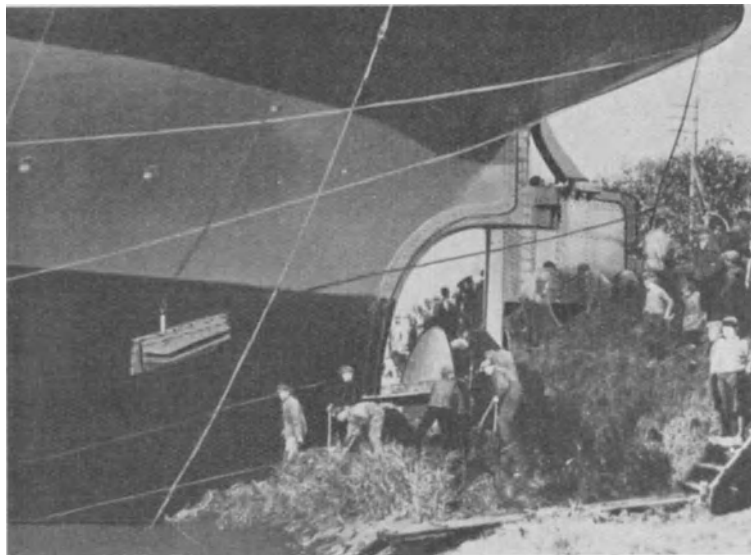


Abb. 1.

der Leitflächen, so daß das Wasser möglichst wirbellos die Leitflächen verläßt und in die Schraube eintritt. Entsprechende Versuche hat Herr Prof. Horn in der Schleppanstalt in Berlin durchgeführt und die Ergebnisse vor der Schiffbautechnischen Gesellschaft vorgetragen und im Jahrbuch 1927, insbesondere S. 380ff., veröffentlicht. Es heißt da z. B. auf S. 380:

„Allerdings zeigte der Propeller auch hinter einer in entgegengesetzter Richtung gekrümmte Wellenhosenhinterkante, deren Krümmung nach den Flügelspitzen zu annähernd auf Null auslief, und die bereits vorher nach einem von Herrn Dr. Kempf veranlaßten Versuch die Wirkung des normalen 4flügeligen Propellers merklich gebessert hatte, eine recht gute Wirkung . . .“

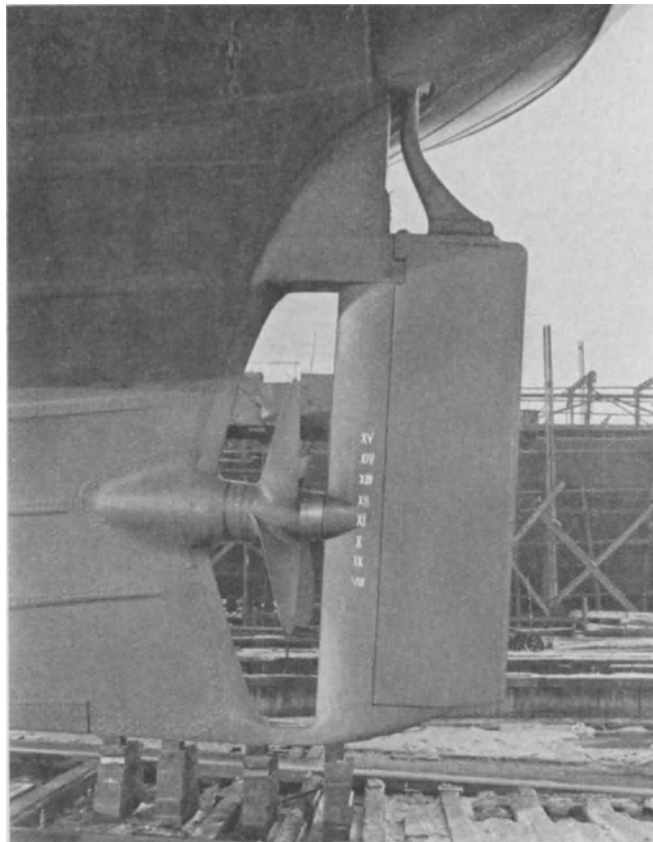
Herr Prof. Horn sagt dann weiter auf S. 381:

„Erwähnt sei noch, daß mit dem normalen 3flügeligen Propeller auch ein Versuch mit einer normal, d. h. entgegengesetzt dem Schraubendreh Sinne (System Prof. Hass) gemacht worden ist, die hierbei eine bessere Wirkung aufwies als die im Schraubendreh Sinn gekrümmte Leitfläche, aber hinter der Wirkung der symmetrischen Zuschärfung doch noch zurückblieb.“

Weiter sagt Herr Prof. Horn auf S. 389—390:

„Überhaupt kam gegenüber der letztgenannten symmetrischen Anordnung die Wirkung von Anordnungen mit gekrümmten Leitflächen, einschließlich Leitflächenruder, jedenfalls bei der Konstruktionsgeschwindigkeit praktisch nicht zur Geltung.“

Es erhellt daraus, daß es im wesentlichen bei derartigen Konstruktionen darauf ankommt, daß das Wasser wirbelfrei den Schraubensteven bzw. das Ruder verläßt, und daß eine gebogene Form von Leit-



Kn	Versuch Nr. 1749		Versuch Nr. 1748		vH Gew.
10	1483	364	1250	432	15,7
11	2010	358	1695	422	15,7
12	2735	341	2275	410	16,8
13	3785	314	3110	382	17,8

Abb. 2.

flächen vor dem Propeller die Wirksamkeit gegenüber symmetrischen bzw. geraden Flächen nicht erhöht, wie es auch heute Herr Prof. Horn erneut betont hat.

Der Herr Vortragende erwähnt bei der praktischen Entwicklung des Kontra-Propellers zunächst die Ausführung mit mehreren Flügeln, wie sie anfänglich hauptsächlich durchgeführt worden ist, da man offenbar die Anordnung vieler Flügel zur Erzielung der Höchstleistung für erforderlich hielt. Die weitere Entwicklung zeigt den Fortfall erst zweier, dann auch dieser seitlichen Anbauten, so daß nur noch die Anbauten, übrigbleiben, die unmittelbar vor dem Rudersteven stehen. Diese weitere Entwicklung zum Leitflächenruder ist m. E. zweifellos durch die Erfahrungen günstig beeinflusst worden, die mit dem seit 1926 bekannt gewordenen Oertz-Ruder symmetrischer Bauart gemacht worden sind. Es kann hier als bekannt vorausgesetzt werden, daß der Vorteil dieses Ruders auf der Tragflächenwirkung beruht. Es ist sehr interessant und dankenswert, daß der Herr Vortragende auch über die Tragflächenwirkung eingehende Aufschlüsse gibt.

Genau genommen, kann man jedoch bei der Wagner-Konstruktion von einer Tragflächenform nur bei nicht gelegtem Ruder sprechen, wo sie sich gar nicht auswirkt; bei gelegtem Ruder ist durch die oberhalb der Welle entgegengesetzt angeordnete Ausbiegung der Leitflächen gegenüber der Ausbiegung unterhalb der Welle die Tragflächenform nur jeweils für eine Hälfte des Ruders wirksam, auf der anderen Hälfte um so unwirksamer; (darauf ist vor zwei Jahren an gleicher Stelle schon hingewiesen worden). Die symmetrische Ausbildung des vorderen feststehenden Teils nach dem Oertz-Ruder ermöglicht auch für Radschiffe, Zweischraubenschiffe, Segelschiffe u. dgl., also ohne Rücksicht auf irgendeinen Propellerabstrom bei nicht gelegtem Ruder die Form des günstigsten Wasserwiderstandes und bei gelegtem Ruder auf die ganze Höhe des Ruders die günstigste Tragflächenform. Daß eine symmetrische und vorn parabolische Ausbildung des Ruderkomplexes in Übereinstimmung mit den Versuchen des Herrn Prof. Horn auch praktisch bedeutende Erfolge erzielen läßt, beweisen die vielen praktischen Erfahrungen, insbesondere in letzter Zeit die Veröffentlichung der Werft von Schichau über das Tankschiff Kattagatt (vgl. Sonderabdruck aus der Zeitschrift „Schiffbau und Schifffahrt“, 29. Jahrgang, Heft 13).

Bei Modellversuchen hat die Erfahrung gezeigt, daß absolute Vergleiche zwischen beiden Vorrichtungen nicht möglich sind. Es kommt für den Gegenpropeller jeweils auf seine Abstimmung zur Drehzahl und Steigung der Schraube an. Bei der Oertz-Vorrichtung kommt es auf die günstigste Entfernung zur Schraube an. Vergleichsergebnisse ohne Berücksichtigung aller dieser Erfahrungen und ohne Bestätigung durch den praktischen Versuch am großen Schiff können daher immer nur mit Vorsicht gewertet werden.

Hervorheben möchte ich bei dieser Gelegenheit noch, daß gerade das ununterbrochen durchgehende Leitkörperblech des symmetrischen Oertz-Ruders der ganzen Ruderkonstruktion eine ganz außerordentliche Festigkeit gibt, zumal der größte Teil des Gesamtruderdruckes bei allen Ruderlagen auf diesem feststehenden Leitkörper lastet, und diese Beanspruchungen sind, wie die Praxis lehrt, ganz bedeutend. (Diapositiv.) Die Festigkeit der Bauart mag Ihnen ein Lichtbild zeigen von dem holländischen Dampfer „Tjibadak“ von 7400 Tonnen, der beim Stapellauf durch Brechen aller Bremsvorrichtungen auf das gegenseitige Ufer auflief. Die Rudervorrichtung, welche sich in einen gemauerten Quai einbohrte, ist intakt geblieben.

Interessant war mir auch die Erwähnung des hinten verschränkten Ruders in Zusammenwirkung mit dem schaufelförmigen vorderen Leitkörper. Besonders interessant, weil auch Herr Dr. Oertz, und zwar bereits im Jahre 1926, derartige verschränkte Bauarten für seine Konstruktion vorgesehen, zum Patent angemeldet und Patente auch schon erhalten hat. Auch die Schleppversuche ergaben hierbei einen um einige Prozent erhöhten Wirkungsgrad der Schraube. Trotzdem glaube ich, daß sich diese Bauart wegen der schwierigen Herstellung gegenüber den bereits vorhandenen, vollkommen genügenden einfacheren Bauarten praktisch für die Mehrzahl der Fälle nicht durchsetzen wird.

Anmerkung: In dem Schlußwort glaubt Herr Dr. Wagner einen Unterschied seines Tragflügelruders zu der entsprechenden m. W. älteren Form des Herrn Dr. Oertz darin zu sehen, daß die zwischen beiden Ruderhälften liegende Zunge oder Trennwand sich aus den Patentzeichnungen der Ausführungsform des Oertz-Ruders nicht ergäbe. Zur Richtigstellung sei betont, daß bei sämtlichen zu diesen Patentanmeldungen des Herrn Dr. Oertz eingereichten Modellen die Trennwand (Zunge) vorhanden ist, wobei als der Hauptfindungsgedanke die Anordnung der verschränkten Flächen überhaupt, ob mit oder ohne Zunge, beansprucht wurde.

Herr Patentanwalt Huss, Berlin:

Meine Herren! Der Herr Vortragende hat auf die Gefahr der Ablösungserscheinungen hingewiesen, während einer der Herren Diskussionsredner auf Grund rein theoretischer Rechnungen diese Gefahr als sehr gering erklärt hat. Der nachfolgende Diskussionsredner wiederum hat von Versuchen des ersten Diskussionsredners, nämlich des Herrn Professor Horn, erzählt, wonach es bei solchen Leitvorrichtungen, die vor der Schraube angebracht sind, nicht so sehr auf die Krümmung ankäme als darauf, daß diese Leitvorrichtungen ausgeschärft seien. (Zuruf.) — Es mag sein, daß ich das nicht ganz verstanden habe, aber mir schien darin ein großer Widerspruch zu liegen. Es zeigte jedenfalls, daß über den Grad des Anstellwinkels und über die Möglichkeit des Auftretens der Ablösungserscheinungen doch noch arge Zweifel und Meinungsverschiedenheiten bestehen, daß diese Fragen jedenfalls noch keineswegs vollständig geklärt sind.

Ich möchte an dieser Stelle nur darauf hinweisen, daß schon vor vielen Jahren Herr Professor Hass in dieser Hinsicht auch Vorschläge gemacht hat, die aber leider bisher noch nicht in dem Maße weiterverfolgt worden sind wie andere Vorschläge auf dem Gebiete der Leitvorrichtungen. Er hat einmal vorgeschlagen, Saugseite und Druckseite miteinander zu verbinden, um einen gewissen Ausgleich zu schaffen; eine Konstruktion, die, wie mir bekannt ist, im Flugzeugbau ganz gute Resultate ergeben haben soll. Es wäre wünschenswert, wenn diese Frage auch einmal für die Strömungsverhältnisse des Wassers näher untersucht würde.

Herr Professor Hass hat übrigens bereits vor vielen Jahren noch ein anderes Mittel angegeben, das leider auch bisher noch nicht so in die Erscheinung getreten ist, wohl deshalb nicht, weil der Schiffbauer verhältnismäßig schwer an die bauliche Veränderung seines Schiffskörpers herangeht. Dies ist das Mittel, bei vor der Schraube liegender Leitvorrichtung zielbewußt das Hinterschiff auf die Leitwirkung abzustellen und so allmählich den Wasserstrom in der richtigen Weise in die Propeller-Leitvorrichtung einzuleiten, wobei dann eben der Vorteil erzielt werden kann, daß es nicht erforderlich ist, die Leitflächen so stark zu krümmen, daß merkliche Ablösungserscheinungen auftreten.

Herr Dr.-Ing. Foerster, Hamburg:

Meine sehr geehrten Herren! Wenn Herr Professor Horn davon sprach, daß große Unterschiede zwischen der Wirkung von Leitvorrichtungen bei Einschrauben- und bei Mehrschraubenschiffen bestünden und die Gründe für diese starke Verschiedenheit darauf schob, daß es sich im wesentlichen um verschiedene Nachstrombeträge handle, so möchte ich doch erwähnen, daß die viel stärkere Wirkung

von Leitvorrichtungen bei Einschraubern im wesentlichen daher kommt, daß im Einschraubenfalle der Ruderstevan ein starkes Hindernis im Propellerabstrom darstellt, welches durch die Leitvorrichtung sehr abgeschwächt wird, während beim Mehrschrauber ein freier, ungehinderter Abstrom vom Propeller aus stattfindet. Die Beeinflussbarkeit ist also beim Mehrschrauber geringer, wo auch die Leitung fast durchweg mittels Vorrichtungen stattfindet, die vor den Propellern sitzen. Infolge der Lage des Propellers ist der Wirkungsgrad des Einschraubenpropellers im allgemeinen etwas höher als der des Doppelschraubenpropellers.

Herr Patentanwalt Dr. Zeller hat Versuche des Herrn Professor Horn dafür angeführt, daß sich symmetrische Bauarten von Leitflächen ebensogut oder besser bewährt haben als unsymmetrische. Zweifellos lassen sich unrichtige Auskrümmungen anwenden, bei welchen eine schlechtere Wirkung eintritt; mir ist aber bekannt, daß selbst von wissenschaftlich hochstehenden Experimentatoren und auch von Interessenten freihändige Versuche gemacht worden sind, bei welchen nicht die jahrzehntelangen Erfahrungen Dr. Wagners und des Professors Hass für die Formgebung der Leitflächen angewandt worden sind. Man hat lediglich untersucht, welche Wirkungen verschiedene Auskrümmungen haben, und ob es nicht auch mit einer symmetrischen Ausführung ebensogut ginge. Die Praxis der Schifffahrt hat nun bisher schon an mehreren hundert Objekten bewiesen, daß bei Doppelschraubern oder Mehrschraubern, die Leitflächen vor den Propellern haben, nach Anerkenntnissen der Reedereien im allgemeinen Leistungsgewinne zwischen 5 und 7%, ausnahmsweise auch von 8 oder 9% erzielt werden, während beim Einschraubenschiff bei Einbau nur einer vertikalen Leitflosse vor dem Propeller die Ersparnisse zwischen 4 und 6% schwanken. Die durch Leitvorrichtungen oder Leitflächenruder hinter dem Propeller erzielten Ersparnisse schwanken zwischen ca. 9 und 18%.

Herr Direktor Dr. Wagner, Hamburg (Schlußwort):

Meine sehr verehrten Herren! Zunächst möchte ich Ihnen meinen herzlichsten Dank aussprechen für Ihre Aufmerksamkeit und den Beifall, den Sie meiner Arbeit gespendet haben. Vor allen Dingen möchte ich auch den Herren Diskussionsrednern danken. Es sollte mich freuen, wenn meine Gedanken und opfervollen Arbeiten dazu beigetragen haben, der schwer ringenden deutschen Schifffahrt das Leben zu erleichtern und die Wirtschaftlichkeit und Sicherheit der Schifffahrt zu erhöhen. Es wäre mir auch eine Genugtuung, wenn ich dadurch dem deutschen Gedanken im Auslande etwas genützt hätte. Die einwandfrei feststehende Priorität des Contrapropellers sollten wir uns aber nicht rauben lassen, denn neuerdings wird diese auch in England beansprucht und in anderen Ländern zu verwischen versucht.

Sachlich erwidere ich Herrn Professor Horn, daß ich gern festgestellt habe, daß er hinsichtlich der Notwendigkeit einer planmäßigen Profilanalyse mit mir auf demselben Standpunkt steht. Dagegen kann ich ihm nicht beipflichten, wenn er sich nur auf die theoretische Analyse beschränkt und dabei noch etwas gewagte Annahmen macht, wie z. B. eine Reflexionswirkung des auftreffenden Strahls, oder daß die Leitfläche als weit hinter dem Propeller liegend gedacht und dessen Einfluß entzogen ist. Auf diesem schwierigen Gebiet können uns nur ausführliche Versuche weiterbringen. Die vergleichenden Profilmessungen haben jedenfalls den großen Einfluß einer Ablösung klar erwiesen, so daß diesem Punkt ganz besondere Beachtung geschenkt werden muß. Ferner dürfte die Ansicht, daß auch mit einem symmetrischen Profil eine Gegenpropellerwirkung erreicht werden kann, wohl durch die Fülle der Erfahrungen mit etwa 400 Schiffen genügend widerlegt sein. Denn solch hohe Ersparnisse, wie sie einwandfrei in sich stets bestätigender Weise festgestellt wurden, können keinesfalls mit einem nur symmetrischen Profil erzielt werden, sondern nur durch die gleichzeitige Zuschärfung und Krümmung eines der Strömung angepaßten Profils. Auf diese Tatsache habe ich auch in meinem Vortrag wiederholt hingewiesen.

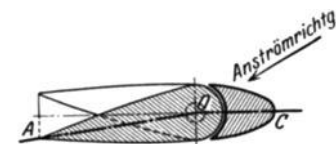


Abb. 1. A—O—C-Mittellinie des Profils.

Zu den Ausführungen von Herrn Patentanwalt Dr. Zeller möchte ich das Folgende erwidern. Über dessen Ansicht, daß man mit einem symmetrischen Profil dieselbe Wirkung erzielen könne wie mit einem gekrümmten, kann ich wohl hinweggehen, da ich mich hierzu bereits vorstehend gegenüber Herrn Professor Horn geäußert habe. Es besteht aber ein Widerspruch in den weiteren Ausführungen von Herrn Dr. Zeller, wenn für das Oertz-Ruder trotz seiner symmetrischen Profilform in allen Fällen eine Tragflügelform und -wirkung in Anspruch genommen wird, die also eine gekrümmte Mittellinie voraussetzt. Eine solche Form entsteht aber beim Oertz-Ruder erst beim Ruderlegen und zwar auch hier nur für die eine Ruderhälfte, während für die andere Ruderhälfte bei einem davor arbeitenden Propeller — denn nur um diesen Fall handelt es sich hier — die Anströmungsverhältnisse um so ungünstiger werden. Beim gewöhnlichen Kontraruder, das auf Grund meines bereits vor der ersten Oertz-Ausführung datierenden Patents von 1921 entstanden ist, ergibt sich beim Ruderlegen zwar auch eine gewisse Abweichung von der normalen Tragflächenform auf der oberen oder unteren Ruderhälfte, jedoch lange nicht so stark wie beim Oertz-Ruder, da der eintretende Kopf durch seine Krümmung die verwundene Drallströmung bereits stoßfrei aufgenommen hat und dieselbe dann wirbelfrei auf beide Ruderhälften überleitet.

Was Herr Dr. Zeller zugunsten der Festigkeit des Oertz-Ruders sagt, gilt selbstverständlich auch für das Kontraruder, da man dies trotz der Verschränkung von dessen vorderer Kante ebenfalls völlig genügend solide ausführen kann und auch ausführt, um jeden im Betrieb vorkommenden Beanspruchungen, insbesondere auch gegenüber den seitlichen Ruderdrücken, vollkommen gewachsen zu sein.

Daß trotz der von Herrn Dr. Zeller angeführten Vorteile der symmetrischen Profilform des Oertz-Ruders Herr Dr. Oertz von dieser Form abgewichen ist und bereits 1926 ein Ruder mit verschränkter Hinterkante angemeldet hat, ist mir ein Beweis, daß Herr Dr. Oertz damit einen wichtigen Vorteil des Kontraruders in dessen stoßfreier Aufnahme der Drallströmung klar erkannt hat und diesen Vorteil mit Beibehaltung des symmetrischen Kopfes zu erreichen sucht. Hier liegt aber gerade der springende Unter-

schied gegenüber dem von mir gebrachten neuen Tragflügelruder, indem dasselbe nicht nur an der Hinterkante, sondern auch an der Vorkante gegenüber der Mittellinie verschränkt ist und jeder Querschnitt über und unter der Welle gegenüber der Drallströmung eine strömungstechnisch günstigste Profilform besitzt, die sich auch beim Ruderlegen nur wenig ändert. Bei dem von Herrn Dr. Oertz angemeldeten verschränkten Ruder ist dagegen die konkave Seite der Krümmung oder Knickung des aus festem und beweglichem Teil gebildeten Gesamtprofils gegenüber der Anströmrichtung nach der entgegengesetzten Seite gerichtet (s. umstehende Abbildung). Die Wirkung kann daher auch nur eine unvollkommene sein, und ein solches Ruder kann nicht als Tragflügelruder bezeichnet werden. Wenn trotzdem angeblich eine schon um einige Prozent verbesserte Wirkung erzielt worden ist, so ist dies bereits ein gewisser Beweis, daß bei hydrodynamisch richtiger Ausführung die Wirkung eines solchen Ruders eine außerordentlich verbesserte sein muß. Diese Wirkung wird auch, worauf in Hinsicht auf die Bemerkung von Herrn Patentanwalt Huss besonders hingewiesen werden muß, nicht nennenswert beeinträchtigt oder aller Wahrscheinlichkeit nach sogar noch etwas weiter erhöht, falls Leitflächen nach Professor Hass bereits vor dem Propeller angebracht werden, die den Austrittsdrall vermindern. Denn dieser war auch bei dem untersuchten Tragflügelruder noch reichlich hoch. Überdies geht aus Abb. 9 meines Vortrages hervor, daß die Hauptwirkung bei Einschraubern mit kombinierten Anordnungen stets den hinteren Leitflächen zukommt. Daher muß auf deren gute Arbeitsweise das Hauptaugenmerk gelegt werden.

Den übrigen Bemerkungen von Herrn Patentanwalt Huss sowie von Herrn Dr. Foerster habe ich nichts hinzuzufügen, da diese mit meinen Ausführungen übereinstimmen. (Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender Herr Professor Laas:

Herr Dr. Wagner hat bereits mehrfach die Ergebnisse seiner langjährigen Untersuchungen in ausgezeichneten Vorträgen vor der Schiffbautechnischen Gesellschaft der Öffentlichkeit übergeben. Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft hat deshalb mit Zustimmung des Schirmherrn beschlossen, Herrn Dr. Wagner die silberne Denkmünze zu verleihen, die ich die Ehre habe, ihm hiermit zu übergeben. (Lebhafter Beifall.)

## **X. Das Schiffbaulaboratorium der Technischen Staatslehranstalten in Hamburg.**

Von Marinebaurat Dr.-Ing. Carl von den Steinen, Hamburg.

### Schleppversuchsanstalt — Schiffbaulaboratorium.

Als in Hamburg trotz des Bestehens der Schiffbauversuchsanstalt (HSVA) zum Bau des Schiffbaulaboratoriums der Technischen Staatslehranstalten geschritten wurde, erhob man von vielen Seiten den Einwand, daß ein derartiges Versuchsinstitut ausreichend wäre und daß Hamburg neben der größten Versuchsanstalt der Welt nicht noch ein Laboratorium benötige. Ähnliche Gedankengänge dürften auch in Berlin lebendig werden, wo neben der sogar im engsten Bereich der Hochschule gelegenen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau der Neubau eines Schiffbaulaboratoriums geplant ist. Zu diesen Einwänden soll Stellung genommen werden.

Die Aufgaben des Schiffbauversuchswesens lassen sich etwa unterteilen wie folgt:

1. Beantwortung der Anfragen von Werften und Reedereien nach Schleppleistung usw.,
2. Nutzbarmachung neuer Erkenntnisse für die praktische Anwendung,
3. empirische Forschungsarbeiten als Unterlagen zum Weiterbau der Theorie,
4. Versuche der Studierenden zur Bildung einer plastischen Vorstellung der physikalischen Gesetzmäßigkeiten.

Unter Bezugnahme auf diese Aufgabengruppen möchte ich nun die Begriffe „Schleppversuchsanstalt“ und „Schiffbaulaboratorium“ zunächst im engsten formalen Sinne so fassen:

Eine Schleppversuchsanstalt ist das gemeinsame Prüffeld einer gewissen Interessentengruppe zur Beantwortung der Aufgaben 1 und 2.

Einem Schiffbaulaboratorium dagegen fallen die Aufgaben 3 und 4 zu.

Diese Einteilung nach Aufgabengruppen ist zunächst rein ideell. In der Praxis kann ohne weiteres eine Schleppversuchsanstalt in mehr oder weniger hohem Grade gleichzeitig Laboratorium bzw. ein Laboratorium gleichzeitig Schleppversuchsanstalt sein. Die Einteilung wird hierbei sehr wesentlich durch die Kostenfrage beeinflußt. Eine Schleppversuchsanstalt hat für ihre eben definierte Hauptaufgabe 1. grundsätzlich einen sehr langen, breiten, tiefen

Tank nötig. Sie muß für die oft eiligen, stetig wechselnden Anfragen der Auftraggeber über eine den Anforderungen gewachsene Modellwerkstatt verfügen. Dementsprechend sind gut eingelernte Arbeiter, Meister, ein technisches Büro usw. notwendig. Die laufenden Kosten sind somit beträchtlich.

Das Laboratorium hingegen hat für die Laborantenversuche, die zum Teil mehr qualitativer wie quantitativer Art sein können, nicht unbedingt einen sehr langen und breiten Tank nötig. Hier sind in erster Linie viele Einzelversuchsplätze erforderlich, an denen ohne gegenseitige Störung gleichzeitig gearbeitet werden kann. Es wird weniger Wert auf die Herstellung von vielen stets wechselnden Modellen gelegt, vielmehr sind besonders geeignete Standardmodelle wesentlich. Auch die Forschungsarbeiten werden sich in weitem Maße diesen Anforderungen anpassen können. Es ist daher zwar eine Modellwerkstatt unentbehrlich, aber die Zahl der bezahlten Hilfskräfte ist sehr beschränkt, die laufenden Ausgaben daher gering.

Die Folgerungen sind:

Eine Schleppversuchsanstalt ist als Laboratorium im Sinne der Aufgabe 4 ungeeignet, sie kommt nur für Demonstrationsversuche in Betracht. Ihr Betrieb, der auf die Praxis zugeschnitten ist, erlaubt es nicht, stundenplanmäßig für Laborantenversuche zur Verfügung gestellt zu werden, wofür zudem ein großer Einzeltank als Einzelversuchsplatz ungeeignet ist. Andererseits ist ein Schullaboratorium mit seinen vielen kleinen Versuchsrinnen nicht den heute von der Praxis geforderten Großmodellversuchen gewachsen. Dementsprechend gliedern sich die Aufgabenbereiche zweckmäßig nach der Eigenart der Institute. Exakte Großmodellversuche, d. h. die Anfragen der Industrie fallen der Schleppversuchsanstalt zu, die Laborantenversuche, also Schulwesen und Vorlesungswesen dem Laboratorium, während Forschungsarbeiten und die Nutzbarmachung der Forschungsarbeiten für die Praxis ein gemeinsames Arbeitsfeld darstellen. Von diesem Gesichtspunkt aus ist gerade ein Nebeneinander- und enges Miteinanderarbeiten von Laboratorium und Schleppversuchsanstalt sehr wertvoll, da einmal eine eingehende Besichtigung einer Schleppversuchsanstalt für die im Laboratorium fertig ausgebildeten Studierenden sehr wünschenswert ist, andererseits eine voll belastete Schleppversuchsanstalt unter Umständen Versuche benötigt, für welche sich der große Einzeltank schlecht eignet.

Da nun durch vielfache Vorträge und Veröffentlichungen aller Art der Arbeitsbereich der Schleppversuchsanstalten schon ausgiebig besprochen worden ist, möchte ich heute ausschließlich diejenigen Punkte hervorheben, welche das Laboratorium als solches kennzeichnen, ohne jedoch hierbei auf Einzelversuche und pädagogische Gesichtspunkte näher einzugehen.

#### Das Schiffbaulaboratorium der Technischen Staatslehranstalten zu Hamburg.

Die Technischen Staatslehranstalten zu Hamburg verdanken ihren großzügigen Ausbau und ihr Ansehen in erster Linie dem Wirken und der Persönlichkeit des leider viel zu früh verstorbenen Herrn Direktor Zopke. Er war es auch, der sich

schon in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts erfolgreich für den Bau eines Schiffbaulaboratoriums einsetzte. Im Jahre 1907 wurde von Herrn Direktor Zopke und Herrn Marinebaurat Wellenkamp ein Vertrag über die Anordnung einer Schleppversuchseinrichtung nach System Wellenkamp unterzeichnet. Im Januar 1911 lag eine von Senat und Bürgerschaft genehmigte Bauskizze vor. Zur Ausarbeitung der Entwürfe hierfür, zur Baubeaufsichtigung und zur späteren Leitung berief Zopke im Jahre 1911 Herrn Dr. Kempf, den jetzigen Direktor der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt.

Der dem Plane der übrigen Laboratoriengebäude angepaßte Entwurf Kempfs sah einen 65 m langen Tank mit Oberlichtbeleuchtung vor. Der Tank sollte im wesentlichen für das Wellenkamp-Schleppverfahren (1 u. 2)<sup>1</sup> geeignet sein, es wurden dementsprechend an beiden Enden Brunnen vorgesehen. Der sorgfältig bis in jede Einzelheit ausgearbeitete Entwurf (Abb. 1) wurde 1914 infolge des Kriegsausbruches zurückgelegt. Er wäre wohl auch nach dem Kriege, nach dem Tode Zopkes nicht sobald zur Ausführung gekommen, wenn sich nicht namhafte Persönlichkeiten aus Handels- und Industriekreisen dafür eingesetzt hätten. Es kamen die verheerenden Nachkriegszeiten, die den einheitlichen Entwurf Kempfs in ein böses Kompromiß verwandelten. Der Tank wurde in seiner Länge auf 40 m, seitwärts auf 6,5 m und in der Tiefe auf 2,5 m beschritten. Der Raum vor und hinter der Rinne wurde für Verbrennungskraftmaschinen- und Materialprüfungslaboratorien abgeteilt (Abb. 2 a und 2 b). Schließlich wurde auf den Bau an Stelle des Oberlichtes ein Stockwerk aufgesetzt, und, da hierfür

<sup>1</sup> Diese Ziffern beziehen sich auf die am Schlusse des Vortrages abgedruckte Literaturübersicht.

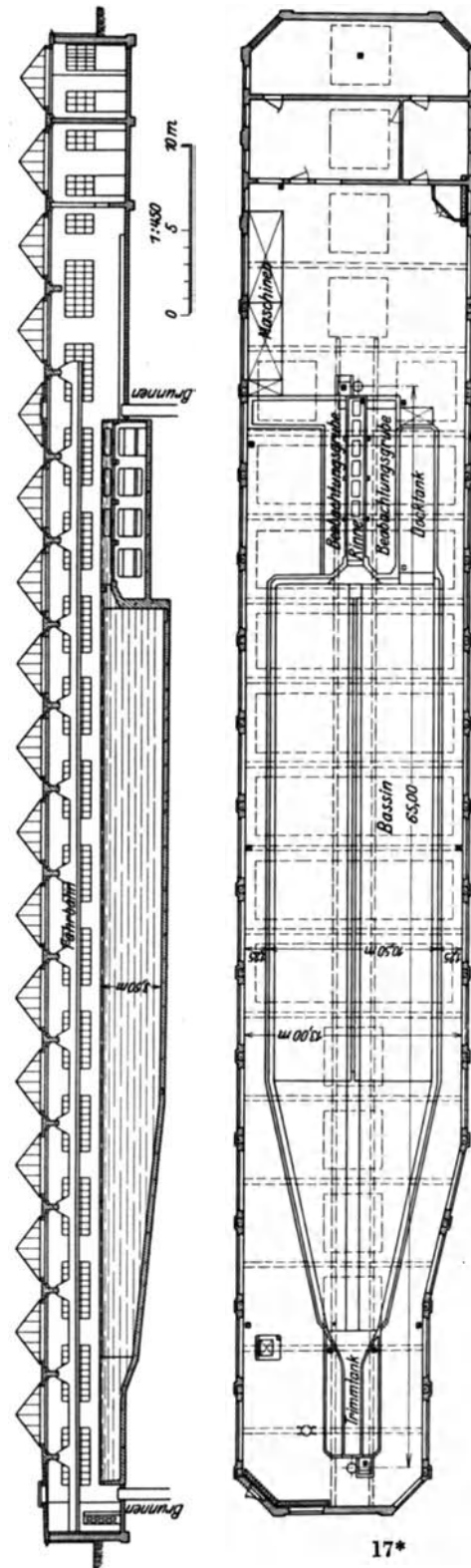


Abb. 1. Von Dr. Kempf ausgearbeiteter Entwurf des Schiffbaulaboratoriums (1914), der nach dem Kriege aus Sparsamkeitsgründen abgeändert wurde.



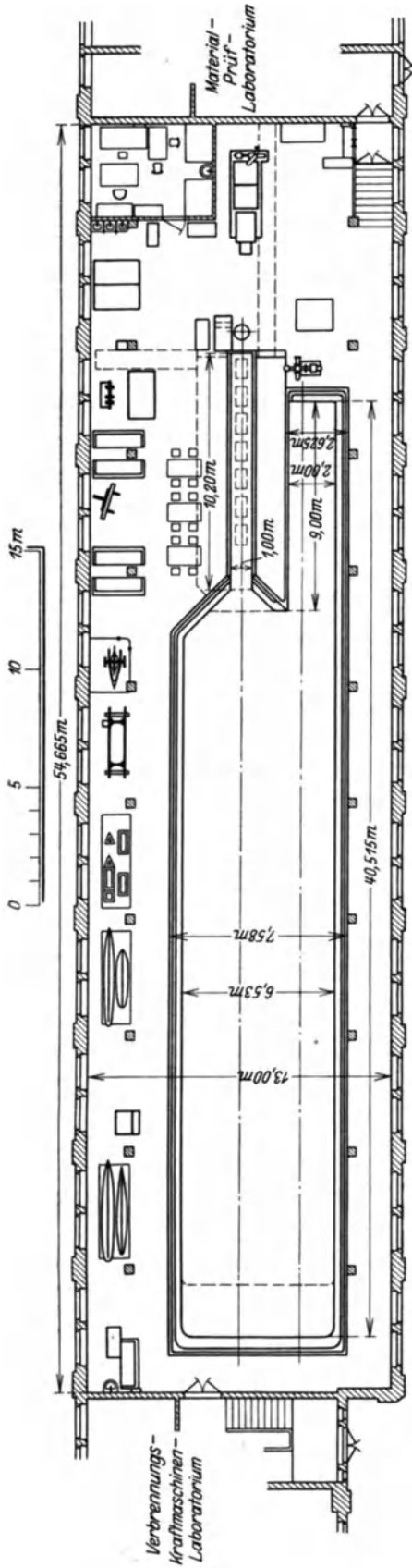


Abb. 2a. Grundriß des Schiffbaulaboratoriums in seiner jetzigen Gestalt.

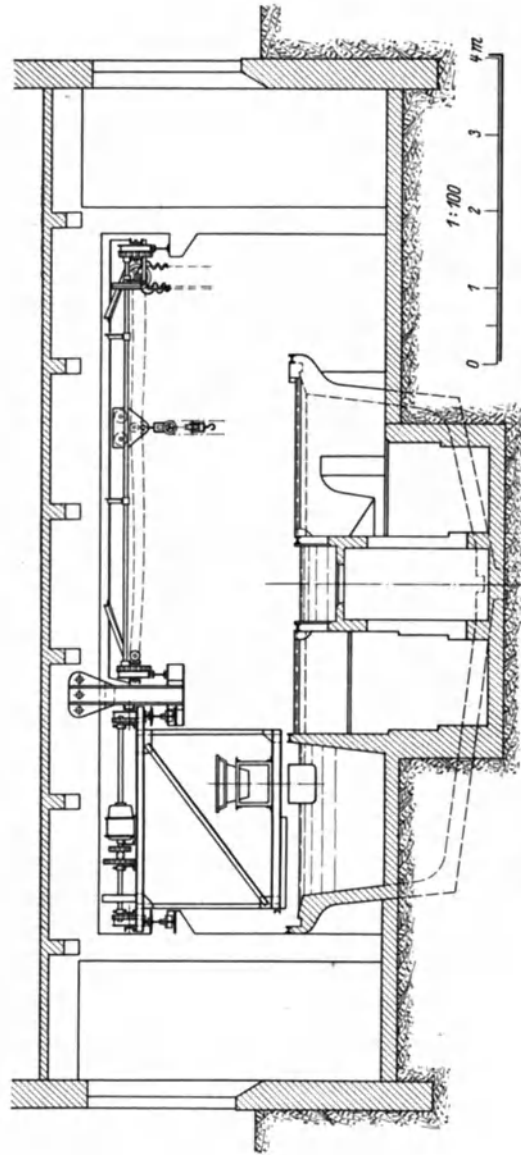


Abb. 2b. Querschnitt durch das Schiffbaulaboratorium in seiner jetzigen Gestalt.

die Grundmauern zu schwach waren, Säulen eingebaut. Inzwischen wurde, im März 1922, Kempf als Direktor an die Hamburgische Schiffbauversuchsanstalt berufen. Die Inflation kam. Der Staat hatte kein Geld mehr, und die Finanzdeputation wollte das Laboratorium, welches nunmehr im Bau fertig war, schließen, weil keine Mittel für die Versuchseinrichtung zur Verfügung gestellt werden konnten.

Wieder leisteten Handel und Industrie Hilfe. Apparate, Material und Handwerkszeug wurden gestiftet, auf lange Sicht entliehen oder zu sehr billigem Entgelt zur Verfügung gestellt. Hinzu kam, daß die gesamte Einrichtung der Versuchsanstalt Übigau (3) übernommen werden konnte, da diese im Kriege stillgelegt

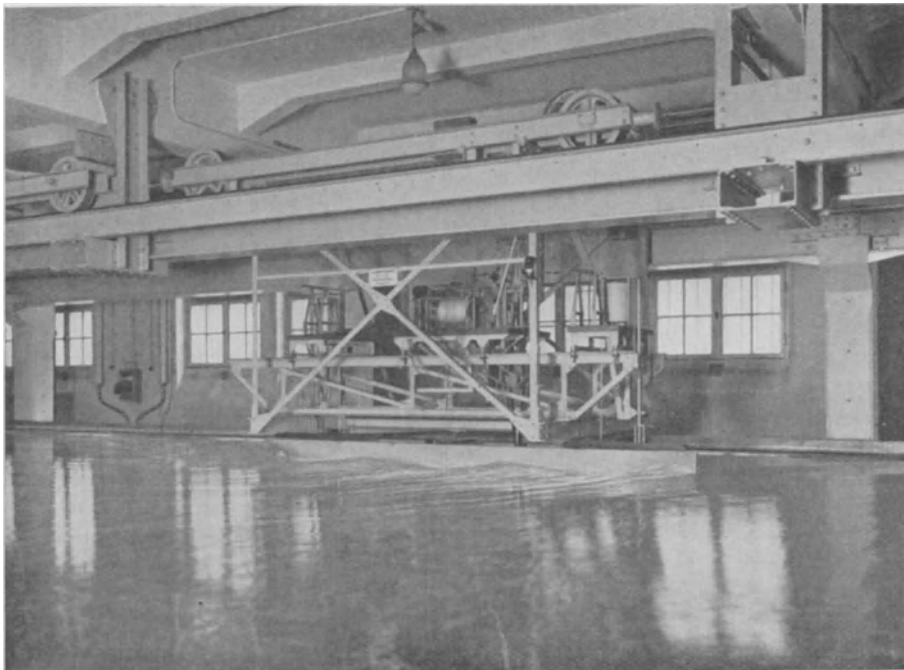


Abb. 3. Leichter aufgehängter Froude-Schleppwagen mit abnehmbaren Dynamometertischen für Modell- bzw. Propellerschleppversuche. Auf dem Lichtbild ist das Modelldynamometer montiert. Schleppversuch mit einem Frachtdampfermodell.

worden war. Von der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt wurde eine Modellfräsmaschine, die vormals der alten Lloydversuchsanstalt gehörte, entliehen. Von der Charlottenburger Anstalt kam, ebenfalls leihweise, ein gerade für Schulversuche sehr geeigneter Krängungs- und Schlingerapparat (4) an das Laboratorium.

Als dann erst auf diese Weise eine Art Grundstock für die Einrichtung durch Stiftungen geschaffen war, half auch der Staat wieder. Es wurde ein Assistent, ein Mechanikermeister, ein Schlosser für dauernd sowie ein zweiter vorübergehend bewilligt. Es hieß nun sich anzupassen und aus all den verschiedenen, teils recht heterogenen Einzelteilen ein einheitliches Ganzes zu schaffen. Ein zielbewußtes Arbeiten setzte ein. Der Assistent, Ingenieur Boccius, konstruierte und zeichnete, der Mechaniker, Meister Krug, der schon die ganze Entwicklung der Ver-

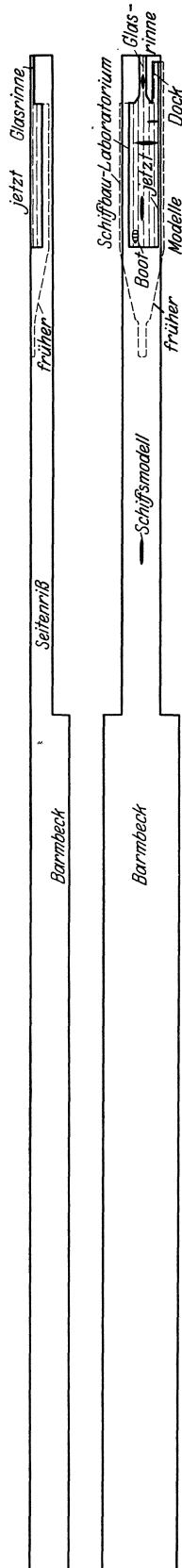


Abb. 4 a.

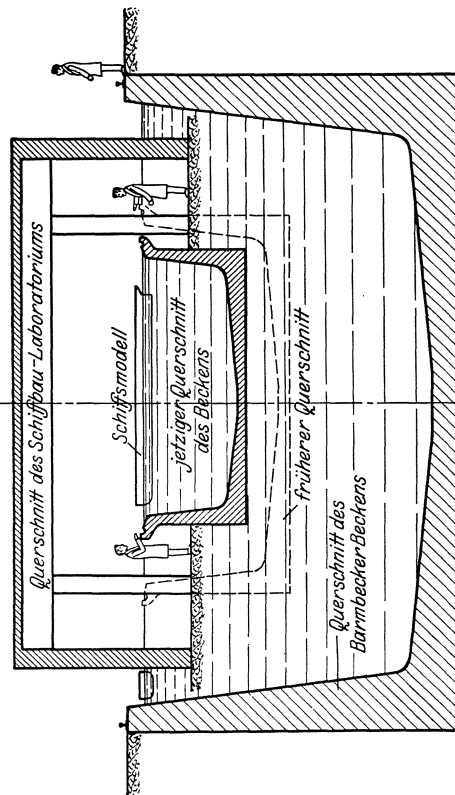


Abb. 4 b.

Abb. 4 a u. b. Vergleich zwischen dem Vorkriegsentwurf und der Nachkriegsausführung des Schiffbaulaboratoriums mit der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt. Grundriß und Querschnitt.

suchsanstalt Charlottenburg mit durchgemacht hatte und auch Übigau und Lichtenrade ganz genau kannte, ersetzte alles, was mir, dem Nachfolger Kempfs, an praktischer Erfahrung ermangelte. Er baute aus der Übigauer Erbschaft (3) die Schleppapparat zurecht (Abb. 3). Es gab sehr viel zu tun, und die Hilfsmittel waren äußerst gering, zudem setzten schon vom Sommersemester 1924 ab die Übungen der Studierenden ein. Nun, die ersten Semester haben nicht viel Versuche mitgemacht, abgesehen von einigen Provisorien wurden sie größtenteils mit Vorträgen abgespeist. Auch die gegenwärtig Studierenden müssen, was dynamische Versuche anbetrifft, noch recht be-

scheiden sein. Trotzdem, ein Anfang ist gemacht, und es geht weiter (Abb. 4a und 4b).

Die Tankanlage. In der Beckenanlage des Schiffbaulaboratoriums liegen die Schleppbahnen für den Froudewagen und für den Wellenkampantrieb nebeneinander in der gleichen Rinne. Beide sind daher, einzeln betrachtet, notwendig exzentrisch zum Tankprofil angeordnet (Abb. 2a). Da jedoch der Wan-

derungseinfluß, soweit Oberflächenwellen in Frage kommen, infolge des Totlaufens der Wellen auf einem kurzen Strand nahezu vollständig ausgeschaltet ist, konnte gegen diese Anordnung bisher kein Einwand erhoben werden (Abb. 5).

Sehr vorteilhaft ist der hochgehobene Wasserspiegel in bequemer Beobachtungshöhe, desgleichen, wie schon erwähnt, die Strandkonstruktion, die allerdings für Versuche mit künstlicher Dünung stört. Der Strand beruhigt die Wasseroberfläche sehr schnell. Im Laboratorium wird gegebenenfalles zur Ausschaltung des Strandes die Wasseroberfläche etwas abgesenkt.

Einen besonderen Hinweis auch für Schleppversuchsanstalten verdient die Schienenanlage in Kranschienenhöhe über der Wasserfläche auf sehr starken Peinetragern. Sie gestattet neben den üblichen breiten schweren Brückenschleppwagen die Anwendung schmalspuriger leichter Wagen für hohe Geschwindigkeiten, denn diese leichten Wagen von etwa 2 t Gewicht benötigen nur sehr kleine Anfahr- und Bremsstrecken (Abb. 2 und 3).

An den Haupttank von den Abmessungen  $30 \cdot 6,5 \cdot 2,5 \text{ m}^3$  schließen sich zwei kleinere Rinnen an, der Dock- und der Trimmtank, von denen besonders der Trimmtank besprochen zu werden verdient (Abb. 6). Er hat eine Länge von 10 m, ist 1 m breit und 0,5 m tief. Bei diesem kleinen Querschnitt, der auch für viele Versuche nicht überschritten werden darf, konnte der Tank zu Beobachtungszwecken unterkellert werden. Er besitzt große Beobachtungsfenster

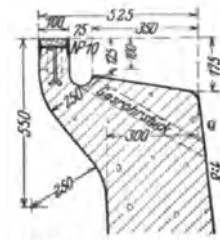


Abb. 5. Schnitt durch die Betonseitenwand des Versuchsbeckens. Konstruktion des Strandes.

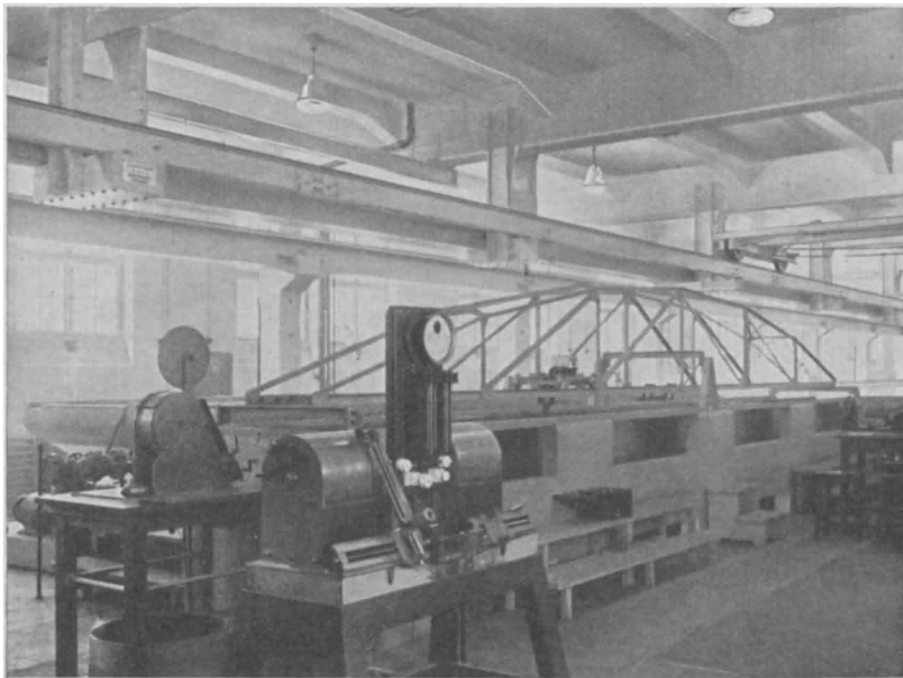


Abb. 6. Ansicht des Trimmtanks mit Schienenbrücke für Ahlborn-Versuche, freifahrende Propeller nach Methode Wellenkamp usw. Links vorn Wellenkamp-Meßapparate. Unter dem Tische der Wellenkamp-Brunnen.

im Boden und in beiden Seitenwänden. Für einen etwaigen Scheibenbruch ist die Beobachtungsgrube so groß dimensioniert, daß sie das ausfließende Wasser aufnehmen kann. Das Tankprofil besitzt runde Kimm, damit die Rinne durch Schotte unterteilt werden kann. Rohrleitungen an beiden Enden und eine kräftige Zentrifugalpumpe geben die Möglichkeit zu Strömungs- und Trockendockversuchen. Die Schotten haben einen U-Profilrahmen, der mit Führungsbolzen in Dübellöcher des Tankbodens eingesetzt und am Randprofil des Tanks verschraubt wird. Zur Abdichtung dient ein elliptischer Gummischlauch, der im

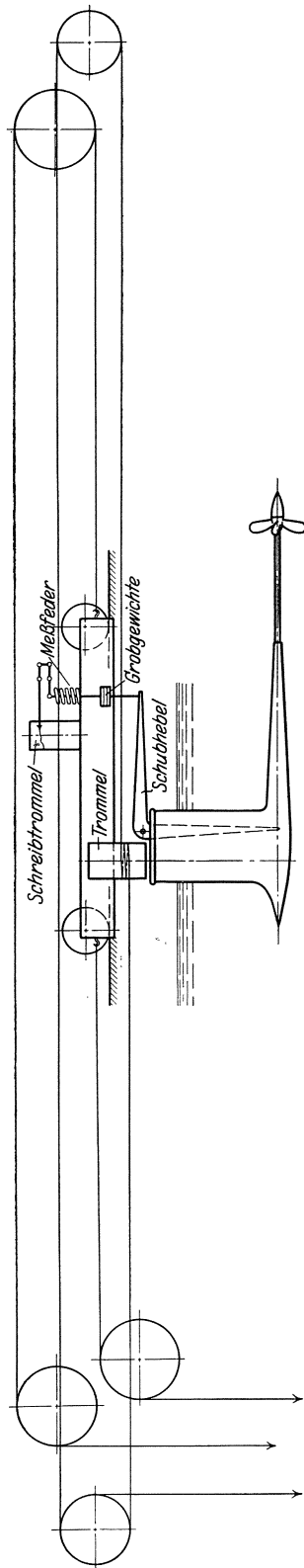


Abb. 7. Skizze des Meßverfahrens bei Versuchen mit freifahrenden Propellern nach Methode Wellenkamp (2). Entwurf von Dr. W. Schmidt.

U-Profil gelagert ist und wie ein Fahrradschlauch auf-  
gepumpt wird. Eine Wasserstrahlpumpe dient zum  
Absaugen von Sinkstoffen. Das Abrahmen der ge-  
samten Wasserfläche geschieht über Nacht. An dem  
dem Sielüberlauf entgegengesetzten Beckenende wird  
ein Wasserzulauf ganz wenig geöffnet. Die Folge ist,  
daß die Staubschicht als Ganzes in außerordentlich  
dünner Schichtdicke über den Überlauf abschwimmt.  
Es wäre ein interessanter Versuch, hierbei ihre Zer-  
reißfestigkeit zu bestimmen. Über dem Glastank  
kann eine Fachwerkbrücke aufgesetzt werden (Abb. 6).  
Sie trägt eine Schienenbahn mit Wagen und dient für  
Versuche nach Ahlborn (5), für Propellerversuche mit  
Wellenkamptrieb (Abb. 7), als Schleppbahn im klei-  
nen, für Oszilloskop- und Kavitationsversuche usw. (6).

In seiner jetzigen Größe bietet der Versuchstank  
nicht genügend Arbeitsplätze. Hier wird ein großer  
Laboratoriumsneubau, welcher seiner Vollendung ent-  
gegengieht, Abhilfe verschaffen. Durch ihn wird das  
Nachkriegskompromiß insofern wieder etwas ver-  
bessert, als das Verbrennungskraftmaschinenlabora-  
torium dorthin verlegt wird. Der auf diese Weise  
frei werdende Raum gestattet eine Verlängerung des  
Tankraumes um 25 m (Abb. 8). Das Bassin soll als-  
dann zwei weitere Trimm tanks erhalten, die gleich-  
zeitig als Auslauf für Schleppversuche dienen und  
somit die Meßstrecke um ihre volle Länge vergrößern.  
Auf diese Weise wird dann auch der zweite, schon vor  
dem Baukompromiß gebohrte Wellenkampbrunnen  
endlich seiner eigentlichen Bestimmung zugeführt.  
In dem hinzugewonnenen Raume sollen dann auch die  
Modell-Bearbeitungsmaschinen aufgestellt werden,  
welche jetzt noch aushilfsweise in einer Notbaracke  
montiert sind. Einstweilen ist allerdings dieses  
Umbauprojekt aus finanziellen Gründen noch zurück-  
gestellt worden.

Die Erfahrungen, die in 10 Übungssemestern in  
dem Laboratorium gesammelt werden konnten, sind  
etwa folgende:

Ein Laboratorium nach Art einer verkleinerten  
Schleppversuchsanstalt, also eine kleine Einzelschlepp-  
rinne mit Wagen (7), eignet sich allenfalls für For-  
schungszwecke und Demonstrationsversuche, nicht  
aber für Eigenversuche von Studierenden.

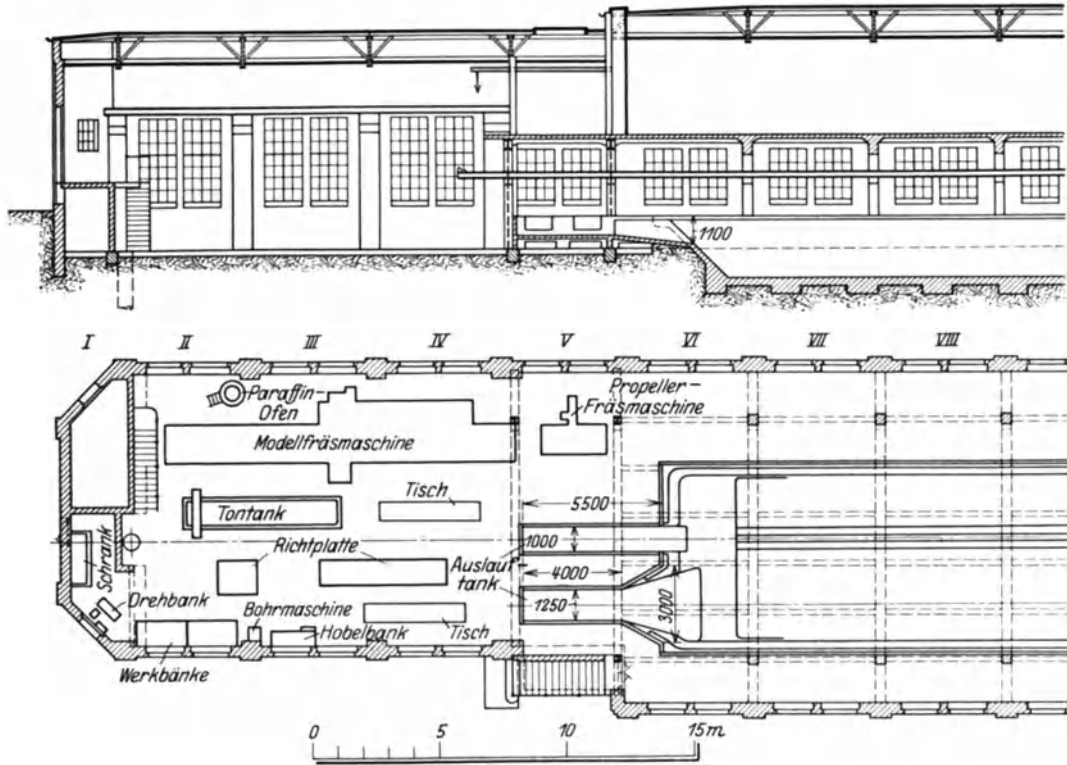


Abb. 8. Entwurf für die Vergrößerung des Schiffbaulaboratoriums unter Inanspruchnahme des Raumes des jetzigen Verbrennungskraftmaschinenlaboratoriums. Anbau zweier neuer Trimm tanks und Aufstellung der Modellbearbeitungsmaschinen.

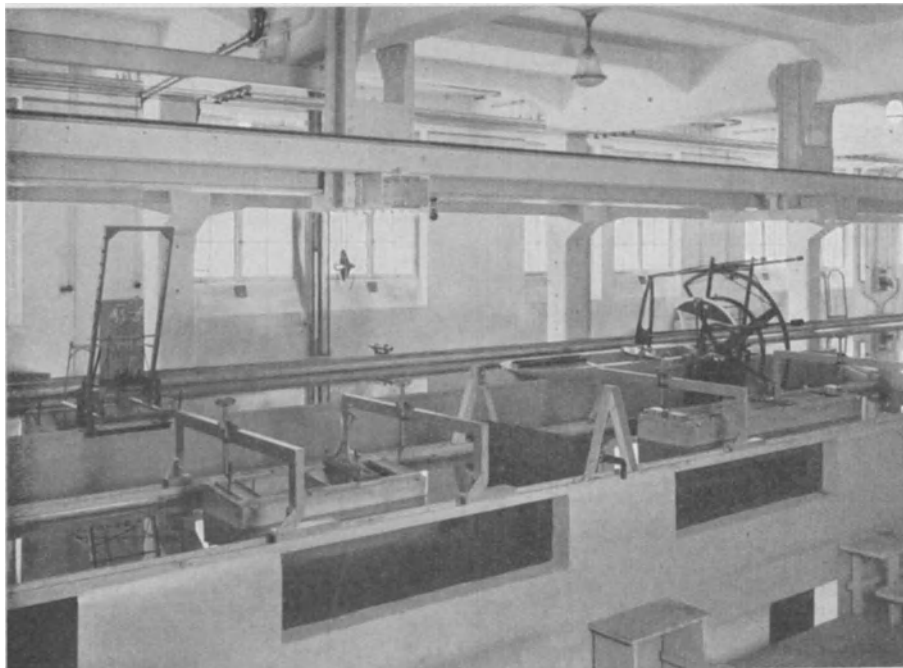


Abb. 9. Versuchsanordnung für 4 gleichzeitige Stabilitätsversuche. Im Vordergrund links Krängungsversuch mit Pendel rechts mit Spiegelanordnung. Links hinten Metazentrumindikator, rechts Momentenindikator.

Für Übungsversuche sind viele Einzelarbeitsplätze (Abb. 9) notwendig.

Es sind in weitem Maße Einführungsversuche vorzusehen (Stabilitätsversuche mit geometrischen Modellen zur Bestimmung der Meßfehler).

Jeder Handgriff muß selbst ausgeführt werden, es dürfen daher die Versuchsgruppen aus nicht weniger als zwei und nicht mehr als vier Studierenden bestehen.

Ein Entwurf für ein Schiffbaulaboratorium hat dementsprechend etwa vorzusehen:

I. Eine Modellwerkstatt. Hier werden die Modelle von den Studierenden selbst hergestellt;

II. eine erste Schlepprinne mit Strand für Froudeversuche. Länge 50 m, Breite 2,5 m, Tiefe 1,5 m. Hierzu zwei leichte, durch Kran abhebbare Versuchswagen für Modell- und Propellerversuche, Innenantrieb usw. (8);

III. eine zweite Schlepprinne von etwa 45 m Länge bei gleichem Querschnitt für Wellenkampversuche mit je einem Brunnen an jedem Ende. Der Brunnen-durchmesser darf keineswegs zu klein sein, etwa 0,8—1,0 m (2);

IV. für Stabilitäts-, Dock- und Strömungsversuche, für Ruderversuche, Stapellauf usw. ist ein größeres Becken mit anschließenden Glasfenstertanks nötig. Für das größere Becken reichen die Abmessungen  $30 \cdot 7 \cdot 2,5 \text{ m}^3$  aus, für die anschließenden Glasrinnen  $15 \cdot 1 \cdot 0,5 \text{ m}^3$ . Diese Rinnen werden durch herausnehmbare Schotten in Einzellängen von 3 m eingeteilt. Für alle Rinnen sind Rohrverbindungen mit einer sehr leistungsfähigen Kreiselpumpe vorzusehen, um den Wasserstand beliebig hoch oder tief einstellen sowie um Strömung erzeugen zu können. Ebenfalls werden auf allen Rinnen Schienenanlagen vor-gesehen;

V. eine Krananlage für den Modelltransport und zum Auswechseln der Wagen verbindet die Modellwerkstatt mit den Versuchsrinnen;

VI. ein Vakuumtank mit Wasserheizvorrichtung, ein kleines Glasbecken für Oszilloskopversuche (Kavitation), ein Strahldruckmeßapparat usw. sind weitere Arbeitsplätze.

### Die Versuchseinrichtung.

Der Bestand des Schiffbaulaboratoriums an Apparaten und Versuchsvorrichtungen umfaßt gegenwärtig:

#### I. Tankraum.

##### a) Apparate für statische Versuche.

1. 6 geometrische Modelle (Abb. 10 u. 11),
  - 1 Leckponton (Abb. 12),
  - 1 Schiffmodell (Frachtdampfertyp),
  - 2 Schiffmodelle (Frachtdampfertyp, sehr klein).
  - 1 Schiffmodell (Schnelldampfertyp),
  - 1 Schiffmodell (Fischdampfertyp),
  - 1 Schiffmodell (Kreuzertyp),
  - 1 Schiffmodell (Schleppertyp).
2. Metallballastgewichte,
  - 1 Schrotballastgewichte.
3. Pendelapparat (Abb. 13).
4. Spiegelapparat (9): Spiegel, Fernrohr, Meßlatte (Abb. 14).

5. 2 Satz Mittenführungen (Abb. 15).
  6. 2 Satz Hülsentrimmnadeln (Abb. 16a),
    - 1 Satz Harkentrimmnadeln (Abb. 16b),
    - 2 Satz Aufmeßtrimmnadeln (Abb. 16c),
    - 1 Satz Schublehren f. Trimmnadeln.
  7. Ansatzhölzer (kreisförmig und rechteckig).
  8. Vorrichtungen für flüssige Ladung: Tanks, feste Gewichte, Holzunterlagen.
  9. Lochplatte für exzentrische Belastung (projektiert).
  10. Deplazementsindikator.
  11. Metazentrumindikator (10).
  12. Momentenindikator (11).
- ##### b) Apparate für dynamische Versuche.
1. Charlottenburger Schlinger- und Krängungsapparat (4).

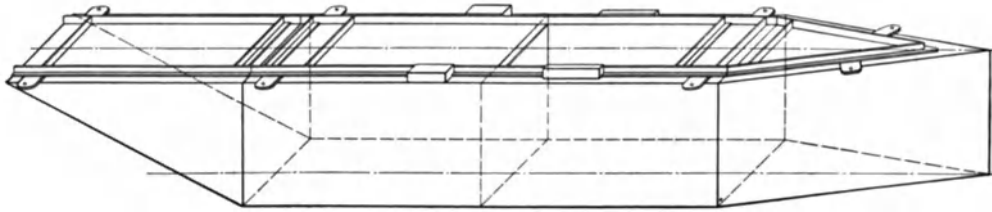


Abb. 10. Modell: Geometrisches Schiff, aus 3 Einzelmodellen zusammenschraubt. Das parallele Mittelschiff ist Modell MI, welches für sich allein zu den meisten Einführungsversuchen Verwendung findet.

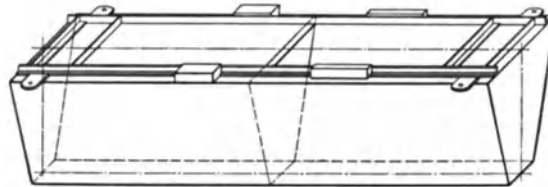


Abb. 11. Modell III mit trapezförmigem Spantquerschnitt.

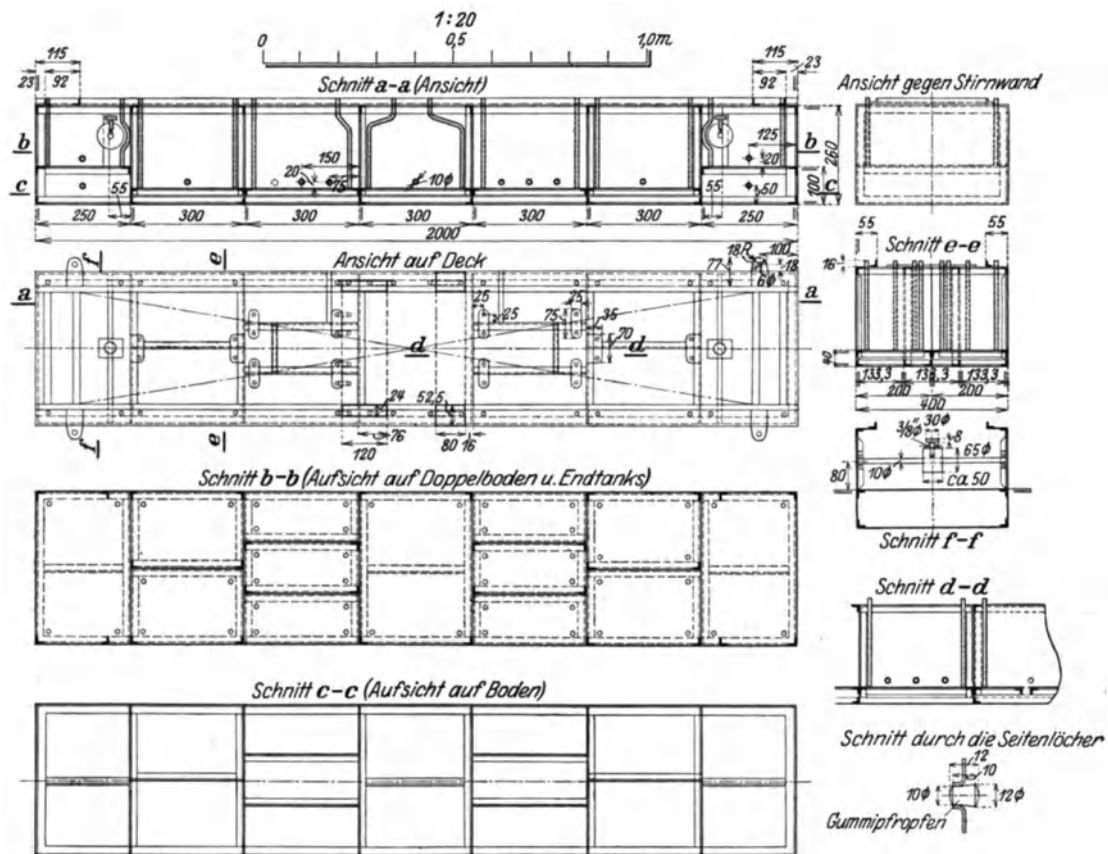


Abb. 12. Leckponton. Jede Doppelbodenabteilung kann durch 4 Eckröhrchen beflutet und gelenzt werden. Die übrigen Schiffsräume können durch herausnehmbare Gummipropfen abgedichtet bzw. leck gemacht werden.



2. Strahldruckmeßapparat (12).
  3. Ein Geigeruhrwerk mit Zeitregistrierung und 5 Kontakten.
  4. Zirkulationspumpe für den Glastank.
  5. Oszilloskop (13).
- c) Schleppapparatur.
1. 1 Schleppwagen mit Schaltpult.
  2. 1 Modelldynamometer (3).
  3. 1 Schraubendynamometer (3).
  4. 2 Innenantriebsapparate nach Froude.
  5. 2 Geschwindigkeitsmeßvorrichtungen nach Wellenkamp (2) (Abb. 6).
  6. Modellschleppvorrichtung nach Wellenkamp (2).
  7. Beschleunigungsapparat (bewilligt) (Abb. 17).
  8. Schienenbrücke für Glastank (Abb. 6).
  9. Propellerwagen hierzu (in Bearbeitung) (Abb. 7).
  10. Apparate für Innenantrieb nach Wellenkamp (2).
- d) Sonstige Ausrüstungsgegenstände:
1. 1 Dezimalwaage.
  2. 1 Feinwaage.
  3. 2 Schotte für Glastank.
  4. Wasserstrahlpumpe für Glastank.
  5. 6 fahrbare Ablegetische für Modelle.
  6. 5 Schauschränke.
  7. 1 Modelltransportwagen.
  8. 2 Modelltransporttraversen.
  9. 2 Werkbänke.
  10. 1 Feinmechanikerdrehbank.
  11. 1 kleine Bohrmaschine.
  12. 1 Hallenkran für 1000 kg.
  13. 1 Stahlschlängenzug für 1000 kg.
  14. Tafeln, Tische, Böcke für Vortragzwecke.
- II. Modellwerkstatt.
1. 1 Paraffinofen.
  2. 1 Tontank  $6 \cdot 1 \cdot 0,63 \text{ m}^3$ .
  3. 1 Randfräsmaschine.
  4. 1 Modellfräsmaschine (Lloydanstalt Bremerhaven).
  5. 1 Propellerfräsmaschine.
  6. 2 gußeiserne Aufreißtische  $5 \cdot 1 \text{ m}^2$  und  $1,6 \cdot 1,35 \text{ m}^2$ .
  7. 2 Bearbeitungstische (beantragt).
  8. 1 Hobelbank (beantragt).
  9. Modellregale (beantragt).
  10. Propellerformerei und Gießerei.
  11. 2 Propelleraufmeßapparate.

Einführungsversuche. Die Einführungsversuche sollen den Neuling mit den ersten technischen Schwierigkeiten des Versuchswesens vertraut machen. Er soll einen genauen Überblick über die Zuverlässigkeit und die Genauigkeit seiner Messungen bekommen. Die hierzu erforderlichen geometrischen Modelle dürfen nicht zu klein sein, da sonst die kleineren Werte, wie Zusatzstabilität usw.,

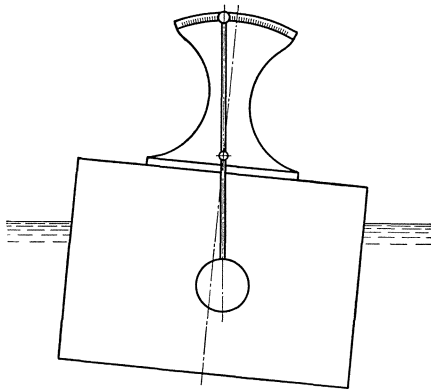


Abb. 13. Pendelapparat mit Nonius und Lupe. Ablesegenauigkeit 1'.

in den Fehlerbereich der Messungen fallen. Sie dürfen andererseits nicht zu schwer werden, damit sie noch ohne Kran transportabel sind. Das hauptsächlich im Schiffbaulaboratorium zu Hamburg benutzte Modell „MI“ ist ein Parallelepiped von den Abmessungen  $1 \cdot 0,4 \cdot 0,26 \text{ m}^3$ . Es wiegt rund 30 kg (Abb. 10). Leider mußten seinerzeit alle geometrischen Modelle aus Zinkblech von 1,3 mm Dicke angefertigt werden. Zinkblech eignet sich schlecht zu diesem Zwecke, da es einer Dauerbelastung nachgibt. Die Herstellungsgenauigkeit muß unterhalb einer Toleranz von 0,1 mm bleiben,

denn alle Versuchswerte sollen in den Zehntelmillimeterwerten noch zuverlässig sein.

Die geometrischen Modelle erhalten Trimmklappen zum Anbringen der Trimmnadeln (Abb. 16). Von diesen gibt es 3 Arten.

1. Die normale, über einen gewissen Bereich verstellbare Hülsentrimmnadel mit Verlängerungsstücken.

2. Die für besonders sorgfältige Versuche bestimmte Harkentrimmnadel, bei welcher die Harkenspitzen von der Mitte ab um je 0,2 mm zu- bzw. abnehmen, mit einer besonderen Einstellschneide an der Rückseite.

3. Die zum nachträglichen Aufmessen einer sich im Verlauf des Versuches einstellenden Schwimmelage bestimmten Nadeln mit Feineinstellung über Wasser

und Ablesevorrichtung. Sie stellen eine Vereinigung von Trimmnadel und Schublehre dar und werden bei Versuchen mit dem Leckponton oder „Schiff auf Fels“ usw. gebraucht.

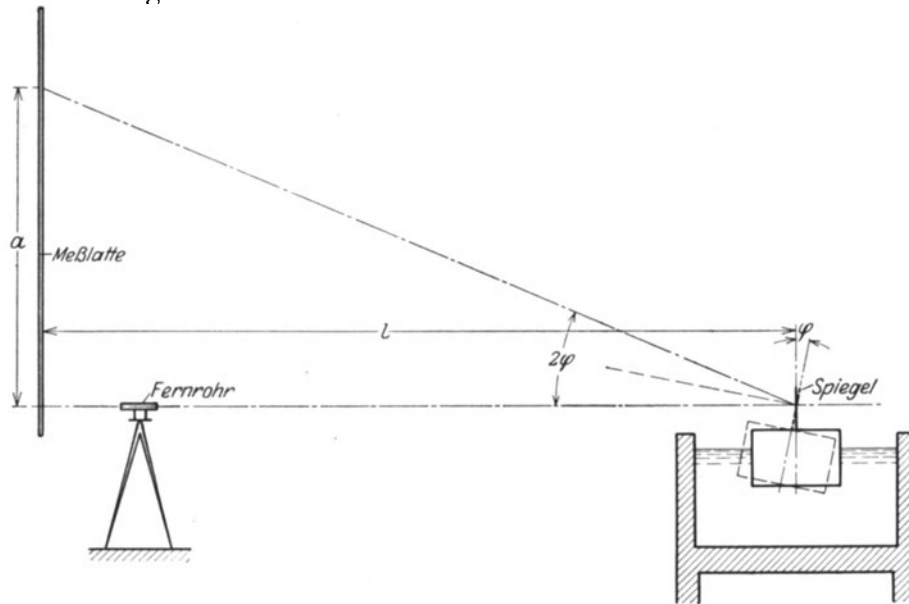


Abb. 14. Spiegelapparat: Fernrohr, Spiegel, Meßplatte, Ablesegenauigkeit je nach optischer Vergrößerung und Meßentfernung  $l$ .

Um die Modelle auf den von den Nadeln gekennzeichneten Tiefgang zu bringen, benutzt man Ballastgewichte. Diese müssen unverrückbar fest liegen. Ihre seitliche Lage sowie die Schwerpunktshöhe müssen sich leicht aufmessen lassen. Zudem müssen sie säulenartig gestapelt werden können. Zweckmäßig sind daher

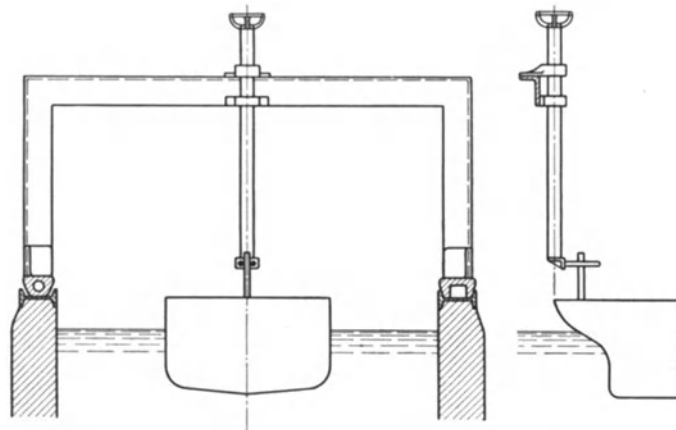


Abb. 15. Mittenführung für Krängungsversuche mit dem Spiegelapparat usw.

rechteckige Metallstücke von der Gewichtseinheit 2 kg mit Dübeln und Dübellöchern und einer entsprechend gelochten Fundamentplatte in den Modellen. Zur genauen Einstellung der Neigungslage bei gegebener Verdrängung sind noch kleine, zum Modellgewicht rechnende Verschiebegewichte auf mit Millimeter-einteilung versehenen Verschiebestangen nötig. Diese Verschiebegewichte können

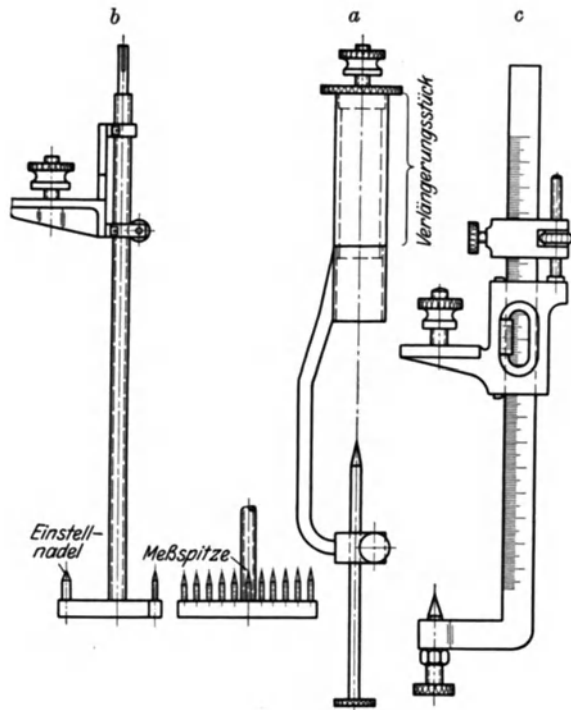


Abb. 16. *a* Hülsestrimmnadel, *b* Hakenstrimmnadel, *c* Ausmeßstrimmnadel (Dahmsnadel).

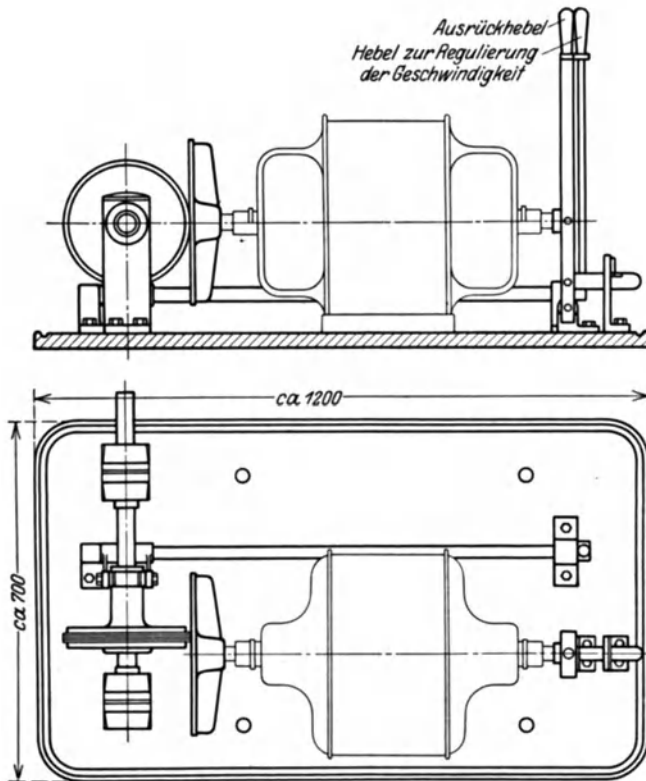


Abb. 17. Antrieb für die Beschleunigungsrichtung zum Wellenkampfschleppverfahren. Entwurfsvorschlag der Firma Losenhausen, Düsseldorf-Gratenberg.

weiter für Krängungsversuche benutzt werden. Da jedoch hier die genaue Seitenverschiebung von grundlegender Bedeutung ist, eignen sich hierzu besser besondere Krängungsgewichte (Abb. 18), die auf einer exakt geteilten Zahnstange mit Federklemmung sitzen, sofern nicht direkt mit den Ballastgewichten auf der Lochplatte gearbeitet wird.

Zum Aufmessen des Krängungswinkels dient ein Pendel mit Winkelquadrant, Nonius und Lupe für Minutenablesung (Abb. 13), oder ein Spiegelapparat (9) (Abb. 14). Ein Spiegelapparat kann ohne Schwierigkeiten Ablesegenauigkeiten von wenigen Sekunden erreichen.

Bestimmte Versuche erfordern eine sehr kleine Anfangsstabilität. Da hierfür das Eintrimmen der Modelle sehr ungenau wird, läßt sich mit vertikal verschiebbaren Ballastgewichten die Eintrimmung bei vergrößerter Anfangsstabilität leicht und genau durchführen, worauf dann nachträglich durch Rückverschiebung der Gewichte der vorgeschriebene Zustand wieder eingestellt wird. Bei größeren Modellen ist hierzu der von der Charlottenburger Versuchsanstalt entlehnte Apparat (4) sehr geeignet.

Es ist bemerkenswert, wie groß mit den einfachen, eben besprochenen Vorrichtungen sogar unter erschwerten Bedingungen, d. h. bei Verwendung des Krängungspendels und der Verschiebegewichte auf der ungezahnten, nur mit Millimeteinteilung versehe-

nen Verschiebestange die Versuchsgenauigkeit ist. Es sei ein einfacher Krängungsversuch mit Modell I untersucht. Das Modell hat die Abmessungen  $L = 1,00$  m,  $B = 0,40$  m,  $H = 0,26$  m. Es werde auf  $T = 0,18$  m eingetrimmt. Das Eigengewicht des Modells wird auf der Dezimalwaage mit einem mittleren Fehler von  $\pm 4$  g bestimmt. Das Verschiebegewicht beträgt  $p = 0,75$  kg. Der mittlere Einstellfehler der Verschiebestrecke  $s$  beträgt  $\pm 0,1$  mm. Der Krängungswinkel  $\varphi$  wird mit Lupe und Nonius mit einer Toleranz von  $\sim \pm 0,4$  Minuten = Arcusmaß  $\pm 0,0001$  abgelesen. Unter diesen Voraussetzungen ist der mittlere Fehler des Gesamtversuches bei einer Einzelablesung nach der Fehlertheorie von Gauß bei den verschiedenen Anfangsstabilitäten von 0,0 bis 6,0 cm und den verschiedenen  $\text{tg } \varphi$ -Werten von 0,00 bis 0,20 in Tab. I unter Zugrundelegung der exakten Formel

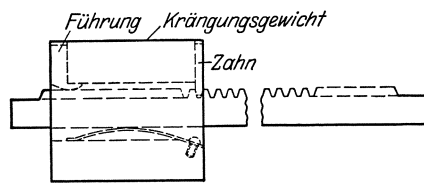


Abb. 18. Verschiebbares Krängungsgewicht mit Präzisionseinstellung auf Zahnstange, Maßeinteilung, Zahnabstand 5 mm.

$$\overline{M_B G} = \frac{p \cdot s}{P \text{tg } \varphi} - \frac{J}{V} (1 + \frac{1}{2} \text{tg}^2 \varphi)$$

berechnet.

Tabelle I. Mittlerer Fehler in Hundertstel Millimeter.

$\text{tg } \varphi$	$\overline{M_B G}=0,0$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0,00	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
0,01	1,0417	1,1560	1,4448	1,8273	2,2562	2,7097	3,1771	3,6532	4,1349	4,6221	5,1090	5,5995	6,0915
0,02	0,5208	0,5788	0,7237	0,9152	1,1299	1,3567	1,5906	1,8287	2,0697	2,3127	2,5570	2,8023	3,0484
0,03	0,3472	0,3867	0,4838	0,6118	0,7552	0,9065	1,0626	1,2215	1,3822	1,5443	1,7072	1,8709	2,0350
0,04	0,2605	0,2909	0,3644	0,4608	0,5686	0,6823	0,7995	0,9188	1,0395	1,1612	1,2835	1,4064	1,5296
0,05	0,2084	0,2337	0,2931	0,3705	0,4570	0,5481	0,6421	0,7376	0,8343	0,9317	1,0298	1,1281	1,2269
0,06	0,1737	0,1957	0,2459	0,3108	0,3831	0,4592	0,5377	0,6174	0,6982	0,7795	0,8613	0,9434	1,0258
0,07	0,1490	0,1688	0,2124	0,2684	0,3306	0,4085	0,4635	0,5320	0,6013	0,6712	0,7414	0,8119	0,8827
0,08	0,1305	0,1487	0,1874	0,2368	0,2914	0,3489	0,4080	0,4681	0,5289	0,5901	0,6516	0,7134	0,7754
0,09	0,1162	0,1333	0,1683	0,2126	0,2614	0,3126	0,3653	0,4189	0,4730	0,5276	0,5824	0,6374	0,6927
0,10	0,1048	0,1211	0,1532	0,1934	0,2375	0,2839	0,3314	0,3798	0,4286	0,4779	0,5273	0,5770	0,6268
0,11	0,0955	0,1113	0,1411	0,1779	0,2183	0,2606	0,3040	0,3481	0,3926	0,4375	0,4826	0,5279	0,5733
0,12	0,0878	0,1032	0,1310	0,1652	0,2024	0,2414	0,2813	0,3218	0,3627	0,4040	0,4454	0,4871	0,5287
0,13	0,0815	0,0965	0,1228	0,1546	0,1893	0,2254	0,2624	0,3000	0,3379	0,3761	0,4145	0,4530	0,4916
0,14	0,0761	0,0910	0,1159	0,1458	0,1782	0,2119	0,2464	0,2814	0,3168	0,3524	0,3881	0,4240	0,4600
0,15	0,0715	0,0863	0,1101	0,1384	0,1688	0,2005	0,2329	0,2658	0,2989	0,3323	0,3658	0,3995	0,4332
0,16	0,0676	0,0822	0,1050	0,1317	0,1605	0,1903	0,2209	0,2517	0,2830	0,3143	0,3459	0,3775	0,4093
0,17	0,0643	0,0789	0,1008	0,1264	0,1536	0,1819	0,2107	0,2400	0,2694	0,2991	0,3289	0,3588	0,3887
0,18	0,0615	0,0761	0,0974	0,1218	0,1478	0,1747	0,2021	0,2299	0,2579	0,2860	0,3143	0,3427	0,3712
0,19	0,0590	0,0737	0,0942	0,1175	0,1424	0,1679	0,1941	0,2204	0,2471	0,2738	0,3007	0,3277	0,3548
0,20	0,0570	0,0716	0,0916	0,1140	0,1378	0,1623	0,1873	0,2125	0,2379	0,2635	0,2892	0,3149	0,3408

Aus der Tabelle ist der große Wertunterschied der Krängungsversuche bei kleiner und großer Anfangsstabilität sowohl wie auch bei großem und kleinem Krängungswinkel zu ersehen. So ist z. B. ein Einzelversuch bei  $\overline{M_B G} = 0,00$  cm und  $\text{tg } \varphi = 0,20$  rund 84 mal soviel wert wie ein Versuch bei gleicher Anfangsstabilität und  $\text{tg } \varphi = 0,02$  oder 286 mal soviel wert wie ein Versuch bei  $\overline{M_B G} = 6,00$  cm und  $\text{tg } \varphi = 0,02$ . Da nun im Laboratorium nie Einzelkrängungsversuche, sondern stets Serienkrängungsversuche gemacht werden, indem die Verschiebestrecke  $s$  auf Progressivwerte eingestellt wird, so ist bei der Tabellenrechnung die zu bestimmende Konstante der Anfangsstabilität strenggenommen nicht einfach als arithmetisches Mittel der Einzelwerte zu berechnen, sondern mit

Hilfe der Bewertungsfaktoren als allgemeines arithmetisches Mittel. Ob man allerdings derartige Feinheiten von den Laboranten verlangen wird, ist eine Frage für sich.

Das eine muß jedenfalls immer wieder hervorgehoben werden, daß es für alle Fragen der angewandten Mathematik, Geometrie und Mechanik kaum ein fruchtbareres Arbeitsfeld gibt als das Schiffbaulaboratorium bei Verwendung geometrischer Modelle (11).

Schon das Modell „M III“ mit dem trapezförmigen Spantenriß (Abb. 11) ist rechnerisch viel schwieriger zu bearbeiten, da die Verdrängungsschwerpunktskurve eine Hyperbel ist, also die Zusatzstabilität  $\overline{M_\varphi M_B}$  nicht der einfachen Parabelformel

$$\overline{M_\varphi M_B} = \frac{J_{\min}}{V} \cdot \frac{1}{2} \operatorname{tg}^2 \varphi,$$

sondern der Gleichung

$$\overline{M_\varphi M_B} = \frac{J_{\min}}{V} \cdot \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha \operatorname{tg}^2 \varphi}} - 1 \right)$$

folgt, worin  $\alpha$  der Neigungswinkel der Spantschenkel zur Vertikalen ist.

Sehr viele Umständlichkeiten für die Ausrechnungen der Studierenden lassen sich hier durch mit der Rechenmaschine aufgestellte Tabellen beseitigen, denn in vorliegendem Falle z. B. ist mit  $J_{\min}/V = b$

$$\frac{\overline{M_\varphi M_B}}{b} = \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{\operatorname{tg}^2 \alpha} \left( \frac{1}{\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha \operatorname{tg}^2 \varphi}} - 1 \right)$$

nur noch eine Funktion des Krängungswinkels  $\varphi$ , da  $\operatorname{tg} \alpha$  eine Modellkonstante ist. Vom didaktischen Standpunkt sind die Tabellen jedoch nachteilig, da sie über Anwendungsschwierigkeiten hinwegtäuschen. Es handelt sich in den meisten Fällen um relativ kleine Wertdifferenzen, um flache Kurven. In diesen Fällen bietet die Ausrechnung einer Wurzel, wie etwa  $\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha \operatorname{tg}^2 \varphi}$ , große Schwierigkeiten, sofern man nicht auf den Ausweg verfällt, sie nach dem binomischen Lehrsatz in eine Reihe zu entwickeln. Es ist für die Studierenden in vielen Fällen einfacher, einen Versuch durch einen theoretischen Ansatz richtig wiederzugeben, als die Gleichung dann zahlenmäßig zu berechnen. Den Kopf einer Tabelle aufzustellen, eine Reihe zu entwickeln, bietet häufig die schwersten Hindernisse. Eine Parallele besteht hierzu auch noch insofern, als nach Verteilung der Aufgaben für eine Übung wieder viele Studierende die Aufgabe wohl theoretisch verstehen, aber den Versuch nicht ansetzen können.

In Fällen untergeordneter Bedeutung kann die Zusatzstabilität vernachlässigt werden. Sie kann als Fehlergröße in die Rechnung eingesetzt werden. Für die Annäherungsgleichung

$$\overline{M_B G} \approx \overline{M_\varphi G} = \frac{p s}{P \operatorname{tg} \varphi}$$

ist der so entstehende Fehler unter sonst mit Tabelle I gleichen Voraussetzungen berechnet in Tabelle II.

Tabelle II. Mittlerer Fehler in Hundertstel Millimeter.

$\text{tg } \varphi$	$\overline{M_B G} = 0,0$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0,00	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
0,01	1,0423	1,1940	1,5629	2,0340	2,5513	3,0918	3,6450	4,2061	4,7722	5,3417	5,9137	6,4874	7,0626
0,02	0,5415	0,6152	0,7958	1,0284	1,2850	1,5539	1,8296	2,1095	2,3920	2,6764	2,9621	3,2487	3,5361
0,03	0,4813	0,5195	0,6193	0,7567	0,9149	1,0848	1,2618	1,4432	1,6275	1,8139	2,0018	2,1908	2,3806
0,04	0,6473	0,6639	0,7106	0,7821	0,8723	0,9760	1,0894	1,2098	1,3352	1,4644	1,5964	1,7307	1,8667
0,05	0,9491	0,9565	0,9779	1,0124	1,0587	1,1153	1,1808	1,2537	1,3329	1,4173	1,5061	1,5984	1,6937
0,06	1,3446	1,3483	1,3590	1,3765	1,4006	1,4310	1,4672	1,5088	1,5554	1,6066	1,6619	1,7209	1,7834
0,07	1,8209	1,8230	1,8289	1,8385	1,8519	1,8690	1,8896	1,9136	1,9410	1,9715	2,0050	2,0414	2,0806
0,08	2,3740	2,3752	2,3787	2,3844	2,3924	2,4026	2,4149	2,4295	2,4461	2,4648	2,4855	2,5082	2,5327
0,09	3,0022	3,0030	3,0052	3,0089	3,0139	3,0203	3,0282	3,0374	3,0479	3,0599	3,0731	3,0877	3,1036
0,10	3,7052	3,7057	3,7072	3,7096	3,7129	3,7172	3,7224	3,7285	3,7355	3,7434	3,7523	3,7620	3,7727
0,11	4,4825	4,4829	4,4839	4,4855	4,4878	4,4907	4,4944	4,4986	4,5034	4,5089	4,5150	4,5217	4,5291
0,12	5,3340	5,33	5,33	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3673
0,13	6,2598	6,26	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2841
0,14	7,2596	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2779
0,15	8,3336	8,33	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3477
0,16	9,4817	9,48	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4927
0,17	10,7039	10,70	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7126
0,18	12,0001	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,0072
0,19	13,3705	13,37	13,37	13,37	13,37	13,37	13,37	13,37	13,37	13,37	13,37	13,37	13,3762
0,20	14,8149	14,81	14,81	14,81	14,81	14,81	14,81	14,81	14,81	14,81	14,81	14,81	14,8196

Während in Tabelle I der Fehler mit zunehmender Krängung immer kleiner wurde, arbeitet dieser Tendenz der entgegengesetzt wachsende Fehler der Zusatzstabilität entgegen. Es gibt daher ein Optimum, welches je nach der Anfangsstabilität bei verschiedenen großer Krängung auftritt. Naturgemäß ist die Versuchsgenauigkeit merklich kleiner geworden.

Die erstaunliche Genauigkeit des mit großer Sorgfalt durchgeführten Laboratoriumsversuches darf keineswegs zu einer Überschätzung des Krängungsversuches im großen führen. Der Idealzustand, wie er im Laboratorium zudem noch bei Verwendung von geometrischen Modellen besteht, ist beim Krängungsversuch im großen nie zu erreichen. Die grundsätzliche Schwierigkeit, den Schnittpunkt zweier fast paralleler Geraden aufzumessen, ist die gleiche. Beobachtet man jedoch bei Laboratoriumsversuchen, wie die kleinsten Ungenauigkeiten in der Einstellung der Krängungsgewichte oder in der Winkelablesung die Ursache zu sehr großen Fehlern werden müssen, so kommt man zu der Meinung, daß die zahlenmäßige Ballastmomentenrechnung zuverlässigere Systemschwerpunktshöhen ergeben wird als der Krängungsversuch im großen mit allen seinen unvermeidlichen Schwierigkeiten und Mängeln, eine Anschauung, in der Dr. Dahmann und Benjamin vollkommen mit mir übereinstimmen.

Eine fühlbare Lücke in der Apparatur für Stabilitätsversuche bildet noch eine Systemschwerpunktswage. Alle Versuche lassen stets nur in irgendeiner Art den Wert der Anfangsstabilität  $\overline{M_B G} = m$  errechnen, setzen also die Kenntnis des Punktes  $M_B$  voraus, um nach Absetzen der empirisch gefundenen Strecke  $m$  den Punkt  $G$  finden zu können. Ist dagegen die Lage von  $M_B$  unbekannt, oder soll die graphische Bestimmung von  $M_B$  empirisch nachgeprüft werden, so ist dies nur durch ein Auswiegen der Schwerpunktshöhe  $OG$  und nachfolgenden Krängungsversuch durchführbar. Leider haben bisher stets die verschiedensten Vorschläge für die Konstruktion einer Systemschwerpunktswage bei ihrer Durchprüfung ergeben, daß die Elastizität der Konstruktion die unbedingt zu for-

dernde Genauigkeit von 0,1 mm nur mit unverhältnismäßig großen Aufwendungen erreichen läßt. Die am meisten Erfolg versprechende Vorrichtung ist in Abb. 19 aufskizziert. Das Schiffmodell wird über den Wasserspiegel hochgehoben und an zwei Stellen in der Symmetrieebene in Schneiden aufgehängt. Die Schneidenlager sind zu kleinen, sehr leicht verschiebbaren Rollwagen ausgebildet, die auf bearbeiteten horizontalen Trägern möglichst reibungsfrei rollen können. Durch

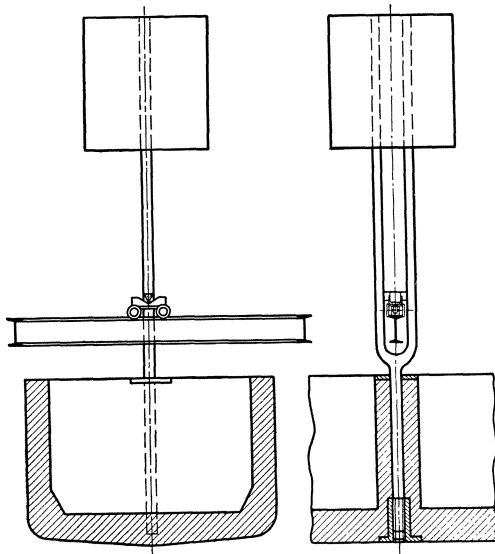


Abb. 19. Schemaskizze für eine Systemschwerpunktswaage.

Gegengewichte über den Schneiden wird der Systemschwerpunkt um ein bekanntes Maß näher an die Schneiden herangeschoben. Nun wird der Momentenindikator angeschlossen und für ein gegebenes Moment der Neigungswinkel abgelesen.

Räumliche Stabilitätsversuche (11). Den Übergang von den Einführungsversuchen zu den rechnerisch viel schwierigeren, räumlichen Krängungs-Momentenversuchen bilden die Aufgabengruppen mit dem Leckponton und „Schiffauf-Fels“-Versuchen bei unsymmetrischer Anordnung. Eine genauere Berechnung der Anfangsstabilität für „MI“ bei Strandung auf einer Ecke des Frontschottes oder auch nur die theoretische Bestimmung des

Feldruckes und der genauen Schwimmelage bedingt schon eine eingehendere Kenntnis der Stabilitätsverhältnisse. Immerhin sind dies noch eindeutige statische Rechnungen. Erheblich höhere Anforderungen an die Laboranten stellen die Nachrechnungen der Aufgaben mit freien Momenten für den Kempfschen Metazentrumindikator (10) oder den aus ihm weiter entwickelten Momentenindikator (Abb. 20). Immerhin können auch für die beiden Apparate die einfachsten ebenen Versuche angesetzt werden.

Auf beide Apparate braucht hier nicht weiter eingegangen zu werden, da sie aus der Literatur (10, 11) schon bekannt sind. Das grundsätzlich Neue an ihnen ist die Möglichkeit, Krängungsversuche mit äußeren Momenten anzustellen, Versuche, bei denen der Systemschwerpunkt an seiner ursprünglichen Stelle bleibt. Derartigen Versuchen liegen immer Extremal betrachtungen zugrunde. Bei geometrischen Modellen läßt sich mit dem Momentenindikator der eigenartige Versuch des hydrostatischen Paradoxons vom schiefen Auftrieb nachweisen, während für Schiffmodelle, namentlich für solche mit kleinem  $L : B$ , die vorne scharf und hinten breit gehalten sind, die sich also der Doppelkeilform nähern, die Möglichkeit besteht, die Hebelarmkurven mit gleichzeitiger Angabe der Trimm- und Gierwinkel aufzunehmen. Graphisch dürfte diese Aufgabe bei nicht geometrischer Formgebung kaum zu lösen sein.

Alle räumlichen Stabilitätsversuche setzen die Kenntnis der Flächentheorie voraus. Als Anschauungsmaterial für die räumlichen Versuche und zur Ein-

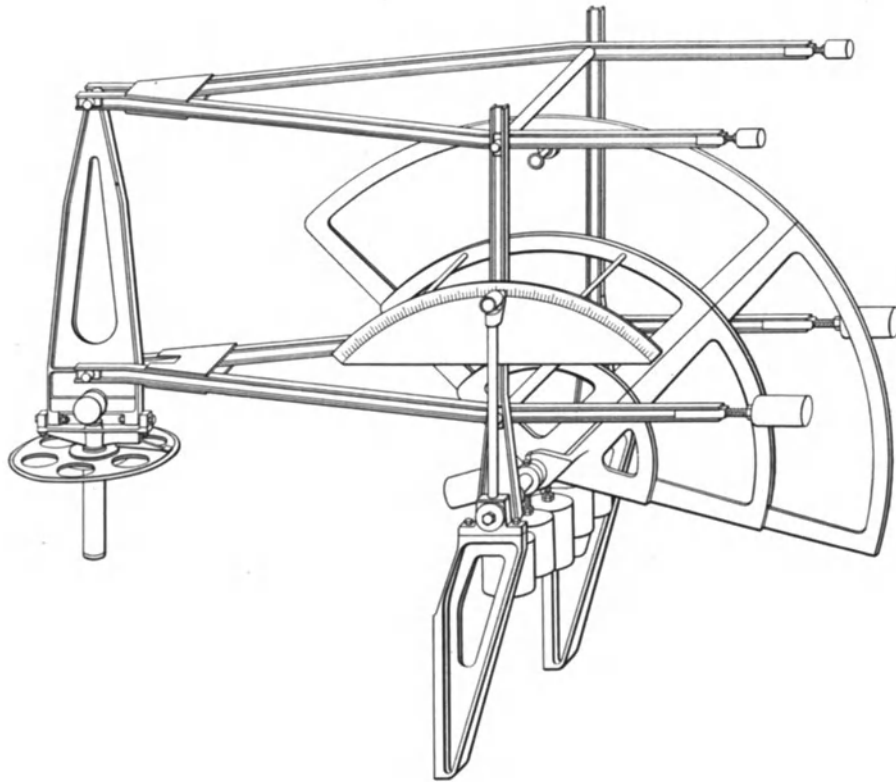


Abb. 20a. Schema-Skizze für den Momenten-Indikator. (Firma H. M a i h a k , A.-G.)

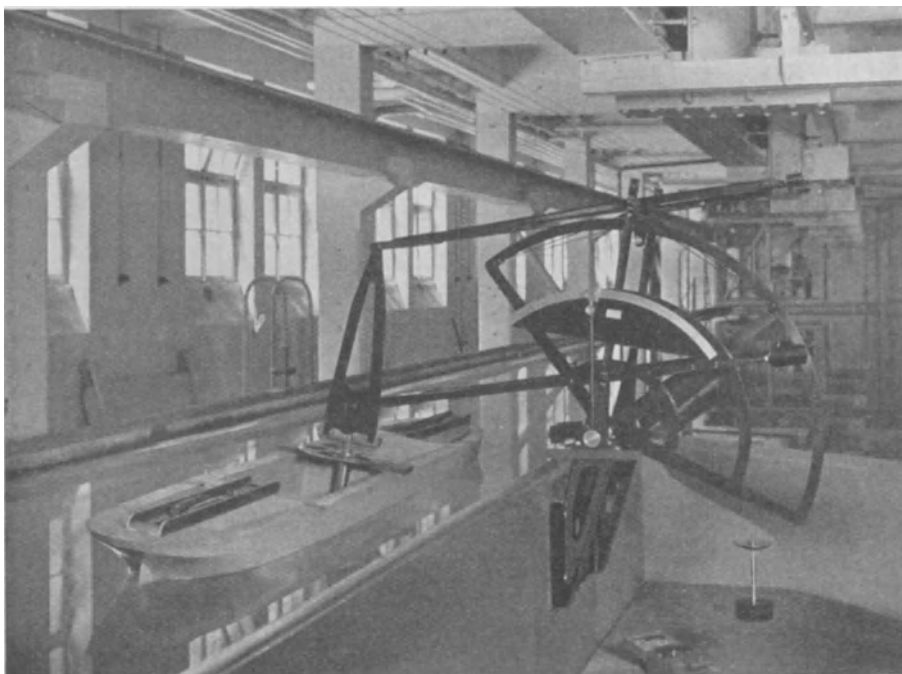


Abb. 20b. Modellkrängungsversuch mit dem Momentenindikator.



führung in die Kenntnis der speziellen Raumflächen, wie Auftriebs- und Stabilitätsfläche, sind materielle Modelle dieser Flächen für bestimmte Standardversuche kaum zu entbehren. Es ist nur nicht einfach, das richtige Material für die Herstellung dieser Flächen zu finden.

Trotz der analytischen Berechnungsschwierigkeiten für zahlenmäßig gegebene Aufgaben sind diese Flächen gleich in den Anfangssemestern ein sehr brauchbares Hilfsmittel bei der ersten theoretischen Besprechung der Stabilitätsbeziehungen. Denn bei geeigneter Herstellung lassen sich sämtliche statischen Stabilitätsversuche an der Auftriebsfläche auf horizontaler Unterlage in exakt gleicher Weise anstellen wie an dem Modell im Wasser. Ich bin daher der Meinung, daß diese Auftriebsflächen, zumal in vereinfachter Zylinderform, beim Unterricht in den nautischen Schulen die für Stabilitätsrechnungen bestehenden Schwierigkeiten wohl beheben könnten. Auch dürften einige Modelle für die in Frage kommenden Deplazements nebst zugehörigen Belastungsgewichten für die charakteristischen Beladungszustände dem Schiffsführer eine mit den Fingerspitzen fühlbare Stabilitätsrechnung ermöglichen, die zweifellos größere Überzeugungskraft besitzt als eine auf halb verstandenen Kurven aufgebaute.

Dynamische Stabilitätsversuche. Die logische Weiterentwicklung der räumlichen statischen Stabilitätstheorie führt zur dynamischen Stabilitätstheorie. Die Massenkräfte jedoch und die verschiedenartigen Schwingungen, die hier auftreten können, ergeben sehr verwickelte theoretische Ansätze. Die besten Unterlagen dürften wohl in der Dissertationsschrift von Horn (14) gegeben sein. Hier bietet sich für das Laboratorium ein sehr weites Arbeitsfeld. Leider sind die Apparaturanforderungen sehr weitgehend. Schon die relativ einfache Aufgabe, die Anfangsstabilität aus ebenen Schlingerbewegungen bei gleicher System-schwerpunktshöhe, aber verändertem Massenträgheitsmoment (vice versa) zu bestimmen (15), erfordert so genaue Zeitmessungen, daß hier nur die Zeitmarkierung nach Geiger mit der abklingenden Sinuskurve und die Wellenkampftrommel Messungen ermöglicht, welche den statischen Krängungsversuchen an Genauigkeit ebenbürtig sind.

Horn ist bei seiner Dissertationsschrift von der Wellengestaltung der Wasseroberfläche ausgegangen. Ich möchte von der Auftriebsfläche ausgehen und zunächst Eigenschwingungen und erzwungene Schwingungen auf theoretisch glatter Wasserfläche berechnen. Die Abweichungen der stürmisch bewegten See von diesen Voraussetzungen ergeben die Impulsquelle.

Diese Untersuchungen liegen im Interesse der Theorie sowohl wie auch der Praxis (16), denn ein nicht unwesentlicher Punkt in den Schwierigkeiten der Schiffsfestigkeitsuntersuchungen ist die ungeklärte Frage über die Größe der äußeren Kräfte im stürmischen Seegang. Es besteht zur Zeit noch keine Meßmethode für die Kraftimpulse von See und Sturm. Man kann heute wohl Meereswogen photographieren und dann aufmessen, man kann auch die relativen Luftgeschwindigkeiten registrieren, aber ihre dynamischen Kraftauswirkungen kennt man damit noch nicht. Ich möchte nun versuchen, eine Registrierungsmöglichkeit dieser Kräfte in der Weise zu finden, daß ihre Auswirkungen auf das Schiff als

starren Körper gemessen werden. Auf diese Weise, also durch Beschleunigungsmessungen bekannter Massen, möchte ich auf den Unterschied des Zustandes bei glatter See und stürmischer See, auf die Impulsquelle schließen.

Diese Messungen bilden eine notwendige Unterlage für die dynamischen Beanspruchungen des Schiffes. Ob sich entsprechende Messungen auch für lokale Beanspruchungen auswerten lassen, ist eine zweite Frage. Die Schwierigkeiten des Verfahrens sind recht groß und verlangen eine langwierige Vorarbeit im Laboratorium. Zur Beschaffung der notwendigen Apparatur beabsichtige ich, Mittel bei der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft einzuwerben und lege aus diesem Grunde besonderen Wert auf die Besprechung dieses Punktes seitens der Herren Diskussionsredner. Die in Frage kommenden Vorrichtungen, Koordinatenschreiber der Fa. Anschütz und Beschleunigungsmesser, die vielleicht aus solchen für Messungen auf Flugzeugen benutzten weiter entwickelt werden könnten, sind recht kostspielig.

Schleppversuche. Über die Froudeapparatur ist an dieser Stelle nichts Neues zu sagen. Auch zum Wellenkampfschleppverfahren möchte ich nur zwei Punkte erwähnen. Zunächst die Beschleunigungsvorrichtung. Der von Wellenkamp selbst an dieser Stelle (1) besprochene Beschleunigungsapparat mit ablaufenden Ketten sowie die in Lichtenrade entwickelte Sinoidentrommel (2) eignen sich nicht für stundenplanmäßig begrenzte Übungszeiten. Die gegenseitigen Abhängigkeiten von Belastungsgewicht mit seiner Ablauffunktion, Ablaufstrecke und Widerstandsgewicht bedingen für ihre richtige Einstellung eine große Routine, die der auszubildende Laborant nicht hat. Da er nun grundsätzlich seine Versuche selbständig durchführen soll, schaltet eine ausgearbeitete Tabelle für Standardversuche aus. Es erschien am zweckmäßigsten, Zwangsbeschleunigung durch Motorenkraft vorzusehen (Abb. 17). Der Antrieb ist wie bei den Materialprüfmaschinen durchkonstruiert. Die Einwirkung auf das Modell bzw. den Schmidtwagen erstreckt sich nur über die Beschleunigungsstrecke.

Weiter ist der eben erwähnte Schmidtwagen (Abb. 7), eine in Lichtenrade nicht mehr zur Ausführung gekommene Konstruktion von Dr. W. Schmidt, anzuführen. Es handelt sich hier darum, Propeller ohne Schiffsmodell von einem kleinen Wagen mit Wellenkampantrieb zu schleppen. Der Wagen ist unbemannt und wiegt nur wenige Kilogramm. Mit dieser Apparatur, die jetzt nahezu fertig ist, sollen über den Rahmen der Schülerübungen hinaus Kavitationsversuche gemacht werden. Die ganze Vorrichtung ist so kompensiös gebaut, daß der Gedanke naheliegt, sie in einem Vakuumtunnel laufen zu lassen. Für diese Versuche hat die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft 2000 M. zur Verfügung gestellt. Die Versuche werden zunächst in dem heizbaren Glastank vorgenommen.

Im Zusammenhang mit diesen Kavitationsversuchen darf ich auch den von Kempf konstruierten und erprobten Strahldruck-Meßtank (12) Abb. 21 nicht übergehen. Abgesehen von Düsenversuchen, für welche der Apparat gebaut ist, soll er im Laboratorium weitgehendst für Propellerversuche im Düsenstrahl Verwendung finden. Auch in diesen Fällen könnte das Wasser erwärmt werden.

Während der Propellerversuch vor der Düse den Propeller in Fahrt als Propeller im Standversuch erscheinen läßt, bietet die Oszilloskoplampe noch darüber hinaus die Möglichkeit, den beliebig schnell rotierenden Propeller infolge

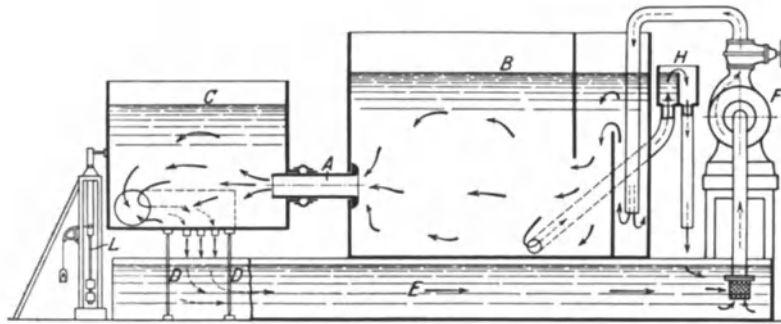


Abb. 21. Strahlendruckmeßtank von Dr. Kempf. (12.)

blitzähnlicher, intermittierender Beleuchtung, deren Kontaktgebung periodisch genau festgelegt ist und von der Antriebswelle selbst gesteuert wird, als stillstehend vorzuführen (13). Wird daher der Propeller mit Winkelbeschleunigung angelassen, so können alle Stadien der Wirbelbildung bis zur vollen Kavitation



Abb. 22. Blick in das Schiffbaulaboratorium.

wie an einem stillstehenden Körper studiert werden. Die einzelnen Phasen lassen sich durch Zeitaufnahmen photographieren.

Zum Schluß möchte ich noch einmal ausdrücklich auf die Strömungsversuche von Ahlborn (5) hinweisen, welche in ihrer nicht zu überbietenden Einfachheit geradezu vorbildlich für den Hauptzweck des Schiffbaulaboratoriums

sind: Klare Anschauungsdarstellungen für die Laboranten zu bieten. Vergl. hierzu auch (17).

Ich möchte nicht schließen, ohne auch an dieser Stelle noch einmal meinen Dank für die andauernde Hilfe mit Rat und Tat seitens Herrn Dr. Kempf, für die treue Mitarbeit der Herren Boccius und Krug und für die materielle Unterstützung der in nachstehendem aufgeführten Firmen sowie der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft in aufrichtigster Weise Ausdruck zu geben.

Die im Schiffbaulaboratorium angebrachte Tafel derjenigen Firmen, welche in schwerster Zeit die Ausrüstung durch namhafte Stiftungen ermöglichten, enthält folgende Namen: AEG., C. Arnoldi, Axien, Bugsier Reederei, A. Calmon A.-G., Conz, Debeg, Deutsche Werft A.-G., Deutsche Vacuum Öl A.-G., Felten & Guilleaume, R. Greis, H.S.V.A., Hamburg-Amerika-Linie, Hütter jun., Jens Müller Söhne, Böttcher-Maihak, Metallwerke A.-G., F. Münzel, Neugebauer & Schybilski Nachf., A. W. Niemeyer, Dr. Oertz, Oertz-Werft A.-G., Rhönitwerk, J. J. Schütt G.m.b.H., S.K.F. Norma, Carl Spaeter G.m.b.H., S.S.W., R. Stahl, Vereinigte Elbeschiffahrts-Ges., Versuchsanstalt Charlottenburg, Werft Uebigau.

#### Literaturübersicht.

- (1) Wellenkamp: Neue Schleppversuchsmethode. Schiffbautechn. Ges. 1908, S. 337.
- (2) Schlichting: Marineversuchsanstalt Lichtenrade. Z. V. d. I. 1923, S. 385.
- (3) Gebers: Die Versuchsanstalt Uebigau. Schiffbau Jg. 8, Nr. 1 u. 2; 10. u. 24. Okt. 1906.
- (4) Eger, Dix, Seifert: Die Königl. Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin. Blatt 13, Fig. 4. Berlin: W. Ernst & Sohn. 1908.
- (5) Ahlborn: Vorträge in den Jahrbüchern der Schiffbautechnischen Gesellschaft Jg. 1904, 1905, 1909.
- (6) Flamm: Die Schiffsschraube und ihre Wirkung auf das Wasser. R. Oldenbourg, München und Berlin 1909.
- (7) v. Nordström (Stockholm): Schiffbaulaboratorium für Schleppversuche an der Königl. Techn. Hochschule. Tekn. Tidskr. 1923, 17. Febr. und 31. März.
- (8) Y. Hiraga: Ein Wort für den kleinen Versuchstank. The Shipbuilder, Sept. 1927, S. 472.
- (9) Schulze: Die Bestimmung des Neigungswinkels beim Krängungsversuch. Schiffbau 1920/21, S. 1265.
- (10) Kempf: Ein Stabilitätsindikator. Schiffbau 1913, 8. Januar; Schiffbautechn. Ges. 1923, S. 370.
- (11) von den Steinen: Die statische Stabilität als stereokinematisches Problem. Werft Reederei Hafen Jg. 1926, S. 535; Jg. 1927, S. 329 u. 498; Jg. 1928, S. 50.
- (12) Kempf: Strahldruck- und Sogmessungen. Schiffbautechn. Ges. 1916, S. 445, Beitrag.
- (13) Elverson-Oszilloskop: Vereinfachte Kurzzeit-Forschung. Z. d. V. d. I. Nr. 41, Jg. 1926, S. 1363. Beobachtungsgerät für schnellaufende Maschinen. Meßtechnik Nr. 7, 1927.
- (14) Horn: Die dynamischen Wirkungen der Wellenbewegung auf die Längsbeanspruchung des Schiffskörpers. Berlin: Julius Springer 1910.
- (15) Dahlmann, Hoppe, Schäfer: Stabilitätsbestimmung am fahrenden Schiff. W. R. H. Jg. 1926, S. 393.
- (16) Kempf und Hoppe: Ergebnisse einer Meßfahrt auf dem Turbinendamfer „Hamburg“ der Hamburg-Amerika-Linie. W. R. H. Jg. 1926, S. 442, 461. Kempf: Resonanzschwingungen von Schiffen im Seegang. W. R. H. Jg. 1926, S. 541.
- (17) Flügel: Strömungsversuche an der Technischen Hochschule Danzig. V. d. I.-Nachrichten vom 3. X. 1928.

#### Erörterung.

Herr Dr.-Ing. Weitbrecht, Berlin:

Herr Dr. von den Steinen hat uns in seinem Vortrag den Aufgabenkreis von Schiffbaulaboratorium und Schleppversuchsanstalt klar umschrieben. Er hat aber selbst gesagt, daß die Punkte 2 und 3 sich in der Praxis sehr stark überschneiden, nämlich Nutzbarmachung neuer Erkenntnisse für die praktische Anwendung und empirische Forschungsarbeiten als Unterlagen zum Weiterbau der Theorie. Es werden doch häufig Fragen auftreten, bei denen man zweifelhaft sein kann, welchem Gebiet sie zuzuweisen sind. Die Berliner Schleppversuchsanstalt, eine Abteilung der Staatlichen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, hat in ihrer Eigenschaft als staatliche Anstalt häufig dringliche Anforderungen von Behörden zu erfüllen, die die rechtzeitige Durchführung schon der Schleppversuche für private Tätigkeit sehr erschweren. Jedenfalls ist, was bei der Gründung der Abteilung beabsichtigt war, nämlich mit der Anstalt

auch ein Übungsfeld für die Studenten der Hochschule zu schaffen, nicht durchführbar, da noch nie so viel freie Zeit zur Verfügung stand, um einen Laboratoriumsversuch einzuschieben. Es ist deshalb beabsichtigt, hier an der Hochschule selbst unter Herrn Professor Horn ein Schiffbaulaboratorium zu schaffen oder das vorhandene auszubauen.

Herr Professor Horn hat mich gebeten, betreffs der Frage, die der Vortragende bei den dynamischen Stabilitätsversuchen angeschnitten hat, sein Bedauern auszudrücken, wegen dringlicher Behinderung nicht selbst hier dazu Stellung nehmen zu können. Er wird sich aber in einem schriftlichen Beitrag mit der Sache auseinandersetzen.

Ich möchte dann noch einige Fragen stellen. Die erste ist von dem Herrn Vortragenden schon bei der Erklärung des Bildes beantwortet worden: wie hoch der Wasserstand auf dem Strand im allgemeinen gehalten wird? Wenn ich recht verstanden habe: bis zur halben Höhe des Strandes.

Dann möchte ich um Auskunft darüber bitten, ob sich nicht bei den Schleppversuchen in den beiden Rinnen, in denen die Modelle nicht in der Mitte geschleppt werden, Einflüsse der gestörten Potentialströmung gezeigt haben.

Drittens hätte ich gern gewußt, ob die Übungen im Laboratorium Pflichtübungen für den Laboranten sind. Die Aufgabe einer Lehranstalt wie der staatlichen Hamburger Anstalten ist ja die Ausbildung der Besucher für die Praxis. Solche Anforderungen aber, wie sie die genaue Durchführung der zuletzt beschriebenen Versuche an den Laboranten stellt, sind in mathematischer Beziehung so groß, daß der Durchschnitt der Hochschulstudenten sie kaum wird bewältigen können. Die Anforderungen in der ersten Stellung in der Praxis nach abgeschlossenem Studium sind meist viel bescheidener. Deshalb würde ich es für richtig halten, wenn eine solche Ausbildung zum Forscher dem freien Ermessen des einzelnen anheimgestellt bleibt.

Herr Dr.-Ing. Kempf, Hamburg:

Meine Herren! Die Ausführungen des Herrn Vortragenden haben gezeigt, daß es Herrn Dr. von den Steinen dank seiner gründlichen und zielbewußten Arbeit gelungen ist, aus dem bösen Kompromiß der Nachkriegszeit ein erfreuliches Ganzes zuwege zu bringen. Im Jahre 1911, als Herr Direktor Zöpke den Vertrag mit Wellenkamp abschloß und beabsichtigte, eine Schleppversuchsanstalt einzurichten, war als ähnliche Anstalt nur die Versuchsanstalt in Michigan vorhanden. Als mir dann die Aufgabe übertragen wurde, ein Schiffbaulaboratorium einzurichten, überlegte ich mir, ob es zu verantworten sei, ein Laboratorium zu bauen, das nur auf Schleppversuche abgestellt ist. Schon damals kamen wir zu dem Entschluß, das Laboratorium so auszubauen, daß die Schleppversuche darin nur einen kleinen Teil der Ausbildung der Schüler ausmachen sollten. Im ganzen sollte das Laboratorium auf Übungen zur angewandten Mechanik und Hydrodynamik abgestellt sein. In diesem Sinne hat es Herr Dr. von den Steinen auch weiter ausgebaut. Ein Novum ist ja ganz besonders schwierig zu gestalten, namentlich ein Laboratorium, dessen Prägung und Ausgestaltung immer stark unter der persönlichen Grundeinstellung des Leitenden stehen wird. In dieser Hinsicht habe ich Herrn Dr. von den Steinen nicht beneidet, als er mein Erbe antreten mußte. Nach seinen Ausführungen möchte ich ihn heute beglückwünschen, denn er hat uns als Leiter eines Laboratoriums, das wohl heute als einziges dieser Art in der Welt gelten kann, aus seinen fünfjährigen Erfahrungen schon allerhand vortragen können.

Er hat an die Darlegung seiner Erfahrungen Wünsche geknüpft. Was den einen dieser Wünsche betrifft, so weiß ich nicht, ob er so zu verstehen ist, daß die einzelnen Rinnen alle gesondert auszuführen sind. Ich glaube, Herrn Dr. von den Steinen kommt es darauf an, daß eine lange Fahrstrecke von ungefähr 45 m vorhanden ist, und daß man diese Fahrstrecke auch innerhalb eines Beckens schaffen kann, das 7 m breit ist. Man braucht für ein Laboratorium eine Fahrstrecke, um Fahrversuche machen zu können, man braucht aber auch, um Manövrier- und Stapellaufversuche zu machen, ein Becken, das mindestens 7 m breit ist. Außerdem braucht man viele kleine Ansatz tanks, um Strömungsversuche, Wellenversuche, Stabilitätsversuche auszuführen, und namentlich, um möglichst viel Plätze für die Studierenden zu haben, die überall selbst arbeiten sollen.

Weil die Zeit von fünf Jahren noch nicht ausgereicht hat, um das Laboratorium voll auszugestalten, kommt in dem Vortrag noch nicht so sehr zum Ausdruck, wie die dynamischen Versuche auszuführen sind. Sie werden auf den letzten Seiten kurz erwähnt; aber ich bin fest überzeugt, daß in dem Maße, wie die dynamischen Versuche gefördert und ausgebildet werden, sich nachher die statischen Versuche bei dem Unterricht etwas mindern werden. Man kann vielleicht zweifelhaft darüber sein, ob und in welchem Maße die statischen Versuche notwendig sind. Darüber habe ich auch mit Herrn Professor Horn gesprochen, und er bat mich, darüber ein paar Worte zu sagen. Herr Professor Horn steht auch auf dem Standpunkt, daß die versuchsmäßige Behandlung von Fragen, die eine exakte Behandlung in mathematischer Form ohne weiteres gestatten, nicht unbedingt notwendig ist. Sicher sind auch solche Versuche im Laboratorium lehrreich, aber es fragt sich, ob sie in dem Maße den Schülern beigebracht werden müssen, wie es nach dem Vortrag — ich glaube: fälschlicherweise — den Anschein hat. Ich glaube, das Laboratorium wird gerade für solche Fragen nötig sein, die vorläufig noch nicht mathematisch zu lösen sind, und das sind eben gerade die dynamischen Fragen.

Ferner möchte ich noch auf die Genauigkeit der Versuchsapparaturen zu sprechen kommen. Herr Dr. von den Steinen stellt mit Recht sehr hohe Anforderungen an seine Apparaturen. Wenn er aber sagt, daß eine Genauigkeit von 0,1 mm gewährleistet sein muß, dann entsteht doch die Frage, ob nicht die Modellelastizität so groß ist, daß sich — z. B. bei der Schwerpunktsbestimmung — diese Genauigkeit nicht mehr aufrechterhalten läßt.

Schließlich noch eins: Herr Dr. von den Steinen hat zwar in seinem Vortrag die pädagogische Seite ausschalten wollen, hat aber doch angeführt, daß die Studierenden auch dazu erzogen werden sollen, die Modelle selbst herzustellen. Ich bin der Ansicht, daß dies doch wohl etwas zu weit gehen würde.

Geheimer Marinebaurat Schwarz, Wandsbek:

Meine Herren! Der Vortrag ist insofern für mich besonders interessant gewesen, als sich das Schiffbaulaboratorium in Hamburg speziell auch für Stabilitätsversuche eignet. Herr Dr. von den Steinen hat uns als Beispiel angeführt, wie genau man einen Krängungsversuch machen kann, mit welcher Feinheit die Verschiebegegewichte arbeiten. Er hat aber nicht erwähnt, wie man im Laboratorium eventuell feststellen kann, ob der Schwerpunkt immer die Lage behält, die nach der Theorie festgelegt ist. Ich möchte in diesem Zusammenhang an einen Ausspruch von Professor Warburg erinnern, der lange Zeit Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg war, der also gewissermaßen aus eigener Erfahrung sprach. Er hat einmal gesagt: „Theorien sind weiter nichts als Bilder, die in vielen wichtigen Stücken der Wirklichkeit entsprechen, aber bei näherem Zusehen in immer mehr Einzelheiten von der Wirklichkeit abweichen.“ Wenn wir das auf die Stabilitätstheorie übertragen, so heißt das, daß man zwar die Stabilität berechnen und Stabilitätskurven zeichnen kann unter der Annahme, daß der Schwerpunkt bei allen Neigungen unverändert bleibt, daß sich aber in der Praxis bei näherem Zusehen die Sache ganz anders verhält. Wenn man etwa einen Krängungsversuch nicht ganz sorgfältig ausführt, wenn man etwa lose Gewichte hat, die beim Übergehen die Krängung vergrößern, so ist das Resultat schon ein anderes. Deshalb würde ich es für praktisch halten, wenn in diesem Laboratorium, das wohl das einzige ist, das mit einer Schule verbunden ist, die Schüler von vornherein darauf hingewiesen werden, zu beobachten, was geschieht, wenn die Voraussetzungen der Theorie nicht mehr erfüllt sind. Man könnte also z. B. einen Krängungsversuch genau machen, wie es der Herr Vortragende ausgeführt hat, dann könnte man ein wenig Wasser in das Modell hineingießen und feststellen, welchen Einfluß dieses Wasser ausübt. So könnte man das, was ich an anderer Stelle mitgeteilt habe, mit ganz einfachen Mitteln klarstellen. Man nimmt ein Modell, stellt die metazentrische Höhe fest und kann nunmehr die Stabilität ermitteln. Wenn man dann ein Deck mit einem festen Schanzkleid einbaut und Wasser auf das Deck gießt, kann man feststellen, was nun das Modell macht. Ich halte es für ungeheuer wichtig, daß die Schüler von vornherein auf die praktischen Verhältnisse des Schiffsbetriebes hingewiesen werden. Ich habe bereits mit Herrn Dr. von den Steinen darüber gesprochen; er war mit mir der Meinung, daß solche Versuche wünschenswert seien, es seien aber noch keine Geldmittel dazu da. Wenn der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft solche Versuche über den Einfluß losen Wassers auf Deck auf die Stabilität ebenfalls für wichtig hält, wäre es vielleicht möglich, daß er der Hamburger Anstalt einige hundert Mark für diese Zwecke zur Verfügung stellt.

Herr Marinebaurat Dr.-Ing. von den Steinen, Hamburg-Bergedorf (Schlußwort):

Meine Herren! Ich danke Ihnen allen recht herzlich dafür, daß Sie dem Vortrag bis in diese vorgerückte Stunde gefolgt sind. Vornehmlich danke ich den Herren Diskussionsrednern. — Ich darf vielleicht auf einige Punkte kurz eingehen.

Herrn Dr. Weitbrecht möchte ich antworten, daß die Gruppierung der Versuchsanstalten, wie ich sie vorgenommen habe, rein ideell-formaler Art war und natürlich nicht unbedingt der Wirklichkeit entspricht. Ich sagte ja selbst, daß sich die Aufgabengebiete vielfach überdecken können. Schließlich muß man ja auch jede Schleppversuchsanstalt für sich betrachten, denn es gibt wohl kaum zwei, die unter denselben Bedingungen arbeiten. Die eine ist staatlich, die andere ist eine G. m. b. H., die dritte ist noch halb einer Hochschule zugeteilt usw. Es lassen sich da also keine allgemeinen Gesichtspunkte aufstellen, und es kam hiernur darauf an, die Begriffe einmal zu definieren. Ich habe jedenfalls nicht daran gedacht, irgendeine Anstalt als reine Schleppversuchsanstalt oder als reines Laboratorium hinzustellen, sondern durchaus die Möglichkeit offen gelassen, daß sie beides zugleich sein können.

Die Höhe des Wasserspiegels wird für Schleppversuche etwa auf die Mitte der Strandbreite eingestellt. Die Einwirkung der gestörten Potentialströmung ist bisher quantitativ noch nicht festgestellt worden. Daß Störungen infolge der Unsymmetrie auftreten müssen, ist wohl nicht zu bezweifeln, doch glaube ich nicht, daß sie ein erträgliches Maß überschreiten werden.

Die Frage, wieweit die Laboranten zu Versuchen herangezogen werden können, und wie die Versuche auszuwerten sind, richtet sich ganz nach der Vorbildung der Laboranten. In den Vormittagsstunden dient das Schiffbaulaboratorium den Übungen der Studierenden der Technischen Staatslehranstalten. Hierbei wird bei den Schleppversuchen im wesentlichen auf das Qualitative geachtet, da eine exakte Analyse aus Mangel an theoretischen Vorkenntnissen und aus Mangel an Zeit nicht durchführbar ist. Es soll also hierbei nur die plastische Vorstellung über die Begriffe: Wellenwiderstand, Reibungswiderstand, Wirbelwiderstand entwickelt werden. In den Abendstunden jedoch steht das Laboratorium den Kursen des Technischen Vorlesungswesens zur Verfügung. Es können dann die Ingenieure der Werften und Reedereien und alle, die sich dafür interessieren, an den Übungen, die ganz nach den Wünschen der Teilnehmer angesetzt werden, teilnehmen. Bei diesen Abendkursen kommen recht weitgehende Übungen in Frage.

Herrn Dr. Kempf bin ich ganz außerordentlich verbunden für die liebenswürdigen Worte, die er hier gesagt hat. Ich möchte nochmals darauf hinweisen, daß ja Herr Dr. Kempf in jeder Beziehung der Vater des Laboratoriums ist. Er hat es nicht nur gebaut, sondern er hat auch schon Gesichtspunkte dafür aufgestellt, wie der Unterricht im Laboratorium vor sich gehen soll. Ich kann sagen, daß ich mich an diese Gesichtspunkte sehr weitgehend habe halten können. Allerdings hat die rauhe Wirklichkeit manche Abweichungen bedingt. Wenn Sie, meine Herren, meinen Vortrag näher durcharbeiten, werden Sie vielleicht den Eindruck haben, daß diese oder jene Sache besser anders gemacht würde. Man muß aber die Zeit in Rechnung stellen, auch kommt hinzu, daß gewisse Rücksichten oft zu einer Abweichung von dem zwingen, was man selbst gern möchte.

Das Ideal eines Laboratoriums, wie ich es bauen würde, wenn mir gewissermaßen unbeschränkte Mittel zur Verfügung ständen, ist doch ein klein wenig anders, als Herr Dr. Kempf es voraussetzte. Ich möchte alle Rinnen nebeneinander haben, also nicht nur eine Fahrrinne, die für Wellenkamp oder Froude ausgenutzt werden kann, sondern beide Fahrinnen nebeneinander und den erweiterten Tank auch noch extra. Es ist nämlich außerordentlich zeitraubend, die Übungen jedesmal neu vorzubereiten. In dem einen

Fall muß der Froudewagen, im anderen Fall muß die Wellenkampapparatur fertiggemacht werden, im dritten Fall ist wieder ein neuer Aufbau erforderlich. Da nun das Laboratorium stundenplanmäßig ziemlich stark in Anspruch genommen wird, ist die Umstellung von einem Versuch auf den anderen sehr störend. Es ist deshalb gut, wenn die größeren Versuchsgruppen gleichzeitig immer schon an sich vorbereitet sind und möglichst auch gleichzeitig betätigt werden können. Ein größerer Kursus muß in mehrere Versuchsgruppen aufgeteilt werden, die gleichzeitig arbeiten. An verschiedenen Rinnen kann dann die eine Gruppe nach Wellenkamp, die andere nach Froude arbeiten, die dritte kann Strömungsversuche machen usw. Das läßt sich aber nicht an einem Tank ausführen, sondern es müssen verschiedene vorhanden sein. Bei der Einrichtung eines neuen Laboratorium muß immer darauf geachtet werden, daß möglichst viele Arbeitsplätze geschaffen werden, an denen gleichzeitig gearbeitet werden kann.

Über die dynamischen Versuche habe ich mich in dem Vortrag sehr kurz hinweggesetzt, weil darüber ja aus den Veröffentlichungen der Versuchsanstalten schon viel bekannt ist. Ich möchte in einem gewissen Gegensatz zu dem, was in der Diskussion gesagt worden ist, den Wert der statischen Versuche, die sich genau nachrechnen lassen, deshalb nicht zu niedrig einschätzen, weil sie die Möglichkeit bieten, durch Vergleichung der Rechnung mit den experimentellen Ergebnissen die Fehlergrenzen festzustellen. Als Einführungsversuche für den Studierenden sind solche nachrechenbaren Versuche meines Erachtens am geeignetsten. Die Nachrechnung zeigt ihm die Fehler, die er bei dem Versuch gemacht hat, und er lernt, wie weit er sich auf seine Messungen verlassen darf. Auch darf nicht übersehen werden, wie schwierig es für den Anfänger ist, sich in der neuen Vorstellungswelt zurecht zu finden.

Die Forderung nach einer Genauigkeit von 0,1 mm ist hier sozusagen als übertrieben hingestellt worden. Es ist zuzugeben, daß bei der System-Schwerpunktwaage durch die elastischen Durchbiegungen die Genauigkeit stark beeinträchtigt wird, aber ich glaube, daß bei den übrigen statischen Versuchen diese Genauigkeit doch durchführbar ist, denn die einfachen Nachrechnungen haben gezeigt, daß die in den Tabellen angeführten Werte der Größenordnung nach recht gut erreicht werden.

Die Selbstherstellung der Modelle denke ich mir in der Weise, daß für die jüngsten Semester nachmittags die Modellwerkstatt offen ist, und daß es ihnen freisteht, sich an der Modellherstellung zu beteiligen. Ein Zwang soll nicht ausgeübt werden.

Herrn Geheimrat Schwarz möchte ich noch sagen, daß nach der Durchführung der genauen Krümmungsversuche häufig eine kleine Menge Wasser — 50 oder 100 g — in das Modell hineingegossen wird, und daß dann der Fehlereinfluß festgestellt wird. Es zeigt sich, daß die Messungen gänzlich andere Resultate als vorher ergeben. Ich weise bei jeder Gelegenheit auf die Schwierigkeiten der Praxis hin, und zeige, daß eine geringe Verschiebung der Gewichte, Ungenauigkeiten in der Ablesung, vor allen Dingen aber Spuren von Wasser jedesmal die größten Abweichungen ergeben. Gerade das Leckponton zeigt deutlich, wie weit diese Abweichungen gehen. In dem Leckponton sind verschiedene Schotten, verschiedene Doppelböden eingebaut, die beflutet werden können.

Die Wünsche, die Herr Geheimrat Schwarz geäußert hat, möchte ich auch zu den meinen machen. Ich würde es außerordentlich dankbar begrüßen, wenn Mittel zur Verfügung gestellt werden könnten, um derartige Annäherungen an die Praxis durchzuführen. Es ist von der Berufsschulbehörde in Hamburg immer darauf geachtet worden, daß keine Mittel für Versuche ausgegeben werden, die nicht im unmittelbaren Interesse der Studierenden liegen; und derartige Versuche würden sicher als zu weitgehend angesprochen werden. Aber diese Versuche würden ja im Interesse der Praxis liegen, und deshalb darf vielleicht gerade hier die Bitte geäußert werden, dafür die Mittel zur Verfügung zu stellen, die zudem nur sehr gering sein würden. Um den Wünschen des Herrn Geheimrat Schwarz nachzukommen, brauchten nur an den vorhandenen Modellen die nötigen Decks angebracht zu werden, es wäre also nur etwas Klempnerarbeit zu bezahlen.

Ich danke den Herren Diskussionsrednern nochmals und möchte damit meine Beantwortung schließen. (Beifall.)

Herr Stellv. Vors. Dr.-Ing. E. h. Presze:

Meine Herren! Wir sind Herrn Dr. von den Steinen sehr dankbar für seine ausführlichen und interessanten Ausführungen über die Einrichtung und die Tätigkeit der von ihm geleiteten Versuchsanstalt. Seine Darlegungen zeigen, daß es sich nicht nur um ein Lehrinstitut handelt, sondern daß dort eine ganze Reihe von sehr interessanten Versuchen gemacht werden, die sowohl für die Praxis als auch für die Weiterentwicklung der Theorie von Bedeutung sind. Die Anregung, eine Unterstützung zur Durchführung bestimmter Versuche zu geben, werde ich im Fachausschuß und im Vorstand weiter verfolgen und Herrn Dr. von den Steinen über das Ergebnis Bescheid zugehen lassen. Ich hoffe, daß der Vortrag mit dazu beitragen wird, die Überzeugung von der Wichtigkeit derartiger Versuchsanstalten allgemeiner zu machen und schließlich auch dazu führen wird, daß noch an anderen Stellen derartige Schiffbaulaboratorien eingerichtet werden.

Meine Herren! Damit schließe ich die 29. Hauptversammlung und danke Ihnen für das große Interesse, das Sie bis zum Ende bewiesen haben.

### Nachtrag zu Erörterungen.

Herr Prof. Dr.-Ing. Horn: (Schriftlicher Beitrag.)

Ich hatte die Absicht, mich unmittelbar an der mündlichen Diskussion zu beteiligen. Da mir dies durch das Dazwischenkommen einer ganz dringenden anderen Angelegenheit unmöglich gemacht wurde, gestatte ich mir, das, was ich zu sagen vorhatte, hiermit in schriftlicher Form zum Ausdruck zu bringen.

Der Vortrag von Herrn von den Steinen hat für mich ganz besonderes Interesse aus dem Grunde, weil nunmehr endlich, nachdem Krieg und Nachkriegszeit einer Verwirklichung des Projekts all die vielen Jahre hindurch im Wege gestanden hatten, auch bei der Technischen Hochschule Berlin der Bau



eines Schiffbaulaboratoriums in sicherer Aussicht steht, und mir die Aufgabe zufällt, für all die Gebiete, von denen der Vortrag handelt, nämlich für die Gebiete der Statik und Dynamik des schwimmenden Schiffes und der Fortbewegung des Schiffes, dieses Laboratorium zu planen und einzurichten. Da wir ja nun in Berlin, ebenso wie in Hamburg, eine große Schleppversuchsanstalt haben — sogar ganz in der Nähe der Technischen Hochschule gelegen —, deren Schiffbauabteilung ich selbst, wenn auch nur verhältnismäßig kurze Zeit hindurch, vor meiner Berufung an die Technische Hochschule geleitet hatte, so trat natürlich auch an mich zu allererst die Frage heran: besteht zwischen den Aufgaben eines ein Institut der T. H. bildenden Schiffbaulaboratoriums und denen einer Schleppversuchsanstalt ein grundlegender Unterschied, und wenn ja, welcher Aufgabenkreis fällt dem einen, welcher dem anderen Institut zu? Ich habe von vornherein diese Fragen in sehr ähnlichem Sinne beantwortet wie der Vortragende, allerdings bin ich der Ansicht, daß hinsichtlich der Forschungsarbeiten die Schleppanstalten wegen ihrer größeren und vollkommeneren Anlagen und Meßeinrichtungen sich den Vorrang vor den Laboratorien, die die Forschungen mehr nach der generellen Richtung betreiben, bewahren werden. Aus diesem Grund habe auch ich selbst mir für die Zukunft, auch wenn nach einigen Jahren das Hochschullaboratorium meines Lehrstuhls bereits im Betrieb sein wird, mir die Regelung so gedacht, daß die von mir gewünschten eigentlichen Forschungsversuche vorzugsweise von der Schleppanstalt ausgeführt werden, und ich freue mich, daß mir diese Versuchstätigkeit durch entsprechende Verabredungen zwischen den beteiligten Stellen erleichtert worden ist.

Doch nun zu dem eigentlichen Thema des Vortrages. Ich kenne ja das Hamburger Laboratorium nicht erst aus diesem Vortrage, sondern habe es mehrere Male besucht und mir seine Einrichtungen angesehen, und ich kann nur sagen, daß es aller Bewunderung wert ist, was dort, den bekannten Hemmungen in den letzten 1½ Jahrzehnten zum Trotz, an höchst wertvollen Anlagen und Versuchseinrichtungen geschaffen worden ist, zumal wenn man bedenkt, daß für ein solches Laboratorium meines Wissens gar kein Vorbild existiert, es vielmehr das erste seiner Art ist, was nicht nur in Deutschland, sondern auf der Welt existiert. Weiter stehe ich nicht an, ganz freimütig auszusprechen: Ich selbst könnte mir für meinen Lehrstuhl an der Technischen Hochschule kein besseres Laboratorium wünschen! Über Einzelheiten würde ja vieles zu sagen sein. Aber im ganzen muß ich sagen, daß zum mindestens für die Darstellung bzw. Untersuchung der Strömungserscheinungen (Schiffswiderstand, Propulsion, Kavitation usw.) die wesentlichen Einrichtungen, die ich mir für mein Hochschullaboratorium denke, in dem Hamburger Laboratorium bereits zu finden sind. Auch ich halte z. B. das Vorhandensein mehrerer Schlepptanks für die Übungen der zahlreichen Studierenden für erforderlich, und daß, wenn man zunächst mit der Zahl von zwei rechnet, der eine davon für Versuche nach dem Froudeschen, der andere nach dem Wellenkampverfahren einzurichten ist, erscheint mir ebenfalls für Unterrichtszwecke sehr zweckmäßig. Überdies beabsichtige ich, den einen von diesen Tanks heizbar einzurichten, um durch Änderung der Temperatur in weiten Grenzen den Reibungswiderstand ein und desselben Modells ebenfalls in weiten Grenzen verändern zu können. Da man ferner, wie auch der Vortragende sehr richtig hervorgehoben hat, für gewisse Versuche, vor allem Ruderversuche, ein größeres, vor allem breiteres Becken braucht, so habe ich evtl. daran gedacht, die Zwischenwand zwischen den beiden Schlepptanks fortnehmbar einzurichten, so daß nach Fortnahme der Wand aus den beiden nebeneinanderliegenden und normalerweise getrennten Becken ein gemeinsames entsteht. Einer der beiden Tanks soll außerdem Einrichtungen für Beschränkung der Wassertiefe bzw. für den Einbau von Kanalprofilen erhalten. — Sehr lehrreich wäre es natürlich auch, in einem nach Analogie eines Windkanals zu bauenden Umlauftank Schiffsmodelle und Propeller, statt sie gegen ruhendes Wasser zu bewegen, vom Wasser anströmen zu lassen und diesen Tank dann auch unter Verwendung entsprechender Düsen für Kavitationsversuche auszunutzen.

Noch nicht recht im klaren bin ich mir darüber, in welchem Umfange Einrichtungen für Stabilitätsversuche wünschenswert bzw. erforderlich sind. Der Unterricht muß doch vor allem die richtige Kenntnis und Anschauung von dem Wesen der Erscheinungen vermitteln, und da, wo dies nicht anders als auf dem Wege der Veranschaulichung durch das Experiment geschehen kann, wie dies zweifellos bei den verwickelten Strömungserscheinungen am Schiff und am Propeller der Fall ist — als Beispiel erwähne ich besonders die Veranschaulichung der Wellenerscheinungen —, da sind solche Übungen und Messungen der Studierenden im Laboratorium unbedingt erforderlich. Ich war nun bisher geneigt anzunehmen, daß die Anschauungsbildung für die sehr viel einfacheren statischen Schwimm- und Stabilitätsverhältnisse auch ohne Experiment und Meßtechnik vermittelt werden könne, und daß daher die konkreten Aufgaben auf diesem Gebiete, mit deren Lösung die Studierenden natürlich durchaus vertraut sein müssen, also all die Aufgaben aus dem Gebiete der Stabilitäts-, Leck-, Schottenrechnungen usw., auch ohne Versuche an Modellen übersehbar und lösbar sein würden. Nun hat freilich gerade der Vortragende in neuester Zeit die Stabilitätslehre nach einer Richtung weiter entwickelt, die einerseits ganz neue Perspektiven eröffnet, andererseits sehr gesteigerte Anforderungen an das Begriffs- und Vorstellungsvermögen der Studierenden stellt — ich nehme übrigens an, daß die schönen Einrichtungen, die der Vortragende in seinem Laboratorium nach dieser Richtung geschaffen hat, für Übungen seiner Schüler wohl nicht in Frage kommen, da Übungen an derart schwierigen Objekten weit über den Rahmen des dortigen Lehrgebiets hinausgehen würden. — Ich persönlich glaube zunächst, mein Vorgehen auf all diesen Gebieten der Statik des schwimmenden Schiffes von den Erfahrungen abhängig machen zu sollen, die ich in diesen ersten Jahren meiner Lehrtätigkeit als Hochschulprofessor sammeln werde. Schließlich sind dies alles ja Einrichtungen, die die Gesamtanlage des Laboratoriums verhältnismäßig wenig beeinflussen und die daher ohne Nachteil für diese zunächst noch etwas zurückstehen könnten.

Die Erweiterung der neuen Anschauungsweise des Stabilitätsproblems als eines räumlichen Problems, bei dem auch die Gierbewegungen eine Rolle spielen, auf die dynamischen Verhältnisse, beispielsweise im Seegange, ist natürlich eine recht schwierige Aufgabe. Eine praktische Auswirkung könnte deren Erforschung gewinnen insofern, als man zur Vorbereitung zukünftiger systematischer Dehnungs- und Spannungsmessungen am fahrenden Schiff Klarheit schaffen muß über die im Seegang wirksamen Impulse, zu denen ja nun eben auch die aus den räumlichen Stabilitätsverhältnissen entspringenden Gierimpulse



gehören. Es wäre daher zu begrüßen, wenn es dem Vortragenden gelänge, die zur Durchführung solcher Versuche, insbesondere also zur Beschaffung der für derartige Messungen benötigten Apparate, erforderlichen Mittel zur Verfügung gestellt zu erhalten. —

Das Laboratorium der Hamburger Staatslehranstalten ist durch die tatkräftige Wirksamkeit seiner beiden bisherigen Leiter auf eine sehr beachtenswerte Höhe gehoben, und es ist von der Möglichkeit, neben den unmittelbaren Unterrichtszwecken auch Forschungszwecken zu dienen, weitgehender und erfolgreicher Gebrauch gemacht worden. Ich möchte zum Schlusse nochmals aussprechen, daß dies volle Anerkennung verdient.

Herr Marinebaurat Dr.-Ing. Carl von den Steinen, Hamburg.

Antwort. Für die Beantwortung der von Herrn Professor Dr. Horn schriftlich eingereichten Erörterung dürften viele Punkte schon durch das Schlußwort erledigt sein, um so mehr, als Herr Professor Horn in den wesentlichen Punkten meiner Anschauung beipflichtet. Ich möchte daher nur der einen Annahme, daß die Übungen an dem Momenten-Indikator weit über den Rahmen des Übungsprogrammes der Technischen Staatslehranstalten hinausgehen, widersprechen. Die Erscheinungen, die mit Hilfe des Momenten-Indikators nachgewiesen werden können, das statische Giermoment z. B., sind nur für die allereinfachsten geometrischen Körper nachrechenbar. Für alle andern Schwimmkörper müssen sie versuchstechnisch festgestellt werden. Sie rücken damit in die Reihe der theoretisch nicht berechenbaren hydrodynamischen Versuche. Meine Veröffentlichungen über die räumliche Stabilität in Werft—Reederei—Hafen bringen noch nichts Abschließendes. Dort ist auch die Arbeit des äußeren Momentes nicht mitberücksichtigt. Ich bin inzwischen zu einer ziemlichen Vereinfachung der Beziehungen gekommen und kann daher im Unterricht das Ergebnis, die Gleichgewichtsforderungen, gerade an dem Momenten-Indikator sehr einfach erklären, ohne allerdings hierbei einen Beweis zu erbringen, da dieser einstweilen noch zu weitgehende differentialgeometrische Kenntnisse voraussetzt. Aber ganz abgesehen von den schwierigeren räumlichen Problemen eignet sich der Momenten-Indikator auch gerade für die einfachsten ebenen Stabilitätsaufgaben, da er unmittelbar die Beziehungen zwischen Moment und Neigungswinkel ablesen läßt und somit Krängungsversuche in einfachster Art ermöglicht.

Ganz besonders bin ich Herrn Professor Horn zu Dank verpflichtet für sein Eingehen und seine Unterstützung in der Frage der Versuche über die dynamische Stabilität. Ich hoffe daher, wenn erst die Zeit hierfür gekommen sein wird, die notwendigen Apparate bewilligt zu erhalten!

Beiträge.

## XI. Die Darstellung des Schiffes in der Kunst von den ältesten Zeiten bis zum Ausgang des Mittelalters.

Von Dr.-Ing. Friedrich Moll, Berlin.

Der Vortrag soll dem Gedenken zweier Männer gewidmet sein. Heute haben wir die Gedächtnisfeier für Herrn Geheimrat Busley gefeiert. Er ist wohl der Erste gewesen, welcher in Deutschland die Geschichte des Schiffbaus in großzügiger Weise aufgenommen hat und die Modelle, welche unter seiner Leitung entstanden sind, die heute das Deutsche Museum in München zieren, werden stets weiter ihre Wirkung tun und weite Kreise für das Werden einer unserer wichtigsten Industrien interessieren.

Zum zweiten möchte ich aber auch eines Lebenden gedenken, meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geheimrat Oswald Flamm. Oswald Flamm hat es wie kaum ein zweiter verstanden, uns, die wir als Schüler zu seinen Füßen saßen, für die Schönheit des Schiffes zu begeistern, uns zu zeigen, daß Schiffbau nicht nur eine Sache des Rechenschiebers und Zollstockes, sondern auch eine Kunst von hoher eigener Schönheit ist.

Wann, wo ist das erste Schiff aufs Wasser gelangt? Wer waren die Männer, die sich dem schwankenden Kiel anvertrauten? Keine Urkunde gibt uns davon Kunde. Wir wissen nur, daß vor undenklichen Zeiten in China sowohl wie an der Küste Norwegens, am Nil und Euphrat und auf den Griechischen Inseln Schiffe bekannt waren. Nur in Italien scheint man erst sehr viel später sich mit der Seefahrt befreundet zu haben. Freilich, für Männer, die nach dem Wort eines römischen Schriftstellers ihr Herz erst mit dreifachem Erz panzern mußten, wenn sie aufs Wasser gehen wollten, ist die Seefahrt nichts. Seefahrt ist nur eine Beschäftigung für Männer, die, wie wir es in der Heimskringla von den nordischen Seehelden lesen, nur an Gott und ihre eigene Kraft glauben, die ohne Schild und Panzer ihr Leben wagemutig einsetzen. Am Anfang der Geschichte stehen bei fast allen Völkern die Götter. Im Norden wurde Odin im Boot übers Meer an das Ufer Schwedens getrieben, in China wurde das Schiff von Kaiser Yü erfunden. In Griechenland lehrte Athena den Schiffbau, in Babylonien wurde Gilgamesch von den Göttern in die Geheimnisse des Schiffbaues eingeweiht, genau so wie Noah von Gott die Maße und die Bauweise seiner Arche erhielt, und schlechte Kunst haben die Götter ihre Freunde nicht gelehrt. Es ist auf alle Fälle merkwürdig, daß die Entstehungszeit der ältesten Bilder, die wir von Schiffen haben, der der ältesten religiösen und sonstigen Überlieferungen nahe liegt. Die ältesten Darstellungen aus Ägypten und Babylonien finden wir um 4000 v. Chr., d. h. in einer Zeit, für die die Bibel etwa die Sintflut annimmt. Die Norwegischen Felsenzeichnungen werden von Norden und Montelius auf etwa um 1500 v. Chr. datiert. Chinesische Überlieferungen geben für die Lebenszeit des Kaisers Yü etwa 2000 v. Chr. an; allerdings die ältesten Texte aus China, die uns das Schiff nennen, reichen nicht weit über 700 v. Chr. zurück, und die ersten Bil-

der beginnen gar erst etwa 500 n. Chr. Die uns erhaltenen bildlichen Darstellungen des Wunderlandes am Indus und Ganges stammen auch erst aus etwa 200 n. Chr. und sind schon von Griechenland her beeinflußt. Auch die indischen Texte etwa aus den Veden führen uns kaum über 600—700 v. Chr. zurück.

Schon die ersten Bilder, besonders aus Ägypten, die mehrere Jahrhunderte vor dem ersten jener sagenhaften Könige, vor Menes entstanden, lassen uns eine hohe Entwicklungsstufe erkennen. Freilich, die berühmten Bilder auf den sog. prädynastischen Vasen, die man in jedem unserer größeren Museen finden kann, sind sehr umstritten. Sind es Ortschaften oder sind es Schiffe? Aber zwischen ihnen finden wir mehrere Bilder, wo gar kein Zweifel darüber bestehen kann, daß der Künstler hier ein Schiff darstellt, und um uns gegen unsere Zweifel vollständig zu sichern, hat uns ein Künstler sogar in einem Gebäude ein Gemälde einer Seeschlacht hinterlassen. (Abb. 1<sup>1</sup>.) Neben primitiven Formen, wie Rindenboot, Einbaum, Schilfbündel, Papyrusbündel, Schlauchfloß usw., finden wir seit den ältesten Zeiten richtige gebaute Schiffe.

Man sehe sich z. B. die uralten assyrischen Siegel an. (Abb. 2.) In einigen Fällen zwar finden wir einen Bootskörper vorn und hinten mit dem Oberkörper eines Gottes versehen oder wohl gar den Fischgott Ea selbst als Schiff, daneben aber auch Fahrzeuge mit hochgezogenen Steven. Die Ausgrabungen in Ur in Chaldäa haben uns mehrere Modelle von Booten, aus Asphalt und Häcksel hergestellt, ans Tageslicht gebracht. Das Museum in Berlin besitzt ein prächtiges Steinrelief aus Farah und ein anderes mit einer Wildschweinjagd.

Aus Zeiten, die, von uns aus gesehen, jenen ältesten nicht so fern liegen, besitzen wir aus Ägypten sogar Holzschiffe von 15 m Länge mit Kiel, Spanten usw.

Freilich, in den Bildern, welche seit den Zeiten der ersten Dynastie in Ägypten, also etwa von 3200 ab, unzählige Grabkammern schmücken, und die uns mit allen Vorkommnissen des privaten und öffentlichen Lebens der alten Ägypter vertraut machen, überwiegt das aus Papyrus gebundene Floß.

Wenn der Hausherr zur Jagd in die Sümpfe fährt, wenn der Hirte mit seinen Rindern ein Gewässer überquert, wenn Fischer ihre Kampfspiele aufführen, immer finden wir sie in Papyrusbooten, deren Steven oft schön zu einer Blütenbolde ausgebildet sind. Aber neben diesen finden wir jene stabilen, aus Holz gebauten Fahrzeuge, die den Güterverkehr auf dem Nil auszuführen hatten, endlich auch das Seeschiff. Man sehe sich nur einmal die Expedition der Königin Hatschepsut nach dem sagenhaften Goldlande Punt oder die Bilder aus dem Grabe des Ti an.

Man findet vielfach die Meinung, daß eine solche Entwicklung eines Zeitraumes von Jahrtausenden bedürfe. Man hat daher die prädynastischen Vasen auf etwa 8000 v. Chr. datiert, ebenso wie man die nordischen Felsenzeichnungen auf 10—15000 Jahre v. Chr. angenommen hat.

Aber wenn einmal ein Gedanke aufgetaucht war, weshalb soll dann nicht auch den ältesten Menschen mit ihrem Aufwachsen selbst in ihrer eigenen Lebenszeit eine solche Entwicklung zugesprochen werden, die sie befähigte, vom kleinen

<sup>1</sup> Siehe Tafeln am Schluß.

Boot bis zum Schiff von 15 und 20 m Länge fortzuschreiten! Dem widerspricht auch nicht, daß für zeremonielle Zwecke die bildlichen Darstellungen der alten Ägypter seit etwa 2800 v. Chr. festliegen. Als sich z. B. der reiche Kaufmann Aba etwa 650 v. Chr. sein Grab ausmalen läßt, da macht er dem Maler zur ersten Pflicht, möglichst genau das Grabmal seines Namensvetters aus Deir el Gabrawi, der fast 2000 Jahre vor ihm gestorben war, zu kopieren. Und so finden wir dann auch später noch in Italien bis zur Kaiserzeit auf den in Rom so sehr beliebten ägyptischen Darstellungen fast dieselben Formen wieder, die uns schon im Jahre 3000 v. Chr. aufgefallen sind. Die Bootsmodelle, von denen uns die Ausgrabungen Carters aus dem Grabe des Tut-ench-amon, etwa 1300 v. Chr., wieder eine so reiche Auswahl ans Licht gebracht haben, kann man für die Entwicklung nicht heranziehen. Sie sind zwar teilweise wundervoll mit allen Einzelheiten ausgeführt, aber während bei den prädynastischen Vasen und den assyrischen Siegeln wohl der Hauptgedanke eine Verzierung war, während bei einigen der großen ägyptischen Bilder eine Art Chronik gegeben wird wie im Grabe des Ti, des Sahure oder der Hatschepsut, haben die Modelle rein zeremonielle Zwecke. Sie geben nur die für den Verkehr auf dem Nil gebräuchlichen Formen wieder.

Ich habe bei Ägypten schon mehrfach auf das Zweistromland hingewiesen. Zweifellos sind seit Urzeiten sehr rege Wechselbeziehungen von hier zu Ägypten vorhanden gewesen. Wir fanden in den alten Gräbern in Naqada in Ägypten Funde, die keinen anderen Ursprung haben können, als aus Babylonien und umgekehrt.

Auch bei den ältesten Schiffsformen sind ganz merkwürdige Übereinstimmungen.

Auch in Babylonien finden wir von Anfang an Formen, die etwa aus einem in Asphalt getauchten Weidengeflecht abgeleitet sein können, daneben aber auch Formen, die unzweifelhaft Schiffe darstellen.

Auch für den Babylonier war die Schifffahrt von Anfang an ein sehr wichtiges Betätigungsfeld. Ur, welches heute etwa 200 km vom Meere entfernt ist, lag um 3000 v. Chr. unmittelbar an der Mündung des Euphrat. Das ganze Land war zur Zeit seiner Blüte, so wie das römische Reich von Straßen, von unzähligen Kanälen durchzogen. Die Götter fuhren nicht, wie etwa im alten Griechenland, auf Wagen mit Rossen, sondern auf Schiffen. Der gesamte Handelsverkehr spielte sich auf dem Wasser ab. Freilich genaueres über die Form der Schiffe erfahren wir von dort erst sehr viel später durch die in Stein und Bronze verewigten Chroniken, welche uns die assyrischen Großkönige Salmanassar und San Herib zwischen 860 und 680 v. Chr. in den Wänden ihrer Paläste hinterlassen haben. Hier sehen wir, wie auf den hohen, mit Tierköpfen verzierten Schiffen Holz über das Meer geschafft wird, wir sehen, wie Krieger ihre Schilde an der Bordwand aufgehängt, in den mit einem gewaltigen Rammstegen versehenen Kriegsschiffen zum Kampfe ausziehen, wir sehen, wie Götterbilder auf große Fahrzeuge verladen werden, wir sehen, wie die Einwohner der Sumpfgenden sich vor den fremden Eroberern auf den aus Schilf zusammengebundenen Booten oder auf Schlauchflossen in die unzugänglichen Sumpfdickichte flüchten.

Wo hat der Westen die Kunst des Schiffbaues und die Seefahrt gelernt?

Früher glaubte man, daß die Phönizier bahnbrechend gewesen wären, heute wissen wir, daß die Haupteinflüsse von Ägypten ausgegangen sind. Heißt es doch noch beim Propheten Ezechiel: „Die Kundigen aus Mazor befanden sich bei dir, sie waren deine Steuerleute.“ Sicher haben die Phönizier von den Ägyptern gelernt, aber erst um das Jahr 1200 v. Chr., nach dem Niedergang der ägyptischen Seefahrt, beginnt der Aufstieg der Phönizier. Aus ihrer Blütezeit, etwa 700 v. Chr., finden wir phönizische Schiffe besonders schön auf den Bildern der Päläste Sal-manassars. Etwa gleichzeitig mit den Phöniziern fängt auch die Seefahrt bei den Bewohnern von Kreta und Mykene an. Die ältesten Darstellungen auf kretischen Siegeln, sowie auf Tonscherben von Melos erinnern ganz merkwürdig an alte assyrische Darstellungen, der Tierkopf am Steven einerseits, der hochgeschwungene Steven mit dem Paddelruder andererseits. Nur wenige Jahrhunderte noch, und wir treten in die griechische Zeit ein. Homer hat uns in Ilias und Odysse eine Fülle von Nachrichten über den Bau der griechischen Schiffe hinterlassen, und auch die Künstler Griechenlands haben von Anbeginn in reichster Weise das Hausgerät, besonders Vasen, Krüge und Schalen, mit Darstellungen aus den Überlieferungen ihres Volkes verziert, im Anfang noch unbeholfen, wie die Vasen des geometrischen Stils zeigen, bis zu der vollendeten Schönheit und dem Ebenmaß der schwarzfigurigen Vasen aus der Zeit der großen Seesiege gegen die Perser. (Abb. 3 u. 4.) Verhältnismäßig primitiv sind die Bilder auf den Lekytosvasen, die den Toten ins Grab gegeben wurden und die häufig Charon zeigen, wie er die Seelen der Abgeschiedenen im einfachen Kahn über den Styx fährt. Wahrscheinlich von Griechenland aus ist die Seefahrt nach Rom gelangt. Als Vermittler haben wohl die Etrusker gedient. Unmengen von Vasen griechischen Ursprungs sind in Grabfeldern in Etrurien gefunden worden. Mit der Weltherrschaft auch gelangte die Kultur unter den Einfluß Roms, und wir können die Darstellungen aus der Zeit von etwa 250 v. Chr. bis 250 n. Chr. als einem ziemlich einheitlichen Kulturkreise angehörend ansehen. In den Darstellungen von Schiffen bilden sich bald bestimmte Typen heraus. Die ältesten und künstlerisch am besten durchgearbeiteten Darstellungen finden wir zunächst noch auf den Vasen, welche ihren griechischen Ursprung deutlich zu erkennen geben.

Eine der schönsten Reihen haben wir in den Skulpturen; zeitlich noch aus der Blütezeit Griechenlands stammt das so wichtige Trierenrelief im Museum zu Athen, hervorragend ergänzt durch die Nike von Samothrake im Louvre, die deutschen Funde in Milet und das große Relief von Lindos. Zwar das rein Künstlerische geht beim Überwandern des Sammelpunktes der „Kunstwelt“ nach Rom zurück, aber dafür scheinen in Rom die Künstler immer größeren Wert auf genaue Wiedergabe wirklich gesehener Schiffe zu legen. Die berühmte Bireme von Präneste, das Relief des Herzogs von Medineira, das syrische Schiff der römischen Sammlungen und verschiedene Skulpturen aus Pompeji, nicht zu vergessen die beiden wundervollen Reliefs aus dem Besitze des Fürsten Torlonia in Rom, sind fast photographische Nachbildungen ihrer Vorlagen. Ähnlich genaue Darstellungen von ganzen Kriegs- und Handelsflotten und Schiffsbrücken,

die zum Teil merkwürdig an die reichlich ein Jahrtausend älteren Bilder des Palastes von Salmanassar zu Balawat erinnern, bieten uns die Säulen, auf welchen die Kaiser Trajan und Markus Antonius ihre Kriegszüge verewigt haben. Die Kleinkunst scheint dagegen bald in handwerksmäßiger Nachahmung erstarrt zu sein. Der Bilderkreis, den wir in ihr finden, ist auf wenige Typen beschränkt und verrät uns ausgesprochene Schulen. So bringen die Sarkophage, etwa abgesehen von dem prachtvollen Bruchstück zu Venedig mit dem Kampf bei den Schiffen vor Troja, in zahllosen Wiederholungen Theseus, wie er Ariadne verläßt. Auf den Terrakotten, die wohl meist als Stirnziegel an Dächern dienen, herrscht ein humoristisches „Nilbild“ vor. Die Tonlampen wurden in zahllosen Stücken von Formen abgenommen, die nur wenige, meist roh ausgeführte Reliefs von Booten oder Segelschiffen, natürlich auch Odysseus bei den Sirenen vorbeifahrend, zeigen. Die beiden wirklich schön, wenn auch kaum nach der Natur ausgeführten Bronzelampen in Form von Segelschiffen in den Uffizien zu Florenz und im Kaiser-Friedrich-Museum zu Berlin gehören schon sehr viel späterer Zeit, dem 4. bis 5. Jahrhundert, an. Bemerkenswert sind weiter etwa noch eine Bleitafel, wahrscheinlich aus einer Schule, mit der Darstellung des Kampfes von Troja, ein Rammstegen aus Genua aus Bronze, Bronzemodelle von Stegen zu London und Berlin, und endlich ein Stegenzierat zu London, wahrscheinlich von einem der an der Seeschlacht bei Actium, 31 v. Chr., beteiligten Schiffe stammend. Endlich seien noch die Grabsteine erwähnt. Prächtige Szenen aus dem Leben der Verstorbenen bieten uns besonders die des Segelfabrikanten Nennius, des Schiffbauers Longidienus, des Handelsherrn Blussus in Trier und die Igeler Säule und das Remagener Weinschiff.

Was uns aus den Palästen Roms und aus den Häusern des reichen Landstädtchens Pompeji an Bildern erhalten ist, verrät durchaus selbständige Weiterentwicklung griechischer Schulung. Nur die dargestellten Gegenstände sind fast ausschließlich der griechischen Sage entnommen, Odysseus, Theseus und Ariadne, Dädalus und Ikarus, Seekämpfe griechischer Helden. Von Duilius und seinen Schlachten gegen die Karthager scheinen die römischen Maler nicht viel Gegenliebe bei ihrem Publikum erwartet zu haben.

Für die Entwicklung der römischen Malerei in der Kaiserzeit besonders charakteristisch sind die zahllosen Landschaftsbilder, auf welchen Häfen, wie Ostia, und idyllische Landschaften an der Küste dargestellt sind, und die in der Regel Boote und selbst große Schiffe in reichlicher Zahl als Staffage enthalten. Hier haben wir den ersten Versuch zu einer richtigen Marinemalerei, freilich selten über das Idyll sich erhebend. Auch sind die Schiffe meist zu oberflächlich behandelt, als daß wir gar zu viel aus diesen Bildern entnehmen könnten. Eine Ausnahme macht nur ein Fresko in der Kirche San Giovanni e Paolo, das merkwürdige Übereinstimmung mit dem Torloniarelieff aufweist und die großartige Odysseuserie aus dem Palazzo Aldobrandini.

Die Fresken werden durch zahlreiche Mosaiken ergänzt. In bezug auf die deutliche Wiedergabe des Schiffskörpers sind sie sogar meist besser. Das berühmte Palästrinamosaik zwar erhebt sich noch nirgends über die besonders in

Tunis weitverbreiteten „Nilbilder“, Fischer, Jäger, Nilpferde, Krokodile, Vergnügungsboote in buntem Wechsel. Dagegen bringt das Mosaik des Claudianus vom Jahre 200 v. Chr. eine hervorragende Darstellung eines im Hafen einkommenden Handelsschiffes (Abb. 5); auch das Mosaik aus Salzburg soll nicht vergessen werden, vor allem aber der berühmte Schiffskatalog aus Medeina in Tunis, ein Mosaik, auf welchem über 30 verschiedene Typen von Booten und Schiffen in bunter Zusammenstellung und mit Angabe ihrer Namen überliefert sind. Ich schließe die späteren Mosaiken hier an. Die frühchristlichen, etwa aus dem Lateran, aus Ravenna und vor allem die einzigartige Landkarte von Palästina aus Madaba in Syrien, 550 v. Chr., folgen noch ganz der klassischen römischen Kunstübung. Künstlerisch sind sie unbedeutend. Etwa von 1100 v. Chr. ab beginnt ein neuer Aufschwung der Mosaikkunst, sichtlich von Byzanz beeinflusst. Die Darstellung ist zwar auf gewisse religiöse Gegenstände beschränkt: die Arche Noah, Jonas ins Meer geworfen, St. Petrus versinkend und der wunderbare Fischzug, daneben Darstellungen aus den verschiedenen Heiligenlegenden, jedoch in durchaus eigener Auffassung, wie: Sant Castrensis ein Schiff rettend, die Überführung der Gebeine St. Markus nach Venedig und ferner aus dem Leben St. Isidors. Die Wände der Kathedrale St. Markus zu Venedig, des Doms zu Monreale und des Palastes zu Palermo weisen eine Fülle der herrlichsten Werke der Mosaikkunst auf, als deren Höhepunkt dann jenes wunderbare, wohl jedem, der einmal in Rom war, bekannte Mosaikgemälde am St. Petersdom, der versinkende Petrus, von Giotto 1299 entworfen, gelten kann.

Ich schließe an die griechisch-römische Kunst mehrere kleine Gruppen an. Da sind zunächst die christlichen Altertümer. Sie folgen in ihrer Form der in Rom ausgebildeten Kunst. Nur erfahren die Gegenstände oft eine Umdeutung. Wie die Eroten zu Putten und Engelchen werden, so Odysseus oder der Anker der Seleuziden zu Symbolen christlicher Ideen. Die künstlerische Höhe der Reliefs auf christlichen Sarkophagen und der Malereien in den Katakomben ist zwar nur selten beachtenswert, aber durchaus auf dem Niveau der römischen Kunstübung gleicher Zeit, der sittliche Gehalt durchwegs der höchste. Noah findet sich in diesen Darstellungen unendlich oft. Die Arche wird in Anlehnung an den Ausdruck in der lateinischen Bibel als Kasten dargestellt, aus dem oben Noah herausieht. Wohl an die hundert Male finden wir Jonas, das Sinnbild Christi, der drei Tage in der Unterwelt war. Unter den Kleinfunden ist bemerkenswert ein Goldglas, wo sich der Schiffsbaumeister Dädalius, umgeben von seinem Handwerkszeug, darstellt (C. III, 6).

Springen wir nunmehr nach dem Osten. Lecoq hat uns mit einer Reihe von Wandgemälden aus Turfan, vom äußersten Rande Turkestans, bekannt gemacht. Mitten in der Wüste Seeschiffe! Trotz der stark „buddhistischen“ Ausgestaltung sehen wir, daß es sich hier um die fernsten Auswirkungen griechischer, über Persien vermittelter Kunst handelt; vielleicht gehören auch die Wandbilder aus den Felsenhöhlen von Touan-Houang, etwa 550 n. Chr., hierher. Auch die ältesten Überreste aus Indien zeigen uns deutlich, daß seit dem Heerzuge Alexanders des Großen am Indus und Ganges griechische Kunsteinflüsse wirkten. Freilich,



die späteren Offenbarungen einer hochentwickelten Kunst, wie sie uns die Miniaturgemälde aus der Abassidenzeit, der Mogulschule in Indien u. a. bezeugen, und die uns auch zeigen, daß die Meister das Schiff in zum Teil vorbildlicher Weise ihren künstlerischen Zwecken dienstbar zu machen verstanden, sind nur noch auf dem großen Umwege über die byzantinische Kunst mit den alten klassischen Traditionen verbunden. Die Arche Noah, die Alexandergeschichte und später das Schachnahme usw. verraten durchaus selbständige Verarbeitung der Traditionen und vorzügliche eigene Beobachtungen. Ob von Indien zu den wundervollen Reliefs vom Tempel zu Barabudur auf Java (Abb. 6) irgendwelche Wege führen, vermögen wir heute noch nicht zu sagen. Noch weniger können wir eine Beziehung zu China und Japan feststellen. Die schönen lebensvoll gemalten Bilder des Tchaomongfu, des Hsia Kuei u. a., die etwa 1250 n. Chr. entstanden (Abb. 7), sind so durchaus eigenartig, daß wir hier an eine heimische Entwicklung denken müssen. Sie sind die ersten Beispiele einer mit vollendeter Meisterschaft durchgeführten Marinemalerei, bei der sich Wasser, Landschaft und Schiff zu einem gemeinsamen Gedanken zusammenschließen. Auch die späteren japanischen Gemälde stehen auf einer fast unerreichten Höhe der künstlerischen Komposition. Man sehe sich nur den Sturm, den Mondaufgang oder die „Welle“ von Hokusai an.

Wenden wir uns nun nach dem germanischen Norden. Undurchdringliches Geheimnis lagert über den ersten Zeugen germanischer Seefahrt. Besonders in den schwedischen Provinzen Ostgotland und Bohuslän finden wir in glatte Flächen von Granit Tausende von Zeichnungen von Schiffen, Menschen und Waffen geritzt. Bohuslän war um 500 n. Chr. bis etwa zu Karls des Großen Zeit ein großes Handelszentrum des Nordens, und auch mehrere der besterhaltenen Wikingschiffe stammen aus dieser Gegend. Aber wie Norden in Stockholm gezeigt hat, müssen diese Bilder zum größten Teil etwa 1500 bis 1000 v. Chr. erstanden sein. Wer hat sie angefertigt, was ist ihr Zweck? Wir wissen es nicht. Wir sehen nur, daß uns die Bilder von Kampf und Krieg berichten. Waffenschwingende Helden stehen auf den Steven, wie wir es 2000 Jahre später aus den Liedern der Heimskringla lesen. (Abb. 8.) Wären nicht die Formen von Waffen und Geräten ein untrüglicher Zeuge für das Alter, man möchte glauben, daß hier die Seeschlachten Olaf Trygvasons oder Olaf des Heiligen erzählt werden. Wir sehen die geschwungenen oder mit Tierköpfen verzierten Steven, den einfachen oder doppelten Kiel, die Ruderreihen. Segel freilich gibt es noch nicht. Das, was manche dafür gehalten haben, sind Bäume oder andere vielleicht religiöse Symbole.

Die Darstellungen auf Grabsteinen haben mit jenen „Hälristningern“ keine Verbindung. Bei ihnen, die der Zeit von 500 bis 1000 entstammen, wie auf den schottischen Steinen und denen auf der kleinen Insel Jona im Westen Schottlands, die etwa zwischen 1300 und 1500 aufgestellt wurden, ist zum Teil durch Mönche verbreitete klassische Kunstübung, wenn auch vielfach nur auf großen Umwegen, etwa über Bibelhandschriften usw., der Ausgangspunkt. Wir dürfen annehmen, daß schon zur Zeit der Völkerwanderung das ganze damalige Europa

bis weit hinauf nach England und Skandinavien eine große Kultureinheit darstellt, daß die Germanenzüge nach dem Süden, nach Italien, Griechenland, Südrußland, mehr noch als sie von heimischer Kunst und Schiffbaukunst den Mittelmeervölkern vermittelten, von ihnen aufnahmen und rückwärts wieder an ihre Heimat weiterlieferten.

Die Kunst des Mittelalters nimmt ihren Ausgang von der klassischen römischen Kunst, später auch mannigfach von Byzanz beeinflußt. Die ursprüngliche Gebundenheit an die Verkündigung des christlichen Glaubens bedingt es, daß sich nationale Unterschiede erst spät bemerkbar machen. Auch die Darstellungen des Schiffes fangen erst von 1200 ab in den einzelnen Ländern stärker an, eigene Wege zu gehen. In manchen Zweigen der Kunst erhalten sich die typologischen Darstellungsformen sogar unverändert bis zum Ausgange des Mittelalters. Von den Gebieten der Kleinkunst, welche sich etwa seit 1200 entwickeln, zeigt sich in den Wasserzeichen dieses Erstarren der einmal festgelegten Form am deutlichsten. In den Siegeln finden wir dagegen bemerkenswerterweise in den ältesten Zeiten die größte Freiheit im künstlerischen Schaffen. Ja, die Siegel der englischen und deutschen Seestädte liefern uns geradezu unschätzbare Bilder der Schiffe damaliger Zeit.

In den Wappen des Adels ist das Schiff in älterer Zeit sehr selten und ohne Beziehung zur Seefahrt. Die Wappen der v. Booth und v. Bothmar, wie die der polnischen Wappenfamilien Korab und Lodzia sind redende Wappen. Erst etwa von 1600 ab treten Adelswappen mit Schiffen häufiger auf, und es mag ihrer unter den vielleicht 150 000 Wappen etwa 50 bis 60 geben. Meist sind es Admiräle oder Handelsherren, die ihr Wappenschild mit dem Instrument ihres Wohlstandes und Ansehens schmücken.

Ungleich häufiger, wohl an die 300 mal, finden wir beim Adel schon seit etwa 1200 n. Chr. den Anker, der in Stadtwappen fast unbekannt ist. Ohne dem hochverdienten Wappenforscher Herrn Körner zu nahe treten zu wollen, möchte ich doch bezweifeln, daß wir, wie etwa bei der Familie von Diericke, im Anker ein uraltes deutsches, etwa aus der Tyrrune entwickeltes Wappenbild vor uns haben. Der Anker ist, wohl genau wie bei Parzival, dem göttlichen Torens Symbol christlicher Hoffnung, wie er uns in mehr als 100 Darstellungen schon in den Katakomben zu Rom entgegentritt. Nur in wenigen Fällen, z. B. bei den v. Lüderitz und v. Stubenberg, hat sich eine ursprüngliche Pflugschar zum Anker umgewandelt. Bei den Stubenbergs hat sich zudem die Schlange, die sich durch die Öffnung der Pflugschar ringelt, zum Tau umgebildet und bringt uns so das erste Beispiel des heute wohl als besonderes Symbol des Seemannes betrachteten unklaren Ankers. Diesen, mit dem Tau umwunden, finden wir als nautisches Emblem und als Wappen von Seeleuten und Handelsherren jedoch erst etwa seit 1650.

An Zahl weitaus die umfangreichste Gruppe von mittelalterlichen Darstellungen sind die Miniaturen der Handschriften. Sie sind noch gar nicht ausgeschöpft. Allerdings darf man ihren Wert für die Erkenntnis der Form des Schiffes nicht überschätzen. Handschriften sind es gerade gewesen, welche die stereo-

typen Bilder des Schiffes von Süden nach Norden, von Osten nach Westen durch ganz Europa verbreitet haben. Wenn die Mönche von Rom nach Frankreich und von dort nach Irland und England gehen, von dort wiederum nach St. Gallen und Fulda als Missionare kommen, immer bringen sie einen großen Schatz wunderbar ausgemalter Bibeln, Evangeliare und liturgischer Bücher mit. Drei Szenen sind es, die in diesen immer wiederkehren. Die Arche Noah, die Geschichte vom Propheten Jonas und der wunderbare Fischfang. Vereinzelt finden wir auch noch die Berufung der Apostel und eine Illustration zu dem Wüten des Meeres nach der Posaune des Engels der Offenbarung. Bei der Arche Noah macht den Malern die Verknüpfung der Angabe der Bibel mit den vorhandenen Vorstellungen von Schiffen sehr viel Kopfzerbrechen. Nicht die Natur wiederzugeben, sondern die Tatsachen der Bibel möglichst für den Nichtleser verständlich zu machen, ist ja die Hauptsache. So finden wir die Arche Noah gewöhnlich nur als viereckigen Kasten mit einem hausartigen Aufbau, aus dessen acht Fenstern die acht Insassen heraussehen. Erst spät, vielleicht unter nordischem Einfluß, bekommt der Unterteil mehr und mehr schiffsähnliche Gestalt. In der Profanliteratur, etwa im Alexanderlied, den Weltgeschichten, der Tristanhandschrift zu München und der schönen Eneid des Heinrich von Veldeke in der Staatsbibliothek zu Berlin, ist die stereotype Behandlung des Schiffskörpers genau so ausgeprägt. Offenbar haben bestimmte Vorbilder, die sich im Keim schon in den Katakomben finden, mit den Bibelhandschriften ihren Weg durch die alten Welten gemacht. Die meisten der Illuminatoren halten es für unbedingte Pflicht, die heiligen Vorlagen möglichst genau zu kopieren. Immer aber bringen einzelne Maler auch einiges Selbstgesehenes. In einigen Fällen, wie z. B. der berühmte Apokalypse der Universität Cambridge, scheint der Illuminator sogar mit der Seefahrt sehr vertraut zu sein. Wir finden dort einen verkatteten Anker, etwas, was nur einem Seemann geläufig sein konnte.

Unmittelbar auf den Miniaturen fußen die Holzschnitte und die Abbildungen in den Inkunabeln. Die Mehrzahl derselben freilich sind nur grobe handwerksmäßige Darstellungen, die während der Zeit von etwa 1450 bis 1550, nur wenig variiert, den allerverschiedensten Texten angepaßt werden. Hin und wieder finden wir aber auch einen großen Meister, der dem spröden Stoff Leben einhaucht. Wir erkennen die gewaltige Ausdrucksweise Dürers und Meister Wohlgemuts. Solche Zeichnungen, wie die zu den Kriegszügen des Herzogs von Brabant, wie die Stillung des Sturms im Schatzbehälter des Kobergerschen Verlages oder die Arche Noah der Schedelschen Weltchronik sind schlechthin unübertreffbare Meisterwerke. Solche Werke konnte nur jemand schaffen, der auch Schiffe in ihrem Element gesehen und eingehend studiert hat.

Eine andere sehr reichhaltig fließende Quelle der bildlichen Darstellung sind die Fenster der Kirchen. Auch hier ist freilich die große Mehrzahl sehr schematisch gehalten. Mit der Einführung der gemalten Fenster fällt zeitlich die Abfassung des *Spekulum*, des „Spiegels der menschlichen Seligkeit“, und die der berühmten *Legenda Aurea*, der Sammlung der Heiligenlegenden des Voraginus zusammen. Diese beiden Bücher dienen für die folgenden 2 Jahrhunderte bis

1400 hin als die wichtigsten Vorlagen, und erst spät wagen es Maler, sich von den sehr bald traditionell gewordenen Darstellungsformen frei zu machen. Ein Gleiches gilt auch von den Fresken, mit welchen die Wände der Kirchen verziert wurden. Die weitaus größte Mehrzahl bringt den typologischen Zyklus des Spekulum oder die besonderen Lebensschicksale des speziellen Heiligen nach der Legenda. Etwas freieres Leben pulst im Norden, wo Maler, die mit dem Seebeten vertraut sind, die Taten und Schicksale des großen Königs Olafs des Heiligen schildern. In Italien geht die Freskenmalerei fast unmerklich in die Tafelmalerei über. Auch hier sehen wir bis etwa 1200 eine starke Gebundenheit an die traditionellen Überlieferungen, eine Gebundenheit, die sich in den orientalischen Kirchen, z. B. in Bulgarien und auf dem Athos, bis heute erhalten hat. Es ist diese Gebundenheit, welche uns auf den frühesten italienischen Gemälden, wie etwa denen von Duccio, Cimabue, Gaddi u. a., den Eindruck einer byzantinischen Beeinflussung hervorruft. Ein eigentliches Seebild kennt die ältere Zeit noch nicht. Auch die mitunter zu findenden Bilder von Seeschlachten, wie etwa das des Aretino, welches den Kampf zwischen den Venezianern und dem Sohn Barbarossas zeigt, sind noch vollständig in konventioneller Form gebunden. Das Schiff und die Landschaft sind ihnen gänzlich nebensächliche Dinge. Die Maler wollen lediglich die Taten ihrer Heiligen hervorheben. Erst einer der allergrößten, Raffael, hat es fertig gebracht, auch das Schiff selbst der großen Aufgabe der Kunst dienstbar zu machen. Die Arche Noah im Bau, wie sie in den Spanten vor uns steht, links Gott Vater, die Bauanweisung gebend, im Vordergrund Noah und sein Sohn, das Holz zurichtend, ist ein kaum zu übertreffendes „Arbeitsbild“ des Schiffbaus. In der Folgezeit werden uns solche Erscheinungen öfters begegnen. Claude Lorrain unterschrieb seine Bilder zwar auch wie unzählige Vorgänger mit „Odysseus Heimkehr“, Aeneas Abfahrt“ und dergleichen, aber seine Unterschriften konnten ebensogut heißen „Sonnenuntergang am Meer“ oder „Kolumbus nach Spanien zurückkehrend“. Seine Bilder sind losgelöst von der Historie, Verkünder der großen Schönheit des Meeres und der, die auf ihm fahren, der Seeschiffe. Auf ähnlichem Boden wächst dann die große Schule der holländischen Seemaler heran. Sie lassen bald die mythologischen und aus der Bibel und Legende geschöpften Vorwürfe fallen und setzen sich rein zur Aufgabe, Meer und Schiffe selbst zu zeigen. Der Kanonenschuß (Abb. 9) oder der Hafen vor Sonnenaufgang, die Strandbilder von Willem van de Velde, die Sturmbilder von Vernet u. a. wollen weiter nichts, als schlechthin Meer und Schiffe schildern. In ihnen wird endlich das, was wir bei den chinesischen Malern vorgeannt haben, zu einer vollendeten Einheit, Landschaft, See und Schiffe verbinden sich zu kunstvollendeter Einheit. Die neuere Zeit hat nach diesem Höhepunkt der Seemalerei wenig mehr bieten können. Zwar finden wir Schiffe dargestellt bei den Malern aller Richtungen, Expressionisten, Kubisten usw. Auch gibt es eine ganze Reihe mehr oder weniger anerkannter Marinemaler. Den ersten ist das Schiff meist Staffage, den anderen Selbstzweck. Die große Einheit der Kunst, die nicht nur auf einen bestimmten Kreis von Beschauern wirkt, im ersten Falle auf den reinen „Kunstsachverständigen“, im zweiten auf

den Seemann oder Schiffbauingenieur, dem es natürlich am liebsten wäre, auf dem Gemälde auch noch sämtliche Konstruktionsdaten verzeichnet zu finden, leidet durch solche Einstellung natürlich. Soll das Schiffsbild nicht nur Gegenstand der historisch-archäologischen technischen Forschung sein, sondern soll es zu einem Kunstwerk werden, welches die gesamte Nation ergreift und damit auch in innere Fühlung mit den großen Taten der Vergangenheit, mit dem ungeheuren Erleben der Natur, mit der weltwirtschaftlichen Bedeutung der Seefahrt in innere Verbindung bringt, so müssen wir auch wieder etwas von der griechischen Schönheit, wie sie sich in den Vasenbildern gezeigt hat, von der chinesischen Komposition, von der Seestimmung eines van de Velde aufnehmen.

## XII. Besichtigung.

Am 24. November 1928 fand eine Besichtigung des Großkraftwerkes

K l i n g e n b e r g

der Berliner Städtischen Elektrizitätswerke A.-G. in Berlin-Rummelsburg durch 150 Mitglieder statt.

Das Großkraftwerk Klingenberg ist in folgenden Zeitschriften eingehend beschrieben:

1. V. D. I. Zeitschrift, Jahrgang 1927, Nr. 53.
2. Elektrotechnische Zeitschrift, Jahrgang 1928, Heft 1.
3. „Das Großkraftwerk Klingenberg“, Veröffentlichung der B. E. W. A.-G., Reihe 2, Band V (Verlag Felix Lehmann, Berlin-Charlottenburg).
4. Le Genie Civil vom 28. 4. 1928, Seite 424.
5. Engineering, Nr. 3225 vom 13. 1. 1928, Seite 58.
6. Engineering Progress Nr. 3, 1928.

### XIII. Namenverzeichnis

#### der Redner in den Vorträgen und Erörterungen nebst Sachangabe und Seitenzahlen.

Die Namen der Verfasser sowie die Titel der Vorträge sind **fett** gedruckt.

Name des Verfassers oder Redners bei den Erörterungen	Inhalt des Vortrages oder der Erörterungen	Seite
Bernhard . . . . .	Schwingungsmessungen an Eisenbahnbrücken . . . . .	186
<b>Biedermann . . . . .</b>	<b>Die Verwendung außergewöhnlich großer Rettungsboote in Verbindung mit dem Welin - Maclachlan - Davit auf großen Passagierschiffen . . . . .</b>	<b>95</b>
Bohuscewicz . . . . .	Erschütterungseinrichtungen für wiederholbare Messungen . . . . .	145
Bohuscewicz . . . . .	Dauerproben über Wechselfestigkeit; Ermüdungsmaschine, Maschine für Dauerwechselbeanspruchungen . . . . .	188
Brinkmann . . . . .	Dichtigkeit und Festigkeit der Schotten . . . . .	93
Dahlmann . . . . .	Meßeinrichtungen für Spannungen und Durchbiegungen am Schiffskörper . . . . .	189
Foerster . . . . .	Wirkung der Leitflächen bei Ein- und Zweischraubenschiffen . . . . .	254
Horn . . . . .	Analytische Behandlung der Wirkung von Leitflächen hinter dem Propeller . . . . .	250
Horn . . . . .	Besprechung einiger Einrichtungen und Methoden des Hamburger Laboratoriums im Hinblick auf das Projekt eines Schiffbau-Laboratoriums an der Technischen Hochschule Berlin . . . . .	282
Huss . . . . .	Anstellwinkel, Krümmung der Leitflächen . . . . .	254
Judaschke . . . . .	Wasserdichtes Deck; Lukenverschlüsse . . . . .	90
Kempf . . . . .	Biegunsmessungen am Schiffmodell im Tank . . . . .	190
Kempf . . . . .	Ausbau von Versuchs-Laboratorien, Genauigkeit der Apparate . . . . .	280
Laas . . . . .	<b>Die Schwimmfähigkeit der Fahrgastschiffe nach Havarien und ihre internationale Regelung . . . . .</b>	<b>73</b>
Lienau . . . . .	Rutschen der Nietung, Knickungsversuche am Modell . . . . .	191
Matthiessen . . . . .	Gleitpantzen für Rettungsboote . . . . .	117
Pabst . . . . .	Messungen von Stößen an Flugzeugen . . . . .	192
Reissner . . . . .	Genauigkeit des Annäherungsverfahrens bei Berechnung der Knickfestigkeit . . . . .	192
<b>Schnadel . . . . .</b>	<b>Über die Knickung von Platten . . . . .</b>	<b>170</b>
Schulz . . . . .	Korrosionen, Alterserscheinungen, Seewasserbeständigkeit verschiedener Materialien . . . . .	143
<b>Schulz . . . . .</b>	<b>Neuere Fortschritte in der Metallurgie des Stahles für Schiffskörper und Kessel . . . . .</b>	<b>122</b>
Schwarz . . . . .	Schottüren, Mittelgang, Schanzkleid auf Handelsschiffen, Beeinflussung der Stabilität . . . . .	91
Schwarz . . . . .	Versuche über Stabilität und Krängung im Laboratorium . . . . .	281
<b>Siemann . . . . .</b>	<b>Aufgaben und Fortschritte der Dehnungsmessung am fahrenden Schiff . . . . .</b>	<b>148</b>
Stadelhofer . . . . .	Aufblasbare Floßboote . . . . .	113
von den Steinen . . . . .	<b>Das Schiffbaulaboratorium der Staatslehranstalten in Hamburg</b>	<b>257</b>

Name des Verfassers oder Redners bei den Erörterungen	Inhalt des Vortrages oder der Erörterungen	Seite
Wagner . . . . .	<b>Rückblick und Ausblick auf die Entwicklung des Contra- propellers. . . . .</b>	195
Weber. . . . .	Knickungsfragen bei Bauteilen des Schiffes . . . . .	190
Weinblum . . . . .	Einfluß der Torsionsfestigkeit der Spanten auf die Knickfestigkeit der Platten . . . . .	191
Weitbrecht . . . . .	Vornahme von Stabilitäts-Versuchen im Laboratorium . . . . .	279
Welin . . . . .	Rettungsboote und Siphaken. . . . .	120
Zeller . . . . .	Krümmung und Zuschärfung der Leitflächen; Flügelfahl der Leit- flächen . . . . .	252
Zeyß . . . . .	Siphaken, Patent Ristau. . . . .	114