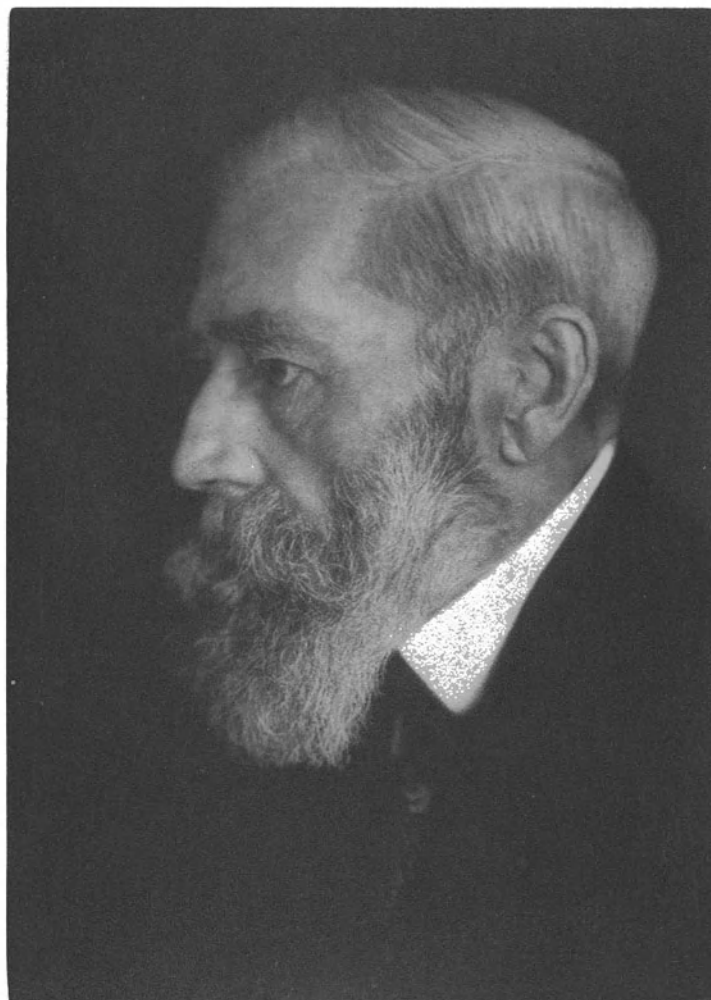


Vorlag von Julius Springer, Berlin

Melsenbach Riffarth & Co., Arch. Berlin.

H. J. Stamm



Verlag von Julius Springer, Berlin.

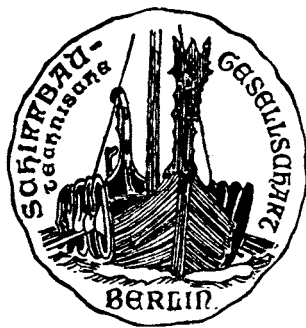
Meisenbach Riffarth & Co. A-G, Berlin

Wiesinger

Jahrbuch

der

Schiffbautechnischen Gesellschaft



Neunundzwanzigster Band

1928

Berlin
Verlag von Julius Springer

1928

ISBN-13:978-3-642-90166-9 e-ISBN-13:978-3-642-92023-3
DOI: 10.1007/978-3-642-92023-3

ALLE RECHTE VORBEHALTEN
SOFTCOVER REPRINT OF THE HARDCOVER 1ST EDITION 1928

Inhaltsverzeichnis.

Geschäftliches:	Seite
I. Mitgliederliste	3
II. Gesellschafts-Satzung	31
III. Satzung der silbernen und goldenen Denkmünze	35
IV. Bericht über das neunundzwanzigste Geschäftsjahr 1927	36
V. Niederschrift über die geschäftliche Sitzung der achtundzwanzigsten ordentlichen Hauptversammlung am 18. November 1927	68
VI. Unsere Toten	70
 Vorträge der XXVIII. Hauptversammlung:	
VII. 60 Jahre Bauvorschriften des Germanischen Lloyd. Von W. Laas	103
VIII. Versuchseinrichtungen und Ergebnisse des Institutes für Schiffsfestigkeit an der Technischen Hochschule Danzig. Von O. Lienau	124
IX. Erfahrungen bei der Anwendung elektrischer Lichtbogenschweißung im Schiffbau. Von Lottmann	156
X. Die Lentz-Einheits-Schiffsmaschine; Entstehung, Entwicklung, Vorteile und gesammelte Erfahrungen. Von W. Salge	199
XI. Die Lukenverschlüsse und die Sicherheit der Schiffe. Von T. Schwarz	250
XII. Doppeltwirkende kompressorlose Zweitakt-Dieselmotoren für Schiffsantrieb. Von F. Sass	287
XIII. Die modernen technischen Einrichtungen in Schiffsküchen. Von H. Schönian	334
XIV. Fortschritte der Anstreichtechnik. Von P. Jaeger	369
 Beiträge:	
XV. Der Betrieb kleinerer und mittlerer Werften. Von U. Knoop	381
XVI. Der Benson-Dampfprozeß im Schiffsbetrieb. Von M. Eule	411
 Besichtigung:	
XVII. Die Junkers-Werke in Dessau. Von F. W. Schulze zur Marbke	437
 Anhang:	
XVIII. Namenverzeichnis	495

Geschäftliches.

I. Mitgliederliste.

Schirmherr:

SEINE MAJESTÄT KAISER WILHELM II.

Ehrenvorsitzender:

SEINE KONIGLICHE HOHEIT, Dr.-Ing.
GROSSHERZOG FRIEDRICH AUGUST.

Vorsitzender:

Carl Busley, Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat, Professor, Berlin.

Stellvertretender Vorsitzender:

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

Fachmännische Beisitzer:

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

Caspar Berninghaus, Dr.-Ing., Werftbesitzer,
Duisburg.

Victor Nawatzki, Vorsitzender des Aufsichtsrates des Bremer Vulkan, Vegesack.

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

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

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., Präsident des Nord-
deutschen Lloyd, Bremen.

Geschäftsstelle: Berlin NW 6, Schumannstr. 2.

Fernsprecher: Norden 926.

Drahtung: Berlin, Schifftechnik.

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

Postscheckkonto: Berlin 38 469.

Ehrenmitglieder.

I. 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),

Carl Busley, Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat, Professor, Berlin

(seit 1920),

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),

Carl Busley, Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat, Professor, Berlin

(seit 1913),

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).

4. Fachmitglieder.

a) Lebenslängliche Fachmitglieder:

- Allard, Erik, Ingenieur der Königl. Marineverwaltung, Stockholm, Mastersammelskatan 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, Cantieri 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 Machinefabriken Scheepswerf, Rotterdam.
- 25 Burgerhout, Hugo, Direktor d. N. V. Burgerhout's Machinefabrik en Scheepswerf, Rotterdam.
- Cassel, Fredrik, Marinebaumeister d. R., Direktor der Ingeniörfirma Ture N. Steen Aktiebolag, Stockholm, Hjorthavägen.
- 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's, 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 Jarlsgatan 58.
- Fasse, Adolf, Generaldirektor a. D., Altona, Othmarschen, Lenbachstr. 3.
- Flohr, Justus, Dr.-Ing., Geheimer Baurat, Pyrmont.
- 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 26 a.
- Goedkoop, Daniel, Werftdirektor, Amsterdam, Keizergracht 729.
- Goedkoop, Heyme, Werftdirektor, Huize „de 40 Vyf“, Laren (N. H.) Holland.
- Göbel, Ludwig, Ingenieur, Lockstedt, Bez. Hamburg, Hindenburgstr. 41, I.
- 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-Flottbek, Bismarckstr. 18.
- 45 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-Ingenieur der Société Cockerill, Seraing, Belgien.
- 50 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 28 a.
- Ljungzell, Nils J. Schiffbau-Ingenieur, Professor-Vikar an der Kgl. Techn. Hochschule, Stockholm, Malmkillnadsgatan 42.
- 55 Löfgren, Johan, Ingenieur, Karlskrona, Tegnérliden 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.
- 60 Nordström, Hugo Frederik, Dozent a. d. Königl. technischen Hochschule, Stockholm, Brävallagatan 12—14
- Penning, Charles, Werftdirektor, Amsterdam, Plantage Franschelaan 13 a.
- Pingel, Johannes, Marinebaurat, Rüstringen, Schulstr. 100.

- Posse, Lage, Marinebaumeister, Karlskrona, Ronnebygatan 26.
- Rinesi, Giovanni, Generaldirektor von G. Ansaldo & Co., Genua, via Garibaldi 2.
- 65 Rodiek, Otto, beratender Ingenieur, Kiel, Klopstockstr. 7.
- 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, Wilhelmstr. 17.
- Sachsenberg, Georg, Kommerzienrat, Dessau, Albrechtstr. 126.
- Salberg, Jan Hendrik Cornelis, Direktor d. Nederlandsche Maatschappij, Amsterdam, Noord.
- 70 Schalin, Hilding, Konsultierender Ingenieur, Gothenburg, v. Hamngatan 2.
- 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., Cassel, Parkstr. 41 I.
- Steinike, Karl, Baurat, Schiffbau-Direktor a. D., Darmstadt, Herdweg 89.
- Topp, C., Baurat, Stralsund, Knieperdamm 4. 75
- Wilton, B., Werftbesitzer, Rotterdam-Westkousdyk.
- Wilton, J. Henry, Werftdirektor, Rotterdam.
- Wrobbel, Gustav, Dr. Ing., Dozent für Schiffbau u. Staatswissenschaften an den Techn. Staatslehranstalten zu Hamburg, Hamburg, Bellevue 2.
- Zetzmann, Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Wandsbek, Ernst-Albers-Str. 18.
- Ziese, Rud. A., Ingenieur, Dresden-Kl.-Zschachwitz, Meußlitzerstr. 67. 80
- Zoelly-Veillon, H., Ingenieur, Vorstandsmitglied und technischer Direktor bei Escher, Wyß & Cie., Zürich.
- b) Ordnungsmäßige Fachmitglieder:
- Abel, Paul, Ing., Düsseldorf, Konkordiastr. 58.
- Abel, Wilh., Schiffbau-Ingenieur, Professor an d. technischen Staatslehranstalten, Hamburg 22, Finkenau 26.
- Achenbach, Friedrich W., Dr.-Ing., Berlin W 50, Culmbacher Str. 3.
- 85 Ackermann, Max, Oberingenieur, 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., Stutzer Str. 5/6.
- 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.
- 90 Ahsbahr, Otto, Marinebaurat, Groß-Flottbek, Voßstr. 5.
- Albrecht, J., Dr.-Ing., Schiffsvermessungs-Direktor, Hamburg 39, Gryphusstr. 11.
- Allardt, Julius, Marinebaurat, Hamburg, Carolinenstr. 6.
- Alverdes, Max, Zivilingenieur, Inhaber des Eilenburger Motoren-Werkes, Bad Schwartau bei Lübeck, Bahnhofstr. 12.
- Ambronn, Victor, Dipl.-Ing., Obering. d. Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 71/72.
- 95 Ammann, Hermann, Maschinen-Oberingenieur, 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.
- Appel, Paul, Dipl.-Ing., Expert beim Verein Hamburger Assuradeure, Hamburg, Cursolsmannstr. 4.
- Arera, Hans, Oberingenieur und Bevollm. der F. Caesar Wollheim, Schiffswerft u. Maschinenfabrik, Deutsch-Lissa b. Breslau, Marienstr. 12.
- 100 Arnold, Karl, Oberregierungsrat, Berlin-Steglitz, Arndtstr. 35.
- Artus, Oberbaurat, Altona-Othmarschen, Beseleerplatz 10.
- Baath, Kurt, Dipl.-Ing., Oberingenieur und Prokurist d. Howaldtwerke, Kiel-Wellingsdorf, Hansens Privatstraße 6.
- Baetke, Friedrich, Schiffbau-Ingenieur, Direktor der Schiffswerft und Maschinenfabrik Theodor Hitzler, Hamburg 25, Oben-Borgfelde 25.
- Baisch, Ludwig, Oberingenieur, Kiel, v. d. Goltz-Allee 17.
- Bandtke, Hugo, Dipl.-Ing., Schiffb.-Betriebsing. 105 der Vulcan-Werke, Stettin, Kronenhofstr. 24.
- Barth, Hans, Dipl.-Ing., Leiter der technischen Abteilung der Fa. H. Diederichsen, Kiel, Düsternbrook 75.
- Bartsch, Hermann, Ingenieur, Patent- und techn. Büro, Breslau 1, Junkernstr. 33/35.
- Bauer, G., Dr. Ing., Dr. phil., Professor, Maschinenbau-Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau Aktiengesellschaft, Hamburg 37, Mittelweg 82.
- Bauer, M. H., Direktor, Friedrichshagen b. Berlin, Hahns Mühle 7.
- Bauer, O., Direktor, Oberingenieur der Flensburger Schiffbau-Gesellschaft, Flensburg, Neustadt 36. 110
- Bauer, V. J., Direktor der Flensburger Schiffbau-Gesellschaft, Flensburg, Neustadt 49.
- Bauermeister, Hermann, Dipl.-Ing., techn. Referent beim Sperrversuchskommando, Kiel, Hohenbergstr. 19a.
- Bausch, Fritz, Dipl.-Ing., Schiffbau-Ing. u. Werftbesitzer, Köln-Riehl, Rheinwerft.
- Becker, Richard, Maschinenbau - Direktor Deutsche Werke A.-G., Hamburg 13, Rotenbaumchaussee 47.
- Becker, Max, Marinebaurat, Direktor der 115 Helix-Maschinenbau G. m. b. H., Rio de Janeiro, Avenue da Atlantica 272.
- Beeck, Otto, Ing., Stettin, Mühlenstr. 12 III.
- Behrmann, Georg, Oberingenieur, Kiel, Winterbeker Weg 23.
- Benjamin, Ludwig, Zivil-Ingenieur, Hamburg 24, Ackermannstr. 34.

- Berndt, Hermann, Dipl.-Ing., Oberingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 25, Claus Grothstr. 6.
- 120 Berling, G., Dr.-Ing., Geh. Marinebaurat, Cöln-Mülheim, Genovevastr. 94.
- Berndt, Rechnungsrat, Ministerial-Amtmann, Groß-Lichterfelde, Augustastr. 39 II.
- Berndt, Bruno, Ingenieur, Kiel, Holstenstr. 48/50.
- Beschoren, K., Dipl.-Ing., Regensburg, Vonder-Tann-Str. 20.
- Betzhold, Dr.-Ing., Oberregierungsbaurat, Groß-Lichterfelde-West, Steglitzer Str. 19.
- 125 Biedermann, Walter, Dipl.-Ing., Direktor des Norddeutschen Lloyd, Bremen, Donandstr. 14.
- Biese, Max, Besichtiger d. Germ. Lloyd, Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Str. 114.
- Birkner, Ernst, Dipl.-Ing., Köln-Riehl, Stammheimerstr. 125.
- Blaum, Rudolf, Reg.-Baumeister a. D., Direktor der Atlas-Werke, A.-G., Bremen.
- Blechschmidt, Obermarinebaurat, Potsdam, Moltkestr. 7.
- 130 Bleicken, B., Dipl.-Ing. Oberingenieur, Hamburg-Fuhlsbüttel, Farnstr. 31.
- Block, Hch., Zivil-Ingenieur, Hamburg 13, Magdalenenstr. 53.
- Blohm, Eduard, Ingenieur, Hamburg, Werderstraße 29.
- Blohm, M. C. H., Ingenieur, Hamburg, Isestr. 111.
- Blume, Herm., Betriebs-Oberingenieur, Vegesack, Weserstr. 67/69.
- 135 Bocchi, Guido, Schiffbau-Ingenieur, Sestri Ponente, Via Ugo Foscolo 5.
- Bockhacker, Eugen, Geheimer Oberbaurat, Berlin-Wilmersdorf, Nassauische Str. 1.
- vom Bögel, Wilhelm, Oberingenieur der Gutehoffnungshütte, Leiter d. Rheinwerft Walsum, Walsum-Niederrhein, Acherstr. 91.
- Böhm, Heinrich, Oberingenieur, Bremen, Ellhornstr. 14 I.
- Böhme, Herm., Direktor d. American Transportation and Trading Corporation, New York, Niederlassung Berlin, Berlin-Friedenau, Kaiser-Allee 133.
- 140 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., Oberingenieur, Elbing, Äußerer Mühlendamm 3.
- Börnßen, Heinr., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Betriebsleiter bei Blohm & Voß, Hamburg, Haynstr. 32 pt.
- 145 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.
- Breitländer, Wilh., Schiffsmaschinenbau-Oberingenieur u. Prokurist der Akt.-Ges. Neptun, Rostock, Schröderstr. 39.
- 150 Brennhausen, Curt, Dipl.-Ing., Oberingenieur i. Normen-Ausschuß d. deutsch. Industrie, Berlin-Grünwald, Friedrichsruher Str. 32.
- Brinkmann, G., Wirklicher Geheimer Oberbaurat, Berlin-Charlottenburg, Westend, Kirschenallee 1a.
- Brodersen, Wilhelm, Baurat, Schlachtensee b. Berlin, Waldemarstr. 68.
- Broistedt, G., Obering., Wismar, Am Torney 11.
- Bröking, Fritz, Marinebaurat, Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 169.
- Brose, Eduard, Schiffbauingenieur, Elbing, 155 Äußerer Mühlendamm Nr. 76.
- Brose, Walter, Ingenieur, Leiter d. Konstruktionsbureaus f. Ölmasch., Vulcan-Werke, Hamburg 21, Heinrich-Hertz-Str. 19.
- Bross, Walter, Dipl.-Ing., Obering. d. Thyssen & Co. Masch.-Fabr. Mülheim, Ruhr, Mellingerhofstr. 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.
- Buchsbaum, Georg, Schiffbau-Oberingenieur u. 160 Prokurist des Germ. Lloyd, Berlin-Friedenau, Niedstr. 14.
- Burckhardt, Ober-Marinebaurat, Berlin W 50, Prager Str. 13, Gts. II.
- 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-Oberingenieur, Geestemünde, Mittelstr. 19. 165
- Buse, Dietrich, Dipl.-Ing. beim Bremer Vulkan, Vegesack, Weserstr. 43.
- 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.
- Claussen, Carl, Ingenieur, Kressbronn am 170 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.
- Cordes, Gottfried, Ingenieur, Lübeck, Hafenstraße 20 III. 175
- Cordes, Tönjes, Oberingenieur, i. Fa. Stülcken & Sohn, Hamburg-Steinwärder.
- Cossutta, Ferruccio, Ingenieur, Triest, Stabilimento Tecnico Triestino.
- Coulmann, Wilhelm, Marinebaurat a. D., Hamburg, Wandsbeker Chaussee 76.
- Crosecck, Heinrich, Dipl.-Ing., Bln.-Schöneberg, Rubenstr. 103.
- Dahlby, Gustav, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, 180 Bergsunds Verkstad, Stockholm.

- Dammann, Friedrich, Schiffbauingenieur, Hamburg-Langenhorn, Langenhorners Chaussee 197.
- Dannenbaum, Adolf, Dipl.-Ing., i. Fa. Blohm & Voß, Hamburg 19, Eichenstr. 54.
- Degn, Paul Frederik, Dipl.-Ing., Direktor der Howaldtswerke, Kiel-Neumühlen-Dietrichsdorf, Lichtenbergskamp 3.
- Deichmann, Karl, Ingenieur, Hamburg 6, Kleiner Schäferkamp 28 II.
- 185 Delfs, Otto, Schiffbau-Oberingenieur, Kiel, Wilhelmminenstr. 14a.
- Demai, Anton, Direktor des Stabilimento Tecnico Triestino, Triest, Lazzaretto vecchio 38.
- Dengel, Roderich, Marinebaurat a. D., Kiel, Feldstr. 148.
- Dentler, Heindr., Ober-Ingenieur d. Atlas-Werke A.-G., Zweigbureau Stettin, Birkenallee 9.
- Deters, K., Direktor, i. Fa. H. Stinnes, Hamburg, Hamburger Hof.
- 190 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, Fahr-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, Dalmannstr. 3.
- 195 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, Wilhelmshaven, Hollmannstr. 13.
- Donau, Zivil-Ing., Bremen, Rosenkranz 35.
- Dörr, W. E., Dipl.-Ing., Direktor, Friedrichshafen a. B., Meistershofener Str. 22.
- 200 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.
- 205 Dreyer, Karl, Oberingenieur der Firma F. Schichau, Elbing, Arndtstr. 3.
- van Driel, Abraham, Schiffbau-Ingenieur der staatlichen niederländischen Schiffs-Inspektion, Voorburg beim Haag, Rusthoflaan 24.
- Dröseler, Regierungsaurat, Berlin-Lankwitz, Ziethenstr. 32.
- Dyckhoff, Otto, Dipl.-Ing., Vorstand der Hansa-Lloyd-Werke A.-G., Hannover-Linden, Hano-mag.
- Eggers, Julius, Dr.-Ing., Sachverständiger für Schiff- u. Schiffsmaschinenbau, Hamburg 1., Glockengießerwall 2.
- 210 Ehrenberg, Ober-Marinebaurat, Berlin W 15, Württembergische Str. 31/32.
- Ehrlich, Alexander, Schiffbau-Ingenieur, Stettin-Grabow, Gustav-Adolf-Str. 11.
- Eichholz, Ernst, Ingenieur der Firma Rhein-haflag, Köln-Deutz, Gotenring 2 I.
- 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-Ingenieur und Be-sichtiger des Germanischen Lloyd, Brake i. Oldenburg. 215
- Elste, R., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Bismarckstr. 1.
- Elze, Theodor, Schiffbau-Ingenieur, i. Fa. Irmer & Elze, Bad Oeynhausen.
- Engberding, Dietrich, Marinebaurat, Berlin-Schöneberg, Grunewaldstr. 59.
- Engelhausen, W., Betriebs-Ingenieur, Bremen, Großgörschenstr. 25.
- Erbach, R., Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Ordentlicher Professor für den Lehrstuhl Schiffstheorie und Entwerfen von Schiffen an der Techn. Hoch-schule, Danzig, Techn. Hochschule. 220
- Erdmann, Paul, Ing., Maschinenbesichtiger d. 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. 225
- Fechter, Erich, Dipl.-Ing., Stellvertretender 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, Moltke-straße 47.
- Ferdinand, Ludwig, Dipl.-Ing., Oberinspektor d. Fa. Ganz & Co., Danubius A. G., Budapest, V., Váci ut 204.
- Fesefeld, Wilh., Studienrat und Dipl.-Ing., 230 Bremerhaven, Bürgermeister-Smidt-Str. 75
- Fichtner, Rudolf, Dipl.-Ing., Ober-Ingenieur u. Prokurist b. Danneberg & Quandt, Berlin NW 40, Lüneburger Str. 9.
- Fischer, Ernst, Schiffbau-Oberingenieur, Chef des Kriegsschiffbaubüros der Fried. Krupp A.-G. Germaniaerft, Hamburg, Alster-terrasse 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, 235 Philosophenweg 25.
- Flamm, Osw., Dr.-Ing., Geheimer Regierungsrat, Professor an der Technischen Hoch-schule, Nikolassee bei Berlin, Sudetenstr. 47.
- Flettner, Anton, Direktor, Berlin W 30, Neue Bayreuther Str. 7.
- Fliege, Gust., Direktor a. D., Bergedorf, Moltke-straße 5.
- Flügel, Gustav, Professor, Dr.-Ing., Technische Hochschule, Danzig-Langfuhr, Hauptstr. 131.
- Flood, H. C., Ingenieur und Direktor der Bergens 240 Mechaniske Verkstad, Bergen (Norwegen).

- Fock, John, Oberingenieur und Direktor der Reierstiegwerft, Abtlg. Heinrich Brandenburg, Hamburg 9.
- Foerster, Ernst, Dr.-Ing., Hamburg, Alsterdamm 25.
- Förner, Georg, Dr.-Ing., Privatdozent an der Technischen Hochschule, Berlin NW 21, Dortmunder Str. 13.
- Forthmann, Willy, Ingenieur, Hamburg, Martinistr. 19.
- 245 Föttinger, Hermann, Dr.-Ing., Professor, Berlin-Wilmersdorf, Berliner Str. 65.
- 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.
- 250 Friederichs, K., Geheimer Rechnungsrat, Neufinkenkrug, Kaiser-Wilhelm-Str. 49.
- 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).
- 255 Gaede, Heinrich, Schiffbau-Ingenieur, Rendsburg, Königskoppel 5.
- 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.
- 260 Gemberg, Walter, Dipl.-Ing., Rotterdam, Beukeldyk 62b (Heimat: Kiel, Königsweg 38).
- 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.
- 265 Giebeler, H., Schiffbau-Betriebsingenieur, Kiel-Gaarden, Wertstr. 125.
- Giese, Alfred, Dipl.-Ing., Hamburg 22, Finkenau 6.
- Giese, Ernst, Geheimer und Ober-Regierungsrat a. D., Stettin, Neue Str. 1.
- Gnutzmann, J., Schiffbau-Direktor, Danzig, Schichau-Werft.
- Gödecken, Ernst, Dipl.-Ing., Hamburg-Groß-Borstel, Klotzenmoor 1.
- 270 Goos, Emil, Chef des Maschinenwesens der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg 37, Isestraße 111.
- 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 Nüscke & Co., A.-G., Stettin, Karkutschstr. 1.
- Graf, August, Ingenieur, Hamburg 13, Rutschbahn 27. 275
- Grabow, 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. 280
- Grosset, Paul, Ingenieur, Inhaber der Werkzeug-Masch.-Fabr. Grosset & Co., Altona-Elbe, Turnstr. 42.
- Groth, W., Ingenieur, Hamburg 21, Petkumstr. 3.
- Grotian, 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. 285
- Gummelt, Carl H., Schiffbau-Ingenieur, Wesermünde-Geestemünde, Schillerstr. 26.
- 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. 290
- Haack, Otto, Schiffbau-Ingenieur, Stettin, Am Königstor 8.
- Habermann, Egon, Technischer Direktor der Hessischen Automobilges. A.-G., Darmstadt, Eichbergstr. 16.
- 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. 295
- Hagemann, H. Paul, Schiffbau-Ingenieur und Betriebsleiter der Deutschen Werke, Kiel, Holtenuer Str. 146.
- Hahn, Paul L., Zivil-Ingenieur, Sachverständiger für Schiffsmaschinen- und Kesselbau, Cassel-Wilhelmshöhe, Wilhelmshöher Allee 271.
- Haimann, G., Dr.-Ing., Spandau, Zeppelinstraße 46 II.
- Hammer, Hugo G., Generaldirektor, Göteborgs Nya Verkstad A. B., Göteborg.
- Hammer, Felix, Dipl.-Ing., Audorf b. Rendsburg, Kieler Straße. 300

- Hantelmann, Kurt, Dipl.-Ing., Studienrat an der Seemaschinen- u. Schiffingenieurschule, Flensburg, Stuhls-Allee.
- Häpke, Gustav, Dipl.-Ing., Reg.-Baurat beim Reichsausschuß f. d. Wiederaufbau d. Handelsflotte, Berlin-Schöneberg, Luitpoldstr. 38.
- Hardebeck, Walter, Marinebaurat, Lockstedt bei Hamburg, Werderstr. 23.
- Hartmann, C., Baudirektor, Vorstand des Aufsichtsamtes für Dampfkessel- und Maschinen, Hamburg, Juratenweg 4.
- 305 Harun, Mustava, Dr.-Ing., Friedenau, Offenbacher Str. 2.
- 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.
- 310 Hedemann, 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.
- 315 Heinemann, Richard, Zivilingenieur, Hamburg 9, Kamerunweg 9.
- Heinemann, Rudolf, Dipl.-Ing., Direktor der Junkers-Luftverkehr A.-G., Bln.-Wilmsdorf, Hindenburgstr. 35 III.
- Heinen, Joh., Ingenieur und Fabrikbesitzer, Lichtenberg bei Berlin, Herzbergstr. 24/25.
- Heise, Wilh., Oberingenieur, Kobe, 18 Kitanocho, 1 chome.
- Heitmann, Ludwig, Ober-Ingenieur, Hamburg 10, Am Weiher 23.
- 320 Heldt, Adolf, Marinebaurat, Kiel, Esmarchstr. 53 I.
- Hellemans, Thomas Nikolaus, Schiffbau-Ingenieur, Muntok auf Banka (Niederl. Indien).
- Helmig, G., Schiffbau-Ingenieur, Berlin-Johannistal, Parkstr. 22.
- Hemmann, A., Regierungsbaurat, Hochkamp b. Hamburg, Kaiser-Wilhelm-Str. 8.
- Hennig, Albert, Dipl.-Ing., Kiel, Düvelsbeker Weg 29.
- 325 Henning, J. R., Schiffbau-Ingenieur, Berlin NW 6, Luisenplatz 12 III.
- Hering, Bernhard, Geh. Konstr.-Sekretär, Bln.-Zehlendorf, Hauptstr. 60/62.
- 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 W 15, Fasanenstraße 58.
- 330 Heydemann, Rudolf, Dipl.-Ing., Stettin, Friedrich-Carl-Str. 43.
- Hildebrandt, Hermann, Schiffbau-Direktor, in Fa. Hermann Johs. Hildebrandt. Bauingenieur-Büro, Bremen, Holler Allee 1,
- 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. 335
- 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 340 b. Hamburg, Waldstr. 7.
- Hoefler, Kurt, Dr.-Ing., Oberingenieur u. Prokurist d. Germanischen Lloyd, Berlin-Schmargendorf, Spandauer Str. 31.
- Hoefs, Fritz, Maschinenbau-Direktor bei G. Seebeck, A.-G., Bremerhaven, Am Deich 27.
- 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, Carl, Direktor, Lübeck, Jürgen 345 Wullenweberstr. 24.
- Hoffmann, W., Betriebsingenieur der Werft von Blohm & Voß, Hamburg 19, Marktplatz 4.
- Hohn, Theodor, Oberingenieur der Tugchi-Hochschule, Woosum bei Shanghai, China.
- Hollitscher, Wilhelm, Ingenieur, Techn. Direktor d. I. Donau-Dampfschiffahrt-Ges., Wien III, Arenbergring 15.
- Holm, Paul, kgl. Direktor d. Maschinenunterrichts, Kopenhagen, K. Kvaestehusgade 3.
- Holtusen, Wilhelm, Ziv.-Ing. für das Schiffs- u. Maschinenbauwesen, Hamburg 26, Hirtenstraße 12. 350
- Holzhausen, Kurt, Dipl.-Ing., Rhein-Metall-Lauchhammer A.-G., Abtlg. Eisenbau, Berlin NW 87, Wullenweberstr. 12.
- Horn, Fritz, Dr.-Ing., Professor, Oberingenieur, Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin NW 23, Schleuseninsel im Tiergarten.
- Hornbeck, Albert, Ingenieur, Wandsbek, Freesenstr. 13.
- Hosemann, Paul, Dipl.-Ing., Elbing, Westpr., Bismarckstr. 5.
- Howaldt, Gerhard, Schiffbau-Ingenieur, Stralsund, Schiffswerft von Georg Schuldt, Werftstraße 7a. 355
- Howaldt, Georg, Ingenieur, Hamburg I., Mönckebergstr. 7 II.
- Hoyer, Niels, Schiffbau-Ingenieur, Linz, Donau, Schubertstr. 21.
- Hüllmann, H., Dr.-Ing., Professor, Geh. Oberbaurat, Berlin W 15, Württembergische Str. 31 bis 32 II.
- Hundt, Paul, Maschinenbau-Ingenieur b. Joh. C. Tecklenberg A.-G., Geestemünde, Georgstr. 54.
- Ibsen, Julius, Dipl.-Ing., Hildburghausen, Josef-Meyer-Str. 6. 360
- Icheln, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Oevelgöner Str. 32.

- Ilgenstein, Ernst, Oberbaurat, Charlottenburg, Knesebeckstr. 2.
- 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.
- 365 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. 17/18 ptr.
- Jacobsen, J., Ingenieur, Bergedorf b. Hamburg, Möörkenweg 22.
- Jahn, Gottlieb, Dipl.-Ing., Kiel, Niemansweg 30.
- 370 Jahn, Joh., Dr., Oberreg.-Rat, Bremen, Technische Staatslehranstalten.
- Janssen, Diedr., Oberingenieur, Bremerhaven, Bogenstr. 11.
- Jappe, Fr., Ober-Ingenieur, Schiffsbesichtiger des Germanischen Lloyd, Danzig-Langfuhr, Baumbachallee 17.
- Johannsen, F., Schiffbau-Ingenieur, Kiel-Wellingdorf, Wehdenweg 20.
- Johns, H. E., Ingenieur, Hamburg, Steinhöft 11.
- 375 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, Főutca 59.
- Jourdan, Johannes, Ingenieur der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg 30, Moltkestr. 47.
- Judaschke, Franz, Zivil-Ingenieur, Hamburg 39, Sierichstr. 170.
- Jüllicher, Ad., Schiffbau-Ingenieur und Inspektor des Germ. Lloyd, Bremen, Rutenstr. 29.
- 380 Just, Curt, Obermarinebaurat, Zehlendorf-West, Beerenstr. 20.
- Justus, Ph. Thr., Ingenieur und Direktor der Atlas-Werke A.-G., Bremen, Olbersstr. 3.
- Kaerger, Alfred, Patent-Ingenieur, Groß-Flottbek bei Hamburg, Lindenstr. 7.
- Kalderach, J. F. A., Oberingenieur, Expert des Vereins Hamburger Assuradeure, Hamburg 37, Eppendorfer Baum 9.
- Kampfmeyer, Th., Dipl.-Ing., Direktor a. D., Marinebaurat, Rüstringen i. O., Birkenweg 18.
- 385 Kappel, Henry, Oberingenieur, Cassel-Wilhelms Höhe, Landgraf-Karl-Str. 27.
- Karstens, Paul, Ober-Ingenieur, Altona-Bahrenfeld, Friedhofstr. 15.
- Kasten, Max, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg-Langhorn, Heinfelderstr. 18.
- Katzschke, William, Baurat, Betriebsdirektor d. Deutschen Werke Kiel, Akt.-Ges. Berlin W 9, Bellevuestr. 12a.
- Kaye, Georg, Baurat, Junker-Luftverkehr A.-G., Dessau-Ziebigk, Junkerswerke.
- 390 Keiller, James, Oberingenieur, Kabinettskammerherr S. M. d. Königs von Schweden, Göteborg, Kungssportsavenyen 4.
- Kell, W., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Stettin, Steinstr. 3.
- Kelling, Erich, Dipl.-Ing., Hamburg 21, Richterstraße 24.
- Kellner, Arno, Dipl.-Ing., Hamburg 13, Schlankreye 23.
- Kempff, 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., Vegesack, Grenzstr. 5.
- Kiep, Nicolaus, Dipl.-Ing., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur b. d. Firma C. Illies & Co., Hamburg, Mönckebergstr. 8.
- Kiepkke, Ernst, Maschinen-Ingenieur, Stettin-Bredow, Derfflingerstr. 4.
- Killat, Georg, Marine-Oberingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Laubacher Straße 37.
- 400 Kirberg, Friedrich, Ingenieur, Ministerial-Amtmann, Berlin-Steglitz, Ringstr. 57 I.
- Klagemann, Johannes, Maschinenbaudirektor a. D., Düsseldorf, Harleßstr. 6.
- 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.
- Klawitter, Fritz, Ingenieur u. Werftbesitzer, 405 Danzig, i. Fa. J. W. Klawitter, Danzig, Brabank 1b.
- Kleen, J., Oberingenieur, Hamburg, Pappelallee 46 I.
- Klein, Karl, Betriebs-Ingenieur, 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, Danzig-Langfuhr, Hermannshöferweg 16.
- Klewitz, Max, Ingenieur, Danzig, Holm-Werftgelände.
- 410 Kliehmen, Franz, Dipl.-Ing., Oberingenieur 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.
- Knauer, W., Direktor, Vorstandsmitglied des Bremer Vulkan, Vegesack, Gerh.-Rohlf-Str. 17.
- Knierer, Clemens, Zivilingenieur für Schiff- u. Maschinenbau, Hamburg 11, Bohnenstr. 4 I.
- 415 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., Oberingenieur der Fa. Weise Söhne, Halle a. S., L.-Wuchererstraße 87.
- Knorr, Paul, Studienrat u. Professor an der staatl. höheren Maschinenbauschule, Stettin, Kaiser-Wilhelm-Str. 13.
- 420 Koch, Carly, Direktor von A. Borsig, Berlin-Tegel; Hamburg 1, Hochmannplatz 2.
- 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, Rud. Ernst, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Hansastr. 67.
- 425 Koch, W., Dipl.-Ing., Abteilungs-Direktor beim Norddeutschen Lloyd, Bremen, Dobben 20.
- Koch, W., Ing., Schiffswerft Henry Koch A.-G., Lübeck, Rathenastr. 25.
- Koehnhorn, Regierungsbaurat, Berlin NW 87, Levetzowstr. 21.
- Köhler, Albert, Ober-Marinebaurat, Wilhelmshaven, Bismarckstr. 110.
- Kolbe, Chr., Werftbesitzer, Wellingdorf bei Kiel.
- 430 Kolkman n, J., Schiffsmaschinenbau-Oberingenieur, Elbing, Hohezinnstr. 12.
- Kölln, Friedr., Dipl.-Ing., Hamburg 24, Eilenau 9.
- König, Rob., Schiffbau-Betriebsingenieur, Schiffbau-Maschinenbaugesellschaft A.-G., Mannheim.
- Konow, K., Geheimer Oberbaurat, Charlottenburg, Witzlebenstr. 33.
- Körber, Theodor, Dipl.-Ing., Haarlem, Rozenhagenplein 10.
- 435 Koschmider, G., Dipl.-Ing., Obering. bei F. Schichau, Elbing, Yorekstr. 6.
- Köser, I., Ingenieur, i. Fa. I. H. N. Wichhorst, Blankenese bei Hamburg, Strandweg 60.
- Köster, Georg, Schiffbau-Direktor, Vorstandsmitglied der Stettiner Oderwerke, Stettin, Pöltzer 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 2, Bismarckstr. 99.
- 440 Krainer, Paul, Ordentl. Professor a. d. Techn. Hochschule Berlin - Halensee, Kurfürstendamm 136.
- Kramer, L., Direktor d. Vertretungsges. m. b. H. der Germania-Werft, Hamburg 21, Adolphstraße 39.
- Krause, Hans, Marine-Schiffbaurat, Brandenburg. Steinstr. 27.
- Krebs, Hans, Marinebaurat, Berlin-Steglitz, Am Stadtpark 1.
- Krell, Otto, Dr., Professor, Direktor d. Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Dahlem. Kronbergerstraße 26.
- 445 Kretschmer, Herbert, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 37, Hochallee 31.
- Kretschmar, F., Schiffbau-Ingenieur, Zürich, Rotbuchstr. 36.
- Krey, Hans, Dr.-Ing., Dr. Regierungs- und Oberbaurat, Berlin W 23, Schleuseninsel im Tiergarten.
- Krohn, Heinrich, Zivilingenieur, Neu-Rahlstedt b. Hamburg, Am Gehölz 17.
- Krüger, Gustav, Ingenieur bei Blohm & Voß, Hamburg 19, Eppendorfer Weg 109.
- 450 Krüger, Hans, Marinebaumeister a. D., Direktor d. J. Frerichs & Co. A. G., Osterholz-Scharmbeck.
- Kruse, Ludwig, Werftdirektor, Zarkau b. Glogau.
- Kucharski, Walther, Ingenieur, Kiel, Neufeldt & Kuhke, Betriebs-G. m. b. H., Werk Ravensberg.
- Küchler, Paul, Marinebaurat, Kiel, Feldstraße 150 I.
- Kuck, Franz, Marine-Oberbaurat, Kiel, Feldstraße 134.
- 455 Kuehn, Richard, Schiffbau-Ingenieur, Blumenthal (Hannover), Lange Str., Villa Magdalena.
- Kühnke, Regierungsbaurat, stellvertretender Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau Akt.-Ges. Bremen, Bulthauptstr. 21.
- Kuhlmann, A., Direktor der Kubatz-Werften, Dresden-A. 16, Striesener Str. 2.
- Kuhsen, Carl, Schiffbau-Ingenieur, Blumenthal i. Hann., Lindenstr. 106a.
- Kurgas, Erich, Dipl.-Ing., Ober-Ingenieur der A.-G. „Weser“, Düsseldorf, Brehmstr. 35.
- Laas, Walter, Professor, Direktor des Germanischen Lloyd, Berlin-Dahlem, Löhleinstr. 41.
- 460 Laible, Friedrich, Ingenieur, Elbing, Schiffbau- platz 1.
- 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.
- 465 Langhans, Ernst, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Kaiserstr. 17.
- 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.
- 470 Lechner, E., Marinebaurat, Generaldirektor, Köln-Bayenthal, Oberländer Ufer 118.
- Lehm, Karl, Dipl.-Ing., Werftdirektor, Plauen, Vogtland, Antonstr. 1.
- Leisner, Ad., Schiffbau-Ingenieur, Berlin W 50, Spichernstr. 15.
- Lempelius, Ove, Dipl.-Ing., Oberingenieur der Flensburger Schiffb.-Ges., Flensburg, Bauer- landstr. 1.
- Leucke, Otto, Dr. phil., Dipl.-Ing., Direktor der Vereinigten Elbe-Norderwerft A.-G., Ham- burg 20, Beim Andreasbrunnen 4.
- 475 Leux, Ferdinand, Boots- und Yachtwerft, Frank- furt a. M.-Süd, Schifferstr. 94.
- Levin, Friedr., Marinebaurat, Kiel, Forstweg 32.
- 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.
- 480 Lincke, Barnim, Dipl.-Ing., Züllichow, Pommern, Schloßstr. 18.
- Lindemann, Ehrich, Schiffbau-Ingenieur, Lü- beck, Victoriast. 8.
- Lindenau, Paul, Werftbesitzer, Schiffswerft, Memel-Süderhuk, Festungstr. 4.
- Linder, Ernst, Direktor, Stettin 10, Hans- Sachs-Weg 4.
- Lindfors, A. H., Ingenieur, Alingsas b. Gothen- burg, Schweden, Strand 3.
- 485 Linker, B. G., Zivilingenieur, Vertreter von Krupp, Hamburg, Trostbrücke 2.
- Lipowczak, Valentin, Oberingenieur, Wismar, Lindenstr. 12.
- Lippold, Fr., Schiffbau-Oberingenieur, Ham- burg 24, Schröderstr. 17.
- Loesdau, Kurt, Marinebaurat a. D., Delmenhorst, Roonstr. 7.
- 490 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.
- Lösche, Joh., Marine-Oberbaurat, Altona/Elbe, Philosophenweg 5.
- Lottmann, Obermarinebaurat, Betriebsdirektor für Schiffbau, Wilhelmshaven, Parkstr. 27.
- 495 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.
- 500 Lühring, F. W., Mitinhaber d. Fa. C. Lühring, Schiffswerft, Kirchhammelwarden i. O.
- Lürssen, Otto, Ingenieur, Aumund-Vegesack, Bootswerft.
- Machule, Joh., OBERINGENIEUR, CHARLOTTENBURG, KANTSTR. 72.
- 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.
- 505 Mahler, Heinrich, Dipl.-Ing., Vorstandsmitglied im Ravené-Konzern, Berlin-Charlottenburg, Kaiser-Friedrich-Str. 47.
- Mainzer, Bruno, Techn. Leiter d. Reederei Paulsen & Ivers, Konsul der Republik Argentinien, Kiel, Martensdamm 26.
- Malisius, Paul, Obermarinebaurat, Bauaufsicht der Marineleitung, Kiel, Feldstr. 144a.
- Mangold, Walther, Marinebaurat a. D., Kiel, Kirchenstr. 3.
- Martins, Ludwig, Schiffbau-Ingenieur und Schiffsbesichtiger des Germ. Lloyd, Kiel, Wilhelmminenstr. 14b.
- 510 Matthaei, Wilhelm, O., Dr.-Ing., Berlin-Charlottenburg, Galvanistr. 7.
- Matthias, Franz, Dr.-Ing., Hamburg, Raiboisen 40.
- Matthiessen, Paul, Zivilingenieur, Blankenese, Süldorferweg 50.
- Matzkait, 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.
- 515 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. Germaniaerft, Kiel-Elmschenhagen, Kiefkampstr. 6.
- Meier, Bruno, Schiffbau-OBERINGENIEUR D. DANZIGER WERFT-EISENBahnwerkstätten A.-G., Danzig.
- 520 Meinke, Hugo, Schiffsmaschinenbau-Ing., Odense Shibhussij 226, Dänemark.
- Meisner, Erich, Marinebaurat a. D., Berlin-Schlachtensee, Wannseestr. 29.
- Menadier, Marinebaurat, Hamburg-Alt-Rahlstedt, Ohlendorfstr. 17.
- Mendelssohn, Franz, Marinebaurat, Danzig-Langfuhr, Gr. Allee 38.
- Menke, Hermann, Ingenieur, Hamburg 37, Isestr. 29.
- Mennicken, E., Rechnungsrat, Berlin-Steglitz, 525 Stubenrauchplatz 3.
- Methling, Marine-Oberbaurat, Ministerialrat, Steglitz, Sedanstr. 12.
- Meyer, Alfred, Maschinen-Ing., Berlin W 35, Lützowstr. 83 III.
- Meyer, C., Dipl.-Ing., Hamburg 23, Landwehr 75.
- Meyer, Erich, Dr.-Ing., Elbing, Bismarckstr. 15.
- Meyer, F., Schiffbau - OBERINGENIEUR, DANZIG, 530 Schichau-Werft, Hansaplatz 2b.
- Meyer, Franz Jos., Schiffbau-Ingenieur, Werftbesitzer, Papenburg.
- Meyer, H., Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Hamburg-Langenhorn, Heinfelder 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, 535 Parsivalstr. 70.
- 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 - GROSSE LICHTERFELDE - WEST, KARLSTRASSE 32.
- Mladiáta, A. Johannes, Dipl.-Ing., Obersting. u. Chef d. techn. Depart. d. k. ung. Stromwache, Budapest VIII, Maria utca 56.
- Mohr, Hans, Dr., Marinebaurat, Altona, Flottbeker Chaussee 176. 540
- Mölle, 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., Ayaz-Pacha Djami Scheriff Sodak, Fresco Han No. 45, Stamboul, Türkei.
- Monhemius, S. F., jr. OBERINGENIEUR DER KGL. 545 NIEDERLÄNDISCHEN MARINE, HELDER.
- Mötting, Emil B., Zivilingenieur für Schifffahrt 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, Carl, Stellvertretender Direktor u. Prokurist des Germanischen Lloyd, Berlin-Grunewald, Hubertus-Allee 3. 550
- Müller, Emil, Chefingenieur d. Joh. C. Tecklenborg A.-G., Geestemünde, Borriesstr. 16.
- 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.
- 555 Müller, Max, Zivilingenieur i. F. Paul Matthiesen u. Max Müller, Hamburg 1, Chilehaus A, Fischertwiete 2, V. Stock.
- Müller, Paul, Marine-Ingenieur, Rüstringen i. O., Schulstr. 58.
- Müller, Paul Friedrich Carl, Oberingenieur und Chef der Abtlg. Maschine d. Hamburg-Süd-amerikan. 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. Erlenbach a. Main, Bayern.
- 560 Mustelin, Bruno, Dipl.-Ing., Sandvikens Skeppsdocker, Helsingfors, Finnland.
- Nagel, Joh. Theod., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg, Wagnerstr. 48.
- Naglo, Fritz, Dipl.-Ing., Inhaber der „Naglo-Werft“, Berlin-Spandau, Post Pichelsdorf.
- 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.
- 565 Neß, Artur, Ingenieur, Hamburg 22, Hamburger Straße 164.
- Neugebohrn, Carl, Dr.-Ing., Bergedorf, Roonstraße 9.
- Neumann, Bernhard, Schiffbau-Ingenieur, Valdivia, Casilla de Correo 124 (Chile).
- Neumann, Walter, Schiffbau-Ingenieur, Dessau, Askan. Pl. 5.
- Nielsen, Johannes, Schiffbau-Ingenieur, Kiel, Klopstockstr. 11.
- 570 Nilsson, Nils Gustaf, Chef des Kgl. Kommerskollegiums, Fahrzeugabteilung, Stockholm.
- Noack, Ulr., Schiffbau-Dipl.-Ing., Technische Staatslehranstalten, Bremen, Friedrich Wilhelm-Straße 49.
- 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.
- 575 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.
- Oertz, Max, Dr.-Ing., Konstrukteur, Hamburg, An der Alster 84.
- Oesten, Karl, Stellvertretender Schiffbau-Direktor der Fr. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel, Niemannsweg 96.
- Oestmann, C. H., Ober-Ingenieur, Elbing, Königsberger Str. 16.
- 580 Oestman, Erik, Schiffbau-Ingenieur, Stockholm, Slußplan 5.
- Offerdinger, Ernst, Technischer Direktor der deutschen Levantelinie, Dockenhuden bei Blankenese (Elbe), Weddigenstr. 3.
- Ohlerich, Heinrich, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Prinz-Heinrich-Str. 41 II.
- Oppers, Emanuel, Reg.-Baum., Schiffbau-Oberingenieur der Norderwerft A.-G., Beratender Ingenieur, Hamburg-Eppendorf, Rehagen 5.
- Orbanowski, K., Generaldirektor der Amstra, Wannsee, Kl. Seestr. 19.
- Ornell, Niels J., Oberlehrer f. Schiffbau in Bergens 585 Tekn. Skole, Bergen, Harald Haarfagersgade 4.
- Ott, Julius, Schiffbau-Ingenieur, Basel (Schweiz), Alemannengasse 2.
- Otto, Walther, Regierungsbaurat, Berlin-Dahlem, Lentze-Allee 16.
- Overbeck, Paul, Stellv. Direktor d. Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Schönhausenstr. 8.
- Overhoff, Walter, Dr.-Ing. Generaldirektor d. Schiffswerft Linz, Wien I, Schwarzenbergplatz 18.
- Paatzsch, Gustav, Betriebs-Ingenieur, Hamburg, 590 Finkenwärder Arbeitsamt D. W.
- Paech, Hermann, Marinebaurat, Hamburg-Gr. Flottbek, Bismarckstr. 1.
- Paaysen, Hans, Ing. und Bürochef der Vulcan-Werke, Aumund-Vegesack, Nordstr. 8.
- 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, 595 Plittersdorfer Str. 41.
- Peters, Karl, Betriebs-Ingenieur, Kiel, Lornsenstraße 48.
- Petersen, Fr. Alb., Ingenieur, Maschinen-Besichtiger des Germ. Lloyd, Dorfmark-Hannover.
- Petersen, Hans, Dipl.-Ing., Regierungsbaumeister, 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., i. F. 600 Ludwig Dürr, Ingenieurbüro G. m. b. H., Icking bei München.
- Peuss, Franz, Werftdirektor, Elsfleth, Friedrich-August-Str. 15.
- Pfeiffer, Adolf, Ingenieur, Berlin NW 87, Hansa-Ufer 2 II.
- Pichon, Walter, Dipl.-Ing., Hamburg 21, Averhoffstr. 24.
- v. Plato, Felix, Ingenieur, Reval, Tatarenstr. 53.
- Plehn, Gerhard, Geheimer Marinebaurat, Danzig, 605 Große Allee 44.
- Pogatschnig, Jos., Schiffbau-Oberingenieur, Vertreter der Werft und Maschinenfabrik Caesar Wollheim, Breslau, Dresden-Blasewitz, Tolke-witzer Str. 17.
- Pohl, A., Ingenieur, Kiel, Feldstr. 138 I.
- Pollnow, J., Ober-Ing. d. Mineralölwerke A.-G., Hamburg P. 30, Eidelstedterweg 24 I.
- Pophanken, Dietrich, Oberbaurat, Maschinenbau-Direktor, Mitglied d. Direktoriums d. Marinewerft Bornhöved i. Holstein.
- Pophanken, Erich, Dr.-Ing., Berlin-Wilmers- 610 dorf, Deidesheimerstr. 8, b. Gellert.
- Popp, Michael, Dipl.-Ing., Hamburg 23, Rückertstraße 52.
- Poppe, Carl, Oberingenieur der A.-G. „Weser“, Zivil-Ingenieur, Bremen, Margarethenstr. 10c.
- Prachtl, Guido, Dr.-Ing., Oberingenieur d. Adlerwerke A.-G., Liegnitz, Holteistr. 3 I.

- Preße, Paul, Ministerial-Direktor im Reichswehrministerium, Geheimer Oberbaurat und Chef der Marine-Konstruktionsabteilung, Bln.-Wilmersdorf, Konstanzer Str. 56.
- 615 Preuß, A. F. W., Direktor u. Vorstandsmitglied der Stettiner Oderwerke, Stettin, Gießereistr. 17.
- Probst, Martin, Dr.-Ing., Hamburg 37, Innocentiastr. 49.
- Pröll, Arthur, Dr.-Ing., Professor an der Technischen Hochschule, Hannover, Militärstr. 18.
- v. Radinger, Carl Edler, Ing., Geschäftsführer der Westdeutschen Celluloidwerke, Düsseldorf-Oberkassel, Kaiser Wilhelm-Ring 12.
- Rappard, Jhr. C. van, Direktor van's Rijkswerk, Hellevoetsluis.
- 620 Rappard, M. Jhr. ir., Schiffbau-Direktor d. Kgl. Niederländischen Marine, s'Gravenhage, Ministerie van Marine.
- 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, Oberborgfelde 15.
- Rechea, Miguel, Ingeniero Naval, Madrid, Mariana Pinco 5.
- 625 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.
- Rembold, Viktor, Dr.-Ing., Professor a. d. Techn. Hochschule, Danzig-Langfuhr, Hohenfriedberger Weg 5.
- Renner, Felix, Dipl.-Ing., Zivil-Ingenieur, Hamburg 1, Paulstr. 11.
- 630 Richter, Adolf, Dipl.-Ing., Hamburg-Langenhorn, Heinfelder Str. 4.
- Richter, Otto, Schiffbau-Obering. der Deutschen Werke Kiel A.-G., Kiel-Gaarden, Werftstr. 115.
- Riechers, Carl, Oberingenieur u. Betriebsleiter d. Maschinenbau-Abtlg. der Firma F. Schichau, Elbing, Brandenburger Str. 1.
- Rieck, John, Dipl.-Ing., Hamburg-Fuhlsbüttel, Maienweg 301.
- Riecke, Marinebaurat, Rüstringen i. O., Hegelstraße 18.
- 635 Riemeyer, Marine-Baurat z. D., Bremen, Schwachhauser Heerstr. 63.
- Rieseler, Hermann, Oberingenieur d. Fa. H. Maihak A.-G., Hamburg 39, Andreasstr. 31.
- Riess, O., Dr. phil., Geheimer Regierungsrat, Neubrandenburg, Adolf-Friedrich-Str. 13.
- Rindfleisch, Max, Werftdirektor, Wesermünde, Lehe, Hafenstr. 60.
- Roehrig, Hellmuth, Dipl.-Ing., Direktor d. Gas- u. Wasserwerkes, Barmen, Victoriast. 27.
- 640 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.
- Roester, Hermann, Schiffbau-Diplom-Ingenieur, Vegesack-Bremen, Bremer Str. 45.
- Rohlffs, Carl, Ingenieur, Altona a. d. Elbe, Eggerallee 17.
- Rohlffs, Willy, Ingenieur, Neu-Rahlstedt, Kaiser-Friedrich-Str. 11. 645
- v. Rohr, Joachim, Regierungsbaumeister, Stettin, Roßmarktstr. 6.
- Romberg, Friedrich, Dr., Geheimer Regierungsrat, Professor a. d. Techn. Hochschule zu Berlin, Nikolassee b. Berlin, Teutoniastraße 20.
- Rose, Konrad, Oberingenieur, Elbing, Friedrich-Wilhelm-Platz 7.
- Rosenberg, Conr., Direktor, Bremerhaven, Bogenstr. 17.
- Rosenberg, Eduard, Ingenieur, Bremerhaven. 650 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.
- Roth, C., Generaldirektor, Oberingenieur, Elbing, Altstadt. Wallstr. 10.
- Rottmann, Erich, Direktor, Hamburg 1, Spitalerstr. 11.
- Rücker, Wilhelm, Dipl.-Ing., Prokurist d. Fa. F. Schichau, Elbing, Schichau-Werft, Damaschkestraße 14. 655
- Rudloff, Johs., Dr.-Ing., Wirkl. Geheimer Oberbaurat und Professor, Berlin-Halensee, Joachim-Friedrich-Str. 32.
- Ruprecht, Ernst, Dipl.-Ing., Stettin, Falkenwalder Str. 15 II, Eing. Bogislawstr.
- Sachsenberg, Ewald, Dr.-Ing., Professor d. Techn. Hochschule, Dresden-A. 27, Westendstraße 23.
- Sauberlich, Th., Vorstandsmitglied und technischer Direktor der Adlerwerke, vorm. Heindr. Kleyer, A.-G., Frankfurt a. M., Forsthausstraße 107a.
- Sartorius, Rechnungsrat, Nowawes, Heinestraße 7. 660
- Schäfer, Dietrich, Dr.-Ing., Baurat, 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.
- Scharlibbe, Ludwig, Dipl.-Ing. Direktor bei Borsig, Berlin-Tegel, Veitstr. 21.
- Schätzle, Jos. H., Oberingenieur, Hamburg, 665 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-Betriebs-Ingenieur, Stettin, Derfflingerstr. 20.
- Scheurich, Th., Oberregierungsbaurat u. Direktor, Kiel, Olshausenstr. 6 II.
- Schilling, Paul, Dipl.-Ing., Berlin-Tempelhof, 670 Hohenzollern-Korso 38 I.
- 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, Alsenstr. 12.

- 675 Schlichting, Ministerialrat im Reichswehrministerium (Marineleitung), Steglitz, Wrangelstraße 10.
- Schlueter, Fr., Marinebaurat a. D., Berlin W, Pariser Str. 20.
- Schmedding, Ad., Marinebaurat, Alt-Rahlstedt b. Hamburg, Waldstr. 50.
- Schmeißer, Marinebaurat, Berlin-Schöneberg, Wexstr. 63.
- Schmidt, Eugen, Oberregierungsaurat, Kiel, Holtenauer Str. 65.
- 680 Schmidt, G., Wilhelm, Dr.-Ing., Schriftleiter beim V. d. I., 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.
- 685 Schmieske, Carl, Oberyingenieur, Bremen 9, Wangerooger Str. 12.
- Schnadel, Georg, Dr.-Ing., Assistent a. d. Techn. Hochschule, Charlottenburg 9, Mecklenburg-Allee 22.
- Schnapauff, Wilh., Professor, Rostock, Friedrich-Franz-Str. 2.
- Schneider, Edgar, Oberyingenieur, Rheinschiffahrts-G. m. b. H. Mannheim, Mollstr. 30.
- Schneider, F., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 8, Holzbrücke 8.
- 690 Schneider, Rudolf, Dipl.-Ing., Betriebs-Ing. d. Vulkan-Werke, Hamburg 21, Osterbeckstr. 9.
- Schnitger, Lübke, Obery. 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.
- 695 Schoerner, Yngve, Marinebauinspektor, Karlskrona, Schweden.
- Schotte, Friedrich, Marinebaurat, Berlin W 50, Nürnberger Platz 3.
- Schowalter, Johannes, Dipl.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Deidesheimer Str. 22.
- Schriever, L., Ingenieur auf Dampfer „Columbus“, Danzig-Langfuhr, Luisental 7.
- Schröder, Hans, Zivilingenieur für Schiffbau, Yacht-Konstrukteur, Berlin W 57, Bülowstr. 66.
- 700 Schröder, Hermann, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Am Johannisberg 1.
- 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.
- 705 Schultz, Alwin, Schiffsmaschinenbau-Oberyingenieur, Prokurist der Deutschen Schiff- und Maschinen-Aktiengesellschaft, Bremerhaven-Geestemünde.
- Schultz, Heinrich, Dr.-Ing., Ober-Ing. bei der Werft von Blohm & Voß, Hamburg, Schröteringsweg 14.
- Schulz, Bruno, Marine-Oberbaurat, Berlin-Wilmersdorf, Hofsteinische 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, 710 Wilhelmshaven, Adalbertstr. 6.
- Schulz, Richard, Dipl.-Ing., Regierungsrat, Jena, Schützenstr. 3.
- Schulze, Fr. Franz, Werftdirektor der I. 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.
- 715 Schwarz, Tjard, Geheimer Marinebaurat a. D., Wandsbek, Freesenstr. 15.
- Schweder, Joachim, Dipl.-Ing., Schiffbauingenieur, Stettin, Töpffersparkstr. 10 III.
- Schwerdtfeger, Schiffbau-Direktor bei J. W. Klawitter, Danzig-Langfuhr, Große Allee 36.
- Schwerin, Otto, Marine-Ingenieur beim Reichskommissar für den Wiederaufbau der zerstörten Gebiete, Berlin-Friedenau, Kaiserallee 108.
- Seide, Otto, Ingenieur, Bremen, Oldesloer Str. 8.
- 720 Severin, C., Oberyingenieur, Breslau, Friedrich-Wilhelm-Str. 8.
- Sieg, Georg, Marinebaurat, Regierungsbaurat a. W., Stettin, Barnimstraße 23 III 1.
- 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.
- 725 Smitt, Erik, Schiffbau-Ingenieur, Gothenburg, Vasagatan 4.
- Sokol, Franz, Direktor, Skoda-Werke, Pilsen, Tschecho-Slowakei.
- Sombeek, C., Stellvertretender Direktor des Germanischen Lloyd, Hamburg, Jordanstraße 51.
- Sommer, Aloys, Schiffbau-Dipl.-Ing., Bremen, Lindenhofstr. 44.
- Spiess, Marinebaurat a. D. u. Handlungsbevollmächtigter d. A.-G. Weser, Bremen, Fitgerstr. 25.
- 730 Spruth, Hans, Dipl.-Ing., Fabrikdirektor a. D., Berlin-Lankwitz, Kaulbachstr. 45.
- Stach, Erich, Marinebaurat, Berlin-Steglitz, Sedanstr. 20 a.
- Stammel, Paul, Ingenieur, Hamburg 3, Mühlenstraße 50.
- Stauch, Adolf, Dr.-Ing., Oberyingenieur und Direktor in der Zentralverwaltung der Siemens-Schuckert-Werke, G. m. b. H., Charlottenburg 5, Kaiserdamm 113.
- Steegmann, Erich, Schiffbau-Ingenieur bei F. Schichau, Elbing, Talstr. 13.
- 735 Steinbach, Erich, Ingenieur, Frankfurt a. M., Kettenhofweg 104.
- Steinbeck, Friedr., Ingenieur, Rostock, Georgstraße 14.
- Steinberg, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, Hamburg, Collastr. 5.

- von den Steinen, Carl, Dr.-Ing., Marinebaurat, Bergedorf bei Hamburg, Grüner Weg 2.
Steiner, F., Techn. Wert-Direktor a. D. Mannheim, Rennershofstr. 11.
- 740 Stellter, Fr., Schiffbau-Ing., Kiel, Kaistr. 24.
Stern, Fritz, Schiffbau-Ingenieur, 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, Zweigbureaus der Atlaswerke, Hamburg 24, Armgardstr. 28.
- 745 Strehlow, Bernhard, Schiffbau-Dipl.-Ing., Nr. 9 Schinotani, Sumacho, Kobe, Japan b. Ad.: Dipl.-Ing. H. Wohlfarth, Stolp, Henkelstr. 4.
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.
Stöß, Georg, Konstr.-Ingenieur bei A. Borsig, Berlin-Tegel, Buddestr. 19.
- 750 Süß, Peter Ludwig, Betriebsingenieur der Vulcan-Werke, Stettin-Bredow, Vulcanstr. 1.
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.
- 755 Techow, Alfred, Marinebaurat a. D., Wattenbeck, Post Bordesholm, Holstein.
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. i. Firma Fischer & Kricke, Berlin-Wilmersdorf, Helmstedter Straße 15.
Thilo, Adolf, Zivilingenieur, Riga (Lettland), Küterstr. 10.
- 760 Thye, Bruno, Dipl.-Ing., Berlin-Wilmersdorf, Kaiserallee 27.
Tillmann, Max, Dr.-Ing., Hamburg 24, Eilenau 13.
Totz, Richard, Professor, Direktor der I. priv. Donau-Dampfschiff.-Ges. und Mar.-Ober-Ing. d. R. Wien XVIII, Gersthofstr. 126.
Toussaint, Heinr., Oberwerftdirektor der Reichswerft Kiel, Gaarden Wertstr. 124.
Tradt, M., Dipl.-Ing., Schiffbaudirektor der Howaldt-Werke, Kiel, Düsternbrook 132.
- 765 Trautwein, William, Vereidigter Sachverständ. f. Schiffe u. Schiffsm., Duisburg-Ruhrort, Harmoniestr. 11.
Trümmeler, Fritz, Inhaber d. Fa. W. & F. Trümmeler, Spezialfabrik für Schiffsausrüstungen usw., Mülheim a. Rh., Delbrücker Str. 25.
Türk, Richard, Oberingenieur der Vereinigungs-Ges. Rhein. Braunkohlenbergwerke, Abtlg. Schifffahrt, Wesseling, Bez. Köln, Römerstr. 27/29.
Uhlig, Alfred, Direktor der Hamburger Elbe-Schiffswerft A.-G., Hamburg, Haynstr. 33.
Ulffers, Otto, Ober-Marinebaurat, Wilhelmshaven, Prinz-Heinrich-Str. 41.
Ullmann, Th., Dipl.-Ing., Elektrizitätswerk, 770 Coblenz a. Rh., Eltzerhof-Str. 6 II.
Ulrichs, Carl, Dipl.-Ing., Bremen, Gröpelinger Heerstr. 413.
Unger, Johannes, Schiffbau-Ingenieur, Bremen, Freiburger Str. 42.
- v. Viebahn, Friedrich Wilhelm, Dr.-Ing., Daimler Benz Akt.-Ges., Verkaufsstelle Hamburg, Alsterdamm 16/19.
Vogel, Hans, Oberingenieur, Kobe (Japan) via Sibirien 170 Kitanocho, 4 chome.
Vogt, Paul, Werftdirektor a. D., Bremen, 775 Fitgerstr. 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, Mathenesserlaan 19b.
Voß, Karl, Ingenieur, Warnemünde, Blücherstr. 7.
Vossnack, Ernst, Professor a. d. Technischen 780 Hochschule, Delft, Holland.
Vrede, Anton, Dipl.-Ing., Bochum i. Westfalen, Marktplatz 2 II bei Altgöör.
Wach, Hans, Dr.-Ing., Generaldirektor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Blumenthalerstr. 9.
Waechter, Franz, Schiffbau-Ingenieur und Sachverständiger der Danziger Handelskammer, Danzig, Kohlenmarkt 9.
Wagner, Rud., Dr. phil., Schiffsmaschinen-Oberingenieur, Hamburg, Bismarckstr. 105.
Wahl, Gustav, Schiffbau-Oberingenieur, Kiel, 785 Feldstr. 90.
Walcher, Ernst, Marinebaurat, Kiel, Kirchenstr. 3.
Waldmann, Ernst, Dr.-Ing., Hamburg 39, Sierichstraße 30.
Wälde, Rudolf, Dipl.-Ing., Obering. u. Prokurist der Deutschen Schiff- u. Maschinenbau-Akt.-Ges. Werk Vulcan, Hamburg, Sierichstr. 160.
Walter, J. M., Ingenieur und Direktor, Berlin W 35, Steglitzer Str. 21.
Walter, M., Dr.-Ing., Schiffbau-Direktor, Bremen, 790 Lothringer Str. 47.
Wandel, Fritz, Ingenieur, i. Fa. F. Schichau, Elbing, Friedrich-Wilhelm-Platz 16.
Wandeleben, Dipl.-Ing., Essen-Ruhr, Zweigertstr. 2.
Wanner, E., Direktor der Dampfschiff Gesellschaft des Vierwaldstättersees, Luzern, Güterstraße 2 (Schweiz).
Weber, Heinrich, Dipl.-Ing., Marinebaurat i. R., Warnemünde, Diedrichshagen Chaussee 29.
Weber, Moritz, Dr., Professor an der Technischen Hochschule zu Berlin, Nikolasee, Lückhofstr. 19. 795
Weber, Norbert, Ing., Oberinspektor d. D. D. G. G., Korneuburg, Werfte, Nied. Österreich.
Wehber, Friedr., Zivilingenieur, Kiel, Ringstr. 55.
Weichardt, Marinebaurat Bremen, Bürgermeister-Smidt-Str. 59.
Weidehoff, Georg, Dr.-Ing., Oberingenieur der A. E. G. Turbinenfabrik, Berlin NW 87, Agricolastr. 7.

- 800 Weinblum, Georg, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr, Technische Hochschule.
 Weir, William, Lord, i. F. Messrs. G. & J. Weir, Ltd. Cathcart, Glasgow.
 Weitbrecht, Dr.-Ing., stellvertr. Direktor, Stettin-Bredow, Vulcanwerft.
 Wellmann, Max, Ingenieur, Altona-Elbe, Langenfelderstr. 45.
 Wels, Wilhelm, Ingenieur, Inhaber der Wels-Werft, Kiel, Lübecker Chaussee 27a.
 805 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., Germaniawerft, Kiel, Bellmannstraße 15.
 Wiebe, Ed., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Werft von F. Schichau, Elbing, Sonnenstr. 67.
 810 Wiebe, Th., Schiffsmaschinen-Ingenieur, Büroleiter für Handelsschiffsmaschinenbau, Mannheim, Lameystr. 18.
 Wiegand, V., Ober-Ingenieur, Danzig-Langfuhr, Falkweg 9.
 Wiegel, Richard, Ober-Marinebaurat, Wilhelmshaven, Adalbertstr. 28.
 Wiemann, Paul, Ingenieur und Werftbesitzer, Brandenburg a. H.
 Wiesinger, W., Marinebaurat a. D., Direktor der Frerichs & Co. A.-G., Einswarden i. O.
 815 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.
 Wippern, C., Direktor d. techn. Betriebes des Norddeutschen Lloyd, Hamburg 23, Wagnerstraße 103.
 Wischer, Herbert, Regierungsbaurat, Zehendorf-W., Elsestr. 11. 820
 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.
 Wolter, Friedr., Dr.-Ing., Hamburg 20, Lochs- 825
 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.
 Zelle, Otto, Technischer Direktor, Oberingenieur bei der Schiffswerft von Henry Koch A. G. Lübeck, Israelsdorfer Allee 4a.
 Zeys, Edgar-Georg, Dr.-Ing., Direktor der 830
 Hammer & Co. G. m. b. H., Hamburg 36, Neuerwall 75.
 Zickerow, Karl, Schiffbau-Oberingenieur bei der Lübecker Maschinenbau-Ges., Lübeck, Schönbekener Str. 24.
 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. 835
 Wiener-Neustadt, Mühlgasse 11.
 Zöpf, Th., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Kiel-Wellingdorf, Gabelsbergerstr. 35.

5. Mitglieder.

a) Lebenslängliche Mitglieder:

- Andrae, 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.
 840 Ardelt, Robert, Dr., Direktor der Ardeltwerke, G. m. b. H., Eberswalde.
 Benson, Arthur, Direktor, Hässleholm, Schweden.
 Böninger, 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.
 845 Bündgens, Anton, Dr. jur. Assessor, Syndikus, Kiel, Sophienblatt 21—23.
 Claussen, Carl Fr., Kaufmann, Gr. Flottbeck-Othmarschen, Dürerstr. 8.
 Cuno, Wilhelm, Dr., Geh. Oberregierungsrat a. D., Generaldirektor d. H. A. L., Hamburg, Alsterdamm 25.
 Ehrhardt, Theodor, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Vorstandsmitglied der Ehrhardt & Sehmer A.-G., Saarbrücken, Winterbergstr. 24.
 Enström, Axel, Dr. phil., Kommerzienrat, Stockholm, Grevturegatan 24.
 Falk, Hans, Ingenieur, Düsseldorf, Bachstr. 15. 850
 Forstmann, Erich, Kaufmann, i. Fa. Schulte & Schemmann und Schemmann & Forstmann, Hamburg, Neuburg 12.
 Fröhlich, Theodor, Maschinenfabrikant, Berlin NW 7, Dorotheenstr. 35.
 Froiep, Otto, Dr., Fabrikbesitzer, Rheydt, Steinstr. 2.
 Geßler, Otto, Dr., Oberbürgermeister, Nürnberg.
 Gilles, Alfred, Hüttdirektor, Mülheim-Ruhr, 855
 Scheffelstr. 7.
 Grünthal, Ingenieur und Mitbesitzer der Eilenberg-Moenting & Co. m. b. H., Schlebusch-Monfort, Düsseldorf, Lindemannstr. 8.
 Grutzner, Fritz, Konsultierender Ingenieur, 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.
- 860 Heineken, Phil., Dr.-Ing., Präsident des Norddeutschen Lloyd, Bremen.
- Herken, Emil, Direktor der Oberschlesischen Eisen-Industrie A.-G. für Bergbau u. Hüttenbetrieb, Grunewald, Hubertusbaderstr. 14.
- Hirsch, Siegmund, General-Direktor, Vorstand der Hirsch, Kupfer- u. Messingwerke A.-G., Berlin NW 7, Neue Wilhelmstr. 9/11.
- Jereke, Otto, Direktor, Wien I, Franz-Josefs-Kai 7/9.
- Johnson, Axel Axelsen, General-Konsul, Stockholm, Wasagatan 4.
- 865 Johnson, Gustav John, Dr. jur., Kriegsgerichtsrat, Stockholm, Jakobsgratan 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.
- Kiep, Johannes N., Deutscher Konsul a. D., Ballenstedt (Harz), Haus Kiep.
- Kosche, Arno, Direktor der Nordsee-Handels-A.-G., Hamburg 1, Gerhofstr. 2, Adlerhof.
- 870 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.
- Küwnik, Franz A., Kapitän, 928 Hudsonstreet, Hoboken, N.-J.
- Lehmann, Bruno, Stahlwerks-Direktor, Berlin-Lichterfelde, Dahlemer Str. 62.
- 875 v. Linde, Carl, Dr., Dr.-Ing., Geheimer Hofrat, Professor, München, Heilmannstr. 17.
- Lindquist, Erik Gustav Werner, Zivilingenieur, Kungl. Tekniska Högskolan, Valhallavägen, Stockholm.
- 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, Wallstr. 5.
- 880 Meister, Carl, Direktor der Schiffs- u. Maschinenbau-A.-G., Mannheim.
- Moleschott, Carlo H., Ingenieur, Konsul der Niederlande, Rom (21), Via Gaeta 26.
- 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, 885 Coswig in Sachsen.
- Petersen, Boye, Reederei-Inspektor bei F. Laeisz, Hamburg Trostbrücke 1.
- 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. 890
- Rickmers, P., Generaldirektor der Rickmers Reederei & Schiffbau A.-G., Bremerhaven.
- Riedler, A., Dr., Geh. Regierungsrat und Professor, Berlin-Charlottenburg, Techn. Hochschule.
- 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. 895
- 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.
- v. Selve, Walter, Dr.-Ing., Fabrikant und Rittergutsbesitzer, Altena i. W., Villa Alpenburg.
- v. Skoda, Karl, Freiherr, Ing., Pilsen, Ferdinandstr. 10.
- Sloman, Fr. L., Reeder, Birkenhöf, Lindow 900 (Mark).
- Stangen, Carl, Gutsbesitzer, Rittergut Altbäumen, Post Pielburg.
- Stangen, Ernst, Kommerzienrat, Berlin W 10, Matthäikirchstr. 31a.
- Temmler, Hermann, Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Kgl. bulgarischer Generalkonsul, Detmold.
- Traun, H. Otto, Dr., Fabrikant, Hamburg, Meyerstr. 59.
- Wallmann, Carl, Hüttdirektor, Mülheim 905 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.

b) Ordnungsmäßige Mitglieder:

- Ahlborn, Friedrich, Dr. phil., Professor, Oberlehrer, Hamburg 22, Uferstr. 23.
- 910 Ahlers, Karl, Kaufmann und Reeder, Bremen, Holzhafen, Platz 8a.
- Ahlfeld, Hans, Oberingenieur der A. E. G., Bahrenfeld bei Hamburg, Gieseestr. 51.
- Amsinek, Arnold, Vorsitzender des Vorstandes der Woermann-Linie A.-G. und der Deutschen Ostafrika-Linie, Hamburg, Afrikahaus.
- Amsinek, Th., Direktor der Hamburg-Südamerikan. Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Hamburg, Holzbrücke 8 I.
- Andreae, Max P., Dipl.-Ing., Hamburg 13, Feldbrunnenstr. 68.
- Arendt, Erich, Dipl.-Ing., Direktor der Gebrüder 915 Sulzer A.-G., Ludwigshafen.
- Arp, H. F. C., Reeder, Hamburg, Mönckebergstraße 9, II, Haus Roland.
- Asbeck, G., Direktor, Düsseldorf-Rath, Wahler Straße 34.
- Auerbach, Erich, Direktor der Rheinmetall Edelmetall-Vertriebs-G. m. b. H., Hahnenklee, Harz.
- Aufhäuser, Dr. phil., Professor, beeidigter Handelschemiker, Hamburg 8, Dovenfleeth 20.

- 920 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 15, Joachimsthaler Str. 17.
- 925 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.
- 930 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, Georg Albert, Kommerzienrat und Inhaber der Mammutwerke, Nürnberg, Sulzbacher Str. 37.
- 935 Beckh, Otto, Dipl.-Ing. und Obergeringieur, Berlin-Friedenau, Kaiserallee 138.
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.
- 940 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, Godesberg, Kurfürstenstr. 9.
Bergsma, G. Hermann E., Direktor im Kgl. Patentamt, s'Gravenhage, Oostduinlaan No. 2.
- 945 Bertens, Eugen, Ingenieur d. Chilenischen Kriegsmarine, Direccion del Territorio Maritimo Valparaiso, Chile.
Bernigshausen, F., Direktor, Berlin SO 16, Brückenstr. 6b.
Bierans, S., Ingenieur, Bremerhaven, Sielstraße 34, I.
Bierwes, Heinrich, Dr., Generaldirektor, Düsseldorf, Goltsteinstr. 24/25.
Bingel, Rudolf, Direktor der Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H., Charlottenburg-Neu-Westend, Schwarzbürg Allee 18.
- 950 Blomberg, Hjalmar, Generaldirektor, Halmstadt, Schweden, Hallands Angbats-Aktiebolag.
Blumenfeld, Bd., Kaufmann und Reeder, Hamburg, Chilehaus.
- Bode, Alfred, Direktor, Hamburg, Lenhartstraße 13.
Böger, Marius, Vorsitzender d. Vorstandes d. Deutsch-Australischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft und der Deutschen Dampfschiffahrts-Gesellschaft Kosmos, Hamburg, Alsterdamm 26.
Bohlen, Lothar, Kaufmann, Hamburg, Gr. Reichenstr. 27, Afrikahaus.
Bohn, Karl, Direktor, Kiel, Düppelstr. 27. 955
Boner, Franz A., Dr. jur., Dispacheur, 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-Str.
v. Borsig, Conrad, Dr.-Ing., Geh. Kommerzienrat u. Fabrikbesitzer, Berlin N 4, Chaussee- 960
straße 13.
Böttcher, A., Direktor der D.E.M.A.G. Akt.-Ges., Duisburg, Berlin-Zehlendorf-West, Dessauer Str. 10.
Böttcher, Karl, Obergeringieur, Duisburg, Karl-Lehr-Str. 13.
Brandenburg, Jacob, Obergeringieur der Gutehoffnungshütte, Sterkrade, Rheinland.
Braumüller, Walter, Oberregierungsrat, Berlin-Zehlendorf-West, Forststr. 12.
Bredow, Hans, Dr.-Ing., Staatssekretär im Reichspostministerium, Berlin-Dahlem, Sachs- 965
allee 19.
Brennecke, Rudolf, Dr.-Ing., Generaldirektor d. Oberschlesisch. Eisenbahn-Bedarfs A.-G., Gleiwitz 2, Niedstr. 4.
Bresina, Richard, Generalvertreter für Nord- u. Mitteldeutschland der A.-G. vorm. Skodawerke in Pilsen, Prag, Bremen, Contrescarpe 56.
Brinker, Richard, Generaldirektor der Stahlschmidt-Werkzeugkompanie, Commandit.-Ges., Elberfeld-Hahnerberg-Kaisergarten (Rhld.).
Brunn, Alfons, Fabrikdirektor, Borsigwalde, Spandauer Str.
Brunner, Karl, Ingenieur, Neckargemünd, Bahn- 970
hofstr. 62.
Büchen, Friedr., Obergeringieur, Hamburg, Haynstr. 10.
Budde, H., Ingenieur, Bremen, Osterthorsteinweg 95.
Bühning, John Charles, Fabrikant, Hamburg 1, Spalding-Str. 21/23.
Bündgens, Franz, Vizekonsul, Fabrikbesitzer, Kiel, Kirchhofallee 46.
Burgmann, Robert, Dr.-Ing., Inhaber der 975
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 der Schiffs- werft u. Maschinenfabrik Gebr. Sachsenberg A.-G., Roßlau a. E., Hauptstr. 118.
Bütow, Emil, Ingenieur, Hamburg 11, Deich- straße 23.
Buz, Richard, Geheimer Kommerzienrat, Direk- tor der Masch.-Fabr. Augsburg-Nürnberg A.-G., Augsburg.
- Calmon, Alfred, Dr.-Ing., Generaldirektor, As- 980
best- und Gummiwerke, Akt.-Ges., Hamburg.

- Canaris, Karl, Dr.-Ing., Direktor d. Masch.-
Fabr. J. J. Maffei, München 23, Gysslingstr. 18.
- Caspary, Emil, Dipl.-Ing., Berlin NW 23,
Lessingstr. 57.
- Castens, G., Dr., Professor, Oberregierungsrat,
Hamburg IX, Deutsche Seewarte.
- Christiansen, R., Fabrikant, Harburg (Elbe),
Neue Str. 48.
- 985 Christink, Bernh., Dipl.-Ing., Bremen, Georg-
straße 17.
- Clouth, Max, Fabrikant, Dr.-Ing. e. h., Köln-
Marienburg, Lindenallee 47.
- Coppel, C. G., Fabrikant, Düsseldorf, Schumann-
straße 16.
- da Costa, C. Th., Inspektor, Direktor da Marinha
Mercante Ministerio da Marinha, Lissabon-Portugal.
- Cropp, Johs., Direktor i. Fa. Cropp & von
Plettenberg, Hamburg 8, Gr. Reichenstr. 19.
- 990 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.
- Dahlström, F. W. A., Direktor der Reederei
Aktien-Gesellschaft von 1896, Hamburg, Steinhöft 9 IV.
- v. Dapper - Saalfels, Carl, Dr. med., Professor,
Geheimer Medizinalrat, Bad Kissingen.
- 995 Defant, A., Dr., Prof., Direktor des Instituts
für Meereskunde, Berlin NW 7, Georgen-
straße 34/36.
- Deichsel, A., Kommerzienrat, Berlin-Grunewald,
Hubertusbader Str. 17/19.
- Deutsch, Felix, Dr.-Ing., Geh. Kommerzienrat,
Direktor d. AEG, Berlin W, Rauchstr. 16.
- Dieckhaus, Jos., Kommerzienrat, Fabrik-
besitzer und Reeder, Papenburg a. Ems.
- Dieterich, Georg, Direktor, Berlin W 9, Link-
straße 29.
- 1000 v. Dietlein, Heinrich, i. F. H. C. Stülcken Sohn,
Hamburg, Jungfrauenthal 12.
- Dietrich, Alfred, Oberingenieur d. Maschinen-
fabrik Schieß A.-G., Düsseldorf, Hüttenstr. 152.
- Dietrich, Otto, Fabrikbesitzer, Berlin-Charlotten-
burg, Potsdamer Str. 35.
- Dittmers, Ludwig, Kaufmann, Hamburg, Bol-
tenhof, Admiralitätsstr. 33/34.
- Dittrich, Reinh., Dipl.-Ing., Hamburg 13,
Hallerstr. 6.
- 1005 Dodillet, Richard A., Oberingenieur, Berlin
W 15, Uhlandstr. 43.
- Döhne, Ferd., Dr., Direktor d. Maschinenfabrik
vorm. Hartmann, Chemnitz.
- v. Dojmi, Carl, Major a. D., Kaufmann, Ham-
burg 13, Schlankreye 21.
- Dörken, Georg Heinrich, Teilhaber der Fa. Gebr.
Dörken, Gevelsberg i. W., Mittelstr. 18.
- Dransfeld, Wilh. Fr., Kaufmann, Kiel, Wall 1.
- 1010 Droth, Alfred, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Essen-
Ruhr, Hufelandstr. 19.
- Düring, Franz, Ingenieur, Luzern, Theaterstr. 16.
- Düvel, Friedrich, Ingenieur, Ahrweiler, Rhein-
land, Postfach.
- Edey, John Alfred, Reeder, Hamburg, Baum-
wall 3.
- Eilender, N., Dipl.-Ing., Direktor der Stahl-
werke Rich. Lindenberg A.-G., Remscheid,
Eberhardstr. 26.
- Emden, Paul, Dr., Fabrikdirektor, St. Gallen, 1015
Tigerbergstr. 12.
- Emmerich, Ernst, Direktor d. Fa. Fried. Krupp
A.-G., Germaniawerft, A.-G., Kiel-Gaarden.
- Erb, Adolf, Ingenieur, Berlin SW 61, Hornstr. 8.
- Erdmann, Otto A., Schiffbau-Ingenieur, Char-
lottenburg 2, Kantstr. 14.
- Ericson, Hans, Generaldirektor der Rederiaktie-
bolag „Svea“, Stockholm, Skeppsbron 30.
- Ermler, Richard, Ingenieur, Werkzeugmasch.- 1020
Fabrik, Berlin N 20, Uferstr. 6.
- Eschenburg, Hermann, Kaufmann, Lübeck,
Am Burgfeld 4.
- Essberger, J. A., Direktor der Elektrizitäts-
ges. für Kriegs- und Handelsmarine, Berlin-
Schöneberg, Nymphenburgerstr. 4.
- Eurich, Karl, Dr.-Ing., Fabrikdirektor d. Fa.
Fichtel & Sachs, Schweinfurt, Schultesstr. 42.
- Evers, Karl, Kaufmann, Prokurist, Stettin,
Grabower Str. 29.
- Eversbusch, Ernst, Direktor, Heidelberg, 1025
Grainbergweg 5.
- Fabig, Hermann, Dipl.-Ing., Direktor der
Bonner Maschinen-Fabrik Mönckemöller G. m.
b. H., Hamburg, Isestr. 41 II.
- Fehling, W., Vorstandsmitglied der Woermann-
Linie A.-G., und der Deutschen Ost-Afrika-
Linie, Hamburg, Afrikahaus, Gr. Reichenstr.
- Felsing, Wilhelm, Ingenieur, Hamburg 25,
Alfredstr. 59.
- Fendel, Fritz, Direktor der Rheinschiffahrt-
Aktiengesellschaft vorm. Fendel, Mannheim,
Hafenstr. 6.
- Fischbeck, Norman, Fabrikbesitzer, Kiel, Es- 1030
marchstr. 12/14.
- Fischer, Ernst, Ingenieur, Danzig, Hansaplatz 11.
- Fischer, Heinrich C., Fabrikbesitzer, Stettin,
Birkenallee 3a.
- Fischer-Schierholz, H. A., Hamburg 39,
Sierichstr. 138.
- Flick, Fr., Hüttendirektor, Vorstandsmitglied
der A.-G., Charlottenhütte in Niederschelden
(Sieg).
- Förster, Georg, Altona-Othmarschen, Böcklin- 1035
straße 3.
- Franke, Walter, Direktor d. Mansfeldschen
Metallhandel A.-G., Berlin W. 62, Kleiststr. 43.
- Franz, Kapitän z. S., Oberwerftdirektor, Wil-
helmshaven.
- Frensdorff, Walter, Vorstandsmitglied der
Fritz Caspary Aktiengesellschaft, Berlin-Ma-
rienfelde.
- Freywald, Carl, Oberingenieur, Magdeburg,
Schönebecker Str. 71.
- Fritz, Nikolaus Hermann, Kaufmann, Ham- 1040
burg, Hartzloh 2.
- Frölich, Fr., Dipl.-Ing., Charlottenburg 9,
Reichskanzlerplatz 4.
- Früh, Karl, Dipl.-Ing., Oberingenieur b. Prof.
Junkers, Dessau, Antionettenstr. 12.
- Funck, Carl, Kaufmann, Elbing, Schmiedetor 1.
- Ganssaug, Paul, Teilhaber der Firma F. Laeisz,
Hamburg, Trostbrücke 1.
- Gentsch, Wilhelm, Geheimer Regierungsrat, 1045
Berlin-Wilmersdorf, Brandenburgische Str. 24.
- Gerhards, Max, Marine-Oberingenieur, Kiel,
Lübecker Chaussee 2.

- Gess, F., Dr., Geh. Hofrat, Professor a. d. Techn. Hochschule, Dresden-A., Bismarckplatz 18.
- Geyer, Wilh., Regierungsbaumeister a. D., Berlin-Südende, Oehlertstr. 28.
- Giese, Georg, Kaufmann, Hamburg, Brahmallee 27.
- 1050 Glässel, F., Direktor der Roland-Linie A.-G., Bremen, Wachmannstr. 81.
- Gloth, Friedrich, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Rüdeshheimer Str. 3.
- Glüer, Bruno, Korvetten-Kapitän a. D., Berlin, Schöneberger Ufer 31.
- 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.
- 1055 Göricke, Erwin, Fabrikant u. Ingenieur, Berlin NW 87, Tilo-Wardenberg-Str. 15.
- Görtz, Heiner, Dr. jur., Rechtsanwalt u. Notar, Lübeck, Kohlmarkt 7/13.
- Goßler, Oskar, Inhaber d. Fa. John Monnington, Hamburg 11, Rödingsmarkt 58.
- Grattenaue, A., Ingenieur, Deutsche Dampfschiffahrts-Ges. „Hansa“, Bremen, Schlachte 6.
- Greiser, G., Fabrikbesitzer, i. Fa. Greiserwerke G. m. b. H., Metallwarenfabrik, Hannover, Angerstr. 11/14.
- 1060 Gribel, Ed., Konsul, Reeder, Stettin, Gr. Lastadie 56.
- Gribel, Franz, Geheimrat, Reeder, Stettin, Gr. Lastadie 56.
- Grosse, Carl, Kaufmann, Hamburg 1, Mönckebergstr. 1.
- Grube, Dieder., Zivilingenieur, Bremen, Wielandstraße 10.
- Grube, Edwin, Direktor der Schichauwerft, Danzig.
- 1065 de Gruyter, Dr. Paul, Stadtrat, Fabrikbesitzer, Wusterhausen a. Dosse, Schloß Bantikow.
- Gürtler, Robert, Fabrikdirektor, Rheinische Elektrostahlwerke Schöller, von Einem & Co., Bonn.
- Guthknecht, Dipl.-Ing., Patentanwalt, Dortmund, Brückstr. 2.
- Haack, Heiner Chr., Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Hamburg, Tonndorferstr. 8.
- Haarmann, Ewald, Marine-Stabsingenieur a. D., Reg.-Rat bei der Inspektion des Bildungswesens der Marine. Kiel, Düsternbrook, Marinekommandogebäude.
- 1070 Hackelberg, Eugen, Kaufmann, Berlin-Charlottenburg, Knesebeckstr. 85.
- Hahn, Georg, Dr. phil., Fabrikbesitzer, Berlin W 9, Bellevuestr. 14.
- Hahn, Willy, Dr., Justizrat, Berlin W 62, Lützowplatz 2.
- Haller, M., Direktor der Firma Siemens & Halske A.-G. und der Siemens-Schuckertwerke m. b. H., Berlin-Grünwald, Hagenstr. 73.
- Hammar, Birger, Kaufmann, Stockholm, Arsenalgatan 9 u. Hamburg 36, Neuerwall 75.
- 1075 Hammler, Ernst, Direktor des Reichswerkes, Spandau, Neuendorferstr. 29—30.
- 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 1080 Friedrich-Str. 33.
- Haubold, Carl, Direktor der Maschinenfabrik C. G. Haubold A.-G., Chemnitz.
- 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 1085 Schiffswerft Theodor Hitzler, Hamburg-Veddel, Altona-Blankenese, Mörikestr.
- Heidmann, Henry W., Ingenieur, Hamburg 37, Isestr. 132.
- Heinrich, W., Dipl.-Ing., Kiel, Jägersberg 10.
- 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 1090 Danziger Werft, Danzig.
- 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, 1095 Oranienstr. 11.
- 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., 1100 Hamburg, Alsterdamm 7.
- Hiehle, Kurt, Direktor d. Stock-Motorpflug A.-G., Berlin W 10, Hohenzollernstr. 5 a.
- Hincke, Friedrich, preuß. Generalkonsul, Geschäftsinhaber der Nationalbank für Deutschland, Berlin-Grünwald, Herthastr. 11a.
- Hiorth, Jens Br., Dipl.-Ing., Chefingenieur der Star Centrapropeller A.-G. Høvik, Oslo, Norwegen, Postbox 252.
- Hirsch, Aron, Kaufmann, i. Fa. Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.-G., Berlin NW 40, Kronprinzenufer 5/6.
- Hirt, Fritz, Ing., Direktor des Stahlwerks Becker, 1105 A.-G., Berlin W 15, Meinekestr. 2.
- Hissink, Dr., Generaldirektor der Bergmann-Elektrizitätswerke, Charlottenburg, Kaiserdamm 36.
- Hitze mann, Rudolf, Generaldirektor d. Brückenbau Flender A.-G., Hamburg, Beneckestr. 28.
- Hoepfner, Kaufmann, Hauptmann d. R., Hamburg, Mittelweg 188.
- Hoff, Wilh., Dr.-Ing., Professor, Direktor d. deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, Berlin-Adlershof.

- 1110 Hoffmann, S., Direktor d. Schmidt'schen Heißdampfgesellschaft m. b. H., Kassel-Wilhelmshöhe, Steinhöferstr. 4.
 Hoffmann, W., Ingenieur, Düsseldorf-Oberkassel, Moosstr. 14.
 Hogner, Einar G. E., Dozent an der Universität, Uppsala, Stockholm, Nybrogatan 41.
 Hoinkiss, Reinhold, Leiter und Mitinhaber der Rheinischen Metallwerke Goercke & Co., Annen i. W.
 Hollstein, Georg, Dipl.-Ing., Beratender Ingenieur für Hebezeugbau- und Transportwesen, Berlin-Zehlendorf, Schweizerstr. 1a.
 1115 Holzapfel, A. C., Fabrikant, Sheldon Ave, Hampstead Lane, London, England.
 Holzwarth, Hans, Dr.-Ing., Düsseldorf, Goethestraße 7.
 Howaldt, Adolf, Oberingenieur, Lübeck, Mengstraße 16.
 Hülß, Friedr., Oberingenieur u. Prokurist d. Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Halensee, Westfälische Str. 59, II.
 Hub, Carl, Dipl.-Ing. und Patentanwalt, Berlin SW 61, Gitschiner Str. 4.
- 1120 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.
- Jacobsen, Louis, Oberingenieur, Wellingsbüttel, Bez. Hamburg, Bnchtstr.
 Jaeger, G., Generaldirektor, Mannheim, L. 4. 16.
 1125 Jaeger, Gustav, Dipl.-Ing., Hamburg, Uhlenhorster Weg 31 bei Hedemann.
 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.
 Jebson, J., Reeder, Apenrade.
- 1130 Jochimsen, Karl, Oberingenieur, Berlin-Charlottenburg, Kaiserin-Augusta-Allee 77.
 Jochmann, Ernst, Oberingenieur der Firma Thyssen & Co. A.-G., Hamburg, Averbhoffstr. 4.
 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.
- 1135 Jurenka, Rob., Dr.-Ing., Direktor der Deutschen Babcock & Wilcox-Dampfkesselwerke A.-G., Oberhausen (Rheinland).
 Jütte, Ernst, Betriebs-Direktor der Carl Berg A.-G. Werdohl i. W., Kaiserstr. 29.
- Kahlert, Vizeadmiral a. D., Friedenau, Hähnelstraße 19.
 Kalbe, Otto, Dipl.-Ing., Verbandsdirektor, Berlin W 15, Umlandstr. 44.
 Kaminski, Paul, Ingenieur, Berlin-Pankow, Binzstr. 35.
- 1140 Kammerhoff, Meno, Direktor, New Jersey U.S.A., 252 West Graisbury Avenue.
 Kauermann, Aug., Dr.-Ing. e. h., Generaldirektor, Düsseldorf, Elberfelder Str. 4.
 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., Direktor der A.-G. Neptun, Rostock, Neptunwerft.
 Kindermann, Franz, Ober-Ing. d. Allgem. Elektr.-Ges., Duisburg a. Rh., Mainstr. 56. 1145
 Kins, Johs., Direktor der Dampfschiff.-Ges. Stern, Berlin NW 40, Kronprinzen-Ufer 2.
 Kinzel, Walther, Kapitän z. S., Abt.-Chef im Reichswehrministerium, Berlin-Südende, Berliner Str. 20.
 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. 1150
 Kirsten, Georg, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Bismarckstr. 125.
 Kisse, K., Ober-Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Günzelstr. 34.
 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. 1155
 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, Adikestr. 182 II, bei Reinecken.
 Klippe, Hans, Ingenieur, Hamburg 1, Durchschnitt 27.
 Klose, Rechnungsrat, Büchereivorsteher, Bücherei des Reichspostministeriums, Berlin W 66.
 Knackstedt, Ernst, Dr., Generaldirektor, Düsseldorf, Achenbachstr. 107. 1160
 Knobloch, Geheimer Kommissionsrat, Charlottenburg, Kantstr. 159.
 Köcher, Robert, Ingenieur und Yachtkonstrukteur, Berlin W 15, Umlandstr. 50.
 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., 1165
 Hamburg 24, Lübeckerstr. 147.
 Köpcke, Max, Direktor der Assecuranz Union von 1865, Hamburg, Trostbrücke 1.
 Köper, Eugen, Ingenieur, Bergedorf, Grüner Weg 4.
 Koppen, Kapitän z. S. (J.) a. D., Friedenau, Büsingstr. 10a.
 Koppenberg, Heinrich, 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. 1170
 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 Frankfurter Masch.-A.-G., Frankfurt a. M., Roonstraße 4.

- Krayn, M., Verlagsbuchhändler, Berlin W 10, Genthiner Str. 39.
- 1175 Krieger, R., Dr.-Ing., Hüttendirektor, Düsseldorf-Oberkassel, Kaiser-Friedrich-Ring 20.
- Krogmann, Richard, Dr.-Ing., Präsident der See-Berufsgenossenschaft, Hamburg, Trostbrücke 1.
- Krueger, Hans, Freg.-Kap. a. D., Vorstandsmitglied der Gelsenkirchener Bergwerks-A.-G., Düsseldorf, Feldstr. 12.
- Krüger, Hans, Fabrikdirektor, Mannheim, Waldparkstraße 27a.
- Krüger, Willy, Dr.-Ing., Kommerzienrat, General-Direktor des Direktoriums der Sächsischen Masch.-Fabr. vorm. Rich. Hartmann A.-G., Chemnitz, Kaßbergstr. 36.
- 1180 Krumm, Alfred, Mitinhaber der Firma Krumm & Co., Remscheid, Lindenstr. 57.
- Kuhnke, Fabrikant, Kiel, Forstweg 19.
- Kunstmänn, Arthur, Konsul und Reeder, Stettin, Dohnstr. 1.
- Kunstmänn, W., Konsul und Reeder, Stettin, Bollwerk 1.
- Kux, Eduard, Dr.-Ing., Vorstandsmitglied d. Gebr. Körting A.-G., Hannover-Linden, Badenstedterstr. 75.
- 1185 Lamarche, Julius, Hüttendirektor, 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.
- Lange, Karl, Dipl.-Ing., Bremen, Klosterstr. 2-5.
- 1190 Langen, A., Dr., Direktor der Gasmotoren-Fabrik Deutz, Köln, Fürst-Pückler-Str. 14.
- v. Langen, Fritz, Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Haus Tanneck b. Elsdorf, Rheinland.
- Langner, Max, Major, Mitinhaber der Greiserwerke G. m. b. H., Hannover, Charlottenburg, Tegeler Weg 101.
- Lans, Otto, Konteradmiral a. D., Leiter der Direktions- u. Export-Abtlg. der Gasmotorenfabrik Deutz, Berlin-Nikolassee, Prinz-Friedrich-Leopold-Str. 2.
- v. Lans, W., Admiral à la suit des Seeoffizierkorps, Exzellenz, Charlottenburg 9, Kaiserdamm 39.
- 1195 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., Ludwigshafen a. Rh.
- Lazarus, Victor, Ingenieur, Fiume, Stabilimento Lazarus.
- 1200 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.
- Lippart, G., Dr.-Ing., Geh. Baurat, Direktor der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G., München, Elisabethstr. 39.
- List, Friedrich, Dr., Privatdozent, Technische Hochschule Darmstadt.
- Litz, Valentin, Dr., Betriebsdirektor bei 1205 A. Borsig, Berlin-Tegel, Spandauer Str. 8 a.
- Loeck, Otto, Kaufmann, Hamburg, Agnesstr. 22.
- v. Loewenstein zu Loewenstein, Hans, Dr.-Ing., Bergassessor und Geschäftsführer, Essen (Ruhr), Friedrichstr. 2.
- 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 1210 Siemens-Schuckert-Werke, Berlin-Wilmersdorf, Bayrische 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.
- Lotzin, Willy, Kaufmann, Danzig, Brabank 3.
- Loubier, G., Patentanwalt, Berlin SW 61, Belle-Alliance-Platz 17.
- Lübbert, Staatl. Fischereidirektor, Kuxhaven, 1215 Am Seedeich 5.
- Lübecke, Charles, Expert des Vereines Hamburger Assecuradeure, Hamburg 22, Richardstraße 38.
- Lueg, E., Ingenieur, i. Fa. Haniel & Lueg, Düsseldorf, Achenbachstr. 54.
- Lüders, W. M. Ch., Fabrikant, Hamburg 9, Nordereibstr. 31.
- Lüdders, Peter, Senator, Fabrikant i. F. Christiansen & Meyer, Maschinen- und Dampfkesselfabrik, Harburg a. d. Elbe, Pferdeweg 30.
- Lühr, Eduard, Ingenieur, Betriebsleiter der 1220 Motorlokomotivfabrik von Orenstein & Koppel, A.-G., Nordhausen, Am Gehege 2.
- Lux, Fritz, Elektro-Ingenieur, Bayerische Ziegelwerke, Hösbach, Unterstr.
- Maaß, Robert, Kaufmann, Hamburg 9, Kuhberg 8.
- Macke, Theodor, Oberingenieur u. Inspektor, Hamburg 24, Ifflandstr. 8.
- Madelung, Georg, Dr.-Ing., Prof. a. d. Techn. Hochschule zu Berlin, Berlin-Grünau, Friedrichstraße 41.
- Markau, Karl, Dr., Direktor, Deutsche Gasglühlicht Auer Gesellschaft m. b. H., Berlin O 17, Ehrenbergstr. 11-14. 1225
- Martini, Kapitän z. S. a. D., Danzig-Langfuhr, Jäschenthalerweg 39.
- 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.
- Maulick, Paul, Direktor des Stahlwerk-Verbandes, Düsseldorf, Lindemannstr. 43. 1230
- 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.
- 1235 Meyer, P., Professor a. d. Techn. Hochschule, Delft, Holland, Heemskerkstraat 19.
- 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.
- 1240 Möllers, G., Direktor der Verkaufsvereinigung für Teererzeugnisse G. m. b. H. Essen-Ruhr, Zweigertstraße 85.
- Momson, Hans, Dipl.-Ing., Motoren-Werke Mannheim, vorm. Benz, Abt. stationärer Motorenbau, Mannheim, Mühlendorferstr. 8.
- Mühlberg, Albert, jun., Oberingenieur, Fabrikdirektor, Oberriexingen a. d. Enz (Württ.).
- Mühlberg, Johannes, Konsul, Dresden, Wallstraße 15.
- Müller, Gustav, Dr.-Ing., Staatssekretär z. D., Verwaltungsdirektor der See-Berufsgenossenschaft, Hamburg 8, Zippelhaus 18.
- 1245 Müller, Hugo, Bibliothekar des Reichsverkehrsministeriums, Berlin W 66, Leipziger Str. 125.
- Müller, Otto, Oberingenieur, Prokurist, Berlin-Charlottenburg, Knobelsdorffstr. 54.
- Müller, Wilhelm, Direktorstellvertreter der ersten Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, Wien III, Hintere Zollamtsstraße 1.
- Münzesheimer, Martin, Dr. rer. pol., Generaldirektor der Gelsenkirchener Gußstahl- und Eisenwerke, Düsseldorf, Jägerhofstr. 22.
- Nägel, Adolph, Dr.-Ing., Professor, Dresden-A. 24, Altzellerstr. 29.
- 1250 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.
- 1255 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 der Techn. Hochschule, Hannover, Stader Chaussee 34.
- 1260 Neureuther, Karl, Korvetten-Kapitän a. D., München, Lieprunstr. 53.
- Niederquell, Wilhelm, Oberingenieur, Kiel, Walkerdamm 11.
- Niemeyer, Georg, Fabrikbesitzer, Harburg/Elbe, Stader Str. 224.
- Nissen, Andreas, Oberingenieur, Hamburg, Heinrich Hertzstr. 19 II.
- Nissen, Hans, Ingenieur und Werftbesitzer, Berlin SW 68, Oranienstr. 126.
- 1265 Nobiling, Heiner, 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.
- Nover, Wilhelm, Dr.-Ing., Chemiker, Bremen, Nordstraße 119.
- Oeking, Rudolf, Fabrikbesitzer, i. Fa. Oeking & Co., Düsseldorf, Kavalleriestr. 27. 1270
- Olsson, Henning, Ingenieur, Direktor der Aktieng. Welin, Hamburg, Barkhof.
- Opitz, Paul, Kapitän, Hamburg, Moltkestr. 6.
- L'Orange, Prosper, Dipl.-Ing., Generaldirektor, Mannheim-Feudenheim, Nadlerstr. 12.
- Ostendorf II, Ministerialrat im Ministerium des Innern, Oldenburg i. O.
- Ott, Franz, Dr., Generaldirektor der Rhein- und Seeschiffahrts-Gesellschaft, Köln-Marienburg, Parkstr. 2. 1275
- Ott, Max, Dipl.-Ing., Direktor, Hannover-Linden, Hanomag.
- Otte, W., Vertreter der Schiffswerft Caesar Wollheim in Kosel, Berlin-Wilmersdorf, Hanauer Straße 30.
- Otto, Hans, Korvetten-Kapitän (I) a. D., Berlin-Pankow, Hartwigstr. 108.
- Otto, Oswald, Oberingenieur, Schöneiche bei Friedrichshagen, Waldstr. 77.
- Overath, H., Direktor der Mitteldeutschen Gummiwaren-Fabrik, Frankfurt a. M., Mendelssohnstr. 37. 1280
- Paasch, Lothar, Kaufmann, Oberleutnant a. D., Berlin-Friedenau, Kaiserallee 114.
- 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. 1285
- Petersen, Otto, Dr.-Ing., Geschäftsführer des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf, Breite Str. 27.
- Pfenninger, Carl, Ingenieur, i. Fa. Melms & Pfenninger, München, 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.
- Pieper, Paul, Direktor und Vorstandsmitglied d. Kalker Maschinenfabrik A.-G. Köln-Kalk, Köln-Lindenthal, Bachnerstr. 99. 1290
- Pierburg, Wilhelm, Generaldirektor, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 111.
- Platz, Richard, Generaldirektor der Hackethal Draht- und Kabel-Werke A.-G., Hannover, Richard-Wagner-Str. 23.
- 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. 1295
- Pötter, Wilh., Direktor, in Fa. Ferd. Müller, Hamburg 26, Mittelstr. 46.
- Potthoff, Hermann, Regierungsbaumeister a. D., Direktor der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf, Sybelstr. 1.

- Prager, Curt, Ingenieur, Berlin-Wilmersdorf, Nikolsburger Str. 6.
- Prandtl, Ludw., Dr. phil., Prof. a. d. Universität in Göttingen, Göttingen, Bottingerstr. 6/8.
- 1300 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.
- Quasdorf, Carl, Vorstandsmitglied der Fritz Caspary Aktiengesellschaft, Berlin-Marienfelde.
- 1305 Radinger, A. E., Fabrikdirektor, H. Putsch & Co., Hagen i. W.
- Radoulhoff, Konstantin, Ingenieur, Charlottenburg 1, Kaiser-Friedrich-Str. 82, p. Adr. Peckmann.
- Rah t j e n, J. Frank, Kaufmann, Hamburg, Mittelweg 19.
- Ranft, P., Baurat, Leipzig C 1, Kurze Str. 1.
- Rasch, Georg, Hüttendirektor, Berlin W 15, Meinekestr. 16.
- 1310 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.
- 1315 Reh 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.
- Reiff, Wilhelm, Oberstleutnant a. D., Geschäftsführer d. Gesamtverbandes deutscher Metallgießereien, Hagen i. W., Blumenstr. 21.
- Reinhardt, Karl, Dr.-Ing., Generaldirektor bei Schüchtermann & Kremer, Dortmund, Körnerbachstr. 2.
- Reissner, Hans, Dr.-Ing., Professor d. Techn. Hochschule, Berlin-Charlottenburg, Ortelsburg-Allee 4.
- 1320 Rek, Franz, Direktor der Vereinigten Elbschiffahrts-Gesellschaften, Dresden, Permosastraße 11/16.
- Reilstab, 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.
- 1325 Riedel, Karl, Schiffskapitän, Mannheim-Feudenheim, Hauptstr. 137.
- 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., Stettin-Bredow, Haackstr. 8.
- Rogge, Vize-Admiral a. D., Exc., Berlin-Wilmersdorf, Nikolsburgerstr. 8/9.
- 1330 Rohde, Paul, Inhaber der Fa. Otto Mannsfeld & Co., Berlin W 9, Bellevuestr. 6a.
- Rolle, M., Architekt, Berlin W 15, Fasanenstr. 57.
- Rollmann, Admiral z. D., Exzellenz, Blankenburg a. H., Rübeler Str. 25.
- Rompano, C., Schiffbau-Ingenieur, Hamburg 19, Weidenstieg 8 III.
- Roser, E., Dr.-Ing., Direktor, Bochum, Westfalen, Friederikestr. 68.
- 1335 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.
- Ruth, Gustav, Chemische u. Lackfabriken, Wandsbek-Hamburg, Feldstr. 136/142.
- Sachse, Walter, Kapitän a. D., und Oberinspektor der Hamburg-Amerika-Linie, Blankenese (Elbe), Göblers Park 1.
- 1340 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, Budapeststr. 35.
- 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.
- 1345 Sass, Friedr., Dr.-Ing., Berlin-Charlottenburg, Sophie-Charlotte-Str. 57/58.
- Schadt, Walter, Rechtsanwalt, Direktor der deutschen Schiffspfandbriefbank A.-G., Berlin NW 7, Dorotheenstr. 19.
- Schärffe, Franz, Ingenieur, Lübeck, Engeltisch 42/48.
- Scheller, Wilh., Direktor a. D., beratender Ingenieur für Wärmewirtschaft u. Kraftmaschinen, Rheydt, Viktoriastr. 30.
- Schenck, Max, Direktor von Schenck und Lieberharkort, G. m. b. H., Düsseldorf-Oberkassel, Sonderburger Str. 5a.
- 1350 Schetelig, Claudio, Dipl.-Ing., Leipzig C 1, Ferdinand-Rhode-Str. 26 I.
- 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, Direktor der Seefahrtsschule, Bremen.
- Schilling, Karl Ernst, Dipl.-Ing., Dessau, 1355 Schillerstr. 10 ptr.
- Schimmelbusch, Julius, Direktor d. Dampfkessel-Fabrik vorm. Arthur Rodberg A.-G., Darmstadt, Schollweg 2.
- Schinkel, Otto, Ingenieur, Poggenhagen b. Neustadt a. Rügenberge.
- Schippmann, Karl, Oberingenieur, Brown Broveri & Cie., Hamburg, Durchschnitt 27.

- Schlotte, Paul, Betriebsingenieur d. A.-G. Lauchhammer, Wittenau, Post Borsigwalde.
- 1360 Schmadalla, Joh., Ingenieur und Lehrer für Masch.- und Schiffbau a. d. Navigationschule Lübeck, Lübeck, Marlstr. 9b.
- Schmidt, Ehrhardt, Admiral a. D., Exzellenz, München, Steinbacherstr. 2 I.
- 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.
- 1365 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.
- 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.
- 1370 Schmidlein, C., Dr. jur., Ingenieur und Patentanwalt, Berlin SW 11, Königgrätzer Str. 87.
- Schmitt, A., Fabrikdirektor, Lauraütte, O.-S.
- Schmitz, Paul, Fabrikdirektor, Brake i. Oldenburg.
- Schmitz, Richard, Direktor, Stolberg (Rhld.), i. Firma M. L. Schleicher, Sohn, Rathausstr. 57.
- Schmitz, Walther, Dr., Geschäftsführendes Vorstandsmitglied, Duisburg, Haus Rhein.
- 1375 Schmuckler, Hans, Direktor b. Breest & Co., Berlin N 20, Wollankstr. 54/56.
- Schneider, Arthur, Vorstand der Abt. Rhederei Deutsch-Amerikan. Petroleum Ges. Hamburg, Neuer Jungfernstieg 21.
- Schneider, Heinr., Dipl.-Ing., 1071 Park Ave Schenectady N. Y.
- Schnoekel, Gustav, Direktor der Märkischen Fahrzeugwerke G. m. b. H., Potsdam, Neue Königstr. 72.
- Schnorr, Aug., Generaldirektor der Münden-Hildesheimer Gummiwaren-Fabriken, Gebr. Wetzell A.-G., Hildesheim.
- 1380 Schönian, Hans, Dipl.-Ing., Direktor d. Vosswerke A.-G., Sarstedt b. Hannover, Giftener Straße 258.
- 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.
- 1385 Schulte, F., Oberingenieur der Harpener Bergbau-Akt.-Ges., Dortmund, Saarbrücker Str. 49.
- Schultz, Otto, Fabrikbesitzer, Tezettwerk, Berlin-Halensee, Kurfürstendamm 70.
- 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, Rhein-allee.
- Schüttler, Paul, Ingenieur, Direktor der Pallas-Vergaser-Ges., Berlin-Wilmersdorf, Paulsborner Straße 1.
- Schwahnäusser, Wm., Dir. d. International Steam Pump Co., 115 Broadway, New York.
- 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, 1395 Blankenese-Dockenhude, Elbchaussee 99/101.
- Senst, Fritz, Dipl.-Ing., Wilhelmshaven, Friedenrikenstr. 1.
- 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 1400 Danziger Reederei-Akt.-Ges. und Vorstandsmitglied der See-Berufsgenossenschaft, Danzig, Langenmarkt 20.
- Siegmund, Walter, Direktor der „Turbinia“, 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.
- Söhngen, F., Fabrikdirektor, Dortmund, Alexanderstr. 8.
- Somfleth, J. P., Direktor des Eisenwerks 1405 vorm. Nagel & Kaemp A.-G., Hamburg 39, Barmbecker Str. 4.
- Sorge, Kurt, Dr.-Ing., Vorsitzender Direktor a. D. des Friedr. Krupp Grusonwerkes, Berlin-Nikolassee, Teutonenstr. 24.
- 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 NW 6, Luisenstr. 30.
- Spannhake, Wilhelm, Dipl.-Ing., Professor 1410 a. d. Techn. Hochschule, Karlsruhe-Gartenstadt, Auerstr. 26
- Späth, H., Generaldirektor, Düsseldorf, Feldstraße 53.
- Spitzer, Julius, Ingenieur, Direktor der Witkowitz Bergbau- und Eisenhüttengewerkschaft, Eisenwerk Witkowitz, Mähren.
- Spreckelsen, Willy, Schiffsmaschinenbau-Ingenieur, Bremen, Wachmannstr. 22.
- Sprenger William, Kapitän a. D. und Reeder, Stettin, Schillerstr. 11.
- Springer, Fritz, Dr.-Ing., Verlagsbuchhändler, 1415 Berlin W 9, Linkstr. 23/24.
- Springer, Julius, Dr.-Ing., Verlagsbuchhändler, Zehlendorf-West, Schillerstr. 10.
- Springorum, Fr., Dr.-Ing., Kommerzienrat und Generaldirektor der Eisen- und Stahlwerke Hoesch A.-G., Dortmund, Eberhardtstraße 20.
- Stachelhaus, Herm., Reeder u. Fabrikant, i. Fa. Stachelhaus & Buchloh, Mannheim E 7, 22.
- Staffel, E., Fabrikbes., Witzenhausen, Bez. Kassel.

- 1420 Stahl, Paul, Hamburg 39, Bebelallee 12.
 Stapelfeldt, Franz, Generaldirektor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen 13, Parkallee 95.
 Starkmann, Em., Direktor, Vertreter der Actiengesellschaft „Weser“ in Bremen, Berlin W 30, Viktoria-Luise-Platz 9.
 v. Staub, E. G., Direktor der Deutschen Bank, Berlin-Dahlem, Cecilienallee 14/16.
 Stein, Erhard, Fabrikant, Hannover, Stüvestr. 7.
- 1425 Stein, Gustav, Dr., Verwaltungsdirektor der Westdeutschen Binnenschiffahrts-Berufsgenossenschaft, Duisburg, Ruhrorter Str. 18.
 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. 5.
 Stieghorst, Hermann, Dipl.-Ing., Kiel-Gaarden, Ernestinenstr. 20.
- 1430 Stinnes, Leo, Kommerzienrat, Reeder, Mannheim, Werderstr. 50.
 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.
- 1435 Strisower, Julius, Dipl.-Ing., Düsseldorf, Marienstraße 7.
 Strube, A., Dr., General-Konsul, Bankdirektor, Deutsche Nationalbank, Bremen, Graf-Moltke-Straße 51.
 Struck, H., Prokurist der Firma F. Laeisz, Hamburg, Trostbrücke 1.
 Stubmann, P., Dr. phil., Senator, Direktor, Hamburg 39, Wentzelstr. 15.
 Stumpf, Johannes, Dr., Geheimer Regierungsrat u. Professor, Berlin W 15, Kurfürstendamm 33.
- 1440 Sylvester, Emilio, Generaldirektor, Fabrica de Mieres, Abilaño, Spanien.
 Tecklenborg, Fritz, Kaufmann, Werftdirektor, 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.
- 1445 Thiele, Ad., Konteradmiral a. D., Reichs-Kommissar bei dem Seeamte Bremerhaven, Bremen, Lothringer Str. 21.
 Thielicke, Carl, Kaufmann, Charlottenburg, 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, Skeppsbron 34.
- 1450 Tigler, Hermann, Direktor, Duisburg, Prinz Albrecht-Str. 6.
 Tillmann, Oberbaudirektor für Strom- und Hafenaufbau, Bremen, Contrescarpe 105.
 Tirre, Wilh., Direktor bei Haniel & Lueg, Bremen, Georgstr. 56.
 Tolksdorf, E., 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. 1455
 Trauboth, Walter, Obergeringieur, Berlin-Friedenau, Südwestkorso 69.
 Trommsdorff, Oberbibliothekar der Technischen 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, Holtenauer Str. 62. 1460
 Vaas, Wilhelm, Dr. rer. pol., Direktor der Kjellberg Elektroden u. Maschinen G. m. b. H., Berlin SW 68, Alte Jacobstr. 9.
 Vassel, Walter, Obergeringieur bei A. Borsig, Berlin-Tegel, Hauptstr. 32.
 Vehling, H., Hüttdirektor, Vorstands-Mitglied der Gelsenkirchener Bergwerks-Akt.-Ges., Aachen-Rothe Erde.
 Vetter, Ernst, Dr., Verlagsbuchhändler, Zehlendorf, Scharfestr. 5.
 Viereck, K., Marine-Oberstabsingenieur a. D., Lütjensee, Holstein. 1465
 Voerste, Otto, Direktor d. Siemens-Schuckertwerke, Hamburg, Semperhaus, Spitalerstr. 10.
 Vögler, Albert, Dr.-Ing., Generaldirektor, Dortmund, Deutsch-Luxemb. Berg- u. Hütten-A.-G.
 Vollbett, O. D., Betriebschef des Reparaturbetriebes der Vulcan-Werke, Altona a. d. Elbe, Palmaille 108.
 Wagenführ, H., Obergeringieur der Allgem. Elektrizitäts-Gesellsch., Bremen, Am Wall 77/78.
 Wallwitz, Franz, Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Groß-Flottbek, Geibelstr. 4. 1470
 Warnholtz, Max, Direktor der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg, Agnesstr. 42.
 Weber, Ed., Kaufmann, Hamburg, Raboisen 5.
 Wedemeyer, Dr.-Ing., Hüttdirektor, Sterkrade, Rhld., Hüttenstr. 16.
 Wegener, Erich, Dipl.-Ing., Charlottenburg, Charlottenburger Ufer 6.
 Wehrlin, Harry, Obergeringieur, Berlin-Groß-Lichterfelde, Mittelstr. 6. 1475
 Weickmann, Albert, Patentanwalt und Ingenieur, München-Bogenhausen, Steinbacher Straße 2 II.
 Weidemann, Alex, Kaufm. Direktor d. Schinag, Schiffs-Inst. A.-G., Bremen, Domshof 26/30.
 Weise, Max, Kommerzienrat, Fabrikbesitzer, Kirchheim-Teck, Württemberg.
 Weiss, Julius, Dipl.-Ing., Direktor, Köln a. Rh., Apostelnkloster 21—25.
 Weißhuhn, Friedr., Kaufmann, Kiel, Eisenbahndamm 12. 1480
 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.
 Weller, Bruno, Kaufmann, Potsdam, Jaarmunderstr. 1/2.

- Welter, Otto, Regierungsrat, Waldkirch i. Breisgau, Baden.
- Wempe, Friedrich, Oberingenieur, Cassel-Wilhelmshöhe, Kunoldstr. 49.
- 1485 Wendemuth, Dr.-Ing., Oberbaudirektor, Mitglied der Wasserbau-Direktion, Hamburg 14, Dalmannstr. I.
- Wendler, H., Maschinenbau-Dipl.-Ing., Hamburg 20, Haynstr. 32.
- 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.
- 1490 Werners, Paul, Dipl.-Ing., Direktor von H. Büsing, Braunschweig, Elmstr. 40.
- Wever, Adolf, Kaufmann, Hamburg, Mittelweg 60.
- Wever, Paul, Zivilingenieur, Düsseldorf, Faunastraße 39.
- Wiecke, A., Dr., Generaldirektor der Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G., Charlottenburg, Knesebeckstr. 59/60.
- Wieland, Philipp, Dr.-Ing., Geheimer Kommerzienrat, Ulm a. D., Neutorstr. 7.
- 1495 Wiemann, Fritz, Mitinhaber der Firma Gebr. Wiemann, Brandenburg a. H.
- Wierz, Dr., Privatdozent, Direktor der David Grove Akt.-Ges., Berlin W 57, Bülowstr. 90.
- Wildenhahn, Max, Direktor, Werkstätten Bernard Stadler A.-G., Paderborn.
- Wilhelmi, J., Ingenieur, Blankenese, Neuer Weg 17.
- Wiligut, Imre, Ingenieur, Charlottenburg, Kaiserdamm 114.
- 1500 Wilken, Heinr., Kaufmann, Hamburg, Isestr. 28.
- Winter-Günther, Berthold, Dr.-Ing., Geh. Baurat, Direktor, Nürnberg, Siemens-Schuckertwerke, Landgrabenstraße 100.
- Wirtz, Adolf, Dr.-Ing., Dipl.-Ing., Direktor der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-A.-G., Direktor d. Friedrich-Wilhelms-Hütte, Mülheim (Ruhr), Aktienstr. 15.
- Wiß, Ernst, Dr.-Ing., Direktor der ehem. Fabrik Griesheim-Elektron, Griesheim a. M., Feldstr. 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. 1505
- Woermann, Paul, i. Fa. Woermann, Brock & Co., Hamburg, Gr. Reichenstr. 27.
- Wolf, Georg, Ingenieur, Generaldirektor der C. Lorenz A.-G., Berlin-Lichterfelde, Boothstraße 20.
- Wolfenstetter, Dipl.-Ing., Maschinenbau-Oberingenieur u. stellvertr. Direktor der Deutschen Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft, Bremen, Schwachhauser Heerstr. 194.
- Wolff, J., Fabrikdirektor, Frankfurt a. M., Mainzer Landstr. 257.
- Wriedt, Hans, Fabrikbesitzer, Kiel, Düsternbrook 36/37. 1510
- Würth, Albert, Dr.-Ing., Generaldirektor der Gebr. Körting A.-G., Körtingsdorf bei Hannover.
- Zapf, Georg, Gen.-Dir., Dr., Köln-Mülheim.
- Zapp, Adolf, Ingenieur, i. Fa. Robert Zapp, Haus Schlatt b. Düsseldorf-Rath.
- Zeller, Oscar, Dr. jur., Dr.-Ing., Patentanwalt, Hamburg 5, Große Allee 29.
- Zenker, Admiral, Exzellenz, Chef der Marineleitung, Berlin W 10, Königin Augustastr. 38/42. 1515
- 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-Wilmersdorf, Jenaer Str. 15.
- Zschucke, O., Dr. jur., Professor, Geschäftsführendes Präsidialmitglied d. Reichsverbandes der deutschen Privatschiffahrt, Berlin C 2, Burgstraße 29.
- Zürn, W., Berlin W 30, Frankenstr. 9. 1520

6. Verstorbene Ehrenmitglieder:

SEINE KÖNIGLICHE HOHEIT
FRIEDRICH, GROSSHERZOG VON BADEN

(seit 1907) † 1907,

Rudolf Haack, Kgl. Baurat, früher Schiffbaudirektor der Stettiner Schiff- und Maschinenbau A.-G. „Vulcan“

(seit 1908) † 1909,

Geo Plate, früher Präsident des Norddeutschen Lloyd

(seit 1911) † 1914,

Albert Ballin, Dr.-Ing., früher Vorsitzender des Direktoriums der Hamburg-Amerika-Linie

(seit 1911) † 1918,

Georg Claussen, Dr.-Ing., Kgl. Baurat, früher Direktor von Joh. C. Tecklenborg A.-G., Geestemünde

(seit 1919) † 1919.

7. Verstorbener Inhaber der Goldenen Denkmünze:

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

8. Verstorbener Inhaber der Silbernen Denkmünze:

Ludwig G ü m b e l, Dr.-Ing., Professor an der Techn. Hochschule in Berlin
(seit 1914) † 1923.

Abgeschlossen am 1. Dezember 1927.

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

II. Gesellschafts-Satzung.

I. Sitz der Gesellschaft.

§ 1.

Die am 23. Mai 1899 gegründete Schiffbautechnische Gesellschaft hat ihren Sitz in Berlin und ist dort beim Amtsgericht I als Verein eingetragen. Sitz.

II. Zweck der Gesellschaft.

§ 2.

Zweck der Gesellschaft ist der Zusammenschluß von Schiffbauern, Schiffsmaschinenbauern, Reedern, Offizieren der Kriegs- und Handelsmarine und anderen mit dem Seewesen in Beziehung stehenden Kreisen behufs Erörterung wissenschaftlicher und praktischer Fragen zur Förderung der Schiffbautechnik. Zweck.

§ 3.

Mittel zur Erreichung dieses Zweckes sind:

1. Versammlungen, in denen Vorträge gehalten und besprochen werden.
2. Drucklegung und Übersendung dieser Vorträge an die Gesellschaftsmitglieder.
3. Stellung von Preisaufgaben und Anregung von Versuchen zur Entscheidung wichtiger schiffbautechnischer Fragen.

Mittel zur Erreichung dieses Zweckes.

III. Zusammensetzung der Gesellschaft.

§ 4.

Die Gesellschaftsmitglieder sind entweder:

1. Fachmitglieder,
2. Mitglieder oder
3. Ehrenmitglieder.

Gesellschaftsmitglieder.

§ 5.

Fachmitglieder können nur Herren in selbständigen Lebensstellungen werden, welche das 28. Lebensjahr überschritten haben, einschließlich ihrer Ausbildung bzw. ihres Studiums 8 Jahre im Schiffbau oder Schiffsmaschinenbau tätig gewesen sind, und von denen eine Förderung der Gesellschaftszwecke zu erwarten ist. Fachmitglieder.

§ 6.

Mitglieder können alle Herren in selbständigen Lebensstellungen werden, welche vermöge ihres Berufes, ihrer Beschäftigung oder ihrer wissenschaftlichen oder praktischen Befähigung imstande sind, sich mit Fachleuten an Besprechungen über den Bau, die Einrichtung und Ausrüstung sowie die Eigenschaften von Schiffen zu beteiligen. Mitglieder.

§ 7.

Zu Ehrenmitgliedern können vom Vorstande nur solche Herren erwählt werden, welche sich um die Zwecke der Gesellschaft hervorragend verdient gemacht haben. Ehrenmitglieder.

IV. Vorstand.

§ 8.

Der Vorstand der Gesellschaft setzt sich zusammen aus:

1. dem Ehrenvorsitzenden,
2. dem Vorsitzenden,
3. dem stellvertretenden Vorsitzenden,
4. mindestens vier Beisitzern.

Vorstand.

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

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

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

§ 9.

Ehren-Vorsitzender. An der Spitze der Gesellschaft steht der Ehrenvorsitzende, welcher in den Hauptversammlungen den Vorsitz führt und bei besonderen Anlässen die Gesellschaft vertritt. Demselben wird das auf Lebenszeit zu führende Ehrenamt von den in § 8 unter 2—4 genannten Vorstandsmitgliedern angetragen.

§ 10.

Vorstandsmitglieder. Die beiden Vorsitzenden und die fachmännischen Beisitzer werden von den Fachmitgliedern aus ihrer Mitte gewählt, während die anderen Beisitzer von sämtlichen Gesellschaftsmitgliedern aus den Mitgliedern gewählt werden.

Werden mehr als vier Beisitzer gewählt, so muß der fünfte Beisitzer ein Fachmitglied, der sechste ein Mitglied sein u. s. f.

§ 11.

Ergänzungswahlen des Vorstandes. Die Mitglieder des Vorstandes werden auf die Dauer von drei Jahren gewählt.

Im ersten Jahre eines Trienniums scheidet der Vorsitzende und die Hälfte der nicht fachmännischen Beisitzer aus; im zweiten Jahre der stellvertretende Vorsitzende und die Hälfte der fachmännischen Beisitzer; im dritten Jahre die übrigen Beisitzer. Eine Wiederwahl ist zulässig.

§ 12.

Ersatzwahl des Vorstandes. Scheidet ein Mitglied des Vorstandes während seiner Amtsdauer aus, so muß der Vorstand einen Ersatzmann wählen, welcher verpflichtet ist, das Amt anzunehmen und bis zur nächsten Hauptversammlung zu führen. Für den Rest der Amtsdauer des ausgeschiedenen Vorstandsmitgliedes wählt die Hauptversammlung ein neues Vorstandsmitglied.

§ 13.

Geschäftsleitung. Der Vorstand leitet die Geschäfte und verwaltet das Vermögen der Gesellschaft. Er stellt einen Geschäftsführer an, dessen Besoldung er festsetzt.

Der Vorstand ist nicht beschlußfähig, wenn nicht mindestens vier seiner Mitglieder zugegen sind. Die Beschlüsse werden mit einfacher Mehrheit gefaßt, bei Stimmgleichheit gibt die Stimme des Vorsitzenden den Ausschlag.

Der Geschäftsführer der Gesellschaft muß zu allen Vorstandssitzungen zugezogen werden, in denen er aber nur beratende Stimme hat.

Das Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.

V. Fachausschuß.

§ 14.

Zusammensetzung des Fachausschusses.

Zusammensetzung. Der Fachausschuß setzt sich zusammen aus:

1. und 2. einem Vorsitzenden und einem stellvertretenden Vorsitzenden, die beide dem Vorstande der Gesellschaft angehören müssen und vom Vorstande bestimmt werden;
3. einem auf einer deutschen Werft beschäftigten Schiffbauingenieur;
4. einem auf einer deutschen Werft beschäftigten Schiffsmaschinenbauingenieur;
5. einem auf einem deutschen Werk beschäftigten Elektroingenieur;
6. und 7. je einem Schiffbau oder Schiffsmaschinenbau vortragenden Professor von den Technischen Hochschulen Berlin oder Danzig;
8. einem der Gesellschaft angehörenden deutschen Reeder.

Der Fachausschuß ist berechtigt, sich nach freier Wahl durch 4 stimmberechtigte Mitglieder zu erweitern.

§ 15.

Zweck des Ausschusses.

Zweck. Der Fachausschuß tritt mehrmals im Jahre zusammen, um Fragen, die in das Gebiet der Schiffbau-technischen Gesellschaft (§§ 2 und 3 der Satzung) einschlagen, auf Anregung des Vorstandes oder aus sich heraus zu erörtern. Seine Hauptaufgabe besteht in der Herbeischaffung möglichst erstrebenswerter Vorträge für die Hauptversammlung.

§ 16.

Veröffentlichung der Verhandlungen.

Verhandlungen. Das Ergebnis seiner Verhandlungen hat der Ausschuß niederzulegen und dem Vorstande zur endgültigen Entscheidung zu unterbreiten. Eine Veröffentlichung der Verhandlungen in knapper Form, soweit sie sich dazu eignen, erfolgt im Jahrbuch der Gesellschaft.

VI. Aufnahmebedingungen und Beiträge.

§ 17.

Aufnahme der Fachmitglieder. Das Gesuch um Aufnahme als Fachmitglied ist an den Vorstand zu richten und hat den Nachweis zu enthalten, daß die Voraussetzungen des § 5 erfüllt sind. Dieser Nachweis ist von einem fachmännischen Vorstandsmitgliede und drei Fachmitgliedern durch Namensunterschrift zu bestätigen, worauf die Aufnahme erfolgt.

§ 18.

Aufnahme der Mitglieder. Das Gesuch um Aufnahme als Mitglied ist an den Vorstand zu richten, dem das Recht zusteht, den Nachweis zu verlangen, daß die Voraussetzungen des § 6 erfüllt sind. Falls ein solcher Nachweis gefordert

wird, ist er von einem Mitgliede des Vorstandes und drei Gesellschaftsmitgliedern durch Namensunterschrift zu bestätigen, worauf die Aufnahme erfolgt.

§ 19.

Jedes eintretende Gesellschaftsmitglied zahlt ein Eintrittsgeld von 20 M. Eintrittsgeld.

§ 20.

Jedes Gesellschaftsmitglied zahlt einen jährlichen Beitrag von 20 M., welcher im Januar eines jeden Jahres fällig ist. Sollten Gesellschaftsmitglieder den Jahresbeitrag bis zum 1. Februar nicht entrichtet haben, so wird derselbe durch Postauftrag oder durch Postnachnahme eingezogen. Jahresbeitrag.

Langjährigen Mitgliedern kann der Vorstand auf ihren Antrag eine Ermäßigung des Jahresbeitrages bewilligen.

§ 21.

Gesellschaftsmitglieder können durch eine einmalige Zahlung lebenslängliche Mitglieder werden und sind dann von der Zahlung der Jahresbeiträge befreit. Bis auf weiteres werden aber keine lebenslänglichen Mitglieder mehr aufgenommen. Lebenslänglicher Beitrag.

§ 22.

Ehrenmitglieder sind von der Zahlung der Jahresbeiträge befreit. Befreiung von Beiträgen.

§ 23.

Gesellschaftsmitglieder, welche auszutreten wünschen, haben dies vor Ende des Geschäftsjahres bis zum 1. Dezember dem Vorstande schriftlich anzuzeigen. Mit ihrem Austritte erlischt ihr Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft. Austritt.

§ 24.

Erforderlichenfalls können Gesellschaftsmitglieder auf einstimmig gefaßten Beschluß des Vorstandes ausgeschlossen werden. Gegen einen derartigen Beschluß gibt es keine Berufung. Mit dem Ausschlusse erlischt jeder Anspruch an das Vermögen der Gesellschaft. Ausschluß.

VII. Versammlungen.

§ 25.

Die Versammlungen der Gesellschaft zerfallen in: Versammlungen.

1. die Hauptversammlung,
2. außerordentliche Versammlungen.

§ 26.

Jährlich soll, möglichst im November, in Berlin die Hauptversammlung abgehalten werden, in welcher zunächst geschäftliche Angelegenheiten erledigt werden, worauf die Vorträge und ihre Besprechung folgen. Hauptversammlung.

Der geschäftliche Teil umfaßt:

1. Vorlage des Jahresberichtes von seiten des Vorstandes.
2. Bericht der Rechnungsprüfer und Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des vergangenen Jahres,
3. Bekanntgabe der Namen der neuen Gesellschaftsmitglieder.
4. Ergänzungswahlen des Vorstandes und Wahl von zwei Rechnungsprüfern für das nächste Jahr.
5. Beschlußfassung über vorgeschlagene Abänderungen der Satzung.
6. Sonstige Anträge des Vorstandes oder der Gesellschaftsmitglieder.

§ 27.

Der Vorstand kann außerordentliche Versammlungen anberaumen, welche auch außerhalb Berlins abgehalten werden dürfen. Er muß eine solche innerhalb vier Wochen stattfinden lassen, wenn ihm ein dahin gehender, von mindestens dreißig Gesellschaftsmitgliedern unterschriebener Antrag mit Angabe des Beratungsgegenstandes eingereicht wird. Außerordentliche Versammlungen.

§ 28.

Alle Versammlungen müssen durch den Geschäftsführer mindestens 14 Tage vorher den Gesellschaftsmitgliedern durch Zusendung der Tagesordnung bekanntgegeben werden. Berufung der Versammlungen.

§ 29.

Jedes Gesellschaftsmitglied hat das Recht, Anträge zur Beratung in den Versammlungen zu stellen. Die Anträge müssen dem Geschäftsführer 8 Tage vor der Versammlung mit Begründung schriftlich eingereicht werden. Anträge für Versammlungen.

§ 30.

In den Versammlungen werden die Beschlüsse, soweit sie nicht Änderungen der Satzung betreffen, mit einfacher Stimmenmehrheit der anwesenden Gesellschaftsmitglieder gefaßt. Beschlüsse der Versammlungen.

§ 31.

Vorschläge zur Abänderung der Satzung dürfen nur zur jährlichen Hauptversammlung eingebracht werden. Sie müssen vor dem 15. Oktober dem Geschäftsführer schriftlich mitgeteilt werden und benötigen zu ihrer Annahme Dreiviertel-Mehrheit der anwesenden Fachmitglieder. Änderungen der Satzung.

§ 32.

Art der Abstimmung. Wenn nicht von mindestens zwanzig anwesenden Gesellschaftsmitgliedern namentliche Abstimmung verlangt wird, erfolgt die Abstimmung in allen Versammlungen durch Erheben der Hand.

Wahlen erfolgen durch Stimmzettel oder durch Zuruf. Sie müssen durch Stimmzettel erfolgen, sobald der Wahl durch Zuruf auch nur von einer Seite widersprochen wird.

§ 33.

Niederschriften. In allen Versammlungen führt der Geschäftsführer die Niederschrift, die nach ihrer Genehmigung von dem jeweiligen Vorsitzenden der Versammlung unterzeichnet wird.

§ 34.

Geschäftsordnung. Die Geschäftsordnung für die Versammlungen wird vom Vorstände festgestellt und kann auch von diesem durch einfache Beschlußfassung geändert werden.

VIII. Auflösung der Gesellschaft.

§ 35.

Auflösung. Eine Auflösung der Gesellschaft darf nur dann zur Beratung gestellt werden, wenn sie von sämtlichen Vorstandsmitgliedern oder von einem Drittel aller Fachmitglieder beantragt wird. Es gelten dabei dieselben Bestimmungen wie bei der Abänderung der Satzung.

§ 36.

Verwendung des Gesellschafts-Vermögens. Bei Beschlußfassung über die Auflösung der Gesellschaft ist über die Verwendung des Gesellschafts-Vermögens zu befinden. Dasselbe darf nur zum Zwecke der Ausbildung von Fachgenossen verwendet werden.

III. Satzung der silbernen und goldenen Denkmünze.

§ 1.

Die Schiffbautechnische Gesellschaft hat in ihrer Hauptversammlung am 24. November 1905 beschlossen, silberne und goldene Denkmünzen prägen zu lassen und nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen an verdiente Mitglieder zu verleihen. Stiftung.

§ 2.

Die Denkmünzen werden aus reinem Silber und reinem Golde geprägt, haben einen Durchmesser von 65 mm und in Silber ein Gewicht von 125 g, in Gold ein Gewicht von 178 g. Denkmünzen,

§ 3.

Die silberne Denkmünze wird Mitgliedern der Schiffbautechnischen Gesellschaft zuerkannt, welche sich durch wichtige Forscherarbeiten auf dem Gebiete des Schiffbaues oder des Schiffmaschinenbaues verdient gemacht und die Ergebnisse dieser Arbeiten in den Hauptversammlungen der Schiffbautechnischen Gesellschaft durch hervorragende Vorträge zur allgemeinen Kenntnis gebracht haben. Silberne Denkmünze.

§ 4.

Die goldene Denkmünze können nur solche Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft erhalten, welche sich entweder durch hingebende und selbstlose Arbeit um die Schiffbautechnische Gesellschaft besonders verdient gemacht, oder sich durch wissenschaftliche oder praktische Leistungen auf dem Gebiete des Schiffbaues oder Schiffmaschinenbaues ausgezeichnet haben. Goldene Denkmünze.

§ 5.

Die Denkmünzen werden durch den Vorstand der Gesellschaft verliehen, nachdem zuvor die Genehmigung des Allerhöchsten Schirmherrn zu den Verleihungsvorschlägen eingeholt ist. Allerhöchste Genehmigung.

§ 6.

An Vorstandsmitglieder der Gesellschaft darf eine Denkmünze in der Regel nicht verliehen werden, indessen kann die Hauptversammlung mit Zweidrittelmehrheit eine Ausnahme hiervon beschließen. Vorstandsmitglieder.

§ 7.

Über die Verleihung der Denkmünzen wird eine Urkunde ausgestellt, welche vom Ehrenvorsitzenden oder in dessen Behinderung vom Vorsitzenden der Gesellschaft zu unterzeichnen ist. In der Urkunde wird die Genehmigung durch den Allerhöchsten Schirmherrn sowie der Grund der Verleihung (§§ 3 und 4) zum Ausdruck gebracht. Urkunde.

§ 8.

Die Namen derer, welchen eine Denkmünze verliehen wird, müssen an hervorragender Stelle in der Mitgliederliste der Schiffbautechnischen Gesellschaft in jedem Jahrbuche aufgeführt werden. Liste.

IV. Bericht über das 29. Geschäftsjahr 1927.

Veränderungen in der Mitgliederliste.

Die immer noch wenig befriedigende Lage der deutschen technischen Betriebe und des hiervon abhängigen Beschäftigungsgrades ihrer Angestellten machte sich auch unter unseren Mitgliedern geltend, von denen manche ihren Austritt erklären mußten. Gestorben sind 33 Mitglieder und eingetreten 32. Unser Mitgliederbestand belief sich am Jahresende auf 1520. Es sind eingetreten:

a) als Fachmitglieder:

1. Böhm, Heinrich, Oberingenieur, Bremen.
2. Brose, Eduard, Schiffbau-Ingenieur, Elbing.
3. Fechter, Walther, Ingenieur, Stettin.
4. Klein, Karl, Betriebs-Ingenieur, Danzig.
5. Müller, Bernhard, Obermarinebaurat a. D., Wilhelmshaven.
6. Notholt, Alfred, Dipl.-Ing., Hamburg.
7. Richter, Adolf, Dipl.-Ing., Hamburg-Langhorn.
8. Schmieske, Carl, Oberingenieur, Bremen.
9. Schweder, Joachim, Dipl.-Ing., Stettin.
10. Weinblum, Georg, Dipl.-Ing., Danzig-Langfuhr.

b) als Mitglieder:

11. Becker, Theodor, Dipl.-Ing., Berlin.
12. Beckh, Richard, Dr., Fabrikteilhaber, Nürnberg.
13. Dahlmann, Wilhelm, Dipl.-Ing., Dr. phil., Studien- und Baurat, Rahlstedt bei Hamburg.
14. Defant, A., Dr., Professor, Berlin.
15. Erdmann, Otto A., Schiffbau-Ingenieur, Charlottenburg.
16. Frensdorff, Walter, Vorstandsmitglied der Fritz Caspary Aktiengesellschaft, Berlin-Marienfelde.
17. Kinzel, Walther, Kapitän zur See, Abt.-Chef im Reichswehrministerium, Berlin.
18. Kirchner, Ernst, Fabrikdirektor, Leipzig.
19. Kux, Ed., Dr.-Ing., Hannover.
20. Lamarche, Julius, Hüttendirektor, Düsseldorf.
21. Lorey, Hermann, Konteradmiral a. D., Berlin.
22. Maulick, Paul, Direktor, Düsseldorf.
23. Mittelstaedt, Max, Oberingenieur bei der Fritz Caspary Aktiengesellschaft, Berlin-Marienfelde.
24. Neufeldt, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Kiel.

25. Quasdorf, Carl, Vorstandsmitglied der Fritz Caspary Aktiengesellschaft, Berlin-Marienefelde.
26. Rek, Franz, Direktor, Dresden.
27. Richter, Hans, Berlin.
28. Schmidt, Joachim, Oberingenieur und Prokurist, Lübeck.
29. Thielicke, Carl, Kaufmann, Charlottenburg.
30. Vaas, Wilhelm, Dr., Direktor, Berlin.
31. Wierz, Dr., Privatdozent, Direktor der David Grove A.-G., Berlin.
32. Wildenhahn, Max, Direktor, Paderborn.

Es starben:

1. Barg, G., Schiffbau-Direktor, Rostock.
2. Becker, Theodor, Oberingenieur, Berlin.
3. Bergmann, Sigmund, Dr.-Ing., Geheimer Baurat, Generaldirektor, Berlin.
4. Boeckholt, H., Marinebaurat a. D., Bremen.
5. Brieger, Heinrich, Kaufmann, Hamburg.
6. Dix, Johannes, Ministerialrat, Geheimer Baurat, Berlin.
7. Engelhard, Armin, Dr.-Ing., Generaldirektor, Offenbach a. M.
8. Evers, F., Schiffbau-Direktor, Stettin.
9. Fasbender, Heinrich, Vertreter von Gebr. Böhler & Co., A.-G., Hamburg.
10. Flohr, Carl, Dr.-Ing., Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin.
11. Goecke, Emil, Marine-Oberbaurat a. D., Erlangen.
12. Harms, Gustav, Eisengießereibesitzer, Hamburg.
13. Hjarup, Paul, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin.
14. Keuffel, Aug., Direktor, Bremen.
15. Kirchner, Ernst, Kommerzienrat, Leipzig-Sellerhausen.
16. Kroebel, R., Ingenieur, Klein-Flottbek bei Hamburg.
17. Kühne, Ernst, Geschäftsführer, Bremen.
18. Merz, Alfred, Dr., Professor, Direktor des Instituts für Meereskunde, Berlin.
19. Michaelis, Ludwig, Dr., Direktor, Leipzig.
20. Möller, Joachim, Schiffbaumeister, Rostock.
21. Müller, A. C. Th., Dr.-Ing., Oberingenieur, Elbing.
22. Ortlepp, Max W., Schiffbau-Ingenieur, Elbing.
23. Röchling, L., Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Völklingen a. d. Saar.
24. Schaefer, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Oliva bei Danzig.
25. Siemens, S., Maschinen-Inspektor, Bremen.
26. Stahl, H. J., Dr.-Ing., Kommerzienrat, Düsseldorf.
27. Sternberg, Oscar, Kommerzienrat, Konsul, Generaldirektor, Mannheim.
28. Teucher, J. S., Dipl.-Ing., Oberingenieur, Bremen.
29. Voges, Hans, Oberingenieur, Stettin.
30. Weidtmann, Victor, Dr., Geheimer Bergrat, Generaldirektor, Aachen.
31. Werner, Franz, Dr.-Ing., Professor, Zoppot.
32. Wichmann, Fritz, Marinebaurat, Kiel.
33. Wiesinger, Wilhelm, Geheimer Marinebaurat, Berlin.

Wirtschaftliche Lage.

Im Jahre 1926 konnten wir unsere Rücklage durch größte Sparsamkeit, die sich aber nicht ständig durchführen lassen wird, um fast 5000 Mk. vermehren. Bei der inzwischen eingetretenen allgemeinen Preiserhöhung müssen wir vielmehr zufrieden sein, wenn unsere Ausgaben die Einnahmen in den nächsten Jahren nicht überschreiten, so daß unser jetziges Kapital nicht angegriffen zu werden braucht.

Einnahmen.	1926.	Ausgaben.	
1. Kassenbestand am 1. Januar 1926	77,98	1. Jahrbücher u. Versand	12 825,90
2. Bankguthaben am 1. Januar 1926	18 827,00	2. Gehälter	3 039,00
3. Postscheckguthaben am 1. Januar 1926	578,52	3. Kanzleibedarf	2 092,73
4. Beiträge	31 535,15	4. Post	1 389,66
5. Eintrittsgelder	320,00	5. Bücherei	541,20
6. Zuschuß von der Marine	2 000,00	6. Drucksachen	488,45
7. Jahrbuch-Ertrag	919,00	7. Spenden u. Beiträge	835,00
8. Einnahmen für den Einband	71,50	8. Verschiedenes	7 424,20
9. Zinsen aus Wertpapieren und Bankguthaben	1 024,86	9. Hauptversammlung	4 907,38
10. Zahlung von J. Springer für Werft, Reederei und Hafen	4 000,00	10. Bankbestand am 31. Dezember 1926	24 715,00
M.	59 354,01	11. Kassenbestand am 31. Dezember 1926	160,99
		12. Postscheckbestand am 31. Dezember 1926	852,95
		13. Sprechabend	81,55
M.	59 354,01		

Berlin, den 31. Dezember 1926.

Geprüft und für richtig befunden.

Berlin, den 14. Mai 1927.

gez. Carl Schulthes.

gez. P. Krainer.

Fachausschuß.

Die erste Sitzung des Fachausschusses im Jahre 1927 fand am 12. Mai in Hamburg statt.

Anwesend waren: Herr Prof. Dr. Bauer, Herr Prof. Laas, Herr Oberingenieur Lorenz, Herr Ministerialdirektor Presse, Herr Oberingenieur Süchting und als Gast Herr Dr.-Ing. Kempf.

In dieser Sitzung beschäftigte sich der Fachausschuß zunächst mit der Angelegenheit betreffend Forschungen über Schiffsfestigkeit.

Der Vorsitzende gibt bekannt, was sich in dieser Angelegenheit seit der letzten Fachausschußsitzung im November vorigen Jahres ereignet hat. Das

dem Fachausschuß von Herrn Prof. Lienau übersandte Aktenstück betreffend Dehnungsmessungen sei inzwischen an die an dieser Frage besonders interessierten Mitglieder des Fachausschusses und an die Forscher in Umlauf gebracht. Ferner sei durch Vermittlung des Herrn Ministerialdirektors Presse von seiten der Marineleitung der Schiffbautechnischen Gesellschaft eine Spende von 10000 M. zur Verfügung gestellt worden. Hiervon sei auf Antrag des Herrn Dr. Siemann demselben ein Betrag von 2000 M. zur Durchführung seines eingereichten Versuchsprogramms und Herrn Prof. Lienau ein Betrag von 3000 M. für Versuche an schiffsartigen Körpern im Festigkeitsinstitut der Technischen Hochschule Danzig übermittelt worden.

Über die Forschungsarbeiten selbst teilt Herr Dr. Kempf auf Befragen mit, daß er einen Vorschlag ausgearbeitet habe, nämlich einen Belastungstank von der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt bauen zu lassen, dessen Konstruktion er an Hand einer Skizze erörtert. Es sei beabsichtigt, diesen Tank für Festigkeitsarbeiten auch anderen daran interessierten Forschern zur Verfügung zu stellen.

Herr Ministerialdirektor Presse ist der Meinung, diesen Vorschlag dem Fachausschuß der Schiffbautechnischen Gesellschaft formell vorzulegen, und tritt dafür ein, die finanzielle Unterstützung beim Vorstande zu befürworten.

Herr Prof. Laas hält den Gedanken von Herrn Dr. Kempf auch für sehr beachtenswert und schlägt vor, das Projekt als Ziel für weitere Forschungsarbeiten in den nächsten Jahren in Aussicht zu nehmen.

Nach einer weiteren Aussprache über diesen Punkt stellt der Vorsitzende fest, daß man sich darüber einig sei, Herrn Dr. Kempf zu bitten, seinen Vorschlag an den Fachausschuß der Schiffbautechnischen Gesellschaft weiterzugeben, der dann seinerseits beabsichtigt, Herrn Prof. Lienau von diesem Vorschlage Kenntnis zu geben.

Bezüglich einer weiteren Besprechung der Forschungen über Schiffsfestigkeit wird vereinbart, diese Angelegenheit gelegentlich der nächsten Fachausschußsitzung, welche am besten etwa 3—4 Wochen vor der Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft, also etwa Mitte Oktober, stattfinden soll, gemeinsam mit den Forschern zu verfolgen.

Im weiteren Verlauf dieser Sitzung teilt der Vorsitzende die Namen der Diskussionsredner für den anschließenden Sprechabend mit und empfiehlt, die Redezeit auf etwa 10 Minuten zu begrenzen. Ferner verliest er die Liste der für die nächste Hauptversammlung vorgesehenen Vorträge, wie sie vom Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft bereits in Aussicht genommen sind.

Zum Schluß wird noch die Frage erörtert, einen weiteren Sprechabend in diesem Jahre zu veranstalten. Man ist jedoch allgemein der Ansicht, daß hierzu keine Zeit zur Verfügung steht.

Im Anschluß an die Sitzung hielt der Fachausschuß in den Räumen des Curio-Hauses in Hamburg seinen dritten Sprechabend unter sehr reger Beteiligung der interessierten Kreise ab.

Der Vorsitzende des Fachausschusses, Herr Prof. Dr. Bauer, eröffnete den Sprechabend und erteilte dem Hauptreferenten, Herrn Dr.-Ing. Kempf, das Wort zu seinem Vortrag:

„Die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Schiffsantriebes bzw. der erreichbaren Schiffsgeschwindigkeit durch die auf neuzeitlichen Erkenntnissen beruhende Ausgestaltung des Hinterschiffes (Gegenpropeller, Leitfläche, neue Rudersysteme).“

Die durch zahlreiche Lichtbilder erläuterten Ausführungen des Referenten fanden lebhaften Beifall der aus mehreren hundert Fachmännern bestehenden Zuhörerschaft. In der Erörterung sprach zunächst Herr Dr. R. Wagner, dann Herr Prof. Haß, Herr Oberingenieur Müller von der Hamburg-Süd, Herr Geheimer Marinebaurat a. D. Tjard Schwarz, Herr Direktor Goos, Herr Dr. Schaffran, Herr Dr.-Ing. E. Foerster und Herr Dr. Zeller.

Ein ausführlicher Bericht über den 3. Sprechabend des Fachausschusses der Schiffbautechnischen Gesellschaft ist von der Schriftleitung der Zeitschrift „Werft, Reederei, Hafen“ im Heft Nr. 11 vom 7. Juni 1927 veröffentlicht.

Eine zweite Sitzung des Fachausschusses wurde am 28. Oktober 1927 in Berlin abgehalten.

Anwesend waren die Herren: Professor Dr. Bauer, Professor Dr. Föttinger, Professor Laas, Ministerialrat Laudahn, Professor Lienau, Oberingenieur Lorenz, Ministerialdirektor Presse.

Als wichtigster Punkt stand auf der Tagesordnung: „Bericht der Forscher über die Fortschritte ihrer Arbeiten auf dem Gebiete der Schiffsfestigkeit“, und hatte der Fachausschuß hierzu die Herren Forscher eingeladen. Dieser Einladung waren folgende Herren gefolgt: Dr. Bernhard in Vertretung von Herrn Regierungsbaurat Hülsenkamp, Dr.-Ing. Kempf, Professor Dr. Pohl, Dr.-Ing. Schilling, Dr.-Ing. Wrobbel.

Der Vorsitzende bittet die Herren Forscher, die Resultate der inzwischen geleisteten Forschungsarbeiten zur gegenseitigen Kenntnis zu bringen und über weitere geplante Arbeiten auf diesem Gebiete Mitteilung zu machen.

Zunächst erörtert Herr Dr. Kempf ein Dehnungsmesser System Dr. Schäfer.

Herr Dr. Wrobbel berichtet ausführlich über Messungen an Tankleichtern, die er in Holland ausgeführt hat und teilt mit, daß er beabsichtigt, weitere Versuche in den Vereinigten Staaten an Frischwasser-Transportschiffen vorzunehmen.

Sodann verliest Herr Professor Lienau einen Bericht des abwesenden Herrn Dr. Dahlmann über Messungen von Dehnungen und Deformationen an Schiffskörpern während einer Reise mit dem Erzdampfer „Frigga“.

Die während der Reise gewonnenen Erfahrungen haben zu dem Entwurf eines Meßgerätes geführt, welches die Durchbiegungen und Verdrehungen des ganzen Schiffskörpers im Diagramm registrieren soll.

Im Anschluß hieran erläutert Herr Professor Lienau seine eigenen Forschungsarbeiten und erörtert Einzelheiten über die Arbeiten und Aufgaben des Instituts für Schiffsfestigkeit an der Technischen Hochschule Danzig.

Hierauf berichtet Herr Dr. Kempf im Verfolg seiner Ausführungen in der ersten Fachausschuß-Sitzung d. J. über einen von ihm ausgearbeiteten Vorschlag, einen Belastungstank in der Hamburgischen Schiffbauversuchsanstalt bauen zu lassen und begründet in längeren Ausführungen die Zweckmäßigkeit, denselben in Hamburg aufzustellen.

Nach einer gemeinsamen eingehenden Aussprache über die zur Kenntnis gebrachten Berichte, in welcher auch die Frage der Finanzierung zur Sprache kam, wurde beschlossen, die Ergebnisse der bisherigen Forschungen später in dem Jahrbuch der S. T. G. in Form eines Beitrages zu veröffentlichen.

Zum Schluß gibt Herr Professor Lienau noch ein umfangreiches Programm der Festigkeitsversuche und theoretischen Arbeiten auf diesem Gebiet des Schiffbaues bekannt und übergibt im Anschluß daran dem Vorsitzenden einen Antrag zur Weitergabe an den Vorstand der S. T. G. betr. Zuwendung von 5000 M.¹ zur Fortsetzung seiner Versuche im Institut für Schiffsfestigkeit in Danzig.

Des weiteren erörterte der Fachausschuß die Abhaltung des nächsten Sprechabends, wofür als Zeitpunkt wahrscheinlich erst nächstes Frühjahr und als Ort wieder Hamburg in Frage kommen würde.

Tätigkeit der Gesellschaft.

Weltkraftkonferenz.

Bericht über die Sondertagung Basel 1926.

1. Organisation des Deutschen Nationalen Komitees. Das für die Beteiligung Deutschlands an der ersten Weltkraftkonferenz (London 1924) als besonderer Ausschuß beim Deutschen Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine gebildete Deutsche Nationale Komitee der Weltkraftkonferenz hat auf Grund eines Beschlusses des Vorstandes des Deutschen Verbandes im Herbst 1925 seine endgültige Form erhalten. Es gehören ihm an einmal diejenigen Mitgliedervereine des Deutschen Verbandes technisch-wissenschaftlicher Vereine, die an Kraftfragen interessiert sind; zweitens Technische Hochschulen, drittens die interessierten Reichsbehörden und die in Frage kommenden wirtschaftlichen Verbände. Weiter sind die Vorstandsmitglieder des Deutschen Verbandes Mitglieder des Deutschen Nationalen Komitees der Weltkraftkonferenz.

Die Mitgliederliste weist zur Zeit 36 Organisationen auf.

Vorsitzender des Deutschen Nationalen Komitees ist Generaldirektor Dr.-Ing. E. H. Köttgen; stellvertretender Vorsitzender Geh. Baurat Dr.-Ing. G. de Thierry, Geschäftsführer Professor Dr. C. Matschoß, stellvertretender Geschäftsführer Dipl.-Ing. zur Nedden.

Zur Vorberatung und Überprüfung der Beschlüsse des Deutschen Nationalen Komitees ist zunächst ein aus 9 Mitgliedern bestehender geschäftsführender Vorstand gebildet worden.

¹ Diese Summe wurde Herrn Professor Lienau vom Vorstande in seiner Sitzung am 16. November zur Verfügung überwiesen.

2. Das Programm der Baseler Teilkonferenz. Die erste Aufgabe des Deutschen Nationalen Komitees in seiner jetzigen Form bestand in der Teilnahme an der auf Einladung des Schweizer Nationalen Komitees in der Zeit vom 31. Aug. bis 8. Sept. 1926 in Basel abgehaltenen Teilkonferenz. Diese Teilkonferenz fand statt in Anlehnung an die zu gleicher Zeit in Basel veranstaltete Internationale Ausstellung für Binnenschifffahrt und Wasserkraftnutzung. Dementsprechend war auch das Thema der Teilkonferenz den Fragen der Binnenschifffahrt und Wasserkraftnutzung gewidmet. Um eine einheitliche Behandlung dieser Fragen zu erzielen, war das technische Programm der Konferenz in 5 Abschnitte eingeteilt, und zwar behandelte

Gruppe A: Wasserkraftnutzung und Binnenschifffahrt;

Gruppe B: Austausch der elektrischen Energie zwischen verschiedenen Ländern;

Gruppe C: die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen hydraulisch erzeugter und thermisch erzeugter elektrischer Energie;

Gruppe D: die Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft;

Gruppe E: Elektrifizierung der Eisenbahn.

Zu jedem dieser Programmpunkte konnten die einzelnen Nationalen Komitees einen oder mehrere Berichte liefern, deren Länge jedoch begrenzt war. Das Deutsche Nationale Komitee hatte für die einzelnen Gruppen Arbeitsausschüsse eingesetzt, welche ihrerseits die Berichtersteller erwählten.

Im ganzen waren von den einzelnen Nationalen Komitees für die Baseler Sondertagung 82 Berichte verfaßt worden, darunter 10 aus Deutschland. Da 39 Staaten an der Baseler Tagung teilgenommen haben, ist mithin der deutsche Anteil an der Berichterstattung erheblich. Auch in der persönlichen Teilnahme an der Konferenz stand Deutschland mit in vorderster Linie. Von den rund 700 Teilnehmern waren 100 aus Deutschland. Jedes Land durfte bis zu 10 offizielle Delegierte nach Basel entsenden.

Neben der eigentlichen Baseler Teilkonferenz fanden in Basel auch 2 Sitzungen des Internationalen Hauptausschusses (International Executiv Council) der Weltkraftkonferenz statt, in denen die einzelnen Länder durch ihre Geschäftsführer vertreten waren. Die deutschen Vertreter waren die Herren Prof. Dr. C. Mat-schoß und Dipl.-Ing. zur Nedden.

3. Der Verlauf der Baseler Teilkonferenz. Es ist unmöglich, in dem knappen Umfang dieses Berichtes auch nur annähernd den Inhalt der von den einzelnen Ländern eingereichten Berichte sowie der zu den einzelnen Berichten gehaltenen Diskussionsvorträge wiederzugeben. Hierüber unterrichtet die Anfang nächsten Jahres erscheinende „Berichterstattung über die Baseler Sondertagung der Weltkraftkonferenz 1926“, die in Deutschland durch die V.D.I.-Buchhandlung bezogen wird. Die Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure wird im übrigen in nächster Zeit über jeden der 5 Programmpunkte je einen zusammenfassenden Bericht veröffentlichen. Dazu kommen die verschiedenen Veröffentlichungen in Spezialzeitschriften, die in der Regel Einzelfragen gewidmet sind.

Die von den einzelnen Ländern verfaßten Berichte wurden auf der Tagung selbst nicht vorgetragen, sondern nur diskutiert. Um die Diskussion zu erleich-

tern, hatte das Schweizer Komitee für jede der 5 Gruppen Generalberichterstatter ernannt (sämtlich Schweizer Herren), die einen Generalbericht über die verschiedenen von den einzelnen Ländern eingereichten Abhandlungen verfaßt hatten. Die Generalberichterstatter hatten auch bestimmte Punkte hervorgehoben, die von besonderem Interesse für die Diskussion waren.

4. Beschlüsse der Konferenz. Zu drei der Programmpunkte sind von der Vollversammlung der Teilkonferenz eine Reihe von Beschlüssen gefaßt worden, die sich u. a. beziehen auf: Konstruktion, Bau und Instandhaltung großer Dämme, Vereinheitlichung der Verfahren zur Bestimmung des Wirkungsgrades von Wasserturbinen in Europa und Amerika, Aufstellung von jährlichen vergleichenden Statistiken über den Kraftverbrauch in allen Ländern, Elektrifizierung in der Landwirtschaft, vergleichende Statistik über die Kraftquellen der Welt.

5. Nächste Teilkonferenz. Es wurde empfohlen, eine Teilkonferenz über Brennstofffragen im September 1928 in London abzuhalten. Als Unterlage wurde folgendes Programm aufgestellt:

A. Allgemeines über Brennstoffe, die zur Krafterzeugung dienen (Klassifizierung, Zusammensetzung, Ausbeute).

- a) Feste Brennstoffe,
- b) flüssige Brennstoffe,
- c) gasförmige Brennstoffe.

B. Behandlung, Transport, Verteilung und Lagerung der Brennstoffe und Kesselfeuerung.

- a) Feste Brennstoffe,
 - b) flüssige Brennstoffe,
 - c) gasförmige Brennstoffe.
- C. Herstellung der Brennstoffe.

- a) Waschen und Sortieren,
- b) Karbonisierung und Vergasung, Nebenprodukte,
- c) Brikettierung und staubförmige Brennstoffe,
- d) Allgemeines.

D. Verwendung der Brennstoffe.

- 1. a) Unmittelbar in Maschinen und für industrielle Zwecke,
- b) Erzeugung von Dampf,

2. Wirtschaftliche Gesichtspunkte beim Verbrauch und thermische Wirkungsgrade verschiedener Brennstoffe.

6. Richtlinien für ein gemeinsames Vorgehen der deutschen technisch-wissenschaftlichen Vereine in der internationalen Gemeinschaftsarbeit. Die Tagung in Basel sowie die Berichte der uns angeschlossenen Organisationen über andere internationale Veranstaltungen in letzter Zeit haben gezeigt, daß es heute fast unmöglich ist, die einzelnen eingeleiteten internationalen Arbeiten zu übersehen, geschweige denn an allen Veranstaltungen teilzunehmen.

Es wurde als erwünscht bezeichnet, Richtlinien aufzustellen, welche die einzelnen Mitgliedsvereine und Organisationen bei der Beantwortung von Ein-

ladungen für internationale Veranstaltungen berücksichtigen könnten. Bereits bei der Beratung der Satzungen im Internationalen Hauptausschuß in Basel hat ferner die Erörterung der Sprachenfrage gezeigt, daß wir auch heute noch bei bestimmten Völkern für unsere berechtigten Wünsche nicht das Verständnis haben, das wir als Land mit einer hochentwickelten Technik erwarten dürfen. Die Sprachenfrage ist schließlich in Basel vertagt worden und wird von Kongreß zu Kongreß neu entschieden. Unser Standpunkt ist, Deutsch als Verhandlungssprache zu fordern, sobald neben Englisch noch eine zweite Sprache als Verhandlungssprache beschlossen wird. Gleichzeitig beabsichtigen wir, eine Nachrichtenstelle für internationale Gemeinschaftsarbeit auf technischem Gebiete zu schaffen, die Erfahrungen sammeln und etwa vierteljährlich Interessenten bekanntgeben soll.

Das Deutsche Nationale Komitee schlägt folgende Richtlinien vor für die Teilnahme an internationalen technisch-wissenschaftlichen Veranstaltungen.

A. Bedingungen für die Teilnahme. 1. Die Tagung muß von einer anerkannten technisch-wissenschaftlichen nationalen oder internationalen Organisation aus einberufen werden;

2. die Tagung muß wirklich international sein, d. h. alle Länder ohne Ausnahme müssen zugelassen sein bzw. zur Teilnahme eingeladen werden, falls unmittelbare Einladungen erfolgen;

3. sofern mehr als eine Sprache Verhandlungssprache ist, muß auch Deutsch als Verhandlungssprache zugelassen sein, es sei denn, daß es sich um einen Kongreß handelt, der hierfür schon vor 1914 andere Richtlinien mit Einwilligung und unter Teilnahme Deutschlands aufgestellt hat;

4. wechselt der Sitz des Zentralbüros, so muß auch Deutschland in dem hierfür vorgesehenen Turnus vorgesehen sein.

B. Allgemeine Richtlinien. 1. Es ist erwünscht, bei Vorliegen von Einladungen jedesmal beim Deutschen Nationalen Komitee der Weltkraftkonferenz anzufragen, ob gegen die Beteiligung irgendwelche Bedenken vorliegen;

2. wird eine internationale Veranstaltung auf Grund dieser Bedingungen von Deutschland nicht beschickt, so darf ihr auch nicht mittelbar, d. h. auf Umwegen durch persönliche Beziehungen zu neutralen Organisationen, Material aus Deutschland für die Zwecke der Verhandlungen zur Verfügung gestellt werden.

7. Nächste Vollkonferenz. In der Sitzung des Deutschen Nationalen Komitees am 4. Oktober 1927 wurde der außerordentlich wichtige und erfreuliche Beschluß gefaßt, daß die im Jahre 1930 abzuhaltende zweite Vollkonferenz in Deutschland stattfinden soll. Der Beschluß entspricht einer Anregung der bedeutendsten an der Weltkraftkonferenz beteiligten Staaten und soll durch Versendung der Einladung sofort in die Tat umgesetzt werden. Als Versammlungsort wurde Berlin gewählt.

a) Deutscher Verband technisch-wissenschaftlicher Vereine.

In dem Berichtsjahr (bis März 1927) vermehrte sich die Mitgliederzahl des Deutschen Verbandes um zwei Mitglieder, und zwar kamen hinzu die „Deutsche

Gesellschaft für Bauingenieurwesen“ und die „Deutsche Gesellschaft für Metallkunde“. Der Deutsche Verband umfaßt mithin 28 Vereine und Verbände. Im Mai 1927 wurden weiter aufgenommen: Vereinigung der Großkesselbesitzer, Deutscher Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband, Heinrich Hertz-Gesellschaft zur Förderung des Funkwesens und Deutscher Kälte-Verein. Über die Zusammensetzung des Verbandes, und zwar des Vorstandes und Vorstandsrates sowie der einzelnen Ausschüsse und angeschlossenen Organisationen berichtet eine kürzlich von der Geschäftsstelle herausgegebene Übersicht, die großen Anklang in der technisch-wissenschaftlichen Welt und auch bei den Wirtschaftsverbänden gefunden hat.

Zwei Gebiete standen im vergangenen Jahre im Vordergrund des Interesses, einmal die Vorbereitung der deutschen Beteiligung an der Sondertagung der Weltkraftkonferenz Basel (vgl. Sonderbericht) und dann die Wiederaufnahme der Arbeiten an der Herausgabe der Illustrierten Technischen Wörterbücher.

Die Werbung für die Illustrierten Technischen Wörterbücher hat bisher einen guten Erfolg gehabt. Es gelang, erhebliche Mittel, insgesamt rund 100 000 Mark seitens der Behörden sowie privater Organisationen, z. B. auch von einigen Mitgliedsvereinen des Deutschen Verbandes, der Schriftleitung der Illustrierten Technischen Wörterbücher zuzuführen, und es kann heute schon als gesichert angesehen werden, daß mit Hilfe dieser und weiterer Unterstützungen die zur Zeit in Bearbeitung befindlichen Bände „Elektrotechnik“, „Kraftmaschinen“, „Luftfahrt“ und „Bergbau“ zum Abschluß gebracht und der Öffentlichkeit im Druck übergeben werden können.

Die in der letzten Hauptversammlung einstimmig angenommene Entschliebung betreffend die Förderung der technisch-wissenschaftlichen Forschung ist seinerzeit in großer Auflage bei sämtlichen in Betracht kommenden Reichs- und Staatsbehörden sowie in der deutschen Tages- und Fachpresse verbreitet worden. Die Aufnahme war durchweg zustimmend; es haben allerdings von 41 Ministerien nur 10 ihre Zustimmung durch ein besonders Schreiben zum Ausdruck gebracht.

Auch die Angelegenheit der Zusammenfassung der technischen Aufgaben in einem Reichsministerium (der öffentlichen Arbeit) ist einen Schritt vorwärts gekommen. Mehrfache Eingaben an den Reichskanzler waren bisher nicht beantwortet worden oder doch nur damit, daß z. B. wegen der letzten Regierungskrise noch keine Antwort gegeben werden könne. Inzwischen war die ganze Angelegenheit vom Reichskanzler dem Reichsverkehrsminister zur Erledigung übergeben worden. Infolgedessen hielt es der Vorstand für ratsam, zusammen mit dem Reichsbund Deutscher Technik, der ebenfalls in dieser Angelegenheit mehrere Eingaben an die Regierung, den Reichstag usw. verfaßt hatte, beim Reichsverkehrsminister persönlich vorstellig zu werden, der dann auch am 25. v. Mts. Herrn Geheimrat de Thierry sowie den Vorsitzenden des Reichsbundes Deutscher Technik, Herrn Prof. Gerstenberger, empfing. Der Herr Reichsverkehrsminister Dr. Koch erwähnte zwar, daß politische Rücksichten in erster Linie der Verwirklichung der angestrebten Vereinheitlichung im Wege

stehen, wurde aber von Herrn Geheimrat de Thierry darauf hingewiesen, daß die geforderte Zusammenfassung keine politische, sondern eine rein wirtschaftliche Frage wäre. Der Herr Reichsverkehrsminister versprach zum Schluß der Unterredung, alles zu tun, was in seinen Kräften stünde.

Auch die Normung der technischen Fachzeitschriften hat im Berichtsjahr Fortschritte gemacht. Während 1924, als der Deutsche Verband die Arbeiten der Normung der technischen Fachzeitschriften aufnahm, nur etwa 30 Zeitschriften bereit waren, sich auf das DIN-Format A 4 umzustellen, erscheinen heute bereits über 100 Zeitschriften in diesem Format, ein Zeichen dafür, daß die Verleger immer mehr von der Wirtschaftlichkeit des Normenformates überzeugt werden. Der Vertreter des V. D. I.-Verlages schätzt z. B. allein die Papierersparnis durch Einführung des Normformates mit 15 %, und die Reichspost soll durch Verwendung des DIN-Formates schätzungsweise 100 000 Mark an Papier im Jahre sparen.

Die Ausstellung „Heim und Technik“ wird nunmehr endgültig vom Mai bis Oktober nächsten Jahres in München stattfinden, wo auf dem Ausstellungsgelände der Stadt etwa 30 000 m² Grundfläche in repräsentativ ausgestatteten festen Hallen zur Verfügung stehen. Auf der Ausstellung sollen mit größter Sorgfalt nur wirklich gute Einrichtungen gezeigt werden, die es ermöglichen, das Wohnen und Wirtschaften so zu gestalten, daß bei Erzielung besserer Lebensbedingungen als bisher an Zeit, an Arbeit und an Rohstoffen im Haushalt möglichst gespart wird.

Die Ausbildung der Mitglieder der Verbandsvereine im Esperanto hat weitere Fortschritte gemacht. Die Zahl der esperantokundigen Ingenieure, Chemiker usw. ist nach der beim Verbandsgeführten Kartei von etwa 150 auf über 400 angewachsen. Leider reicht diese Zahl immer noch nicht hin, um dem Plan einer nur in Esperanto erscheinenden technischen Zeitschrift näherzutreten. Bisher sind verschiedene Beiträge im Esperanto in der im Progreß-Verlag erscheinenden „Engineering Progress“ erschienen.

Aus der Tätigkeit der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale verdient hervorgehoben zu werden, daß sie ihren Arbeitsbereich wesentlich erweitert hat und sich heute nicht nur an die Hoch- und Fachschulen, sondern auch an allgemein bildende Schulen wendet. Der Absatz an Diapositiven hat sich wesentlich erhöht. Er beträgt durchschnittlich 3000 im Monat gegen 1500 monatlich im vergangenen Jahre.

b) Der Deutsche Dampfkessel-Ausschuß.

Die Mitgliederversammlung des Deutschen Dampfkessel-Ausschusses am 18. VI. 1926 bestätigte den Beschluß des Unterausschusses für Schiffsdampfkessel vom 2. XII. 1925, wonach in den Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel folgende Ergänzungen vorgenommen wurden:

Die Abschnitte III, 4 und 5 erhalten als Fußnote folgende Erläuterung: „Die in Abschnitt 4 enthaltenen Bestimmungen über die Entfernung der Nietreihen voneinander und die Begrenzung der Nietteilung gemäß Formel (6) in Abschnitt 5

gelten nicht für Binnenschiffskessel, wenn die im folgenden Abschnitt 8 geforderte Bedingung erfüllt ist.“

Dem Abschnitt VII, 6 wird wegen der praktischen Ausführung folgende Erklärung als Fußnote beigefügt: „Diese Wandstärke kann nur für Ankerrohre von Seeschiffskesseln mit einem Außendurchmesser von mehr als 70 mm gefordert werden.

Die gleiche Mitgliederversammlung faßte auf Antrag des Reichsarbeitsministeriums Beschluß über ein Gutachten, in welchem eine Neuregelung der Wasserdrukprobe für Binnen- und Seeschiffskessel empfohlen wird. Die betreffenden neuen Bestimmungen sind jedoch bisher seitens des Reichsarbeitsministeriums noch nicht in Kraft gesetzt worden.

Da ferner der Deutsche Dampfkessel-Ausschuß am 18. VI. 1926 die neuen Werkstoff- und Bauvorschriften für Landdampfkessel in der Hauptsache zum Abschluß brachte, war die Möglichkeit gegeben, den Beschluß des Unterausschusses für Schiffsdampfkessel vom 2. XII. 1925 durchzuführen, nämlich die Werkstoffvorschriften für Landdampfkessel daraufhin zu prüfen, ob und wieweit sie auch für Schiffsdampfkessel übernommen werden könnten; gleichzeitig sollten die Werkstoffvorschriften für Schiffsdampfkessel redaktionell überarbeitet sowie in Einteilung und Ausdrucksweise den Landkesselvorschriften angeglichen werden. Eine Neubearbeitung der Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel wurde zunächst nicht in Aussicht genommen, da diese erst 1922 von der Deutschen Dampfkessel-Normenkommission neu gefaßt worden waren; ein Bedürfnis zur sachlichen Änderung dieser Vorschriften bestand nicht, zumal Deutschland durch die internationalen Vereinbarungen über den Bau von Schiffskesseln gebunden ist.

Der mit der Überarbeitung der Werkstoffvorschriften betraute Sonderausschuß unter Vorsitz von Prof. Dieckhoff legte jedoch im Auftrag des Unterausschusses außer dem Entwurf für die Werkstoffvorschriften einen neuen Entwurf für die Bauvorschriften vor, der sich zwar hinsichtlich der sachlichen Bestimmungen an die bisherigen Vorschriften hielt, aber bezüglich Gliederung und Bezeichnungsweise an die neuen Bauvorschriften für Landdampfkessel weitgehend anlehnte.

Die weitere Beratung dieser noch aus dem Jahre 1926 stammenden Entwürfe wurde zunächst zurückgestellt, bis die im Frühjahr 1927 zur Beratung stehenden Ergänzungen der Landkesselvorschriften abgeschlossen waren. Der Arbeitsausschuß unterzog daraufhin seine Entwürfe einer neuen Überarbeitung, übernahm — soweit möglich — die inzwischen vorgenommenen Änderungen bzw. Ergänzungen der Landkesselvorschriften und berücksichtigte ferner schon eine Reihe rein redaktioneller Änderungen, die für später in den Landkesselvorschriften vorgesehen sind und über die Beschlüsse des Unterausschusses für Landdampfkessel bereits vorliegen.

Diese Entwürfe des Arbeitsausschusses wurden vom Unterausschuß für Schiffsdampfkessel in einer Sitzung am 25. VIII. 1927 in Hamburg mit geringen Änderungen gutgeheißen. Die Vorschriften in dieser neuen Fassung werden, nachdem der Deutsche Dampfkessel-Ausschuß und der Reichsrat ihnen zugestimmt haben, zum 1. I. 1928 in Kraft treten.

Gegenüber den bisherigen Materialvorschriften vom Jahre 1908 enthalten die neuen Werkstoffvorschriften wesentliche Änderungen; im einzelnen darauf einzugehen, fehlt hier der Raum. Es sei daher auf die grundsätzlichen Ausführungen von Direktor Bracht in der Zeitschrift des V. D. I. 1926, Heft 50, hingewiesen, in denen die hauptsächlichsten Unterschiede zwischen den alten und den neuen Vorschriften dargelegt sind. Mit geringen Abweichungen gelten diese Hinweise auch für die Werkstoffvorschriften für Schiffsdampfkessel. Es sei besonders aufmerksam gemacht auf die verschärften Bestimmungen für Wasser- und Ankerrohre sowie die völlig neuen Abschnitte über Stahlguß und nahtlos hergestellte Kesselteile. Auch für die Schiffsdampfkessel wurden diese neuen Vorschriften mit einigen Einschränkungen übernommen.

Die Bauvorschriften sind sachlich im wesentlichen unverändert geblieben; stark erweitert sind die allgemeinen Bestimmungen bezüglich Voraussetzungen für die Bewertung der Kesselarbeit sowie die Bestimmungen über Schweißen. Für gekrempte ebene Böden wird in Zukunft ein Krempehalbmesser von mindestens $\frac{1}{15}$ des Durchmessers gefordert. Gewölbte Böden mit günstiger Form können für Seeschiffskessel künftig nach den Bauvorschriften für Landdampfkessel, jedoch mit einem besonderen Stärkezuschlag von 3 mm, berechnet werden; für Binnenschiffskessel können die Böden ohne weiteres nach den Landkesselvorschriften berechnet werden, wie überhaupt auch hinsichtlich anderer Bestimmungen die Bauvorschriften für Landdampfkessel für Binnenschiffskessel zugelassen sind, da bei diesen keine internationalen Bindungen vorliegen.

Die Aufstellung von „Erläuterungen“ zu den Schiffskesselvorschriften analog denjenigen für Landkesselvorschriften wurde nicht für erforderlich gehalten.

Mit der Beschlußfassung über diese Entwürfe für die Schiffskesselvorschriften, die in der Mitgliederversammlung am 25. Oktober d. J. stattfand, wurden die Arbeiten des Deutschen Dampfkessel-Ausschusses zu einem vorläufigen Abschluß gebracht. Jedoch wird zweifellos die praktische Handhabung der Vorschriften in den nächsten Jahren manche Erfahrungen zeitigen, die im Laufe der Zeit Ergänzungen oder Berichtigungen erforderlich machen.

Von den Beschlüssen der Mitgliederversammlung am 25. Oktober 1927 sind außer den Formalien (Geschäfts- und Kassenbericht, Wiederwahl ausscheidender Vorstandsmitglieder u. dgl.) die folgenden hervorzuheben:

Der Ausschuß erklärte grundsätzlich sein Einverständnis zur Schaffung eines Ausschusses zur Erteilung von Auskünften über die Auslegung der Werkstoff- und Bauvorschriften; die formale Prüfung und Vorbereitung wurde einem kleinen Ausschuß übertragen.

In Satzung und Geschäftsordnung wurde die Möglichkeit schriftlicher Abstimmungen vorgesehen in Fragen, welche die Unterausschüsse vorher mündlich beraten haben.

Die Frist für das endgültige Inkrafttreten der neuen Werkstoff- und Bauvorschriften für Schiffsdampfkessel wurde auf den 1. Januar 1929 festgelegt; für die Übergangszeit sollen die gleichen Bestimmungen gelten wie für Landdampfkessel, jedoch sinngemäß mit einem Jahr Verschiebung.

c) Der Deutsche Ausschuß für Technisches Schulwesen.

Die Arbeiten des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen haben auch im Berichtsjahre 1927 zur gemeinnützigen Förderung der technischen Ausbildung ihre Fortsetzung gefunden.

Gemeinsam mit dem „Verein deutscher Ingenieure“ hat der Deutsche Ausschuß in Mannheim-Heidelberg im Mai 1927 anlässlich der VDI-Tagung eine größere Fachsitzung über das „Ausbildungswesen“ abgehalten. Herr Geh. Baurat Dr.-Ing. E. h. Lippart sprach über das Thema „Entwicklung und Stand der Praktikantenfrage“. Dieser Vortrag ist als Sonderdruck beim DATSCH erschienen. An der lebhaften Erörterung beteiligten sich außer vielen Hochschulprofessoren auch die Leiter der höheren technischen Lehranstalten, u. a. Oberstudiendirektor Laudien und von der Industrie Professor Junkers. Als zweites Thema behandelte Professor Dr.-Ing. E. h. C. Matschoss „Die Bedeutung der Ingenieur Tätigkeit für die Gütererzeugung außerhalb der Maschinenindustrie“. Vom Standpunkte der Textilindustrie äußerte sich der bekannte Textilindustrielle Dr. Gminder auf Grund 35jähriger Erfahrungen. Herr Professor Dr.-Ing. Garbotz, Berlin-Siemensstadt, konnte auf Grund seines eigenen Werdeganges die des Maschineningenieurs im Bauwesen harrenden Aufgaben in den Grundsätzen klarlegen. Weiter berichtete Privatdozent Dr. Bramesfeld über Erfahrungen als Maschineningenieur bei ihm gestellten Rationalisierungsaufgaben aus der chemischen und Möbel-Industrie. Die sehr interessanten Vorträge mit dem anschließenden Meinungsaustausch werden im Band 9 der „Abhandlungen und Berichte über technisches Schulwesen“ niedergelegt, die beim DATSCH Anfang 1928 erscheinen.

Zahlreiche Ausstellungen halfen den Gedanken einer planmäßigen und gründlichen neuzeitlichen Erziehung sich in weitere Kreise der Industrie ausbreiten.

Im Rahmen der Werkstofftagung findet die diesjährige Tagung des Deutschen Ausschusses für Technisches Schulwesen am 29. Oktober in der Technischen Hochschule Berlin statt mit einer gleichzeitigen Ausstellung von DATSCH-Arbeiten in der neuen Ausstellungshalle am Kaiserdamm. Die Hauptvorträge werden von Professor Dr.-Ing. Gehler, Dresden, über das Thema „Die Bedeutung der Werkstofffragen für den technischen Unterricht“ und von Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Neuhaus, Berlin-Tegel, über „Die Bedeutung des technischen Unterrichts für die Einführung der Normen in die Praxis“ gehalten.

Diese Vorträge finden ihre Fortsetzung in drei Parallelsitzungen, die das technische Hoch-, Mittel-, Berufs- und Werkschulwesen behandeln.

Die Ausarbeitung der vom DATSCH herausgegebenen Lehrgänge zur Ausbildung unseres technischen Nachwuchses hat im letzten Jahre weitere Förderungen erfahren. So wurde der Lehrgang für Werkzeugmacher, 1. und 2. Teil, fertiggestellt. Aus der Reihe „Schweißtechnik“ erschienen 16 Tafeln über Gas-Schmelzschweißung. Die von Fa. Siemens-Schuckert-Werke für ihren eigenen Betrieb verwendeten Werkstatt-Lehrblätter „Falsch und Richtig“ wurden in zweckmäßiger verbilligter Form gedruckt herausgegeben und damit allen interessierten Kreisen, insbesondere den Berufsschulen, zugänglich ge-

macht. Aus dem Gebiete der Gemeinschaftskunde sind neu erschienen 4 Tafeln Wh 1—4 = Wirtschaft/Handel: Deutschlands Außenhandel, und 4 Tafeln Wn 9—12 = Wirtschaft/Ernährung: Der Verbrauch an Nahrungs- und Genußmitteln in Deutschland. Im Laufe des Jahres 1927 erscheinen noch Lehrtafeln für Autoelektriker, Lehrgänge für Feinmechaniker, Maurer und Zimmerer, Anlernblätter für Bohrer.

Die Zeitschrift „Technische Erziehung“, die vom Deutschen Ausschuß gemeinsam mit dem Deutschen Handwerks- und Gewerbe-Kammertag, dem Deutschen Industrie- und Handelstag, dem Reichsverband des Deutschen Handwerks, dem Reichsverband der Deutschen Industrie und der Vereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände herausgegeben wird, behandelt das gesamte technische Erziehungswesen und erscheint monatlich einmal unter der Schriftleitung von Dr.-Ing. Harm, dem Geschäftsführer des DATSCH.

d) Der Deutsche Schulschiff-Verein.

Der Deutsche Schulschiff-Verein, dem unser Vorsitzender seit langen Jahren als Mitglied seines geschäftsführenden Ausschusses angehört, hat im Juli 1926 bei der Joh. C. Tecklenborg A.-G. in Wesermünde (jetzt Deutsche Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft) den Bau eines neuen Schulschiffes in Auftrag gegeben, dem nach Fertigstellung der Name „Schulschiff Deutschland“ gegeben worden ist. Die Taufrede bei dem am 14. Juni 1927 erfolgten Stapellauf hielt der Reichsverkehrsminister Dr. Koch.

Das neue Schulschiff „Schulschiff Deutschland“ ist in seinen äußeren Abmessungen nach den Plänen des auf derselben Werft hergestellten Schulschiffes „Großherzogin Elisabeth“ gebaut worden. Während aber im Innern des neuen Schiffes die Kammern der Offiziere und Unteroffiziere sowie die Lagerräume wesentlich anders angeordnet sind, weicht das Schiff äußerlich nur durch die etwas verlängerte Poop, durch doppelte Bramsegel und geringe Änderung des Aufbaues für Kombüse und Bäckerei von der „Großherzogin Elisabeth“ ab. Wie letzteres Schulschiff hat auch der Neubau keine Hilfsmaschine zur Fortbewegung, er ist mit einer Funkstation und mit einem Unterwasserschallsignalapparat ausgerüstet. Ferner hat das Schulschiff „Schulschiff Deutschland“ als erster Segler ein Oertzruder erhalten, das sich bei der schon stattgefundenen dreiwöchigen Übungsfahrt des Schulschiffes „Schulschiff Deutschland“ in der Nordsee besonders gut bewährte. Die Abmessungen des neuen Schulschiffes sind folgende:

Länge	67,90 m,
Breite	11,93 „ „
Tiefe	6,35 „ „
Brutto	1257 Reg.-Tonnen,
Netto	769 Reg.-Tonnen.

Durch fünf bis zum Hauptdeck reichende wasserdichte Schotten ist das Schiff in sechs Abteilungen unterteilt, und die Lage der Schotten ist so gewählt, daß selbst nach Vollaufen einer mittleren oder zweier Endabteilungen das Schiff noch schwimmfähig bleibt.

Das Schulschiff „Großherzogin Elisabeth“ ist nach der Übernahme des neuen Schulschiffes in Hamburg einer gründlichen Reparatur unterzogen worden, so daß es dem Deutschen Schulschiff-Verein noch lange Jahre gute Dienste tun kann. Während der Winterreise 1926/27 lief das Schulschiff „Großherzogin Elisabeth“ die Häfen von Teneriffa, Bahia, Sao Francisco do Sul und Pernambuco an. In allen Häfen und ganz besonders in der nahe Sao Francisco do Sul liegenden großen deutschen Kolonie Joinville wurde die Besatzung mit großer Freude willkommen geheißen. Vorwiegend bei den in überseeischen Ländern wohnenden Deutschen wird durch das Erscheinen unserer Schulschiffe die Liebe zur alten Heimat wieder geweckt und das Gemeinschaftsgefühl gefördert.

Die Rückreise von Pernambuco nach Bremerhaven legte das Schulschiff „Großherzogin Elisabeth“ in der außerordentlich kurzen Zeit von 37 Tagen zurück, was den Segeleigenschaften des Schiffes und der Schiffsleitung ein glänzendes Zeugnis ausstellt.

Mit der Einstellung des zweiten Schulschiffes kann der Deutsche Schulschiff-Verein jetzt jährlich auf jedem Schulschiffe nahezu 200 Zöglinge unterbringen, von denen jährlich zur Ausbildung im zweiten Jahre rund 80 auf die mit dem Verein in enger Fühlung arbeitenden Frachtschulschiffe in Hamburg und Bremen überwiesen werden.

e) Der Deutsche Seeschiffertag

wurde unter dem Vorsitz von Herrn Holm (Flensburg) am 14. und 15. März im Plenarsaal des preußischen Staatsrates in Berlin abgehalten.

Nach einem einleitenden Vortrage von Geheimrat Dr. Cuno, dem Vorsitzenden der Hapag in Hamburg, über die Lage der deutschen Seeschifffahrt erfolgte eine Reihe von Berichterstattungen der dafür eingesetzten Kommissionen betreffend: 1. die Revision des Seeunfall-Untersuchungsgesetzes, 2. die Revision des Strafgesetzbuches bezüglich der Schifffahrtsbestimmungen, 3. den Befähigungsnachweis für Haff- und Flußschiffer, 4. die Revision des internationalen Signalbuches. Diesen Berichten schlossen sich die Vorträge an: Sie begannen mit

Lichterführung der Flöße.

Der erste Berichterstatter Dr. Schulze-Schmidt (Bremen) führte hierzu unter anderem aus:

Im Herbst vergangenen Jahres hatte ein, wenn ich recht unterrichtet bin, Hamburger Kapitän als Führer eines Schleppdampfers Holzflöße von Schweden über Holtenau nach Amsterdam zu bringen. Es handelte sich um drei Flöße, bestehend aus ungeschälten Stämmen von 12—15 m Länge, die Flöße lang 100, 90 und 70 m. Ihre Breite betrug je 7 m, ihr Tiefgang ungefähr $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ m, Höhe der Flöße über Wasser etwa 1 m. Dieser ganze Schleppzug hatte eine Länge von ungefähr 650 m. Der Schlepperführer hat die Frage aufgeworfen, welche Lichter sein Dampfer zu führen hätte, wenn infolge schlechten Wetters keine Positionslampen nach dem Floß von dem Schleppdampfer aus hingebacht werden könnten. Tatsächlich scheint der Dampfer selbst gemäß Artikel 3 der Seestraßen-

Ordnung vorne wegen der Länge des Schleppzuges drei weiße Lichter und hinten das Hecklicht geführt zu haben. Der Kapitän stand also offenbar unter dem Eindruck, daß an und für sich auch die Flöße die bunten Seitenlichter nachts hätten führen müssen. Er scheint die Flöße also als Fahrzeuge im Sinne der Seestraßen-Ordnung betrachtet zu haben. Der Kapitän schildert, daß er auf seiner Reise in der Nacht trotz guter Feuersichtigkeit in eine äußerst gefahrvolle Lage gekommen sei; ein von Westen kommender Dampfer habe nur durch Warnungssignale mit der Dampfpfeife im letzten Augenblick vor einem Zusammenstoß mit dem Floß bewahrt werden können. Der Kapitän meint, die Lage wäre noch schwieriger gewesen, wenn er es mit einem überholenden oder einem seinen Kurs kreuzenden Schiff zu tun gehabt hätte. Er wirft die Frage auf, welche Signale er in solchem Falle hätte geben müssen, und meint, in der Beziehung verweise die Seestraßen-Ordnung.

Es erhebt sich die Frage: Was ist zu sagen bezüglich der über See geschleppten Flöße, die eben keine Fahrzeuge sind? Für sie gibt es gegenwärtig, soweit mir bekannt, noch keine die Interessen der übrigen Seeschifffahrt wahren Vorschriften. Daß in der Beziehung auch etwas geschehen muß, dürfte nach dem Mitgeteilten auf der Hand liegen. In diesem Sinne haben sich ja auch schon Interessenten geäußert, und das ist auch die einhellige Meinung Ihrer Kommission. In dieser sind auch schon verschiedene Vorschläge darüber, wie zu helfen ist, gemacht worden; z. B. alle geschleppten Flöße sollten auch in See die Lichter führen, wie sie für die Fahrt auf den Seewasserstraßen § 11 des Entwurfs einer Seewasserstraßen-Ordnung vorsieht; also in gleicher Höhe vorn ein Licht, hinten mindestens mit 1,5 m seitlichem Abstand zwei weiße Lichter. Werden mehrere Flöße in einem Schleppzug geschleppt, so führt nur das letzte Floß die drei Lichter, die anderen Flöße nur je ein weißes Licht vorn. Ferner auf dem Floß 3 weiße, in Form einer Triangel aufgehängte Laternen, sichtbar über den ganzen Horizont, dann Ausrüstung des Schleppers mit einem starken Scheinwerfer, weiter mehrere bunte Lichter für den Schlepper, als besonderes Signal für einen Flöße schleppten Dampfer eine kräftige, nach allen Richtungen gut sichtbare rote Morse-lampe, mit der im Gefahrfalle bestimmte Signale zu geben sind. Schließlich ein Schlepper am Ende eines jeden Floßschleppzuges ordnungsmäßig beleuchtet und mit einem weiteren Speziallicht versehen.

Der zweite Berichterstatte Kapitän Siekmann (Hamburg) bemerkte in seinen Ausführungen besonders:

Den Forderungen der Praxis und der am engsten mit der Schifffahrt verbundenen Kreise dürften am meisten entsprechen die Vorschläge, die die Herbeiführung einer internationalen Vereinbarung anstreben, solche Transporte von großen Flößen über See überhaupt zu verbieten. Aber auch der Erlaß besonderer Vorschriften auf Grund internationaler Vereinbarung über Art, Einrichtung und Bezeichnung solcher Flöße würde nach meinem Dafürhalten einem gänzlichen Verbot nahezu gleichgewertet werden können, weil dann mit der vorschriftsmäßigen Ausrüstung und Einrichtung der Flöße höhere Kosten verbunden sein würden, die den durch die Ersparung der Schiffsfrachten erhofften Gewinn illusorisch werden lassen.

Es wurde folgende EntschlieÙung gefaÙt:

„Der XIV. Deutsche Seeschiffahrtstag erblickt in dem Vorkommen von geschleppten Flößen in Ostsee und Nordsee eine schwere Gefahr insbesondere für die Schiffahrt.

Die Reichsregierung wird gebeten zu prüfen, ob, evtl. wie diese Gefahr zu beseitigen ist, und gegebenenfalls das Erforderliche zu veranlassen.

Der XIV. Deutsche Seeschiffahrtstag regt an, möglichst unter Fühlungnahme mit Vertretern des Deutschen Seeschiffahrtstages durch Verhandlung mit den anderen Seestaaten anzustreben ein völliges Verbot des Schleppens solcher Flöße über See, evtl. ein vorläufiges Verbot, jedenfalls aber den ErlaÙ von Vorschriften evtl. im Rahmen der Seestraßen-Ordnung, welche die rechtzeitige Erkennbarkeit solcher Flöße namentlich bei Nacht und bei unsichtigem Wetter gewährleisten.“

Die Entwicklung des Schiffsantriebes unter dem Einfluß der Strömungsforschung

war das Thema des von Dr. Foerster (Hamburg) gehaltenen außerordentlich interessanten Vortrages, der hoffentlich auf den Ausbau der deutschen Handels-schiffahrt befruchtend wirken wird. Seine Schlußworte lauteten:

In dem wissenschaftlich-technischen Arbeitsgebiet der Strömungsforschung findet heute durch das glückliche Zusammenwirken der Hydrodynamik und Aerodynamik auf dem Wege von Massenexperimenten an Modellen, Betriebsvergleichen der naturgroßen Objekte und systematischer Auswertung der gewonnenen Erkenntnisse ein fundamentsicherer Aufbau der theoretischen Hydrodynamik statt. Von dieser Plattform aus aber kann der bewußte Fortschritt dann in noch ganz anderem Maße betrieben werden als durch das empirische Vorgehen allein.

Sinn, Methoden und Ziele dieser Bestrebungen liegen fernab theoretischer Grübeleien, sie bilden vielmehr Brennpunkte des wirklichen Geschehens und sind unmittelbar auf die Steigerung der Schiffsgeschwindigkeiten und ihrer Wirtschaftlichkeit gerichtet.

Mit Bezug auf die künftigen Leistungssteigerungen, welche die Verfeinerung der Strömungsforschung erbringen wird, darf aber nie außer acht bleiben, daß die technisch jeweils erreichbare äußerste Spitzenleistung und das Rekordhafte nicht immer das wirtschaftspolitisch Richtige sind, und es kann bei Deutschlands Lage in absehbarer Zukunft auch in der Schiffahrtstechnik kein höheres Ziel geben, als alle Fortschritte dahin auszunutzen, daß eine Handelsflotte entsteht, in der jede Einheit nicht nur technisch auf der Höhe ist, sondern auch wirtschaftlich fördernd wirkt. Die deutsche Reederei befindet sich unzweifelhaft mitten in erfolgreicher Erfüllung dieser hohen Aufgabe, an deren starker und ruhiger Durchführung sie sich durch nichts beirren lassen wird.

Erfahrungen mit dem Rotorschiff „Barbara“.

Kapitän z. S. Lohmann sagte in seinem Vortrage:

Als heute schon einwandfreies Ergebnis der bisherigen Fahrten der „Barbara“ (des von Flettner erfundenen Rotorschiffes) darf die Feststellung getroffen werden, daß eine Reihe von bisher gegen die praktische Verwendbarkeit des Rotorsystems geltend gemachten Bedenken als ausgeräumt betrachtet werden können. So wurde z. B. immer wieder darauf hingewiesen, daß die von den Rotoren an

das Schiff abgegebene Leistung wirtschaftlich nicht ökonomisch sein könne, da die zum Betriebe der Rotoren notwendige Kraft den Energiegewinn aus der Rotoranlage teilweise wieder wegnähme. Tatsächlich hat sich nun aber auf den Fahrten gezeigt, daß der Brennstoffverbrauch für den Antrieb der Rotoren ein minimaler ist. Er wird von der Firma Rob. M. Sloman jr. auf ungefähr 1 kg pro Stunde und pro Rotor berechnet. Hiernach ist der Brennstoffverbrauch im Verhältnis zur Leistung der Rotoren außerordentlich gering. Das Verhältnis zwischen der Rotorantriebskraft und der von dem Rotor aus dem Winde gewonnenen Leistung steht etwa im Verhältnis von 1 : 10. Die dem Winde entnommene Energie betrug bei Windstärke 5 etwa 600 PS. Durch die Rotorenanlage auf einem 10000 t-Schiff würde nach den mit der „Barbara“ gemachten Erfahrungen eine Zusatzleistung von 2000—3000 PS bei mittleren Winden erzielt werden können. Bei Schiffen auf großer Fahrt darf demnach für einen großen Teil der Fahrzeit mit beträchtlichen Zusatzleistungen gerechnet werden.

Dem Chef unserer Marineleitung hat Herr Richter, Mitinhaber der Firma Rob. M. Sloman jr., der Reederei der „Barbara“, geschrieben:

Es liegt nunmehr auf der Hand, daß unter Voraussetzung, daß die Kosten der Rotoren sowie die Kosten für den Einbau sich in normalen Grenzen halten und vorausgesetzt, daß man für längere Zeit günstige Winde hat, eine große Wirtschaftlichkeit in den Rotoren liegt. Dieselbe kann in zwei Richtungen ausgenutzt werden, und zwar erstens dadurch, daß man das Schiff mit vollaufenden Motoren arbeiten läßt und dann durch die Rotoren eine Zusatzgeschwindigkeit von ungefähr — wir wollen nicht allzu optimistisch sein — 2—3 Knoten die Stunde erreicht, zweitens dadurch, daß man die Motoren halbe Kraft laufen läßt, dadurch den Treibölverbrauch bedeutend einschränkt und dann die normale Geschwindigkeit des Schiffes von 10 Knoten wie bei der „Barbara“ erreicht. Ich persönlich stehe absolut auf dem Standpunkt, daß, aber hier sprechen natürlich auch andere Momente noch mit, es das wirtschaftlichste ist, das Schiff mit voller Motoren- und Rotorkraft arbeiten zu lassen, vorausgesetzt, daß günstige Winde sind, und dadurch eine um $33\frac{1}{3}\%$ erhöhte Geschwindigkeit erreicht, wodurch naturgemäß eine um $33\frac{1}{3}\%$ verkürzte Reisedauer erzielt wird. Der Ölverbrauch ist hierbei ein normaler, und auf langen Reisen wird das Schiff dann, je nach der Länge der Reise, eine Anzahl Tage in der Reisedauer sparen, und jeder Reeder weiß, was dieses bei den jetzigen täglichen Kosten für ein Schiff bedeutet. Natürlich kann man nicht für die ganze Reisedauer mit günstigen Winden rechnen, und daher darf man auch nicht mit einem derartig hohen Prozentsatz Ersparnis kalkulieren, aber selbst wenn die Ersparnis, für die ganze Reise gerechnet, nur etwa 10 bis 20 % beträgt, so macht dieses bei langen Distanzen schon eine enorme Differenz aus.

Stand der internationalen Verhandlungen zum Zwecke der
Vereinheitlichung der Betonung und Befuerung.

Oberbaurat Meyer (Berlin) führte in seinem Vortrage aus:

Nach dem Kriege wurden verschiedene Versuche zur Aufnahme von Verhandlungen unternommen, doch erst im Juli 1924 wurde von London von dem Unter-

ausschuß für Häfen und Seeschifffahrt des Völkerbundes vorgeschlagen, die Frage der Vereinheitlichung der Betonung, der Befeuerung der Küsten, der Küsten- und Hafensignale usw. durch einen besonderen technischen Ausschuß untersuchen zu lassen.

Dieser Ausschuß, gebildet aus Seezeicheningenieuren und den Leitern der hydrographischen und Lotsenverwaltungen der Länder Finnland, Schweden, Holland, Frankreich, Griechenland, Italien, Chile und Japan tagte Anfang Dezember 1924 in Paris. Deutschland, England und Amerika waren nicht vertreten. Bemerken möchte ich, daß der Ausschuß aus Sachverständigen zusammengesetzt war, die daher nicht nach Anweisungen ihrer Länder handelten, sondern ihre persönliche Ansicht vertraten. Es wurden vorläufige Richtlinien aufgestellt und beschlossen, das Internationale Hydrographische Büro in Monaco sowie Vertreter der Seefahrerverbände zur Mitarbeit aufzufordern.

Anfang November 1925 trat dieser Ausschuß wieder in Monaco zusammen. Außer den erwähnten Ländern war Deutschland vertreten, ferner war ein Vertreter des Internationalen Hydrographischen Büros, ein Vorstandsmitglied der Internationalen Vereinigung der Offiziere der Handelsmarine, ein Vertreter des Internationalen Transportarbeiterverbandes und ein Vertreter des Internationalen Arbeitsamtes aus Genf anwesend. An Hand der in Paris aufgestellten Richtlinien und der von dem Internationalen Hydrographischen Büro ausgearbeiteten Abhandlungen wurde die Vereinheitlichung der Betonung und Befeuerung wieder eingehend erörtert. Das Hydrographische Büro wurde gebeten, Unterlagen über die bestehenden Küsten- und Hafenanlagen auszuarbeiten und im Zusammenhang mit einem Unterausschuß, der aus je einem Vertreter Deutschlands, Hollands, Frankreichs und Chiles bestehen sollte, Vorschläge über Vereinheitlichung dieser Signale zu machen. Ferner sollte durch eine Rundfrage bei den Verbänden der Kapitäne und Offiziere der Handelsmarine sowie derjenigen der Seeleute ihre Stellung zu den Fragen der Farbe und Form der Seitenbetonung erkundet werden.

Bei den bisherigen Verhandlungen wurden besprochen: Die Störungen der Leuchtfener, die allgemeine Betonung und Tonnen für Sonderzwecke, die Küsten- und Hafensignale, die Übereinstimmung der Leuchtfener mit den mit ihnen verbundenen Nebelsignalen, die Toppzeichen auf Leuchttonnen, die Funkfener.

Der Vorsitzende gab nach dem Vortrage seine Ansicht durch nachstehende Sätze bekannt:

Hinsichtlich der vom Völkerbund betriebenen Vorarbeiten für eine internationale Vereinheitlichung des Betonungs- und Befeuerungswesens erscheint es notwendig:

1. angesichts der damit verbundenen hohen Kosten und der damit in der Übergangsperiode für die Schifffahrt verbundenen Unsicherheit an die Inkraftsetzung der internationalen Richtlinien für die internationale Vereinheitlichung der Betonung und Befeuerung, soweit Deutschland in Betracht kommt, nur mit der größten Vorsicht heranzugehen;

2. sollten insbesondere keinerlei Schritte in der Richtung unternommen werden, bevor nicht einwandfrei sichergestellt ist, daß die beiden größten Seefahrtsländer, England und Amerika, die jetzt sogar noch den theoretischen Vorarbeiten fernstehen, sich nicht nur an den Vorarbeiten beteiligen, sondern auch mit der Einführung der Vereinheitlichung der Internationalisierung des Betonungs- und Befeuerungswesens vorangehen.

Falls unter diesen Voraussetzungen die Durchführung der internationalen Vereinheitlichung für Deutschland in Betracht kommen sollte, erscheint es notwendig, vorher unter Offenlegung des gesamten Verhandlungsmaterials die Interessenten, d. h. insbesondere die Vertreter der Reeder und der Nautiker zu hören, und zwar nicht nur in dem engen Rahmen des Ausschusses für technische Navigation des Reichsverkehrsministeriums, sondern durch ihre offiziellen Organisationen. (Lebh. Bravo!) Ich darf aus Ihrer Zustimmung entnehmen, daß Sie mit dieser Erklärung übereinstimmen, und möchte bitten, daß die Herren vom Reichsverkehrsministerium diese Anregungen in Erwägung ziehen, und wir hoffen, daß sie auch die Berechtigung dieser Anregungen anerkennen werden.

Handhabung des § 12 der Verordnung über die Besetzung deutscher Kauffahrteischiffe mit Kapitänen und Schiffsoffizieren (Fall „Grete Clausen“).

Seefahrtsschuldirektor Preuß (Lübeck) trug vor, daß nach Beendigung der Inflationszeit sich junge Leute den Seemannsberuf erwählten. Diese Tatsache wurde von gewissenlosen Menschen ausgenutzt, die gegen Zahlung von Gegenleistungen nicht entsprechender Summen junge Leute auf angeblich zu Ausbildungszwecken in Dienst gestellten Segelschiffen annahmen.

So wurden auf der „Grete Clausen“ 20 junge Leute eingestellt, die dem Kapitän und Eigner rund 30000 RM. Ausbildungskosten jährlich einbrachten außer den Frachtgeldern, da das Schiff volle Ladung fahren sollte. Diese hohen Unterhaltungskosten, die von den jungen Leuten gefordert wurden, zeigten nur gar zu deutlich, was mit diesem Schulschiffunternehmen bezweckt war, und der Kapitän hat auch selbst offen vor einer amtlichen Stelle erklärt, daß das Schiff, nachdem ihm die Erlaubnis entzogen war, als Schulschiff zu fahren, an Wert eingebüßt habe.

Nach Mitteilung weiterer Einzelheiten wurde folgende Entschliebung angenommen:

„Auf Grund der bedauerlichen Vorkommnisse an Bord des Schulschiffes „Grete Clausen“ bittet der XIV. Deutsche Seeschiffahrtstag den Herrn Reichsverkehrsminister, bei der Besetzung von Schulschiffen mit Kapitänen und Schiffsoffizieren keinesfalls mehr eine Ausnahme von dem § 12 der Verordnung über die Besetzung deutscher Kauffahrteischiffe mit Kapitänen und Schiffsoffizieren zuzulassen. Ferner bittet der XIV. Deutsche Seeschiffahrtstag die See-Berufsgenossenschaft, als Ergänzung zu § 88 der Unfallverhütungsvorschriften einzufügen, daß die Schulschiffe außer den Zöglingen stets eine ausreichende seemännische Besetzung fahren müssen.“

Die Entwicklung und Bedeutung der akustischen Lote für die Handelsmarine auf Grund der Erfahrungen der letzten Jahre.

Dr. Kunze (Bremen) äußerte als Zweck seiner Ausführungen zu beweisen, das im wesentlichen das Problem des akustischen Lotes als gelöst gelten kann.

Für die Bedürfnisse der kleinen und mittleren Schiffe ist in Gewässern bis zu etwa 150 m Tiefe, also z. B. die Nord- und Ostsee, das Freilot das gegebene Lotgerät, während für die großen und wertvollen Schiffe das Echolot in durchaus bordfähiger Durchbildung zur Verfügung steht. Selbstverständlich ist — wie dies bei dem jugendlichen Alter dieses Arbeitsgebietes nicht anders möglich sein kann — das letzte Wort über die akustischen Lote noch nicht gesprochen. Wir in der Industrie werden die Entwicklung mit aller Energie weitertreiben und nach der prinzipiellen technischen Lösung vor allem Fragen der Wirtschaftlichkeit mit dem Ziel einer Vereinfachung und der Verbilligung der erforderlichen Apparaturen verfolgen. Dazu brauchen wir aber in weitgehendem Maße die Unterstützung der Schifffahrtskreise, die durch praktische Erprobung der Geräte an Bord und durch Berichte hierüber der Sache außerordentlich zu dienen vermögen. Es ist mir ein Bedürfnis, allen den Herren, die bei der Durchführung der kürzlichen Erprobungen des Freilotes sowie des Echolotes dazu beigetragen haben, ein zuverlässiges Urteil über diese neuen Lotgeräte zu erlangen, den verbindlichsten Dank an dieser Stelle auszusprechen. Durch diese Zusammenarbeit ist es der Technik gelungen, der Schifffahrt gewissermaßen ein neues Sinnesorgan zu schenken, nämlich das Organ zur Erfühlung der Wassertiefe unter dem Schiff. Und hierin liegt ja auch — ganz allgemein genommen — der tiefere Sinn der Technik überhaupt, daß sie überall da, wo unsere natürlichen Sinne, unsere menschlichen Fähigkeiten und Kräfte zur Erreichung eines Zieles nicht ausreichen, die in der Natur schlummernden Möglichkeiten auffindet und weckt und zweckentsprechend in unsere Dienste zwingt.

Haftung der Nautiker für nautisches Verschulden.

Dr. Kuhl (Hamburg) beginnt:

Die Nautiker, worunter ich in meinen Ausführungen Kapitäne, Lotsen und wachhabende Offiziere verstehe, haben bei einem Verschulden in Ausführung ihrer Dienstverrichtungen mit einer dreifachen Haftung zu rechnen, einer gewerberechtlichen, einer strafrechtlichen und einer zivilrechtlichen.

Die gewerberechtliche Haftung kommt in Frage bei Seeunfällen, die von Seeämtern untersucht werden. Ergibt die Untersuchung, daß der Nautiker seinem schweren Berufe nicht gewachsen ist und dadurch den Unfall verschuldet hat, so kann ihm das Patent, d. h. seine Gewerbebefugnis, entzogen werden. Hat der Nautiker die Vorschriften der Seestraßen-Ordnung übertreten oder sind durch sein Verschulden Menschen verletzt oder getötet worden, so droht ihm strafrechtliche Verfolgung und als deren Ergebnis Geld- oder Freiheitsstrafe, je nach der Schwere seines Verschuldens. Da er durch seinen Beruf zu erhöhter Aufmerksamkeit verpflichtet ist, so hat er dabei mit einer Strafverschärfung zu rechnen. Neben diesen staatlichen Schutz gegen fahrlässige Navigierung tritt nun ferner noch eine ausgedehnte zivilrechtliche Haftung des Nautikers, die zwar nicht immer geltend gemacht wird, aber von dem Geschädigten jederzeit geltend gemacht werden kann.

Kapitän Simonsen (Hamburg) schlägt als Korreferent die nachstehende EntschlieÙung vor, die vom Seeschiffahrtstag einstimmig angenommen wird.

„Der XIV. Deutsche Seeschiffahrtstag möge einen Ausschuß einsetzen mit der Aufgabe, die Frage der Haftung der Kapitäne, Lotsen- und Schiffsoffiziere für nautisches Verschulden eingehend zu prüfen und gegebenenfalls Vorschläge für die zukünftige Regelung der Frage zu machen.“

Verbesserung von Schiffseinrichtungen zur Manövriererleichterung.

Lotsenkommandeur Fenner (Swinemünde):

Die Schiffseinrichtungen, welche nötige Hilfsmittel zum Manövrieren sind, zeigen naturgemäß ihre Unzulänglichkeit dort am deutlichsten, wo sie am häufigsten gebraucht werden, und das ist auf Revieren und in den Häfen. Es ist daher erklärlich, daß eine Anregung über eine Verbesserung aus Lotsenkreisen kommt. Schon auf den letzten Lotsentagen wurde die Unzulänglichkeit verschiedener Schiffseinrichtungen durchgesprochen mit dem Ergebnis, in einem zusammenhängenden Vortrag darüber dem diesjährigen Seeschiffahrtstag zu berichten.

Die von mir im folgenden vorgebrachten Mängel betreffen naturgemäß in erster Linie kleinere Schiffe, bei denen Raumersparnis eine große Rolle spielt, gleichwohl mögen sie den auftragerteilenden Reedereien wie auch den ausführenden Werften als eine zu beachtende Anregung dienen.

Es handelt sich insbesondere um die Aufstellung der Rudermaschine und des Kompressors sowie um das so oft schlechte Funktionieren der Dampfpeifen und die unzureichenden akustischen Signaleinrichtungen auf kleinen Motorschiffen.

Der Vorsitzende bemerkt am Schlusse des Vortrages, daß der vom Vortragenden vorgeschlagene Satz:

„Der XIV. Deutsche Seeschiffahrtstag wolle dafür sorgen, daß die Schiffbauanstalten den Wünschen Fenners Rechnung tragen“

zu weit geht bezüglich unseres Einflusses als Seeschiffahrtstag. Unser Einfluß reicht nicht so weit, daß wir sagen, wir wollen dafür sorgen, daß dem Rechnung getragen wird. Wir werden von der Geschäftsführung aus gern diese Anregungen, die hier gegeben sind, weitergeben und unsern Einfluß dafür einsetzen, aber weiter als der reicht, können wir keine Zusage machen.

Sichtbare Kurssignale.

Kapitän Schlüter (Bremerhaven) trägt vor:

Angeregt durch die in den Fachzeitschriften mehrfach zum Ausdruck gebrachte Forderung nach Sichtbarmachung der Pfeifensignale der Motorschiffe veröffentlichte ich vor etwa 15 Monaten in der „Hansa“ einen kurzen Artikel, in dem ich darauf hinwies, daß, wenn schon ein Bedürfnis für die Sichtbarkeit von Kurssignalen vorliege, es richtiger sein müßte, gleich solche sichtbaren Signale zu geben ohne den Umweg über das Schallsignal. In letzter Zeit haben sich die Stimmen gemehrt, die eine Prüfung dieser Frage forderten, und ich begrüße es ganz besonders, daß das Thema auf die Tagesordnung des diesjährigen Seeschiffahrtstages gesetzt worden ist, da es die Möglichkeit bietet, die Frage an maßgebender Stelle und vor sachverständiger Zuhörerschaft zu erörtern: dies

um so mehr, als eine Verbesserung der heute gültigen Seestraßen-Ordnung vom 5. Februar 1906 als notwendig erkannt und zur Zeit von der dazu berufenen Kommission noch beraten wird. Der Seeschiffahrtstag beschließt einstimmig, diesem Antrage zu entsprechen.

Besetzung des Ausgucks.

Seefahrtsschuldirektor Preuß (Lübeck) bringt am Ende seines Vortrages die folgende Entschließung ein, die einstimmig angenommen wird:

„Der XIV. Deutsche Seeschiffahrtstag erkennt die Notwendigkeit zu einer baldigen Klärung der Frage der Besetzung des Ausgucks auf Seeschiffen an und setzt zu diesem Zwecke eine Kommission aus 7 Mitgliedern ein mit der Aufgabe, zusammen mit der See-Berufsgenossenschaft eine alle Beteiligten befriedigende Lösung zu finden und dem XV. Deutschen Seeschiffahrtstag Bericht zu erstatten.“

Vereinfachung der Stabilitätslehre für Nautiker.

Der beratende Ingenieur Benjamin (Hamburg) sagt:

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß das Bedürfnis vorhanden ist, eine gewisse Kenntnis der Stabilitätslehre in die Ausbildung der Nautiker einzufügen, und daß diese Kenntnis so weit reichen müßte, daß der Seemann in den Stand gesetzt wird, das zu verstehen, was ihm die Techniker über die Stabilitätseigenschaften seines Schiffes mitzuteilen haben, und was ihm in vielen Fällen seine Aufgabe, die Verantwortlichkeit für die stabile Beladung des Schiffes zu übernehmen, wesentlich erleichtern würde.

In einem längeren Vortrage entwickelt er dann die Darstellung und den Wert der „dynamischen Wegkurven“, welche die Schüler in kurzer Zeit in die Lage versetzen, die ihnen in dieser Form vorgelegten Stabilitätskurven zu verstehen.

Seinem Dank, den der Vorsitzende dem Vortragenden für dessen Ausführungen ausspricht, fügt er hinzu: Ich bin gezwungen, zu erklären, daß mir von einem prominenten Mitgliede unserer Stabilitätskommission, der Stabilitätskommission des Seeschiffahrtstages, mitgeteilt worden ist, daß andere Techniker in der Frage der Einschätzung der dynamischen Wegkurven im Verhältnis zu den Hebelsarmkurven wesentlich anderer Ansicht sind als Herr Benjamin. Ich möchte mich auf diese Erklärung beschränken, da ich ja kein Techniker bin, um das Nähere hierzu ausführen zu können.

Der Vorsitzende gibt den Ausfall der Wahlen der verschiedenen Ausschüsse bekannt und schließt den XIV. Seeschiffahrtstag, nachdem Prof. Bolle (Hamburg) ihm für seine sympathische und vornehme Versammlungsleitung gedankt hatte.

f) Das Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit (RKW).

Das RKW hielt am 15. März 1927 eine stark besuchte größere Tagung ab, in welcher unter anderem Vorträge über Rationalisierung in der Motorenindustrie, im Einzelhandel und im Bauwesen gehalten wurden. Mit der Tagung verbunden war eine Ausstellung von Rationalisierungsarbeiten des RKW.

Seit August 1927 gibt das RKW monatlich erscheinende „RKW-Nachrichten“ heraus, deren Grundsätze in der Einführung wie folgt gekennzeichnet werden: Das RKW hat sich die Förderung der Rationalisierung auf allen Ge-

bieten der Wirtschaft zur Aufgabe gesetzt und sieht das Ziel in der Hebung des Volkswohlstandes durch Verbilligung, Vermehrung und Verbesserung der Güter. Um dieses Ziel zu erreichen, will es dazu beitragen, in allen Wirtschaftskreisen Gemeinschaftsarbeit anzuregen und mit den ihm zur Verfügung stehenden Reichsmitteln zu unterstützen. Es beschränkt sich hierbei auf die Vermittlung zwischen Erzeugern, Handel und Verbrauchern und überläßt die fachliche Arbeit den von diesen berufenen Körperschaften und Ausschüssen; die Herkunft der Mittel legt ihm die Verpflichtung auf, seine Aufgabe im Interesse der Allgemeinheit nach allen Seiten neutral durchzuführen.

Die RKW-Nachrichten sollen Richtung und Ergebnisse dieser Gemeinschaftsarbeit der Öffentlichkeit bekanntgeben. Ausführliche fachliche Berichte sollen nicht in dieses Blatt aufgenommen werden, sondern den bereits bestehenden Zeitschriften vorbehalten bleiben, deren Anzahl das RKW nicht noch vermehren möchte; dieser Charakter der RKW-Nachrichten als eines reinen Nachrichtenblattes wird Zusammenarbeit mit der Tages- und Fachpresse ermöglichen und notwendig machen.

Das RKW hat durch seine enge Verbindung mit zahlreichen Körperschaften und Ausschüssen einen Überblick über die nationale und internationale Rationalisierungsbewegung. Die RKW-Nachrichten möchten durch ihre kurzen hinweisartigen Mitteilungen die Möglichkeit schaffen, sich über den Stand der Rationalisierung auf allen Gebieten unterrichten zu können.

Von den dem RKW angegliederten Ausschüssen interessieren besonders:

I. Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung (AWF).

Aufgabe des AWF ist es, die mit der Fertigung zusammenhängenden Fragen zu bearbeiten und dabei vor allem die in den verschiedenen Wirtschaftszweigen in mehr oder weniger veränderter Form wiederkehrenden Gesichtspunkte zu berücksichtigen. In diesem Sinne werden die jeweils günstigsten Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren und Arbeitsweisen erforscht und gesammelt, und es wird mit allen zu Gebote stehenden Mitteln für die weitere Verbreitung und Anwendung der so gewonnenen Erkenntnisse gesorgt. Die Tätigkeit des AWF erstreckte sich bisher vorwiegend auf die metallverarbeitende Industrie. Die hier erzielten Arbeitsergebnisse konnten zum Teil als Anhalt für ähnliche Aufgaben in anderen Industriezweigen dienen. Neuerdings ist — wie ja auch in dem letzten Jahresbericht bereits kurz angedeutet war — über die mechanische Industrie hinausgehend Fühlung genommen mit der keramischen, Glas-, Holz-, Uhren-, Textilindustrie u. a., um auch hier den Grundsätzen des AWF entsprechend eine Hebung der Wirtschaftlichkeit durch Beschleunigung, Verbesserung und Verbilligung der Fertigung zu erzielen.

Zur Zeit werden im AWF folgende Sondergebiete bearbeitet:

1. Hilfswissenschaften der Technik.

A. Graphisches Rechnen. Zeitsparende Rechenverfahren und Hilfsmittel werden durch Vorträge und Veröffentlichungen in die Praxis aller Industriezweige

eingeführt. Großen Anklang haben die seminaristischen Übungskurse gefunden, die zur Ausarbeitung von Lehrgängen Veranlassung gegeben haben, um überall im Reiche entsprechende Kurse veranstalten zu können.

B. Getriebelehre. Die Sammlung, Sichtung und leichtfaßliche anschauliche Darstellung der in den verschiedensten Industriezweigen verwendeten Getriebe haben zur Herausgabe von Blättern geführt, die geeignet sind, die Neukonstruktion solcher Getriebe in anderen Industriezweigen zu erleichtern und dadurch die Herstellung von Sondervorrichtungen und Sondermaschinen zu verbilligen oder überhaupt zu ermöglichen. Durch Herausgabe von plastischen Getriebebildern und von Schleifenfilmen sind wertvolle Hilfsmittel für Unterrichtszwecke und allgemein für Schulung der räumlichen Vorstellung geschaffen.

2. Technische Arbeit.

A. Arbeitsvorbereitung. Die Arbeitsvorbereitung im Sinne der Vorherbestimmung der Arbeitsausführung zwecks störungsfreier Fertigung ist weiter ausgedehnt, indem z. B. für das Baugewerbe ein Grundplan der Arbeitsvorbereitung in Angriff genommen ist. — Der schon seit 1921 in seiner jetzigen Form bestehende Ausschuß für Handarbeit hat sich die Aufgabe gestellt, seine bisher verstreut in Zeitschriften veröffentlichten Arbeitsergebnisse zusammengefaßt herauszugeben, um so eine Übersicht der für die Arbeitsvorgabe in Zeit zu beachtenden Maßnahmen zu schaffen. Die Arbeitsvorgabe in Zeit ist als eine der Teilaufgaben des Gebietes Arbeitsvorbereitung zu betrachten. — Eine weitere Teilaufgabe ist die Vorbereitung der technischen Unterlagen, deren erster Abschnitt „Ausarbeitung und Verwaltung der konstruktiven Unterlagen“ bereits fertig vorliegt. Dementsprechende Richtlinien über die technischen Unterlagen für die Fertigung werden noch ausgearbeitet. — Ferner werden als besondere Teilaufgaben der Arbeitsvorbereitung behandelt: eine Zusammenstellung der Einzelheiten der Bearbeitung der verschiedenen Auftragsarten und schließlich die Ermittlung der wirtschaftlichen Stückzahl unter Zugrundelegung der Kosten der Arbeitsvorbereitung.

B. Arbeitsweise. Die auf die Fertigungsbeschleunigung hinzielenden Bestrebungen werden unter dem Begriff „Fließarbeit“ zusammengefaßt. Die im vorigen Jahresbericht erwähnte 2. Fließarbeitstagung, die in Verbindung mit der Kölner Herbstmesse veranstaltet wurde, bildet gewissermaßen den Höhepunkt dieses Arbeitsabschnittes des Ausschusses für Fließarbeit. Ein besonders wertvolles Hilfsmittel, die Bestrebungen des Ausschusses zu verbreiten, bot die in Köln veranstaltete Fließarbeitsausstellung, bei der die Herstellung verschiedener Bedarfsgegenstände in Fließarbeit praktisch vorgeführt wurde. Es ist mit verschiedenen Industriezweigen, wie keramische, Glas-, Holz-, Uhrenindustrie Fühlung genommen, um zunächst erst einmal ganz allgemein die Durchführungsmöglichkeiten für Fließarbeit zu untersuchen. Dabei hat es sich gezeigt, daß es weniger auf die Betonung der Notwendigkeit für die Anwendung von Fließarbeit ankommt als vielmehr darauf, bestimmte Einzelfragen zu klären. Damit ist ein neuer Abschnitt in der Entwicklung des Ausschusses gekommen. Es müssen alle diejenigen

Verhältnisse erforscht werden, die bezüglich Fließarbeit für die deutsche Wirtschaft besonders zu berücksichtigen sind. Ein Beispiel hierfür ist die Umstellungsmöglichkeit eines Betriebes von einem Erzeugnis auf das andere bei Anwendung von Fließarbeit. Ferner grenzt hieran auch die Frage der Arbeitsvorbereitung in bezug auf die Ermittlung der in einer Reihe vorzugebenden wirtschaftlichen Stückzahl. Eine weitere für die deutsche Industrie sehr wichtige Frage ist diejenige der Ausbesserungsarbeiten in Fließarbeit, Ausbesserung im Sinne der Überholung. Alle diese Einzelfragen bedürfen noch eingehender Erörterung.

3. Gemeinkostengebiete.

A. Energieleitung. Über die Umstellung des Ausschusses für Energieleitung und die Vergrößerung seines Arbeitsbereiches ist im Vorjahre bereits berichtet worden. Die drei gebildeten Unterausschüsse haben in diesem Sinne schon wertvolle Arbeitsergebnisse fertiggestellt.

Ganz besonders fruchtbar waren die Arbeiten des Ausschusses für pneumatische Energieleitung, vor allem wohl deshalb, weil gerade auf diesem Gebiet bis jetzt wenig ähnliche Arbeiten vorlagen. Es erschien je ein Betriebsblatt über Preßluft-hämmer und Abbau- und Bohrhämmer und eine zusammenfassende Druckschrift über die Planung und den Betrieb von Preßluftanlagen. Die bisherigen Arbeitsergebnisse haben alle drei außerordentlich starken Absatz gefunden.

Der Ausschuß für mechanische Energieleitung hat eine Druckschrift über die Wirtschaftlichkeitsunterscheidung in Triebwerken herausgegeben, die deshalb besonders wertvoll ist, weil sie ganz genaue Angaben enthält, wie diese Untersuchungen anzustellen sind, wie die Ergebnisse mit Normalwerten zu vergleichen und wie Verbesserungen vorzunehmen sind. Von besonderer Bedeutung ist die Fertigstellung eines Entwurfs für die einheitliche Berechnung von Ledertreibriemen, in dem alle bisher veröffentlichten wissenschaftlichen Forschungsergebnisse und praktische Erfahrungszahlen kritisch vereinigt sind. Der Ausschuß für den Antrieb von Arbeitsmaschinen beschäftigt sich augenblicklich vorwiegend mit dem elektrischen Einzelantrieb, eine gerade heute sehr wichtige Frage.

B. Förderwesen. Im Laufe des Berichtsjahres wurde der Förderfilm fertiggestellt, der zunächst die gleislose Flurförderung behandelt, und zwar in seinem 1. Teil die richtige Konstruktion von Handfahrgeräten, im 2. Teil die Anwendung von Hubwagen und in seinem 3. Teil die mechanisch angetriebenen Flurfördermittel, Elektrokarren u. dgl. Der Film erlebte zahlreiche Aufführungen bei Tagungen von Verbänden u. dgl. und wurde in den Fabrikbetrieben gegen eine mäßige Leihgebühr zur Verfügung gestellt.

Um die bisher noch unbekanntesten Fahrwiderstände der verschiedenen Fahrbahnen bei verschiedener Ausbildung der Flurfördermittel zu erforschen, werden Versuche auf eigens hierfür eingerichtete Fahrbahnen auf der Technischen Hochschule, Berlin angestellt. Diese Untersuchungen werden unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. e. h. Aumund durchgeführt. Mit verschiedenen Industriezweigen wurde die Fühlungnahme aufgenommen, in einigen Werken Wirtschaftlichkeits-

untersuchungen durchgeführt, jedoch ist der Erfolg dieser Zusammenarbeit noch ein verhältnismäßig geringer.

Weitere Untersuchungen erstrecken sich auf die Anwendung und die Zweckmäßigkeit von Kontrollapparaten bei dem Elektrokarrenbetrieb, wie auf Richtlinien für Ladestationen.

Die bei Anwendung von Fließarbeit notwendige Beschleunigung des Materialdurchlaufs wird vielfach mit möglichst einfachen Hilfsmitteln erreicht. Unterlagen hierüber sind aus der Industrie zur Verfügung gestellt und für eine demnächst erscheinende Druckschrift über behelfsmäßige, selbst zu bauende Förderhilfsmittel in der Fließarbeit verwertet.

C. Verpackungswesen. In dem Berichtsjahr wurde als neues Gebiet das Verpackungswesen aufgegriffen, das heute in vielen Betrieben noch sehr vernachlässigt wird.

Es wurde ein Ausschuß „Verpackungswesen“ gegründet, der zunächst nur Aufgaben aufgreifen soll, die allgemeine Bedeutung für alle Industriezweige haben. Aus diesem Grunde wurden folgende Aufgaben in Untergruppen behandelt:

In der ersten Gruppe „Verkehr und Versicherung“ werden Richtlinien für seemäßige Verpackung in der Form gegeben, daß alle diejenigen Gefahren zusammengestellt werden, denen die Verpackungen auf ihrem Wege vom Hersteller zum Überseeverbraucher auf den verschiedensten Transportmitteln, Eisenbahn, Schiff, und während des Umschlages ausgesetzt sind. Es werden weiterhin diejenigen Verpackungen untersucht, welche erfahrungsgemäß immer wieder Beschädigungen beim Umschlag unterliegen. Eine zweite Gruppe „Stärke der Verpackung“ wird ihre Aufgaben demnächst aufnehmen. Eine dritte Gruppe „Verschlüsse und Sicherungen“ hat eine Vorführung aller zur Zeit auf dem Markt befindlichen Verschlüsse und Sicherungen veranstaltet und wird das Ergebnis in einer Druckschrift weiten Kreisen zugänglich machen. Außerdem ist eine Druckschrift fertiggestellt worden über „Zweckmäßige Verpackung aus Holz“ auf Grund der Ergebnisse systematischer amerikanischer Untersuchungen.

4. Sonderarbeiten in bestimmten Industriezweigen.

A. Metallverarbeitende Industrie. Stanzereitechnik. Nachdem in Form eines Grundplanes Klarheit über die Benennung der stanzereitechnischen Arbeitsverfahren und Arbeitsmittel unter besonderer Berücksichtigung der Werkzeuge geschaffen war, wurde damit begonnen, Konstruktionsbeispiele für die wichtigsten Werkzeuge der Stanzereitechnik auszuarbeiten. Die Arbeiten sind zur Zeit soweit gediehen, daß für sämtliche Schnittwerkzeuge, vom einfachen Freischnitt angefangen bis zum verwickelten Gesamtschnitt, derartige, als zweckmäßig anzusehende Konstruktionen vorliegen. Der Zweck dieser Konstruktionsbeispiele ist, die zur Zeit noch herrschende Vielheit der Werkzeugformen zu beseitigen, dem Konstrukteur die Arbeit zu erleichtern und die Normung der Werkzeugbestandteile vorzubereiten. Letzteres wird noch dadurch besonders gefördert, daß für die wichtigsten Werkzeugteile schon einheitliche Abmessungen in Form von Richtwerten ausgearbeitet werden.

Dem Kühlen und Schmieren bei der Metallbearbeitung wird meist aus Unkenntnis der hierbei besonders wichtigen Gesichtspunkte in vielen Betrieben noch nicht die gebührende Beachtung geschenkt. Um hier aufklärend zu wirken, hat der AWF Anfang dieses Jahres eine Druckschrift „Kühlen und Schmieren bei der Metallbearbeitung (AWF 205)“ herausgegeben, die allgemeinen Anklang in der Industrie gefunden hat. Daraufhin sind zahlreiche Zuschriften eingelaufen, die bei der jetzt erfolgenden stark erweiterten Neubearbeitung der Druckschrift entsprechende Verwendung finden.

B. Holzindustrie. Ende 1926 hat nach eingehender Vorbereitung und unter Zustimmung aller beteiligten Kreise der AWF auch die besondere Bearbeitung der Holzindustrie im Sinne der Rationalisierung der Fertigung aufgenommen. Das Hauptgewicht bei den Arbeiten ist vor der Hand ganz allgemein darauf zu legen, auch in allen Kreisen der Holzbearbeitung die notwendige geistige Einstellung zur wirtschaftlichen Betriebsführung zu schaffen. Außerdem sind auch schon positive Arbeiten in Angriff genommen, und zwar in drei Fachgruppen:

1. Werkzeuge,
2. Maschinen,
3. Arbeitsverfahren.

In den Fachgruppen sind zuerst die allgemein brauchbaren Arbeitsergebnisse des AWF durchgesprochen und hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für die Holzindustrie gesichtet worden. Es hat sich gezeigt, daß ein großer Teil der ausgearbeiteten Vorschriften und Vordrucke ohne weiteres von der Holzindustrie wie auch von jeder anderen Industrie verwendet werden können.

In der Gruppe „Werkzeuge“ hat man sich zur Vornahme eingehender Versuche entschlossen, die Leistungssteigerung hinsichtlich Güte und Menge zum Ziele haben.

II. Reichsausschuß für Lieferbedingungen (RAL).

In der Arbeitsweise des RAL hat sich nichts geändert. Fertiggestellt sind nunmehr folgende Arbeiten:

- RAL 066 A „Lieferbedingungen für Ledertreibriemen“,
- „ 093 A „Lieferbedingungen für Leder- und Knochenleim“,
- „ 360 B „Einfache Prüfung für Wolle“,
- „ 390 A „Lieferbedingungen für Maschinenputztücher“,
- „ 390 B „Lieferbedingungen für Scheuertücher“,
- „ 390 C „Lieferbedingungen für Putzlappen“,
- „ 390 D „Lieferbedingungen für Polierscheiben aus Geweben“,
- „ 391 A „Allgemeine Gütevorschriften und Prüfverfahren für Segeltuch“,
- „ 545 A „Allgemeine Gütevorschriften und Prüfverfahren für Asbestwaren“,
- „ 840 A „Einfache Prüfung von Farben und Lacken“,
- „ 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“,
- „ „Einfache Werkstoffprüfung Leder“ (DIN 1821).
- „ „Einfache Werkstoffprüfung Papier“ (DIN 1831).

Bis Jahresschluß 1927 erscheinen voraussichtlich noch im Druck:

- RAL 302 A „Lieferbedingungen für Farbbänder“,
- „ 302 B „Lieferbedingungen für Farbtücher“,
- „ 390 E „Lieferbedingungen für Putzwolle“,
- „ 840 B „Farbtonkarte für Fahrzeuganstriche“,
- „ 871 A „Allgemeine Prüfverfahren für Seifen und Seifenpulver“.

Weitere Arbeiten auf dem Gebiete der Anstrichmittel, Textilien, Leder, Seifen, Leime, Verpackungsmaterialien sowie der Gegenstände des täglichen Bedarfs, wie z. B. Büro- und Reinigungsmaterialien, und letzten Endes auch der organischen Erzeugnisse, als da sind: Holz, Brennstoffe, landwirtschaftliche Erzeugnisse usw., sind aufgenommen.

Gedenktage.

Am 1. Januar 1927 konnte Herr Direktor Gnutzmann von der Danziger Schichauwerft auf eine 25jährige Tätigkeit bei dieser Werft zurückblicken. Der Vorstand sandte ihm hierzu folgende Depesche:

Schiffbaudirektor Gnutzmann, Danzig, Schichauwerft.

Zu Ihrem fünfundzwanzigsten Jubiläum senden wir Ihnen herzliche Glückwünsche.

Schiffbautechnische Gesellschaft
Busley.

Herr Gnutzmann schrieb hierauf:

Für die mir anlässlich meines fünfundzwanzigjährigen Dienstjubiläums erwiesene Aufmerksamkeit spreche ich Ihnen hierdurch meinen verbindlichsten Dank aus.

Danzig, im Januar 1927.

Julius Gnutzmann,
Direktor der F. Schichau, Schiffswerft, Danzig.

Am 23. Februar konnte Herr Ministerial-Direktor von Jonquières seinen 70. Geburtstag begehen, wozu ihm der Vorstand telegraphisch beglückwünschte:

Seiner Exzellenz dem Ministerial-Direktor a. D. Herrn von Jonquières, Berlin W 15, Fasanenstraße 72.

Eure Exzellenz! Im Auftrage unseres Vertreters im geschäftsführenden Ausschuß des Deutschen Schulschiff-Vereins, Herrn Geheimen Regierungsrats Prof. Dr.-Ing. C. Busley, der sich auf einer längeren Reise nach Afrika befindet, beehre ich mich Eurer Exzellenz die allerherzlichsten Glückwünsche zum 70. Geburtstage auszusprechen.

Mit vorzüglicher Hochachtung Eurer Exzellenz ganz ergebenster
gez. Presze, stellvertretender Vorsitzender.

Herr von Jonquières antwortete:

Berlin, den 28. Februar 1927.

An die Schiffbautechnische Gesellschaft, Berlin.

Für die freundlichen Glückwünsche zu meinem 70. Geburtstage bitte ich meinen verbindlichsten Dank aussprechen zu dürfen.

In vorzüglicher Hochachtung
v. Jonquières, Wirklicher Geheimer Rat, Ministerialdirektor a. D.

Am 8. März feierte Herr Staatsrat Prof. Dr.-Ing. v. Bach in Stuttgart seinen 80. Geburtstag. Der Vorstand sandte ihm nachstehendes Telegramm:

Seiner Exzellenz Herrn Staatsrat Prof. Dr.-Ing. C. v. Bach, Stuttgart, Johannesstr. 53.

Zu Ihrem achtzigsten Geburtstage senden wir Ihnen unsere aufrichtigsten und herzlichsten Glückwünsche. Wir sind immer stolz darauf gewesen, einen in Wissenschaft und Technik so hoch verdienten Mann zu den Unsrigen zählen zu können und wünschen Ihnen noch viele Jahre beschaulicher Ruhe.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft i. V. Presze.

Herr v. Bach schickte folgende Antwort:

Stuttgart, den 9. März 1927.

An den Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin.

Für die Glückwünsche, die Sie mir aus Anlaß der Vollendung des achtzigsten Lebensjahres haben zuteil werden lassen, sowie für die dabei zum Ausdruck gebrachte, von großem Wohlwollen getragene Würdigung meiner Lebensarbeit danke ich Ihnen herzlich.

C. Bach.

Auch Herr Konsul Kiep in Ballenstedt beging am 25. März seinen 80. Geburtstag. Er erhielt vom Vorstand die folgende Depesche:

Herrn Konsul Johannes Kiep, Ballenstedt (Harz), Haus Kiep.

Zu ihrem achtzigsten Geburtstage senden wir Ihnen als unserem langjährigen treuen Mitgliede die herzlichsten Glückwünsche. Wir hoffen noch recht viele Jahre mit Ihnen in unserer Gesellschaft wirken zu können.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft
i. A. Presze.

Herr Kiep antwortete:

Ballenstedt, Ende März 1927.

Mir wurde das seltene Glück zuteil, meinen achtzigsten Geburtstag im Kreise meiner Familie froh zu verleben. Durch Ihr freundliches Gedenken dieses Tages bereiteten Sie mir eine ganz besondere Freude, für die ich Ihnen wärmsten Dank sage.

Johannes N. Kiep.

Am 5. April konnte die Schiffswerft von Blohm & Voß in Hamburg ihr 50jähriges Bestehen feiern. Der Vorstand übermittelte der Firma das nachstehende Telegramm:

Blohm & Voß, Hamburg 9.

Zu Ihrem ehrenvollen fünfzigjährigen Jubiläum senden wir Ihnen im Auftrage der Mitglieder unserer Gesellschaft unsere herzlichsten Glückwünsche. Mögen Ihnen noch recht viele Jahrzehnte ebenso reichen Schaffens und erfolgreicher Tätigkeit beschert sein.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft
i. A. Presze.

Von der Firma ging folgende Antwort ein:

Hamburg, den 19. April 1927.

An den Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Berlin NW 6, Schumannstr. 2.

Für die uns telegraphisch übermittelten Glückwünsche zum fünfzigjährigen Bestehen unserer Werft danken wir Ihnen sehr verbindlich.

Wir begrüßen Sie,

hochachtungsvoll
Blohm & Voß.

Am 18. Juli konnte Herr Konsul Bündgens in Kiel auf seine 25jährige Angehörigkeit zu der Firma Bohn & Kähler zurückblicken, wozu ihm der Vorstand telegraphisch beglückwünschte:

Konsul Bündgens, Kiel.

Zum 25jährigen Geschäftsjubiläum sendet die herzlichsten Glückwünsche

Die Schiffbautechnische Gesellschaft
Busley.

Herr Konsul Bündgens sandte die folgende Antwort:

Kiel, den 25. Juli 1927.

Für die mir anlässlich meines 25jährigen Jubiläums als Teilhaber der Firma Bohn & Kähler erwiesene Aufmerksamkeit sage ich Ihnen meinen herzlichsten Dank.

Konsul Franz Bündgens.

Unser Mitglied Herr A. C. Holzapfel in London, der uns seit der Gründung unserer Gesellschaft angehört, feierte am 22. August seine goldene Hochzeit, wozu ihm der Vorstand wie folgt telegraphierte:

Holzapfel, London, Shelden Avenue 6.

Zu Ihrer heutigen goldenen Hochzeit senden wir Ihnen unsere herzlichsten Glückwünsche.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft
Busley.

Herr Holzapfel schrieb darauf folgenden Brief:

Sehr geehrter Herr Geheimrat!

Hampstead Lane, N. 6, 24. August 1927.

Ihr wertes Telegramm, enthaltend die Glückwünsche von Ihnen und dem Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft, kam in meinen Besitz und ich danke Ihnen und den Herren des Vorstandes herzlich dafür und empfinde die große Ehre, die mir dadurch zuteil geworden ist.

Mit herzlichem Dank Ihr stets ergebener
A. C. Holzapfel.

Am 13. September beging Herr Prof. Schilling in Bremen seinen 70. Geburtstag. Der Vorstand entsandte das nachstehende Telegramm:

Prof. Schilling, Bremen, Seefahrtsschule.

Zu Ihrem siebzigsten Geburtstag senden wir Ihnen unsere herzlichsten Glückwünsche.

Der Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft
Busley.

Herr Prof. Schilling ließ uns folgendes Schreiben zugehen:

Bremen, den 24. September 1927.

An die Schiffbautechnische Gesellschaft z. H. Herrn Geheimrat Busley, Berlin.

Für die zu meinem 70sten Geburtstag ausgesprochenen freundlichen Glückwünsche spreche ich Ihnen meinen herzlichsten Dank aus. Meine Zugehörigkeit zur Schiffbautechnischen Gesellschaft hat mir so unendlich viele persönliche und sachliche Anregungen gebracht, daß ich es mit besonderer Dankbarkeit empfinde, wenn meiner bei einem so persönlichen Anlaß gedacht wird.

Mit vorzüglicher Hochachtung Ihr aufrichtig ergebener
Prof. Dr. Schilling.

Hauptversammlung.

Unsere Hauptversammlung am 17. und 18. November in der Aula der Technischen Hochschule in Berlin war gut besucht. In unserem Büro hatten sich 678 Teilnehmer angemeldet, von denen sich 392 an dem Festessen und 397 an der Fahrt nach Dessau beteiligten.

In der geschäftlichen Sitzung am 18. November vorm. wurden der bisherige Vorsitzende Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley und die beiden nichtfachmännischen Beisitzer Herr Präsident Dr.-Ing. Heineken des Norddeutschen Lloyd in Bremen und Herr Generaldirektor Borbet des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahl-Fabrikation in Bochum wiedergewählt.

In der Hauptversammlung waren folgende Telegramme eingegangen, die von den Teilnehmern mit sichtlicher Freude aufgenommen und vom Vorstande wie angegeben beantwortet wurden:

Haus Doorn, den 17. November 1927.

An den Vorstand der Schiffbautechnischen Gesellschaft zu Händen des Vorsitzenden Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley, Berlin.

Brieftelegramm

Sr. Majestät des Kaisers und Königs.

Ich danke Ihnen, lieber Geheimrat Busley, und dem Vorstand für die Meldung von der heute beginnenden 28sten Hauptversammlung der Schiffbautechnischen Gesellschaft und freue mich dieses Ausdrucks anhänglichen Gedenkens. Indem Ich den versammelten Mitgliedern Meinen Gruß entbiete, wünsche Ich Ihren Beratungen reichen Erfolg zur Förderung deutschen Schiffbaues und deutscher Schifffahrt, Dem, was unsere Werften und Reedereien unter schwierigsten Verhältnissen durch zähe Energie und unermüdlichen Fleiß aller ihrer beteiligten Arbeiter mit Kopf und Hand geschaffen haben, zolle Ich Meine volle Anerkennung. Mehr wie je gilt es heute in unserem Volk den Gedanken von Seegelung wach zu halten. Nach wie vor: Navigare necesse est!

Wilhelm.

Seiner Majestät Kaiser Wilhelm II., Doorn

17. November 1927.

Eurer Kaiserlichen und Königlichen Majestät allergnädigstes Telegramm haben wir in unserer Hauptversammlung erhalten. Wir sind sehr erfreut über die Anerkennung, die Eure Majestät unseren Bemühungen gezollt haben und werden uns diese auch in Zukunft zu erhalten trachten.

Schiffbautechnische Gesellschaft
Busley.

Professor Busley, Berlin NW 6, Schumannstr. 2.

Oldenburg, 17. November 1927.

Bedauere aus gesundheitlichen Gründen nicht kommen zu können.

Beste Grüße
Friedrich August.

Seiner Königlichen Hoheit Großherzog Friedrich August, Rastede.

17. November 1927.

Eurer Königlichen Hoheit beehren sich die zur XXVIII. Hauptversammlung vereinigten Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft ihr Bedauern auszusprechen, Eure Königliche Hoheit heute nicht in gewohnter Frische unter sich sehen zu können.

Schiffbautechnische Gesellschaft
Busley.

Geheimrat Busley, Technische Hochschule Charlottenburg, Berlin.

Chicago.

Bin in Gedanken heute bei Ihnen und wünsche Ihnen guten Erfolg.

Heineken.

V. Niederschrift

über die geschäftliche Sitzung der 28. ordentlichen Hauptversammlung am
18. November 1927.

Nach § 26 der Satzung sind auf die Tagesordnung folgende Punkte gesetzt:

1. Vorlage des Jahresberichtes.
2. Bericht des Rechnungsprüfers und Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des Jahres 1926.
3. Bekanntgabe der Veränderungen in der Mitgliederliste.
4. Ergänzungswahlen des Vorstandes. Es sind zu wählen: Der Vorsitzende und zwei Beisitzer.
5. Wahl der Rechnungsprüfer für das Jahr 1927.
6. Wahl der beiden gesetzlichen Vertreter.
7. Sonstiges.

Der Vorsitzende, Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. C. Busley, eröffnet die Sitzung um 9 Uhr.

Beim Beginn derselben sind etwa 30 Gesellschaftsmitglieder anwesend, die sich bis zum Schluß auf etwa 50 erhöhen.

Punkt 1. Die Versammlung verzichtet auf die Verlesung des mit den Vorträgen versandten Geschäftsberichtes 1927 und genehmigt ihn. Der Vorsitzende bittet die Versammlung, sich zu Ehren der Verstorbenen von ihren Sitzen zu erheben; dies geschieht.

Punkt 2. Herr Baurat Schulthes erstattet unter besonderer Anerkennung der Geschäftsführung durch den Herrn Vorsitzenden den Bericht über die Prüfung der Bücher, die er mit Herrn Professor Krainer vorgenommen hat. Die Bücher wurden in Ordnung befunden und ebenso die Kassenführung des Jahres 1926. Die Versammlung erteilt ohne Erörterung einstimmig die von beiden Herren beantragte Entlastung des Vorstandes von der Geschäftsführung des Jahres 1926.

Punkt 3. Die Versammlung verzichtet auf die Verlesung der Namen der eingetretenen und verstorbenen Herren, weil sie bereits in den Jahresberichten aufgeführt sind, die den Mitgliedern mit den Vorträgen übersandt wurden.

Punkt 4. Für die Wahl des Vorsitzenden wird von Herrn Ministerialdirektor Presse im Namen des Vorstandes die Wiederwahl des Herrn Geheimrat Busley

durch Zuruf beantragt und von Herrn Admiral Thiele warm befürwortet. Hiergegen erfolgt kein Widerspruch. Von den beiden zur Wahl stehenden fachmännischen Beisitzern werden Herr Präsident Dr.-Ing. Heineken und Herr Generaldirektor Walter Borbet durch Zuruf wiedergewählt. Die Herren nehmen die Wahl an.

Punkt 5. Als Rechnungsprüfer werden die Herren Professor Krainer und Baurat Schulthes einstimmig wiedergewählt. Als Ersatzmann wählt die Versammlung Herrn Marineoberbaurat Schulz.

Punkt 6. Auf Grund des § 8 der Satzung wird die Gesellschaft im Sinne des § 26 des Bürgerlichen Gesetzbuches vertreten durch den Vorsitzenden, Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Busley, und in seiner Verhinderung durch den stellvertretenden Vorsitzenden, Herrn Ministerialdirektor Presze; ferner werden von der Versammlung gewählt von den Beisitzern Herr Direktor Professor Laas, sowie als sein Stellvertreter Herr Direktor Dr. Bauer.

Punkt 7. Zu Punkt 7 der Tagesordnung wird das Wort nicht gewünscht. Schluß der Versammlung 9 Uhr 20 Minuten.

Charlottenburg, den 18. November 1927.

v. g. u.

Die gesetzlichen Vertreter:

Carl Busley.

Paul Presze.

VI. Unsere Toten.

Fast ebenso verlustreich wie das Jahr 1926 hat sich für unsere Gesellschaft auch das jetzt abgelaufene gestaltet. Wir haben den Tod von 33 Mitgliedern zu beklagen, von denen wir die folgenden Nachrufe bringen können:

- Barg, G., Schiffbau-Direktor, Rostock.
Becker, Theodor, Oberingenieur, Berlin.
Bergmann, Sigmund, Dr.-Ing., Geheimer Baurat, Generaldirektor, Berlin.
Boeckholt, H., Marinebaurat a. D., Bremen.
Brieger, Heinrich, Kaufmann, Hamburg.
Dix, Johannes, Ministerialrat, Geheimer Baurat, Berlin.
Engelhard, Armin, Dr.-Ing., Generaldirektor, Offenbach a. M.
Evers, F., Schiffbau-Direktor, Stettin.
Fasbender, Heinrich, Vertreter von Gebr. Böhler & Co., A.-G., Hamburg.
Flohr, Carl, Dr.-Ing., Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Berlin.
Goecke, Emil, Marine-Oberbaurat a. D., Erlangen.
Harms, Gustav, Eisengießereibesitzer, Hamburg.
Hjarup, Paul, Ingenieur und Fabrikbesitzer, Berlin.
Keuffel, Aug., Direktor, Bremen.
Kirchner, Ernst, Kommerzienrat, Leipzig-Sellerhausen.
Kroebel, R., Ingenieur, Klein-Flottbek bei Hamburg.
Kühne, Ernst, Geschäftsführer, Bremen.
Merz, Alfred, Dr., Professor, Direktor des Instituts für Meereskunde, Berlin.
Michaelis, Ludwig, Dr., Direktor, Leipzig.
Möller, Joachim, Schiffbaumeister, Rostock.
Müller, A. C. Th., Dr.-Ing., Oberingenieur, Elbing.
Ortlepp, Max W., Schiffbau-Ingenieur, Elbing.
Röchling, L., Kommerzienrat und Fabrikbesitzer, Völklingen a. d. Saar.
Schaefer, Karl, Schiffbau-Ingenieur, Oliva bei Danzig.
Siemens, S., Maschinen-Inspektor, Bremen.
Stahl, H. J., Dr.-Ing., Kommerzienrat, Düsseldorf.
Sternberg, Oscar, Kommerzienrat, Konsul, Generaldirektor, Mannheim.
Teucher, J. S., Dipl.-Ing., Oberingenieur, Bremen.
Voges, Hans, Oberingenieur, Stettin.
Weidtmann, Victor, Dr., Geheimer Bergrat, Generaldirektor, Aachen.
Werner, Franz, Dr.-Ing., Professor, Zoppot.
Wichmann, Fritz, Marinebaurat, Kiel.
Wiesinger, Wilhelm, Geheimer Marinebaurat, Berlin.

GERHARD BARG

ist am 17. Juni 1858 zu Straßburg in Westpreußen als Sohn des Kreisrichters, späteren Rechtsanwalts Hermann Barg geboren. Er besuchte die Schule der Herrnhuter Gemeinde in Gnadenfrei, dann Schulpforta und die Gymnasien in Insterburg und Elbing. Im Alter von 15 Jahren wurde er 1873 auf seinen Wunsch in die Gewerbe- und Schiffbauschule nach Danzig geschickt. Dort ist ein von ihm gefertigtes Dreimastermodell von etwa 1 m Länge im Modellzeichensaal aufgestellt. Mit 17 Jahren bezog er die Technische Hochschule Charlottenburg und wurde aktiv bei den Rheno-Suestfalen.

Nach dreijährigem Studium besuchte er England, wo er in Newcastle o. T. zur weiteren Ausbildung und Erlernung der englisch-technischen Ausdrücke auf eine Werft ging. Da er keine ihm zusagende Ingenieurstelle fand und ihm die Mittel ausgingen, nahm er eine Beschäftigung als Schiffszimmermann an. Hierdurch erwarb er sich die praktischen Kenntnisse, die ihm später große Achtung und Ehrfurcht bei seiner Belegschaft sowohl wie bei seinen Kollegen einbrachte. Im gleichen Jahre noch trat er als Ingenieur bei der Elders Werft in Glasgow ein und 1883 kam er nach Belfast. Er war dann vorübergehend in Harburg in Stellung und folgte 1885 einem Rufe zu Maffay nach München. Dort konstruierte er die Luxus-Passagier-Dampfer für den Bodensee, die dann unter seiner Leitung in Konstanz zusammengesetzt wurden und noch heute laufen. Ebenso wurden von ihm die Dampfer für den Chiemsee konstruiert, die ebenfalls heute nach mehr als 40 Jahren im Betriebe sind. Von München führte ihn sein Weg an die Kieler Howaldt-Werft, wo sein Interesse für den Yachtbau und die Yachtsegelei gestärkt wurde.

1891 ging er nach Rostock, wo er 1892 Direktor der ehemaligen Schiffbecksehen Werft wurde, die mit zweien, gleich ihr vor der Liquidation stehenden Nachbarunternehmen den Grundstock für die heutige Schiffswerft und Maschinenfabrik A.-G. „Neptun“ bildete. Seiner jungen Kraft, seiner Energie und seinem Fleiß, gepaart mit geschickter Ausnutzung seiner kaufmännischen Beziehungen gelang es, das Werk zu seiner späteren Größe auszubauen und ihm im In- und Auslande (Rußland, China, Levante) einen guten Ruf zu verschaffen.

In seinen wenigen Mußstunden widmete er sich seinem Lieblingsfach, dem Yachtbau, und pflegte die Yachtsegelei. Auch auf diesem Gebiete war es sein Können, was ihn bald in Sportkreisen weit über Deutschlands Grenzen hinaus bekannt machte. Die Werft verdankt ihr Aufblühen hauptsächlich seinen persönlichen Beziehungen, wie seinen Kenntnissen und seiner Gabe, sich das Vertrauen und die Achtung seiner Arbeiter, Angestellten, Mitarbeiter und Auftraggeber zu sichern. Während des Krieges kam der Werft sein Ansehen insofern zunutze, als ihr eine große Zahl, fast die Hälfte der Minensucher übertragen wurde und 1917 viele U-Bootsaufträge an sie ergingen, die aber nicht mehr zur Vollendung kamen. Der 1921 erfolgte Tod seiner Lebensgefährtin und die durch die Inflation heraufbeschworenen erschütternden wirtschaftlichen Verhältnisse, die auch die durch ihn so gut fundierte Werft in andere Hände spielten, veranlaßten ihn, sich 1923 als Mitglied des Aufsichtsrates in das Privatleben zurückzuziehen.

Im Winter 1924/25 ließ er sich noch einmal für kurze Zeit die Zügel der Werft in die Hand geben, zog sich aber bald, angewidert durch die neuen Zeitverhältnisse, ganz zurück. Er arbeitete nun auf den Wunsch seiner alten Firma Maffay als deren stiller, gern zu Rate gezogener Konstrukteur und durfte noch im September 1926 die glänzend verlaufene Probefahrt des von ihm konstruierten Passagierdampfers „Ludwig Feßler“ auf dem Chiemsee persönlich erleben. Hierbei noch einmal in alter Form geachtet und geehrt, zwang ihn im November 1926 ein Zusammenbruch der Nerven auf das Krankenlager und sein altes Herzleiden verstärkte sich derart, daß er sich nicht mehr erholen konnte. Eine Lungenentzündung trat hinzu, und die letzten Stunden erblindet, schlief er am 16. Dezember 1926 für immer ein.

THEODOR BECKER

wurde am 18. April 1863 zu Berlin als Sohn des Bäckermeisters Johannes Christian Becker geboren. Schon frühzeitig verlor er seinen Vater. Nach Absolvierung der Schule und Beendigung seiner praktischen Lehrzeit widmete er sich dem Studium der Physik, Chemie und Elektrotechnik. Besonders mathematisch reich begabt, beschäftigte er sich viel mit der Herstellung physikalischer, insbesondere elektrischer Meßinstrumente und telegraphischer Apparate. 1888 trat er in die Firma Armin Tenner, Berlin, ein, deren Hauptmitarbeiter er später bis zu seinem Ausscheiden 1922 war. Neben der Tätigkeit als Leiter beim Bau von Überlandzentralen und industriellen Anlagen galt sein Streben der Verbesserung und Durchbildung des Installationsmaterials. Besonderes Interesse zeigte er der Vervollkommnung geschlossener Schaltapparate und Armaturen für nasse Betriebe (sog. Schiffsarmaturen). Seine reichen praktischen Erfahrungen auf dem seinerzeit noch jungen Gebiete der elektrischen Installationen fanden bei der Mitarbeit in den Leitsätzen verschiedener Kommissionen und in den Errichtungsvorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker sowie in Aufsätzen der Fachpresse ihren Niederschlag.

Als leitender Ingenieur sah er seine Hauptaufgabe in der Heranbildung eines tüchtigen Mitarbeiterstammes für seine Firma und der Ausbildung eines leistungsfähigen Monteurnachwuchses. Von der Notwendigkeit der Hebung qualitativer Arbeit ausgehend, war er auch Mitglied der Kommission für Monteurfortbildung des V.D.E. und des Berliner Elektrotechnischen Vereins, deren Tätigkeit besonders während der Verwilderung in der Nachkriegszeit sehr segensreich wirkte.

Nach dem Ausscheiden aus seiner Firma im Herbst 1922 widmete er sich als Sachverständiger für Elektrotechnik und Maschinenbau der Beratung industrieller Anlagen, Brandschäden und Abschätzungen sowie der Begutachtung von Theateranlagen für die Berliner Polizeibehörde.

Am 19. Dezember 1926 verschied er an den Folgen eines schweren inneren Leidens, bis zum letzten Atemzug ein Bild treuester Pflichterfüllung. Allen mit ihm in Berührung Gekommenen sowie seinen ihm Anvertrauten hatte er stets eine weitgehende Anteilnahme und ein tiefes soziales Verständnis entgegengebracht.

SIGMUND BERGMANN.

Am 7. Juli in den Morgenstunden ist nach längerem Krankenlager einer der Begründer der deutschen Elektrotechnik von der Stätte seines Wirkens abgerufen worden. Mit dem im 77. Jahre verstorbenen Geheimen Baurat Dr.-Ing. e. h. Sigmund Bergmann, dem Begründer und Generaldirektor der Bergmann-Elektricitäts-Werke, Aktiengesellschaft, ist ein Mann dahingeshieden, dem die elektrotechnische Industrie zweier Weltteile außerordentlich viel verdankt und dem es vergönnt war, maßgebend an ihrer Entwicklung mitzuarbeiten.

In Dennstedt bei Mühlhausen in Thüringen am 5. Juni 1851 geboren, ging der junge Bergmann nach Beendigung seiner Lehrzeit im Alter von 18 Jahren nach New York. Ein glücklicher Zufall brachte ihn mit Thomas A. Edison zusammen, mit dem er längere Zeit zusammen arbeitete und der den klugen und geschickten jungen Deutschen bald in seinen engeren Mitarbeiterstab aufnahm. Nachdem Bergmann in den Vereinigten Staaten festen Fuß gefaßt hatte, erkannte er mit richtigem Blick, daß Selbständigkeit rascher aufwärts führe, und so gründete er seine eigene Fabrik, in der er Ferndruck- und Telephonapparate herstellte. Sein Scharfsinn als Erfinder, seine Geschicklichkeit und Fähigkeit, unausgereifte und unentwickelte Ideen für die praktische Verwertbarkeit durchzubilden, machten die junge Fabrik nicht nur zu einer der bedeutendsten Betriebe ihres Industriezweiges, die Fabrik wurde auch die Geburtsstätte vieler wichtiger elektrischer Erfindungen.

Kurze Zeit nachher bot der nun bereits berühmte Erfinder Edison seinem früheren Angestellten die Teilhaberschaft an und die Firma „S. Bergmann“ wurde zu der Firma „S. Bergmann & Co.“ erweitert. Unter diesem anonymen Worte „& Co.“ war niemand anders als Edison verborgen. Die Entwicklung der ersten Telephone ist mit dem Namen Bergmann auf das innigste verknüpft, da es ihm gelang, eine ganze Anzahl grundlegender Verbesserungen durchzuführen. Viele von Edisons Erfindungen wurden erstmalig in den Bergmannschen Werkstätten durchprobiert. Edison hebt in seinem Empfehlungsschreiben, das er seinem Partner Bergmann zur Einführung in deutsche Industrie- und Finanzkreise mit auf den Weg gab, besonders hervor, daß Bergmann den ersten Phonographen hergestellt und vervollkommen habe. Als dann im Jahre 1880 die Glühlampe erfunden wurde, war es Bergmann, der die zu der praktischen Anwendbarkeit dieser neuen Lichtquelle unbedingt erforderlichen Installationsgegenstände, die Sockel, Schalter, Fassungen usw. durchbildete.

Mehr als 12 Jahre arbeiteten Bergmann und Edison erfolgreich und in größter Freundschaft zusammen. In dieser Zusammenarbeit wurden hier Erfindungen und Erfahrungen in der Schwachstrom- und Starkstromtechnik fabrikmäßig verwertet und weiter entwickelt. Damals gelangen Bergmann eine große Anzahl von grundlegenden elektrotechnischen Erfindungen, die ihren Niederschlag in zum Teil noch verwendeten Maschinen und Apparaten fanden.

Später wurde das Unternehmen mit den anderen Edison gehörenden Fabriken in der „Edison Electric Light Co.“ vereinigt und 1890 in die „General Electric Co.“ umgewandelt. Bergmann ließ sich den auf seine Person entfallenden Anteil

auszahlen und kehrte nach Europa zurück. In Berlin gründete er dann die Gesellschaft „S. Bergmann & Co., Akt.-Ges., Fabrik für Isolier- und Leitungsrohre, Spezialfabrik für elektrische Anlagen“, deren Haupterzeugnis die nach ihm benannten „Bergmannrohre“ bildeten. Mit dem weiteren Aufschwung der Motortechnik folgte im Jahre 1893 die „Bergmann-Elektromotoren- und Dynamowerke A.-G.“. Beide Werke vergrößerten sich rasch unter seiner weitblickenden, tatkräftigen Leitung und 1900 wurden die beiden Fabriken zu einer Firma vereinigt, der heutigen „Bergmann-Elektrizitäts-Werke, Aktiengesellschaft“.

Geheimrat Bergmann war in jeder Beziehung das Bild einer in sich geschlossenen Persönlichkeit, die das einmal vorgenommene Ziel, ohne Rücksicht auf sich selbst, verfolgte, bis ihr der Erfolg beschieden war. In ihm waren der praktische Ingenieur, der die seltene Gabe besaß, technische Ideen in einfacher Form zur Ausführung zu bringen, mit dem weitblickenden Organisator-Finanzmann vereinigt. Seine großen Erfolge verdankt er dieser glücklichen Veranlagung und vor allem auch seinem unermüdlichen Fleiß und seiner eisernen Energie. Nach außen hin trat Geheimrat Bergmann wenig in die Erscheinung. Alle Ehrenämter lehnte er ab. Nur die ihm im Jahre 1918 von der Technischen Hochschule München verliehene Würde eines Dr.-Ing. e. h. nahm er als äußeres Zeichen an, daß die offizielle Fachwelt seine Arbeit und sein Werk anerkannte. Die Entwicklung seiner Werke, die heute den Gründer und Führer betrauern, bietet die Gewähr, daß in seinen Mitarbeitern und Nachfolgern sein Geist weiter lebt als zukunftsreicher Ausblick für die deutsche Elektrotechnik.

HERMANN BOECKHOLT

wurde am 28. Juli 1868 in Leer (Ostfriesland) als Sohn des Sparkassenrendanten Boeckholt geboren. Er absolvierte dort das Gymnasium, studierte dann in Hannover und Charlottenburg auf der technischen Hochschule Schiffbau. Zuerst war er in Wilhelmshaven, Kiel, Danzig als Bauführer und dann als Baumeister auf den Kaiserlichen Werften tätig. Später wurde er als Marinebaurat in das Reichsmarineamt Berlin berufen. Seit Januar 1909 wirkte er bei der Aktiengesellschaft „Weser“ als Betriebs-Oberingenieur. Seiner allem Äußerlichen abholden Natur entsprechend, hat er sich wenig im öffentlichen Leben betätigt. Seit längerer Zeit leidend, aber noch immer voll und ganz seinem Beruf nachgehend, starb er plötzlich am 28. Januar 1927 an Herzlähmung. Er war den ganzen Tag noch auf der Werft tätig gewesen, wurde auf dem Wege nach Hause unwohl, konnte aber noch seine Wohnung erreichen, wo er 10 Minuten später in den Armen seiner Gattin verschied.

HEINRICH BRIEGER

wurde am 24. Oktober 1869 zu Glatz geboren. Seine kaufmännische Tätigkeit begann er bei der Fa. Gebr. Kolker, Breslau. Dank seiner hervorragenden Fähigkeiten wurde ihm die Geschäftsführung der Hamburger Niederlassung anvertraut, die er im Jahre 1901 für eigene Rechnung unter dem Namen Heinrich Brieger übernahm. Dem zielstrebigem Fleiß und der Tüchtigkeit des Herrn

Brieger ist es zu danken, daß die Firma sich immer mehr und mehr vergrößerte und an Ansehen und Einfluß gewann. Früh erkannte der Verstorbene die Bedeutung des Rohölmotors, und in enger Fühlung mit den Motoren bauenden Fabriken beschäftigte er sich mit der Herstellung geeigneter Schmiermaterialien. In Zusammenhang hiermit befaßte sich Brieger naturgemäß auch mit dem Verkauf von geeigneten Antriebölen.

Da in Vorkriegszeiten Österreich für den Bezug dieser Öle in erster Linie in Frage kam, verstand Brieger es, die mit ihm in Verbindung stehenden Raffinerien zur Herstellung besonders geeigneter Qualitäten zu veranlassen. Außerdem befaßte sich die Firma mit dem Import von Harzen, vegetabilischen Ölen usw. und mit dem Großhandel von Chemikalien.

Infolge der Ausdehnung des Betriebes wurde im Jahre 1919 in Wilhelmsburg ein Grundstück zur Fabrikation und Lagerung gekauft, auf dem eine Tochterfirma eine chemische Fabrik betreibt. Im Jahre 1926 wurde das 25jährige Jubiläum der Firma gefeiert. Leider ist es dem Jubilar nicht vergönnt gewesen, sich noch lange an den Früchten seiner Arbeit zu erfreuen.

Brieger war Mitglied der Vereinigung: „eines ehrbaren Kaufmanns“, sowie im Vorstand des Vereins Zentralverband des Deutschen Großhandels und Zentralverband von Mineralöl-Handel u. Industrie e.V. Er starb am 14. August.

JOHANN DIX.

In dem am 18. April 1927, dem Ostermontag, in Bad Kissingen unerwartet schnell aus dem Leben geschiedenen Geheimen Baurat Dix verliert die Schiffbautechnische Gesellschaft ein langjähriges Mitglied, das, in allen Dienststellungen bewährt, als Mensch hoch geachtet und geschätzt, noch zu großen Hoffnungen berechnete.

Johann Dix wurde am 10. Februar 1867 als Sohn eines Magistratsbeamten in Berlin geboren. Er besuchte das Königstädtische Realgymnasium seiner Vaterstadt und bezog nach der 1887 abgelegten Reifeprüfung zunächst die Friedrich-Wilhelms-Universität, um sich dort dem Studium neuorientalischer Sprachen zu widmen und sich dadurch auf die Konsularlaufbahn vorzubereiten. Die Änderung der Zulassungsbestimmungen für diese Laufbahn nötigte ihn jedoch bald, diesen Plan aufzugeben, und er ging nunmehr — im Herbst 1887 — zur Kgl. Technischen Hochschule in Charlottenburg über, wo er sich mit großem Fleiß als Studierender des Schiffbaufaches betätigte. 1889/90 genügte er bei der III. Matrosen-Artillerie-Abteilung in Lehe seiner Dienstpflicht, arbeitete sodann auf der Kaiserl. Werft zu Kiel praktisch, bestand Ostern 1892 die Vor-, Ostern 1895 die erste Hauptprüfung im Schiffbaufache und trat am 4. Juni 1895 als Marinebauführer bei der Kaiserl. Werft zu Wilhelmshaven in den Marinedienst ein. Unmittelbar nach der im Oktober 1898 mit gutem Erfolge abgelegten zweiten Hauptprüfung wurde er im Reichsdienste fest angestellt. In Anerkennung des bei dieser Prüfung bewiesenen Wissens wurde ihm vom Reiche eine Reiseprämie zuerkannt, die er 1900 zu einer Studienreise nach der Pariser Weltausstellung sowie durch die großen industriellen Werke Belgiens und Hollands ausnutzte.

Anfang Januar 1901 wurde Dix zum Reichsmarineamt nach Berlin berufen, wo er als Angehöriger des Konstruktionsdepartements bis 1910 verblieb. In dieser Zeit hat er sich um den Ausbau und die Einrichtungen der im Tiergarten (auf der sog. Schleuseninsel) vom preußischen Staate errichteten „Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau“ große Verdienste erworben, die amtlich durch Verleihung des Roten Adlerordens IV. Klasse auch anerkannt worden sind. Er wurde der erste Leiter der Schiffbauabteilung dieser Anstalt und hat als solcher auf die Linienführung der damals in Konstruktion befindlichen deutschen Kriegsschiffe beträchtlichen Einfluß ausgeübt. Auch als Assistent beim Lehrstuhl für die Konstruktion der Kriegsschiffe hat er sich in dieser Zeit mit gutem Erfolge betätigt.

Am 1. April 1907 wurde Dix zum Marinebaurat ernannt und als solcher im April 1910 zur Kaiserl. Werft Kiel versetzt, von wo aus er auf eine mehrmonatige Auslandsreise an Bord des großen Kreuzers „von der Tann“ entsandt wurde. Von dieser zurückgekehrt, erhielt er im Mai 1911 abermals einen Ruf ins Reichsmarineamt, diesmal zum Werftdepartement; indessen ging er schon im November desselben Jahres als Baubeaufsichtiger bei der Friedr. Krupp-Germaniawerft nach Kiel zurück, eine Stellung, die er auch während des größten Teils des Krieges beibehielt und in der er sich mit großem, insbesondere auch organisatorischem Geschick an den Kriegsschiffs- und Unterseebootbauten erfolgreich betätigt hat. Seit Juni 1916 Marine-Oberbaurat, trat er im Mai 1918 als Schiffbau-Betriebsdirektor zur Kaiserl. Werft Kiel über und erhielt dadurch Gelegenheit, sich insbesondere schwieriger Lage während und gleich nach der Revolution als Leiter des Schiffbauressorts große Verdienste zu erwerben. Er hätte dann nach dem Übergange der Kieler Werft in den Geschäftsbereich des Reichsschatzministeriums Schiffbaudirektor der neu entstandenen „Reichswerft Kiel“ werden können, zog es aber vor, im Marinedienste zu bleiben, und wurde demgemäß Ende 1919 in die Admiralität nach Berlin berufen, wo er im April 1920 zum Geheimen Baurat und Vortragenden Rat, im Januar 1921 zum Ministerialrat ernannt wurde. Er hat hier das Referat für Schiffs- und Maschinenbaubetrieb in der Werftabteilung des „Allgemeinen Marineamts“ bis an sein Lebensende verwaltet und war in dieser Dienststellung auch Mitglied des Aufsichtsrates der Deutschen Werke Kiel A.-G.

Ein arbeits-, aber auch erfolgreiches Leben ist mit dem Tode Johann Dix' abgeschlossen. In treuer Pflichterfüllung, in unermüdlichem Fleiße und mit größter Gewissenhaftigkeit hat der Dahingeschiedene während der 32 Jahre seiner Marinedienstzeit sein reiches Wissen und Können, seine große Arbeitskraft und Energie für das Wohl der deutschen Marine eingesetzt. Ein untadelhafter Beamter von vornehmer Gesinnung, ein vorbildlicher Gatte und Vater, ein hochgeschätzter Freund und Kollege hat mit ihm die Augen für immer geschlossen. Alle, die ihn im Leben gekannt haben, werden ihm allezeit ein ehrendes Andenken bewahren.

ARMIN ENGELHARD

wurde im Jahre 1869 als vierter Sohn des erst im April 1926 verstorbenen Mitbegründers der Firma Collet & Engelhard, des Kommerzienrats Otto Engelhard,

geboren. Mit 17 Jahren trat Herr Engelhard als Volontär in die Firma ein, um sich der Ingenieurlaufbahn zu widmen. In Karlsruhe absolvierte er seine Studien und kam nach deren Beendigung im Jahre 1893 wieder nach Offenbach in die Firma. Kurze Zeit war er auch in einem rheinischen Werke tätig, kehrte dann aber wieder nach Offenbach zurück. Im Jahre 1899 wurde er Geschäftsführer des damals als G. m. b. H. bestehenden Unternehmens; bei der im Jahre 1913 erfolgten Umwandlung in eine Aktiengesellschaft wurde er zum Generaldirektor bestellt.

Neben hervorragenden technischen Kenntnissen und Fähigkeiten hat er eine außergewöhnliche Tatkraft und Initiative bewiesen und an der Entwicklung des Unternehmens den größten Anteil gehabt. — Wegen seiner Verdienste um die Normalisierung im Werkzeugmaschinenbau wurde ihm im Jahre 1923 von der Technischen Hochschule in Darmstadt die Würde eines Dr.-Ing. ehrenhalber verliehen.

Dr. Engelhard hat in den letzten Jahren zahlreiche Ehrenämter bekleidet. Er war Vorsitzender des Verbandes der Metallindustriellen, Ortsgruppe Offenbach a. M., Mitglied des Vorstandes dieses Verbandes in Frankfurt a. M., 2. Vorsitzender des Vereins Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken in Charlottenburg und Mitglied des Schulvorstandes der Technischen Lehranstalten in Offenbach a. M.

Sein Tod erfolgte Mittwoch, den 5. Oktober 1927, morgens 8 $\frac{1}{4}$ Uhr. Mit der Vorführung einer Maschine beschäftigt, brach er vom Herzschlag getroffen tot zusammen.

Sein Hinscheiden bedeutet für das Werk Collet & Engelhard und seine Familie einen schweren Verlust.

FRIEDRICH EVERS

ist am 30. Oktober 1861 in Wismar geboren, wo sein Vater eine kleine Holzschiffswerft betrieb. Bis 1876 besuchte er dort die Schule und ging, um später den Holzschiffbau zu erlernen, nach Beendigung der Schulzeit am 22. April 1876 als Schiffsjunge zur See. Nach 14monatiger Fahrzeit trat er bei seinem Vater in die Lehre. Der Vater, damals als tüchtiger Schiffbauer bekannt, ließ ihn drei harte Lehrjahre durchmachen und achtete streng darauf, daß der Sohn morgens und abends der erste und der letzte auf der Werft war. Nach vollendeter Lehrzeit kam er zu der Schiffswerft von Julius Peuß in Stralsund, um sich dort im Holzschiffbau zu vervollkommen. Er leitete hier die Arbeiten auf dem Schnürboden und vertrat den Schiffbäumeister im Betrieb. Nach einjähriger Tätigkeit bestand er im Jahre 1881 die Prüfung als Schiffbäumeister und genügte dann seiner Militärzeit bei der Marine.

Um sich im Eisenschiffbau auszubilden, arbeitete er 1883/84 als Schiffbauer auf der Schiffswerft von Henry Koch in Lübeck und bei Stülcken in Hamburg. Die Sehnsucht zur See trieb ihn dazu, im Herbst 1884 als Schiffszimmermann eine Reise auf einem Segelschiff nach der Westküste von Amerika mitzumachen. Nach 14 Monaten zurückgekehrt, nahm er die Arbeiten auf seines Vaters Werft in die Hand. Da jedoch der Holzschiffbau immer mehr zurückging, trat er 1888

in das technische Büro der Germaniawerft in Kiel ein. Das Jahr 1893 findet ihn als Obermeister für den gesamten Schiffbau auf der Werft von Möller & Hollberg in Stettin (die heutige Stettiner Oderwerke), wo er 1895 zum Betriebsingenieur gemacht wurde. Im Jahre 1897 übernahm er bei der A.-G. Weser in Bremen die Stellung eines Betriebsingenieurs für den Kriegs- und Handelsschiffbau und wurde dort im Jahre 1900 zum Oberingenieur ernannt. Er hatte hier die Betriebsoberleitung des gesamten Schiffbaues und wurde reger Mitarbeiter bei der Verlegung und dem Ausbau der Werft. Unter seiner Leitung wurden viele Kriegsschiffe von „Viktoria Luise“ bis „Leipzig“ und „Gneisenau“ gebaut und der erste Dreadnought „Westfalen“ fertiggestellt, ebenfalls viele große Schiffe des Norddeutschen Lloyd.

Im Jahre 1909 übernahm Evers als alleiniges Vorstandsmitglied die Leitung der Nüske & Co. A.-G. Schiffswerft in Stettin. In dieser ist sein Lebenswerk enthalten. Aus kleinen Anfängen hat er das Werk zu seiner heutigen Bedeutung gebracht. Sein genialer Einfluß und sein weitsichtiger Blick in Erfassung des geeigneten Zeitpunktes sind es gewesen, die den Ausbau der Werft ermöglichten.

Leider hat der Verstorbene nicht mehr lange die Freude an seinen Erfolgen gehabt. Eine leichte Erkrankung, die er selbst nicht achtete, zwang ihn auf das Krankenlager. Ein rascher, gänzlich unerwarteter Tod hat dem arbeitsreichen Leben dieses Mannes, der sich überall größter Beliebtheit erfreute, am 14. Februar 1927 ein jähes Ende gesetzt.

HEINRICH FASBENDER

wurde am 7. Juli 1859 auf der Michelbacher Hütte (Nassau) geboren, absolvierte die Oberrealschule in Würzburg und hat auch dort seine erste Ausbildung als Kaufmann in der Brauerei des Herrn Böttinger erhalten. Seiner militärischen Dienstpflicht genügte er 1878/79 beim 9. bayr. Infanterie-Regiment, dem er auch später als Reserve- und Landwehroffizier angehörte.

Er kam dann nach München zu der Firma Krauß & Co. (Lokomotivfabrik), und trat in den achtziger Jahren in die väterliche Maschinenfabrik in Düsseldorf ein. Ein Ende der achtziger Jahre von der Fabrik aufgenommenes Patent betr. den Billettrotationsdruck verwertete er in Berlin, indem er hier die noch bestehende Rotationsbillettdruckerei Hch. Fasbender gründete.

Im Jahre 1894 verkaufte Herr Fasbender dieses Unternehmen, um von da ab bis zu seinem am 26. Mai erfolgten Tode — er starb an den Folgen einer Grippeerkrankung in Helgoland — als Reisevertreter bei der Firma Gebr. Böhler & Co. Aktiengesellschaft tätig zu sein. Er lebte seitdem in Hamburg.

CARL FLOHR

wurde am 18. Februar 1850 zu Harsum bei Hildesheim Prov. Hannover geboren. Er genoß seine akademische technische Ausbildung von 1873—76 auf der früheren Königlichen Gewerbeakademie in Berlin und war Ehrenmitglied des Aka-

Nach Beendigung des Studiums trat Flohr in den Dienst der Königlichen Eisenbahndirektion zu Berlin, woselbst er speziell mit Projektierung und Ausführung von Brücken- und Bahnhofsbauten beschäftigt wurde. Durch seine längere Tätigkeit als abnehmender und kontrollierender Ingenieur auf den Werken im Rheinland und Westfalen, wurde er auf die umfangreiche Industrie aufmerksam und zu neuer Schaffenskraft angeregt.

Im Jahre 1879 übernahm Flohr die frühere Firma Theodor Lißmann, die in erster Linie den Mühlenbau pflegte. Die Spezialität des Mühlenbaues wurde jedoch nicht weiter geführt, sondern der Hebezeugbau eingeführt und die Firma auch „Carl Flohr, Maschinenfabrik“ eingetragen. Das Unternehmen war zuerst in der Großen Frankfurterstraße, wurde dann aber 1888 nach der Chausseestraße verlegt, wo es bis heute noch ansässig ist. Außer dem Berliner Werk besteht ein in Wittenau bei Tegel befindliches Werk, speziell für Eisenkonstruktionen.

Flohr war Ehrenvorsitzender des Aufzugsverbandes, Vorsitzender des Deutschen Kran-Verbandes, Mitglied in der Vertrauenskommission des Verbandes Berliner Metallindustrieller, Präsident des Mitteleuropäischen Motorwagenvereins, Vorstandsmitglied der Nordöstlichen Eisen- und Stahlberufsgenossenschaft usw.

Gestorben ist Flohr am 30. März 1927. Als Ursache dürfte wohl ein in den letzten Jahren akut gewordenes Herzasthma anzusehen sein.

EMIL GOECKE

ist am 21. Dezember 1856 zu Düsseldorf geboren, wo er auch das Gymnasium besuchte. Nach einer halbjährigen Elevenzeit bezog er im Oktober 1876 die Technische Hochschule in Aachen und im Oktober 1877 die Technische Hochschule in Berlin. Im Jahre 1881 diente er sein Freiwilligenjahr, worauf er in die Privatpraxis zunächst zur Aktien-Gesellschaft „Vulcan“ in Bredow und dann zur Aktien-Gesellschaft „Reiherstieg“ in Hamburg ging.

Vom Juni 1884 bis Mai 1888 war Goecke auf der Germaniawerft in Kiel beschäftigt. Im Jahre 1887 zum Reserveoffizier befördert, bestand er im Februar 1888, aufgefordert, in den Mardinedienst einzutreten, das Diplomexamen für Schiffbauingenieure. Darauf wurde er vom Reichsmarineamt als Marine-Schiffbauingenieur-Aspirant übernommen und bei der Neuorganisation der Kaiserlichen Werften im März 1890 zum Marinebauführer ernannt. Wegen eines Gelenkrheumatismus, den er sich im Dienst zugezogen hatte, kam Goecke erst im Jahre 1891 zum Marinebaumeister-Examen, welches er gut bestand.

Im Jahre 1895 wurde Goecke zum Marinebauinspektor ernannt. Im Jahre 1900 erhielt er den Roten Adlerorden IV. Klasse und im Jahre 1902 wurde er zum Marinebaurat befördert. Er war damals auf der Kaiserlichen Werft in Wilhelmshaven beschäftigt und nebenbei Lehrer an der Deckoffizierschule bis zum Jahre 1903. Dann wurde er bis 1906 zur Baubeaufsichtigung auf der Schichau-Werft in Elbing kommandiert und von 1906 bis 1908 war er im Schiffbauressort auf der Kaiserlichen Werft in Danzig. Von diesem Jahre bis 1911 bekleidete er die Stellung eines Leiters des Marineabnahmeamtes in Düsseldorf. Im April

1911 mit dem Charakter als Marineoberbaurat verabschiedet, war er während des Krieges von 1917 bis 1919 mit der Leitung eines Betriebes auf der Kaiserlichen Werft in Kiel beauftragt. Nach dem Kriege lebte er im Ruhezustand zuerst in Würzburg und dann in Erlangen, wo er am 22. Mai d. J. nach kurzer Krankheit sanft entschlafen ist.

GUSTAV HARMS

wurde am 16. Dezember 1872 als ältester Sohn des Eisengießereibesitzers J. A. Harms in Hamburg-Steinwärder geboren. Er besuchte das Realgymnasium in Altona, das er, 18jährig, nach bestandenen Abiturienexamen verließ, um in einer Hamburger Exportfirma den Kaufmannsberuf zu erlernen. Nach Beendigung seiner Lehrzeit trat er in das väterliche Geschäft ein und übernahm im Jahre 1897 nach dem Tode seines Vaters die alleinige Leitung dieser Eisengießerei. Durch den Zusammenschluß seiner Firma mit der Firma J. H. & H. Menk, Hamburg-Steinwärder, im Jahre 1909 wurde er Mitinhaber auch dieser Firma, die neben einer Eisengießerei auch eine Metall- und Stahlgießerei und Armaturenfabrik betreibt. Er war ferner Mitbegründer und später Vorsitzender des Aufsichtsrates der im Jahre 1923 gegründeten Hochseefischerei Niederelbe Akt.-Ges.

Die Wertschätzung, der der Heimgegangene sich in weitesten Kreisen erfreute, brachte ihm daneben eine Reihe von Ehrenämtern, deren oft undankbarer Verwaltung er sich stets mit voller Hingebung widmete.

Ein im März 1926 erlittener Gehirnschlag, von dem der Verstorbene sich nicht wieder erholen sollte, trennte ihn allzufrüh von seiner vielseitigen Tätigkeit. Eine Wiederholung des Schlaganfalles in Oeynhausen führte am 28. September 1926 den Tod herbei.

PAUL HJARUP

wurde am 31. Oktober 1851 zu Berlin geboren. Nach Besuch der Friedrich-Werder-Oberrealschule und Teilnahme an dem Kriege 1870/71 im Kaiser Alexander Gardegrenadier-Regiment Nr. I, besuchte er die Gewerbeakademie zur Ausbildung für die Maschinen-Ingenieurlaufbahn. In diese Zeit fällt auch sein Eintritt in den Akademischen Verein „Hütte“ und später in den Verein Deutscher Ingenieure. Nach Beendigung seiner Studien nahm er zunächst eine Stellung bei der Firma Klein, Dahlbruch an, wo er mehrere Jahre tätig war. Im Jahre 1886 erwarb er die Maschinenfabrik A. Roller. Zu gleicher Zeit trat als kaufmännischer Leiter und Mitinhaber Herr Thieme in das Werk ein. Aus kleinen Anfängen wurde das Werk zu einer Firma entwickelt, welche heute in ihrem Spezialgebiet Weltruf besitzt. In allen Erdteilen arbeiten ihre Erzeugnisse, die Zündholzmaschinen.

Der tabellarische Vergleich des Standes der Zündholzmaschinenteknik in den Jahren 1886 und 1926, belegt durch die Kataloge der Firma A. Roller von diesen beiden Jahren, läßt die bedeutende Entwicklung erkennen, welche diese Industrie innerhalb 40 Jahren durchgemacht hat. Im Jahre 1886, in welchem

die jetzigen Mitinhaber der Firma, die Herren Paul Hjarup als Ingenieur und C. Thieme als Kaufmann, die Firma A. Roller übernahmen, gab es zur Herstellung der verkaufsfertigen Zündhölzer 12 Maschinenarten mit einer Höchstleistung von insgesamt 100 000 Zündhölzern in 1 Stunde. Im Jahre 1926 wird mit 20 Maschinenarten eine Höchstleistung von insgesamt 1 400 000 Zündhölzern in 1 Stunde erreicht. Dieses bedeutet eine fast 15fache Steigerung der Leistung, ein Vorteil, hervorgerufen durch die Mechanisierung der Arbeit.

Im Jahre 1886 wären an Bedienungspersonal für eine derartige Leistung von 1 400 000 Zündhölzern in 1 Stunde etwa 240 Arbeiter und Arbeiterinnen erforderlich gewesen, während im Jahre 1926 dieselbe Leistung durch nur 35 Arbeiter und Arbeiterinnen bewältigt wird.

Der wirtschaftliche Wert dieser Leistungssteigerungen ergibt sich dadurch, daß im Jahre 1886 1 Zündholzschachtel 12 Pfg. kostete, während man heute im Jahre 1927 eine solche Schachtel für nicht ganz 1 Pfg. herstellen kann.

Dieser gewaltige Fortschritt wurde durch rastlose Ingenieurarbeit erreicht. Zahlreiche Neukonstruktionen und stetige Verbesserungen der vorhandenen Maschinen hoben den Stand der Technik zum Wohle der Volkswirtschaft. Ein Beweis für die geleistete Konstruktionsarbeit sind die zahlreichen Patente und Gebrauchsmuster, die der Firma in diesen 40 Jahren erteilt worden sind. Diese Patente und Gebrauchsmuster erstrecken sich hauptsächlich auf Maschinen, welche in ihren Konstruktionen die Kinematik zur Grundlage haben. Man kann ohne Übertreibung behaupten, daß diese Spezialmaschinen in kinematischer Beziehung Höchstleistungen darstellen, wie sie auf kaum einem anderen Gebiete der gesamten Industrie mit Hilfe der Kinematik erzielt worden sind. Die Eigenart des Spezialmaschinenbaues erklärt es, daß diese Erfindungen der Öffentlichkeit weniger bekanntgeworden sind.

Die Aufgabe der Massenanfertigung in der Zündholzindustrie wurde frühzeitig mit Hilfe dieser Spezialmaschinen gelöst. Ferner erkannte man auch sehr bald die Vorteile der Arbeit am Förderband und machte sich die Ersparnis an Arbeitskräften zunutze zur Verbilligung der Herstellungskosten. In den letzten Jahren wurde der automatische Transport noch dadurch verbessert, indem an Stelle des Förderbandes, wo angängig, die Beförderung des Gutes durch Luftdruck ausgeführt und in zahlreichen Betrieben zur Anwendung gebracht wurde.

Die Firma A. Roller hat also durch die von ihr gepflegte Entwicklung der Zündholzmaschinen-Industrie einen großen Anteil an dem gewaltigen Fortschritt der Maschinenindustrie überhaupt, eine Leistung, an welcher die zielbewußte technische Leitung der Firma unter Paul Hjarup ihren guten Teil in Anspruch nehmen kann.

Außer der Betätigung in seiner eigenen Firma fand er noch Gelegenheit zur Betätigung in den Berufsvereinen und in der sozialen Fürsorge. Er war seit langen Jahren Vorsitzender des Dampfkesselüberwachungsvereins „Berlin“ im Vorstände und Ehrenmitglied des Akademischen Vereins „Hütte“, Vorstandsmitglied und 2. Vorsitzender der Nordöstl. Eisen- und Stahlberufsgenossenschaft,

Sektion Berlin, im Gesellschafterausschuß der Firma Rietschel & Henneberg und mehreren außerberuflichen Vereinen, Mitglied der Schiffbautechnischen Gesellschaft, des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes und der Gesellschaft der Freunde der Technischen Hochschule, Charlottenburg. Er übte mehr als 20 Jahre lang die Tätigkeit eines Handelsrichters aus, und starb am 28. April.

AUGUST KEUFFEL

Am 6. Dezember 1926 verschied Herr Direktor August Keuffel, Vorstandsmitglied der Aktien-Gesellschaft „Weser“ in Bremen, im fast vollendeten 63. Lebensjahre. Der sonst so jugendlich rüstige und kerngesunde Mann litt seit dem Sommer dieses Jahres häufiger an Kopfschmerzen, denen weder von ihm noch von seiner Umgebung eine ernstere Bedeutung beigemessen wurde. In den letzten vier Wochen vor seinem Tode verstärkten sich die Schmerzen in qualvoller Weise und führten schließlich zum unerwarteten Ende, das vermutlich auf eine Erkrankung des Gehirns zurückzuführen ist.

Geboren am 17. Februar 1864 in Braunschweig, besuchte Keuffel in seiner Vaterstadt die Bürgerschule und das Gymnasium bis zum Jahre 1882. Von seinem Vater, dem Direktor der Maschinenbauanstalt Braunschweig erbte er die Vorliebe zur Technik und fand bei ihm verständnisvolle Förderung seiner beruflichen Neigungen. Nach Besuch der Technischen Hochschule in Braunschweig kam Keuffel als Maschinenbauingenieur in die Praxis, nachdem er vorher bei dem Feldartillerie-Regiment Nr. 10 in Hannover seiner militärischen Dienstpflicht genügt hatte.

Seine berufliche Laufbahn begann bei derselben Firma, die heute den Tod ihres Vorstandsmitgliedes beklagt, der A.-G. „Weser“ in Bremen. Nach vorübergehendem Aufenthalt bei einer Stuttgarter Maschinenfabrik ging Keuffel dann im Jahre 1895 als Konstrukteur zu den Stettiner Vulcanwerken, wo er die ersten Vierfachexpansionsmaschinen für die Reichspostdampfer der Klasse „Friedrich der Große“ entwarf, wurde 1897 bei dieser Firma zum Chef des Konstruktionsbüros für Handelsschiffmaschinen ernannt und folgte im Jahre 1899 einem Ruf der A.-G. „Weser“ nach Bremen, um hier die Leitung eines Konstruktionsbüros für den Bau von Hilfsmaschinen für Kriegsschiffe und bald darauf auch die Konstruktion der Hauptmaschinen für Handelsschiffe zu übernehmen.

Kurz nach diesem Ereignis trat ein Umstand ein, der für die berufliche Entwicklung Keuffels von größter Tragweite werden sollte. Zu Beginn des Jahrhunderts wurde die Verlegung der Werft aus der inneren Stadt nach dem Vorort Gröpelingen beschlossen, wo sie auf wesentlich breiterer Grundlage neu erstehen sollte. Die Werftleitung hatte die ausgezeichneten Fähigkeiten Keuffels erkannt und übertrug ihm nach erfolgter Übersiedlung des alten Betriebes nach Gröpelingen im Jahre 1905 die Oberleitung über sämtliche Maschinenbaukonstruktionsbüros. Am 1. Oktober 1906 zum Prokuristen ernannt, übernahm Keuffel nun auch die Vertretung seines Ressorts nach außen im Verkehr mit Behörden, Reedern und Lieferanten.

Im Jahre 1909 wurde Keuffel von einer bedeutenden Werft eine Stellung als Vorstandsmitglied und Maschinenbaudirektor angetragen. Er blieb seiner alten Firma treu, die ihn dafür am 1. Januar 1910 zum stellvertretenden Vorstandsmitglied ernannte. Als sich dann sein Vorgänger im Amte ins Privatleben zurückzog, wurde Keuffel am 1. Juli 1912 zum Mitglied des Vorstandes der A.-G. „Weser“ und zum Maschinenbaudirektor ernannt.

Die ersten Bestrebungen der Werft, sich neben dem von ihm hochentwickelten Bau von Kolbendampfmaschinen auch der Herstellung von Dampfturbinen und später von Dieselmotoren zu widmen, gingen auf seine Anregungen zurück. In unermüdlicher, rastloser Mitarbeit in allen Fragen des Maschinenbaus, begründete Keuffel in hervorragender Weise den guten Ruf der Erzeugnisse der A.-G. „Weser“. Daneben blieb er um den Ausbau der Werftanlagen mit ihren zahlreichen Werkstätten eifrig bemüht.

Die große Wertschätzung, deren sich Keuffel bei seinen Berufsgenossen und darüber hinaus im Kreise der bremischen Industrie erfreute, kam darin zum Ausdruck, daß er zum Mitglied mehrerer wirtschaftlicher und sozialpolitischer Verbände ernannt wurde, wo er zum Wohle der von ihm vertretenen Kreise in selbstloser Hingabe an seine Aufgabe während vieler Jahre vorbildlich tätig war.

Von gradem, aufrechten Wesen, klar im Denken und im Handeln, ohne Abschweifungen auf das als richtig erkannte Ziel zustrebend, ein Ingenieur mit ausgesprochener Begabung für seinen Beruf und mit vielseitigen, reichen Erfahrungen auf seinem Fachgebiet, ein Mann von äußerstem Pflichtbewußtsein und unermüdlichem Fleiß ist mit August Keuffel dahingegangen. Eine Persönlichkeit, ein ganzer Mann, wie er gewesen ist, bleibt unvergessen!

ERNST KIRCHNER

ist am 23. Februar 1850 in Kotteritz bei Altenburg in Thüringen geboren. Als Gründer und Seniorchef der weltbekannten Maschinenbauanstalt Kirchner & Co., A.-G. in Leipzig-Sellerhausen, Spezialfabrik für Sägewerks- und Holzbearbeitungsmaschinen, starb er am 1. Dezember 1926 im Alter von 77 Jahren an einem Magenleiden. Mit ihm ist eine der führenden Persönlichkeiten, einer der Bahnbrecher und Pioniere der sächsischen Maschinenindustrie dahingegangen. Man darf den Verstorbenen wohl als den Altmeister auf seinem Spezialgebiet, dem Bau von Sägewerks- und Holzbearbeitungsmaschinen bezeichnen. Sein Werk schuf er in jungen Jahren, kaum daß er die Technische Mittelschule in Chemnitz verlassen hatte, aus kleinsten Anfängen heraus. Er hatte sich die stete Entwicklung der Holzbearbeitungsmaschine zur Lebensaufgabe gemacht und seinem Lebenswerk in nie rastendem Fleiß, in unermüdlicher Schaffenskraft und zäher Energie über Leipzig und Deutschlands Grenzen hinaus Weltgeltung verschafft. Das in Leipzig befindliche Riesenwerk gibt Zeugnis von der intensiven Tatkraft und dem Erfolg seines Gründers.

RICHARD KROEBEL

wurde am 17. Februar 1865 in Wittenberg a. d. Elbe als Sohn des Oberpostkassenbuchhalters Kroebel geboren. Er besuchte das Gymnasium in Köslin in

Pommern, das ihm später bei den alljährlichen Sommeraufenthalten im Ostseebad Nest zur zweiten Heimat wurde.

Nach einjähriger praktischer Arbeit beim Vulkan in Stettin diente er beim Eisenbahnregiment in Berlin. 1889 begann er das Studium des Maschinenbaus auf der Hochschule Charlottenburg und wurde eifriges Mitglied der Hütte.

Nach mehrjähriger Konstrukteurtätigkeit eröffnete er in Hamburg im Jahre 1898 ein Vertretungsbüro, das er nach und nach ausbaute und bis zu seinem Lebensende inne hatte. Seit 1893 war er Mitglied des Hamburger Bezirksvereins deutscher Ingenieure. Im Weltkriege für den Frontdienst zu alt, organisierte und leitete er die Maschinenausgleichsstelle des „Wumba“ in Hamburg, wofür ihm das Verdienstkreuz für Kriegshilfe verliehen wurde.

Groß ist die Lücke, die der Tod durch das Hinscheiden Richard Kroebels in die Reihen der Hamburger Ingenieure gerissen hat. Durch sein freundliches, stets hilfsbereites Wesen hat er sich viele Freunde erworben; das schönste aber, worauf er mit Genugtuung blicken konnte, war, er hatte keinen Feind. Wir werden ihm ein ehrenvolles Gedenken bewahren.

ERNST KÜHNE

ist am 29. Januar 1873 zu Wilischau (Sachsen) als Sohn des Spinnereibesitzers Leberecht Kühne geboren. Er besuchte die Kgl. Höhere Gewerbeschule in Chemnitz und ließ sich dann in die Abteilung Schiffs- und Schiffsmaschinenbau der Techn. Hochschule zu Berlin als Studierender einschreiben. Hier hat er sich innerhalb von 6 Semestern umfangreiche Kenntnisse in den mathematischen Hilfswissenschaften und insbesondere auf theoretisch-technischem Gebiete angeeignet.

Zur praktischen Ausbildung arbeitete er 12 Monate lang in einer kleinen Schlosserei, ferner in den Hochschulferien auf den Werften von Blohm & Voß, Hamburg, und J. L. Meyer, Papenburg. Außerdem unternahm er als Maschinenassistent Reisen nach Amerika und Indien.

Seit November 1895 war er in der Praxis tätig und zwar an folgenden Werken: 1895—1898 Schiff- und Maschinenbau-A.-G. Germania in Tegel; 1898 Howaldtwerke, Kiel; 1899 Schichau, Elbing; 1900—1901 J. L. Meyer, Papenburg; 1902—1906 Kaiserliche Werft, Danzig; 1906—1926 Atlas-Werke, Bremen.

Absichtlich war der Verstorbene darauf bedacht, durch häufigen Wechsel sich eine vielseitige Ausbildung zu verschaffen. Alle Wechsel vollzogen sich deshalb auch auf seinen eigenen Wunsch.

Bei letztgenannter Firma nahm er die Stelle eines Oberingenieurs der Abteilung Pumpenbau ein. Sein Arbeitsgebiet umfaßte neben Kreiselpumpen und Kolbenpumpen (insbesondere Luftpumpen für Kondensation) auch Kondensatoren, Vorwärmer, Verdampfer, kurz sämtliche Schiffshilfsmaschinen und Apparate zur Abwärmeverwertung von Schiffs- und Landanlagen. Wenn die Firma, in deren Diensten er sich dieser vielseitigen Tätigkeit widmete und für die er sich innerhalb der letzten 20 Jahre abgemüht und wahrhaft aufgeopfert hat, im Laufe der Zeit auf dem Gebiete der Schiffshilfsmaschinen und Abwärmearbeiten mit an führen-

der Stelle Deutschlands ihren Platz eingenommen hat, so wird man gerechterweise dem Verstorbenen einen erheblichen Anteil an diesem Verdienste zusprechen müssen.

Große Schaffenskraft, außerordentliche konstruktive und theoretische Fähigkeiten, dazu Gerechtigkeitssinn und Bescheidenheit, dies sind die Eigenschaften, die dem Verstorbenen ein dauerndes, ehrenvolles Andenken unter seinen Fachgenossen sichern werden.

Eine plötzliche Herzschwäche, verursacht durch einen in den letzten Jahren erhaltenen Herzfehler, wahrscheinlich infolge Überanstrengung, warf den sonst so Rüstigen aufs Krankenlager. 9 Wochen darauf, am 17. Juni 1926, machte ein Lungenschlag seinem Leben ein Ende.

LUDWIG MICHAELIS

wurde am 4. Juli 1869 in Posen geboren, wo sein Vater als Fabrikbesitzer lebte. Er besuchte das Friedrich-Wilhelm-Gymnasium in Berlin und studierte in Berlin und München.

Michaelis, der nur ein Alter von kaum 57 Jahren erreichte, hat auf dem Gebiete der industriellen Sauerstoffherstellung, vorausschauend, welche ungeheure Bedeutung dieser im Wirtschaftsleben zukommt, bahnbrechend gearbeitet. — Schon im Jahre 1900 begann er, als Leiter der chemischen Fabrik Fr. Elkan in Berlin, mit der Fabrikation des Sauerstoffes. Der Bedarf an Sauerstoff war damals äußerst gering nur, deshalb schaffte Dr. Michaelis durch die Einführung des autogenen Schweißverfahrens in Deutschland ein Absatzgebiet, welches der Sauerstoffindustrie eine bis dahin nicht geahnte Entwicklungsmöglichkeit bot. Durch seine spätere Verbindung mit der Linde-Gesellschaft und als Leiter der Internationalen Sauerstoff-Gesellschaft hatte er auch im Auslande durch Bauen einer großen Anzahl Sauerstoffwerke erfolgreich gewirkt und der Deutschen Technik bahnbrechende Dienste erwiesen.

In unermüdlicher Arbeitsfreudigkeit widmete er sich später vollständig dem Ausbauen des autogenen Schweißverfahrens und der Fabrikation der bis dahin in Deutschland nicht hergestellten Schweißwerkzeuge. Seine Schöpfungen auf diesem Gebiete waren Pionierarbeiten zum Nutzen der ganzen deutschen Industrie.

Im Weltkriege stellte sich die von ihm gegründete Autogenwerke G. m. b. H., Berlin, auf die Herstellung von Kriegsmaterial um. Schon nach kurzer Zeit wuchs das Werk unter der Leitung des Dr. Michaelis bis zu einer Arbeiterzahl von zweitausend. Nebenher ging gleichzeitig die Gründung der bekannten Autogen Gasaccumulator Aktiengesellschaft (AGA.), welche sich besonders durch die Einführung des gelösten Azetylens für das autogene Schweiß- und Schneidverfahren verdient gemacht hat.

Seine Gründung war auch die AGA-Automobilfabrik, welche in kürzester Zeit ein Faktor der Deutschen Automobil-Industrie wurde. — Während die Folgen der Inflation der Automobilfabrik schweren Schaden zufügte, ist sein Lebenswerk, die autogene Schweißung und die Einführung des gelösten Azetylens in weiterem stetem Aufblühen.

Die Hintansetzung der eigenen Person, der unermüdliche Fleiß und die rastlose Tätigkeit haben leider zu früh, am 26. August 1926, diesen seltenen Mann durch einen Schlaganfall aus dem Leben gerissen. Alle, die sein großzügiges Wirken und seine Person kennengelernt haben, werden mit Wehmut daran denken, daß Dr. Ludwig Michaelis nicht mehr unter den Lebenden weilt und werden stets sein Andenken in hohen Ehren halten.

JOACHIM MÖLLER

wurde am 31. Oktober 1856 als Sohn des Schiffbaumeisters J. Möller zu Rostock geboren. Er besuchte die große Stadtschule, jetziges Realgymnasium seiner Vaterstadt. Auf der Werft seines Vaters erlernte er von 1873 bis 1876 den Holzschiffbau, während er den theoretischen Unterricht im Schiffbau in einem Privatkursus des Schiffbaumeisters Peter Heitmann im Jahre 1878 empfing. Darauf fuhr Möller in seinem Berufe, um auch die Seefahrt kennenzulernen, 2 Jahre auf einem Segelschiff an der Küste Chinas. Nachdem der Holzschiffbau immer mehr zum Erliegen kam, entschloß sich Möller, den Eisenschiffbau zu erlernen, und begab sich nach Port Glasgow, wo er auf der Werft von Russel & Co. vom Jahre 1880 bis 1885 verblieb. Hier hatte er auch Gelegenheit, in den Wintermonaten 1883, 1884, 1885 Vorträge von Dr. Francis Elgar an der Universität Glasgow zu hören. Nachdem Möller in das Konstruktionsbureau der Firma Russel & Co. aufgenommen war, blieb er bis zum Jahre 1885 daselbst als Chef des Schiffbaubureaus und übernahm dann, durch die Krankheit seines Vaters gezwungen, die seit dem Jahre 1850 bestehende Holzschiffswerft. Im Jahre 1896 trat er in die Verwaltung des Bureau Veritas als Expert ein, weil der Holzschiffbau immer mehr zurückging; auch wurde er beeidigter Sachverständiger des Vereins Hamburger Assekuradeure. Hier entwickelte er in den letzten 25 Jahren seine Haupttätigkeit und erwarb sich in Schiffahrtskreisen großes Vertrauen. Im Nebenamt versah er das Amt eines Schiffsvermessers. — Nicht unerwähnt darf bleiben, daß Möller sich als eifriger Segler namentlich in früheren Jahren betätigte, indem er auf seiner Werft verschiedene Segelboote für sich selbst baute. Er war 40 Jahre Mitglied des Großherzogl. Mecklbg. Yacht-Clubs. Möller, der bis kurz vor seinem Tode mit völliger geistiger und körperlicher Frische seinem Berufe oblag, starb am 12. November 1927 an einem unheilbaren Krebsleiden.

A. C. TH. MÜLLER.

Nach kurzer Krankheit starb am 5. November d. J. der Oberingenieur und Prokurist der Firma F. Schichau, Elbing, Dr.-Ing. A. C. Th. Müller, 2 Monate vor Vollendung seines 76. Lebensjahres. Mit ihm ist einer jener Ingenieure dahingegangen, die an der Entwicklung des deutschen Schiffsmaschinenbaues tätigsten Anteil genommen haben. Über ein halbes Jahrhundert hat der Verstorbene im Dienste Schichaus gestanden, und mit den Schichauschen Maschinenkonstruktionen ist sein Name unlösbar verknüpft.

Er entstammte einer Schweizer Familie, war am 2. Januar 1852 in Bregenz (Vorarlberg) als Sohn des dortigen k. k. Kreiswundarztes geboren und hatte nach

dem Besuch der Lateinschule in Lindau i. B. maschinentechnische Studien an der Kantonschule St. Gallen und am Eidgenössischen Polytechnikum Zürich betrieben.

Als junger Ingenieur war er bei Gebrüder Sulzer, Winterthur, und bei der Schweizerischen Industriegesellschaft, Neuhausen, tätig, und besonders die Arbeit der erstgenannten Firma, deren Maschinenbau zu jener Zeit auf dem Kontinent unerreicht dastand, hat in ihm jenes konstruktive Geschick geweckt, das ihm in besonders hohem Maße eigen war.

Am 1. Oktober 1875 trat er bei Schichau, Elbing, in den Schiffsmaschinenbau ein, den damals der junge Ziese, der Begründer von Schichaus Weltruf, leitete. Gar bald erkannte der Vorgesetzte die besonderen Fähigkeiten des jungen Ingenieurs, und so kam es, daß diesem die Leitung des Schiffsmaschinenbureaus übertragen wurde, als Ziese inzwischen Schichaus Schwiegersohn und dadurch immer mehr Leiter des gesamten Werkes geworden war.

Damit wurde Müller der Hauptverantwortliche für die Konstruktion aller Maschinenanlagen der von Schichau in Elbing und Danzig gebauten Schiffe. Für Hunderte von Torpedobooten, für Linienschiffe, Schnell- und Frachtdampfer hat er die Maschinen- und Kesselanlagen entworfen, und unter seiner Leitung sind die Einzelheiten dieser Tausende von Maschinen durchgearbeitet worden. Unermüdlich hat er sich durch Jahrzehnte persönlich um die Detailkonstruktion gekümmert, und mancher von den vielen Ingenieuren, die durch die „Elbinger Schule“ gegangen, wird sich beim Lesen dieser Zeilen erinnern, wie Müller täglich und pünktlich zweimal, von Zeichentisch zu Zeichentisch gehend, die Einzelheiten prüfte und, mit scharfem Blick ihre Mängel sofort erkennend, mit leichter Hand eine Fülle von Konstruktionsvarianten zu Papier gab; dabei kam ihm sein hochentwickeltes Gefühl für Dimensionen und sein vorzügliches Gedächtnis für Formen und Zahlen zustatten. Nur durch solche systematische Kleinarbeit konnten die Torpedobootsmaschinen Schichaus jene Höhe der Vollendung in allen Einzelheiten, jene nur aus dem Zweck geborene Formenschönheit erreichen, die sie vor allen anderen auszeichnete. In Anerkennung dieser Verdienste verlieh ihm die Technische Hochschule Berlin anlässlich seines 70. Geburtstages die Ehrendoktorwürde.

Nach 50jähriger Tätigkeit zog sich Müller, der vier Chefs treu und erfolgreich gedient hatte, von der Arbeit zurück. Nicht lange war ihm die Muße auf Erden gegönnt; im Frühjahr ging ihm seine Lebensgefährtin voran, jetzt ist er ihr gefolgt.

Er lebt in der Erinnerung seiner Kollegen und der vielen, die unter ihm gearbeitet, als ein Mann von schlichtestem Charakter und wenig Worten, aber auch als eine Persönlichkeit von hohem Können und eisernem Fleiß in bestem Angedenken fort.

MAX ORTLEPP

ist am 7. März 1868 in Mühlberg a. d. Elbe geboren. Er stammt aus einer alten Theologenfamilie, doch ging sein Vater später zum Lehrfach über und wurde schließlich Seminardirektor. Er besuchte und absolvierte das humanistische

Gymnasium in Putbus auf Rügen und studierte an der Technischen Hochschule in Charlottenburg.

Nach etwa zweijähriger Anstellung auf einer kleinen Schiffswerft in Memel trat er am 1. November 1892 als Schiffbauingenieur bei F. Schichau in Elbing ein und war hier ununterbrochen bis zu seinem Tode tätig. Er wurde im Laufe der Jahre Chef des Schiffbaubüros und erhielt auch Kollektivprokura. Im öffentlichen Leben hat der Verstorbene sich nie betätigt, das lag nicht in der Natur seines zurückhaltenden und bescheidenen Charakters.

Ein bösertiges inneres Leiden ergriff im Spätsommer des Jahres 1925 den sonst immer gesunden kräftigen Mann. Die Krankheit, die ihm sehr bald große Beschwerden bereitete, und deren ungeachtet er noch bis Ende des Jahres seinen Dienst tat, raffte ihn nach fast vierteljährigem schwerem Krankenlager am 22. März 1926 dahin. Seine ganze Lebenskraft hatte er der Firma F. Schichau gewidmet und ihr galt auch sein volles Interesse.

LOUIS RÖCHLING

ist am 6. September 1926 in Völklingen verschieden.

Die Handelskammer in Saarbrücken und der Verein zur Wahrung der gesamten wirtschaftlichen Interessen im Saargebiet hat der Verlust dieses Mannes schwer und unerwartet getroffen. Mit ihm scheidet ein hervorragendes Mitglied der Familie Röchling, das seine geniale kaufmännische Begabung bis zu seinem letzten Lebenstage in den Dienst der Weiterentwicklung der Röchlingschen Werke stellte, aus einem überaus arbeitsreichen und erfolgreichen Leben. Mit der Familie und dem Werk verliert die gesamte Saarwirtschaft einen ihrer bedeutenden Führer, der in seiner langjährigen Tätigkeit als Vorsitzender der südwestlichen Gruppe des Vereins deutscher Eisen- und Stahlindustrieller und des Vereins zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen im Saargebiet und als Mitglied der Handelskammer seine umfassenden Geistesgaben und seinen unerschöpflichen Schatz an Erfahrungen, die er bis zuletzt stets hingebungsvoll und freudig in den Dienst der Allgemeinheit gestellt hat. Sein wohl abgewogener Rat war stets richtung- und zielweisend für die schwierigen Aufgaben, die während seiner öffentlichen Tätigkeit, besonders in der Kriegs- und Nachkriegszeit, an die Organisationen des saarländischen Wirtschaftslebens herantraten.

Auch über die engern Grenzen seiner Saarheimat hinaus hat Louis Röchling durch seine bedeutungsvolle Tätigkeit als Vorsitzender des alten Stahlwerksverbandes Unvergängliches für die gesamte deutsche Eisen- und Stahlindustrie und damit für die deutsche Volkswirtschaft geleistet. Seine aufrichtige, lautere Persönlichkeit, seine wahre Herzengüte und sein stets wohlwollendes und hilfsbereites Wesen haben ihm die Herzen aller gewonnen, die ihm nähertreten durften.

Unvergänglich hat er selbst seinen Namen in die Geschichte der saarländischen Wirtschaft und der gesamten deutschen Volkswirtschaft eingetragen. In unseren dankbaren Herzen wird die Erinnerung an ihn nie erlöschen.

KARL SCHAEFER

wurde am 28. Dezember 1866 als jüngster Sohn des Landwirts Otto Schaefer zu Arneburg bei Stendal geboren. Nach längerer praktischer Tätigkeit in verschiedenen Maschinenbaufabriken besuchte er mit gutem Erfolge das Technikum Mittweida. Er war dann als junger Ingenieur bei verschiedenen Schiffswerften tätig, und zwar von 1890—1891 bei der Firma F. Schichau, Elbing, im technischen Büro der Schiffswerft, darauf bei H. Koch, Lübeck. Nachdem er dann noch eine kurze Zeit als technischer Hilfsarbeiter bei der Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven gearbeitet hatte, trat er am 3. Okt. 1892 in das Schiffsbaubüro der Firma F. Schichau, Schiffswerft zu Danzig, als Ingenieur ein. Am 1. Mai 1908 ging er vom Büro in den Betrieb über, und es wurde ihm besonders die Ausführung der Arbeiten auf dem Schnürboden übertragen. Bis zum 26. April 1927, wo ein plötzlicher Tod mitten in seiner Arbeit seinem Wirken ein Ende setzte, hat er auf dem Schnürboden alle Schiffe, die in diesen Jahren die Schichauwerft verließen, seien es Handelsschiffe oder Kriegsschiffe, abgeschnürt.

Große Gewissenhaftigkeit, verbunden mit guten praktischen Erfahrungen, machten ihn zu einem wertvollen Mitarbeiter der Firma Schichau. Seine persönlichen Eigenschaften erwarben ihm die Achtung seiner Vorgesetzten und Kollegen, und wird er in ihrem Andenken weiterleben als ein fleißiger und stiller Mann, dem die Arbeit Lebensbedürfnis war.

SIMON SIEMENS

wurde am 13. Juli 1858 in Emden geboren, wo sein Vater als Schiffskapitän seinen Wohnsitz hatte. Bis zum 14. Lebensjahre besuchte er die Bürgerschule zu Emden, kam dann bei einem Schlossermeister in Emden in die Lehre und arbeitete nach vierjähriger Lehrzeit noch 6 Jahre in Wilhelmshaven bei der Kaiserlichen Werft, in Emden, Bremerhaven und Brake als Geselle. In den Jahren 1882 und 1883 besuchte er das Technikum in Brake und wurde im Jahre 1887 nach Bremen als Kesselrevisor gerufen. Im Jahre 1893 wurde Siemens bei der D. G. Gesellschaft Neptun als Inspektor angestellt, welche Stellung er bis zu seinem Tode im Dezember 1926 inne hatte. Ein Schlaganfall bereitete seinem tätigen Leben ein jähes Ende.

HERMANN JOSEF STAHL.

Am 16. April 1927 verstarb im 88. Lebensjahre, in bester geistiger und körperlicher Frische, in seiner Vaterstadt Düsseldorf, der Königlich Preußische Kommerzienrat Dr.-Ing. h. c. Hermann Josef Stahl. Es war ihm am 27. Dezember 1926 noch vergönnt gewesen, seine fünfzigjährige Zugehörigkeit (29 Jahre als Vorstands- und 21 Jahre als Aufsichtsratsmitglied) zum Stettiner Vulcan (Vulcan-Werke Hamburg und Stettin Actiengesellschaft) zu erleben. Mit ihm ist nicht nur ein Veteran des deutschen Schiffbaues heimgegangen, sondern auch einer der bedeutsamsten industriellen Führer des deutschen Wirtschaftslebens vor dem Kriege.

Der Verstorbene entstammte einer alten Patrizierfamilie Düsseldorfs. Er wurde am 23. Oktober 1839 geboren als Sohn des Buchdruckereibesetzers Lorenz

Stahl, Inhabers der bereits von dessen Urgroßvater Tilmann Liborius Stahl unter Kurfürst Johann Wilhelm im Jahre 1714 zu Düsseldorf begründeten früher kurfürstlichen Hofbuchdruckerei.

Nach Besuch der Elementarschule von Grumbach und des Königlichen Gymnasiums zu Düsseldorf, wurde ihm nach zweijährigem Besuch der Königlichen Provinzial-Gewerbeschule zu Krefeld am 10. August 1858 das Zeugnis der Reife „mit Auszeichnung bestanden“ zuerkannt. Nachdem er dann ein Jahr lang in der Eisengießerei und Mechanischen Werkstätte der Firma Schimmelbusch und Co. zu Düsseldorf praktisch gearbeitet hatte, bezog er im Herbst 1859 die Technische Hochschule zu Karlsruhe. Bis in sein hohes Alter hinein hat Stahl sich an diese sorglose Studentenzeit in Karlsruhe frohe Erinnerungen und große Anhänglichkeit bewahrt. Die Landsmannschaft „Alemannia“, bei welcher er eingesprungen war, hat er als Korps „Alemannia“ mit gegründet. Der Aufrechterhaltung dieser Beziehung, und durch sie zur studierenden Jugend, hat er stets tätiges Interesse bezeigt. Als Mitbegründer des Weinheimer Seniorenkonvents wurde ihm bei dessen fünfzigjährigem Bestehen am 4. Mai 1913 die silberne Denkmünze überreicht.

Im Herbst 1862 wandte sich Stahl nach England, um in diesem damals bedeutendsten Industrielande der Welt Erfahrungen zu sammeln und sein praktisches Wissen zu bereichern. Er war dort vornehmlich im Brücken- und Eisenhochbau bei Charles de Bergue, später bei Henry Grissell, und zuletzt bei Eugenius Birch in London tätig. Auf einer gemeinsam mit seinem Chef Henry Grissell in den Monaten Oktober und November 1864 unternommenen Geschäftsreise hatte er Gelegenheit, Wien und ganz Italien bis nach Sizilien, sowie auf der Rückreise auch Frankreich kennenzulernen.

Anfang April 1866 übernahm Stahl bei der Firma Jacobi Haniel & Huysen auf Gutehoffnungshütte zu Sterkrade die Stelle eines leitenden Ingenieurs der Brückenbauabteilung; als solcher brachte er u. a. die große Brücke über den Lek bei Kuilenburg (heute Culenborg genannt) in Holland — eine Brücke, die lange Zeit die größte mit Balkenträgern erreichte Spannweite (150 m) repräsentierte —, sowie die Eisenbahnbrücke über die Oder bei Stettin zur Ausführung, beides Aufgaben, die Stahl für seinen weiteren Entwicklungsgang bedeutungsvoll wurden, insofern, als die glänzende technische wie finanzielle Durchführung derselben im hohen Maße die Aufmerksamkeit seines Seniorchefs Haniel auf ihn lenkte.

Im Januar 1871 tauschte Stahl seine Stellung als kaufmännischer Direktor der Lauensteinschen Wagenfabrik in Hamburg-Rothenburgsort mit der eines leitenden Direktors bei der Aktienkommanditgesellschaft Carl Ruetz & Co. zur Rothen Erde bei Dortmund. — Auf Anerbieten der Herren Haniel — seiner früheren Chefs in Sterkrade — übernahm Stahl im Herbst 1872 die Stelle eines ersten Direktors bei der neu zu errichtenden Aktiengesellschaft für Lokomotivbau „Hohenzollern“ in Düsseldorf. Die kaufmännische Leitung dieser Gesellschaft vertauschte er Ende 1876 mit der des Stettiner Vulcan, eines Unternehmens, das unter Stahls bestimmendem Einfluß aus sehr schwierigen finanziellen Verhältnissen zu einer glänzenden Entwicklung emporgeführt wurde.

Von der Einschätzung dieser Persönlichkeit bietet die Tatsache einen Anhalt, daß im Frühjahr 1884 die Hamburg-Amerikanische Packetfahrt-A.-G. in Hamburg durch ihre Aufsichtsratsvorsitzenden die Herren J. Ruperti und Albrecht O'Swald, wegen Übertritts an die Spitze dieser Gesellschaft verhandeln ließ und man ihm drahtete „Wenn Gehaltssumme auf 45 000 Mark festgesetzt würde, wäre dann Arrangement möglich oder stellen Sie Forderung“. Trotz dieses, für damalige Verhältnisse ungewöhnlich glänzenden Engagementsvorschlages lehnte aber der Vulcan-Aufsichtsrat es ab, Herrn Stahl von seinem noch laufenden Verträge beim Vulcan zu entbinden, so daß Stahl am 12. März 1884 nach Hamburg abschreiben mußte:

„. . . dieser Übertritt hätte aber von mir in gewisser Weise erzwungen werden müssen. Gegen solche gewaltsame Trennung von Verhältnissen sträubt sich jedoch mein Charakter, weil ich davon durchdrungen bin, daß keine guten Früchte daraus erwachsen.“

Ein Ausscheiden von Stettin wäre unter Zahlung kontraktlicher Konventionalstrafe für Stahl möglich gewesen.

Aus gleichem Grunde mußte ein erneuter Versuch, Stahl für das hamburgische Wirtschaftsleben zurückzugewinnen, den Adolf Woermann im Jahre 1885 unternahm, erfolglos bleiben.

Als Stahl am 1. Januar 1906 sich ins Privatleben nach seiner Heimatstadt Düsseldorf zurückzog, glaubte er, „seinen“ Vulcan für alle Zukunft gesichert zu haben, nachdem er demselben noch eine Entwicklungsbasis im Herzen des Hamburger Hafens zuvor hatte sichern können. Um so schmerzlicher ist es für diesen großen Industriellen gewesen, den Ausgang des Weltkrieges und dessen Auswirkungen noch erleben zu müssen. Als den Achtzigjährigen die Nachricht traf, daß das Versailler Diktat dem deutschen Privatschiffbau den Kriegsschiffbau untersagte und die Auslieferung der deutschen Handelsflotte mit all den großen hochwertigen Passagierdampfern, deren Bau einst den Ruhm des Vulcan mitbegründet hatte, forderte, war ihm bewußt, daß damit seiner Gesellschaft 80% des Vorkriegsarbeitsgebietes zerschlagen worden war, daß aber der deutschen Schiffbauindustrie eine folgenschwere Einschnürung des bisherigen Arbeitsquantums in absehbarer Zeit bevorstehen würde. So wurde Dr. Stahl noch im hohen Alter über Nacht ein überzeugter Anhänger des Konzentrations- und Vertrustungsgedankens; wenn es ihm hierbei auch hart ankam, notfalls die Selbständigkeit seines Unternehmens in einer neuen Kombination aufgehen zu sehen, so ist er, der stets gewohnt war, das Persönliche hinter das sachlich Notwendige zurücktreten zu lassen, doch alsbald für solche Entwicklung eingetreten.

Stahl ist ungebeugt an Geist und Körper gestorben, nur bedauernd, daß ihm nicht beschieden sein konnte, die Industrie, der vornehmlich seine Lebensarbeit gegolten hat, zum alten Glanze erstarken zu sehen, vor allem aber den Wiederaufstieg seines geliebten deutschen Vaterlandes nicht mehr miterleben zu können.

OSCAR STERNBERG.

Am 22. Dezember v. J. ist Generaldirektor Kommerzienrat Oscar Sternberg, Königl. Schwedischer Konsul, nach längerem Leiden im Alter von 71 Jahren ver-

schieden. Er war der Sohn des Gründers und langjährigen Generaldirektors der Versicherungsgesellschaft „Rhenania“ in Köln und wurde im Jahre 1886 nach Mannheim berufen, um im Vereine mit dortigen Finanzleuten und Industriellen die Oberrheinische Versicherungsgesellschaft zu gründen, deren Leiter er bis zu seinem Tode war.

Das Ansehen und die Größe dieses Unternehmens, die in dem monumentalen Geschäftsgebäude desselben in die Erscheinung tritt, ist in erster Linie seiner Tatkraft und fachmännischen Tüchtigkeit zu verdanken. Mit ihm ist einer der bekanntesten und geachtetsten Versicherungsfachleute aus dem Leben geschieden. Er war viele Jahre Vorsitzender von Versicherungs-Fachverbänden oder Mitglied des Vorstandes solcher bzw. von Kommissionen in denselben. Durch sein lebenswürdiges Wesen und seine stets auf den Ausgleich widerstreitender Interessen gerichtete Gesinnung hat er sich in den Kreisen, denen er angehörte, viele Freunde erworben. Wenn er auch nur selten in der Öffentlichkeit hervortrat, so hat er doch viel zur Förderung der wirtschaftlichen Verhältnisse Mannheims beigetragen. Er war Mitglied der Handelskammer, eine Reihe von Jahren Handelsrichter und auch Mitglied der Steuerprüfungskommission.

JOHANNES TEUCHER

wurde am 18. Dezember 1863 als Sohn des Rechtsanwalts und Stadtrats Oskar Teucher in Dresden geboren, absolvierte daselbst das Gymnasium der Kreuzschule und legte nach Studium des Schiffbaufaches an den Technischen Hochschulen Dresden und Charlottenburg das Diplomexamen ab. Vor und während seiner Studienzeit arbeitete er praktisch bei der „Sächs. Dampfschiff- und Maschinenbauanstalt“, bei dem Walzwerk Lauchhammer, Gröba und dem Stettiner Vulkan. Nach Abschluß des Studiums war er zunächst 2 Jahre als Konstrukteur bei der Firma Berninghaus in Duisburg tätig, ging dann nach den Vereinigten Staaten und war in der folgenden Zeit bei den Firmen Wm. Gramp, Philadelphia und der Weisel & Vilter Mfg. Co., Milwaukee als Ingenieur beschäftigt. Im Jahre 1893 wurde er mit der Organisation der Deutschen Ingenieur-Ausstellung auf der Weltausstellung in Chicago betraut. Nach seiner Rückkehr von Amerika war er als Ingenieur und Vertrauensmann eines Konsortiums der Deutschen Bank bei der Rekonstruktion der „Oderwerke“, Stettin, bestellt worden, später war er daselbst zwei Jahre als Oberingenieur tätig. Er war weiterhin 1896/1903 Oberingenieur der A.-G. Weser, Bremen, 1903/1910 Oberingenieur der Friedr. Krupp A.-G. Germaniawerft, 1910/1918 Oberingenieur der Burmeister & Wain A.-G., Kopenhagen.

Im Jahre 1918 wurde er als Mitglied in den Reichsausschuß zum Wiederaufbau der Handelsflotte nach Berlin berufen und übernahm dann die Vertretung der Firma Friedr. Krupp A.-G., Werk Essen und Annen, für Nordwestdeutschland. Am 11. Juni 1927 verschied er in Bad Tegernsee in Oberbayern, wo er zur Erholung weilte, an den Folgen eines schweren Schlaganfalls.

HANS VOGES.

Am 8. März 1927 verstarb der Obergeringenieur Hans Voges im 44. Lebensjahre nach kurzer schwerer Krankheit. Aus dem Kriege zurückgekehrt, in dem er die Skagerrak-Schlacht als Obergeringenieur der Reserve an Bord der „Thüringen“ mitmachte, kam er wieder in seine frühere Stellung bei den Stettiner Vulkan-Werken zurück.

Im Jahre 1921 trat er bei der Stettiner Dampfer-Compagnie ein und verstand es, sich durch seinen vorbildlichen Fleiß und durch sein unermüdliches Streben eine Vertrauensstellung zu erwerben. Sein frühes Hinscheiden wird von allen, die ihn kannten, tief bedauert.

VICTOR WEIDTMANN.

Am 18. September 1853 in Elberfeld geboren, absolvierte Weidtmann das Gymnasium zu Lemgo und besuchte die Universitäten Freiburg, Bonn, Leipzig und Halle. Wurde dann Gerichtsreferendar und 1882 Gerichtsassessor, war als solcher mehrere Monate am Amtsgericht in Barmen, dann als Rechtsanwalt in Elberfeld und später bei der Verwaltung der indirekten Steuern in Köln und Aachen tätig. 1885 trat er als Justitiar bei der Königlichen Bergwerksdirektion in Saarbrücken ein, wurde zwei Jahre später (1887) Bergrat und am 1. Januar 1888 erster Justitiar beim Oberbergamt Dortmund, wo er bis zum 1. Juli 1893 wirkte.

In Saarbrücken hat er, abgesehen von den Justitiargeschäften, an der Einrichtung der Unfallversicherung erheblich mitgearbeitet, legte das für den großen fiskalischen Bergwerksbesitz notwendige Grundbuch an und verwaltete das Dezernat für die Hausbauprämien. — Gleich in den Anfang seiner Tätigkeit in Dortmund fiel der große Bergarbeiterausstand von 1889. Bei der Untersuchung der Ursachen, die zu diesem Ausstände führten, bei den darauf erfolgenden Gesetzentwürfen zur Abänderung der Reichsgewerbeordnung und des Allgemeinen Berggesetzes, bei den „Anordnungen über die Verfassung und Tätigkeit des Berggewerbegerichts Dortmund“ war Weidtmann hervorragend tätig. Vor allem verwaltete er das Dezernat der sozialen Arbeiterfürsorge und war während seiner ganzen Amtstätigkeit als Kommissar beim Knappschaftsverein zu Bochum und zunächst auch in Vertretung des Berghauptmanns Prinzen Schönaich Kommissar bei der Westfälischen Berggewerkschaftskasse. Nach langen mühseligen Verhandlungen war ihm die Verschmelzung der drei großen Knappschaftsvereine Bochum, Essen und Mülheim-Ruhr gelungen. Der aus dieser Vereinigung hervorgegangene Allgemeine Knappschaftsverein zu Bochum ist für Werksbesitzer und Arbeitnehmer gleich vorteilhaft und unbedingt notwendig. Seiner tatkräftigen Mitarbeit war die Übernahme der reichsgesetzlichen Invalidenversicherung auf den Verein zu verdanken. Auch wirkte er bei der Durchführung dieser Versicherung im weitesten Maße im Verein selbst wie auch als Vorsitzender von 7 Schiedsgerichten mit.

Am 1. Juli 1893 verließ Weidtmann den Staatsdienst, um die Leitung der Maschinenfabrik Schüchtermann & Kremer in Dortmund zu übernehmen, wo er nach dem am 20. April 1895 erfolgten Tode des Kommerzienrats Schüchtermann Vorstandsmitglied und Geschäftsführer der Schüchtermann-Schillerschen

Familienstiftung wurde. Weidtmann widmete auch weiterhin seine Kräfte dem Knappschaftsverein und dem bergbaulichen Verein, in dessen Vorstand er alsbald eintrat.

In den folgenden 12 Jahren hat er bei allen den Bergbau berührenden größeren Fragen erfolgreich mitgewirkt, namentlich ist er in den die Öffentlichkeit interessierenden großen Fragen hervorgetreten. Es sei hier an die Abwehr der Agitation gedacht, die aus Anlaß der Stilllegung der Ruhrzechen hervorgerufen wurde, sowie an die Maßnahmen zur Bekämpfung der Wurmkrankheit. Die erfolgreiche Bekämpfung dieser, die Entwicklung des Bergbaues schwer schädigenden Krankheit ist vornehmlich den Wirkungen der eigens zur Bekämpfung eingesetzten Kommission, deren Vorsitzender Weidtmann wurde, zu danken.

Anfang der 90er Jahre gelang es Weidtmann im Auftrage des damaligen Handelsministers die großen Steinkohlenfelder im Norden von Westfalen, die Zeche Waltrop sowie die Zeche Gladbeck für den Fiskus zu erwerben, eine Tätigkeit, welche durch Verleihung des Titels „Geheimer Bergrat“ anerkannt wurde. Er selbst begründete damals zugunsten der staatlichen Beamten des Oberbergamtsbezirks Dortmund und deren Hinterbliebenen die Weidtmann-Stiftung. — Nebenher fandt Weidtmann noch Zeit, sich in zahlreichen öffentlichen Ämtern zu betätigen. Er gehörte der Dortmunder Handelskammer an, wurde Handelsrichter, Stadtverordneter und später Mitglied des Magistrats der Stadt Dortmund.

Am 1. Januar 1904 leistete Weidtmann einem Rufe der Bergisch-Märkischen Bank in Elberfeld Folge. Ungeachtet der Einarbeitung in den neuen, ihm fremden Geschäftskreis, behielt er seine alten Stellungen im Bergbau bei, die er auch weiter bekleidete, als er am 1. Juli 1906 die Stelle als Bankdirektor mit derjenigen des Generaldirektors der A.-G. für Bergbau, Blei- und Zinkfabrikation zu Stolberg und in Westfalen in Aachen vertauschte. Für die Stolberger Gesellschaft ist es von großer Bedeutung, daß es Weidtmann gelang, ihr überragenden Einfluß in der Rheinisch-Nassauischen Bergwerks- und Hütten-Aktien-Gesellschaft zu verschaffen. Seit 1922 sind die Verwaltungen beider Gesellschaften vereinigt.

Unter der Leitung von Weidtmann haben die großen Satzungsänderungen beim A.K.V. zu Bochum in den Jahren 1908, 1913 und zuletzt 1916 stattgefunden. — Unter seiner Mitwirkung ist die Angestelltenversicherung auf den Verein übernommen worden und haben die Leistungen der Pensionskasse und diejenigen der Krankenkasse eine erhebliche Erweiterung erfahren. Der Allgemeine Deutsche Knappschaftsverband hat unter seiner Leitung eine segensreiche Tätigkeit entfaltet. Es gelang, die meisten der preußischen Knappschaftsvereine zunächst zu einer knappschaftlichen Rückversicherungsanstalt a. G., dann aber sämtliche preußischen Knappschaftsvereine zu dem Knappschaftlichen Rückversicherungsverbande zusammenzuschließen.

Am 18. Februar 1917 wurde Weidtmann vom Reichskanzler zum Mitglied des Beirats des Reichskommissars für Übergangswirtschaft ernannt.

Am 1. Juli 1925 konnte er auf eine 25jährige Tätigkeit bei der Gewerkschaft Schüchtermann & Kremer und bei der Schüchtermann-Schillerschen Familienstiftung in Dortmund zurückblicken. Bei dieser Gelegenheit wurde in Bad

Rothenfelde im Teutoburger Wald das dort errichtete Beamtenerholungsheim des Allgemeinen Knappschaftsvereins in Bochum seiner Benutzung übergeben. Das Haus erhielt zu Ehren des Vorsitzenden des Vereins den Namen „Weidtmannshof“. Es soll den Verdiensten Weidtmanns um die Förderung des Deutschen Knappschaftswesens und im besonderen des Allgemeinen Knappschaftsvereins in Bochum eine bleibende Erinnerung sichern.

Für den Wahlkreis 20 Köln-Aachen wurde er am 1. Januar 1919 als Abgeordneter zur verfassunggebenden Deutschen Nationalversammlung gewählt.

Anlässlich des 50jährigen Bestehens der Technischen Hochschule zu Aachen im Oktober 1920 wurde Weidtmann in Anerkennung seiner Verdienste um die Förderung unserer Industrie und der technischen Wissenschaften die Würde eines Doktor-Ing. ehrenhalber verliehen, welcher später die Ernennung zum Ehrenbürger der Aachener Hochschule folgte.

Als nach Beendigung des Krieges der Ruf nach einem Reichsknappschaftsverein und nach reichsgesetzlicher Regelung des Knappschaftswesens erhoben wurde — der Weg war durch die Reichsverfassung vom 11. August 1919 geöffnet — setzte sich Weidtmann für die Erfüllung der Wünsche der Bergarbeiter ein und ergriff tatkräftig die Initiative zu ihrer Durchführung. In einer Versammlung des Knappschaftsverbandes am 30. Oktober 1919 wurde unter Beteiligung von Vertretern der Arbeitgeber- und Arbeitnehmerorganisationen des Bergbaus beschlossen, den Entwurf eines Reichsknappschaftsgesetzes und einer Satzung für einen Reichsknappschaftsverein auszuarbeiten. Diese Entwürfe sind von Vertretern der Arbeitgeber und Arbeitnehmer in gemeinsamer Beratung aufgestellt und dem Reichstag zur gesetzmäßigen Beschlußfassung vorgelegt worden. Die ganzen Arbeiten des Knappschaftsverbandes hat Weidtmann mit großem Geschick und außerordentlicher Sachkenntnis geleitet. Seiner kundigen Führung, die Arbeitnehmern und Arbeitgebern in gleicher Weise gerecht wird, ist es in der Hauptsache zu danken, daß unter Ausgleichung vorhandener Gegensätze eine Verständigung beider Seiten über den Entwurf des Reichsknappschaftsgesetzes erzielt worden ist. Es ist am 12. Juni 1923 vom Reichstag, am 13. Juni 1923 vom Reichsrat angenommen worden. Zum Reichskommissar zur Durchführung des Reichsknappschaftsgesetzes wurde Weidtmann vom Präsidenten des Deutschen Reiches ernannt. — Nach Inkraftsetzung des Reichsknappschaftswesens erfolgte seine Wahl zum Vorsitzenden des Vorstandes dieses Vereins.

Anlässlich des 70. Geburtstages am 18. September 1923 ließ die medizinische Fakultät der Universität Bonn Weidtmann eine seltene Ehrung zuteil werden. In Würdigung seiner Verdienste um die Gesundheit der Bergarbeiterbevölkerung und ihrer Familien sowie um das Wohl der Knappschaftsärzte verlieh sie ihm den Titel „Dr. med. h. c.“

Bei der gleichen Gelegenheit gab die Vereinigung Deutscher Braunkohlenbergwerke in Köln in Anerkennung der Verdienste Weidtmanns um die deutsche Braunkohlenindustrie einem ihrer Schleppdampfer den Namen „Victor Weidtmann“.

Im Januar 1925 wurde Geheimrat Weidtmann zum Präsidenten der Industrie- und Handelskammer Aachen gewählt.

FRANZ WERNER

wurde am 16. April 1877 in Wolkramshausen bei Nordhausen geboren, wo sein Vater Fabrikdirektor war. Er besuchte die Gymnasien in Sondershausen und Nordhausen und bestand die Reifeprüfung 1895. Nach dem Verlassen der Schule arbeitete er 2 $\frac{1}{2}$ Jahre praktisch bei Blohm & Voß in Hamburg. Er diente dann sein Freiwilligen-Jahr bei dem Elisabeth-Garde-Regiment, und trat darauf sein Studium an auf der Technischen Hochschule, Charlottenburg, das 4 $\frac{1}{2}$ Jahre währte. Im letzten Studienjahr arbeitete Werner als Assistent bei Geheimrat Flamm. Auf der Kaiserlichen Werft Danzig war er 1903 als Bauführer und Betriebsleiter für den U-Bootsbau tätig. 1906 wurde er Marinebaumeister, von 1912 bis 1919 war er in Kiel bei der Torpedo- und U-Bootsinspektion als Chef der Schiffbau-Konstruktionsabteilung für U-Boote, in welcher Stellung ihm der Dr.-Ing. h. c. am 6. März 1917 verliehen wurde. Im Jahre 1919 verließ er den Marinedienst. Vom 1. September 1919 bis 1. Juli 1922 war er Direktor der Oeresundswerft in Landskrona, Schweden, von Oktober 1922 bis 1. August 1923 Betriebsdirektor der Deutschen Werke in Wilhelmshaven-Rüstringen und vom 1. August 1923 an der Technischen Hochschule in Danzig ordentlicher Professor für Schiffstheorie. Am 21. September 1927 starb Werner nach schwerem Leiden im 51. Lebensjahr.

FRITZ WICHMANN

wurde am 10. April 1881 zu Mühlhausen im Elsaß als Sohn des Professors Dr. Karl Wichmann geboren. Nachdem er im Jahre 1900 am Kaiserlichen Lyzeum (Gymnasium) zu Metz die Reifeprüfung bestanden hatte, arbeitete er praktisch auf der Kaiserlichen Werft und diente von Ostern 1901 bis Ostern 1902 als einjährig-freiwilliger Baueleve auf dem Seekadettenschulschiff „Moltke“ der Kaiserlichen Marine. Nach weiterer praktischer Tätigkeit auf der Kaiserlichen Werft zu Kiel begann er im Herbst 1902 das Schiffbaustudium auf der Technischen Hochschule zu Berlin, das er Ende 1907 mit dem Diplomexamen abschloß.

Im Januar 1908 trat Wichmann als Marinebauführer des Schiffbaufaches in den Dienst der Kaiserlichen Marine, bestand nach beendeter Ausbildung auf der Kaiserlichen Werft Wilhelmshaven Ende 1910 die Baumeisterprüfung und wurde im April 1911 zum Marine-Schiffbaumeister ernannt und gleichzeitig zur Kaiserlichen Werft Kiel versetzt. Hier leitete er zunächst, wie auch zuletzt in Wilhelmshaven, größere Werkstätten und übernahm von 1912 ab die Leitung der Kreuzer-Instandsetzungen und -umbauten. Dabei bot sich ihm namentlich während des Weltkrieges ein reiches Betätigungsfeld, auf dem er seine hervorragende technische Begabung und seinen unermüdlichen Arbeitseifer voll zur Geltung bringen konnte. Besondere Verdienste erwarb er sich bei der raschen Beseitigung schwerer Schiffsbeschädigungen, wie sie häufig während des Krieges und vor allem in der Skageraksschlacht auftraten, und bei der Umarmierung der noch mit 10,5 cm-Geschützen ausgerüsteten kleinen Kreuzer, die einen größeren Umbau erforderlich machte. Durch Verleihung des E. K. II wurden seine Verdienste auch äußerlich anerkannt.

Im September 1917 übernahm Wichmann den Neubau der kleinen Kreuzer „Frauenlob“ und Ersatz Königsberg sowie später den des Tauchschiffes K 44

und nahm daneben als schiffbauliches Mitglied an den Probefahrten der Kreuzer „Karlsruhe“, „Cöln“ und „Dresden“ teil. Im Mai 1918 erhielt er den Charakter als Marinebaurat.

Mit dem Kriegsende mußte auch Wichmann seine bisherige Tätigkeit abbrechen. Er blieb zunächst bei der nunmehrigen Reichswerft Kiel und stellte seine reichen technischen Erfahrungen und das ihm eigene Organisationsgeschick bei der Umstellung auf den Handelsschiffbau zur Verfügung, wobei er besonders an der konstruktiven Durcharbeitung eines für die Serienfabrikation geeigneten sprung- und stringerlosen Frachtdampfertyps und beim Neubau von 20 Fischdampfern mitwirkte.

Am 1. Mai 1920 wurde er jedoch, zunächst kommissarisch und bald darauf endgültig, als Marinebaurat wieder in die neue Reichsmarine übernommen und dem neugeschaffenen Marinearsenal Kiel zugeteilt. Beim Aufbau dieser neuen Behörde wirkte er an leitender Stelle mit und erwarb sich reiche Verdienste bei dessen technischer Ausgestaltung.

Im April 1926 wurde Wichmann zur Marinewerft Wilhelmshaven versetzt, um die Leitung einer Betriebsdirektion im Schiffbauressort zu übernehmen. Nach kurzer schwerer Erkrankung erlag er hier am 30. Januar 1927 im Alter von noch nicht 46 Jahren einer Gehirnentzündung.

Nicht nur infolge seiner dienstlichen Leistungen genoß Wichmann allgemeine Anerkennung, sondern er erwarb sich auch bei seiner langjährigen Tätigkeit im Vorstand der Vereinigung der höheren Marinebaubeamten durch gewissenhafte Geschäftsführung und ruhiges und sachliches Auftreten die besondere Wertschätzung seiner Kollegen.

Seine große persönliche Liebenswürdigkeit und seine vornehmen Charaktereigenschaften, die sich besonders auch in der Stellung zu seinen Untergebenen zeigten, sichern ihm ein bleibendes Andenken.

WILHELM WIESINGER

wurde am 10. März 1849 in Neu-Torney bei Stettin geboren. Er erhielt seine erste Ausbildung in den Schulen seines Heimatsortes, in denen er mehrere Schulklassen übersprang, so daß er schon nach Ablauf seines 14. Lebensjahres auf die Königliche Provinzial-Gewerbeschule in Stettin überging, die er 1866 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Nach zweijähriger praktischer Ausbildung bezog er im Oktober 1868 die Königliche Gewerbeakademie in Berlin, um sich dem Schiffbaufache zu widmen. Bei Ausbruch des Deutsch-französischen Krieges trat er als Kriegsfreiwilliger bei dem Pommerschen Feldartillerieregiment ein und nahm an der Belagerung von Metz und Paris, sowie dem Feldzuge gegen Bourbaki teil. Im Oktober 1871 wurde er als Reserveoffizieraspirant entlassen, kehrte nach Berlin zurück und beendigte sein Studium. Im September 1872 trat er als Schiffbauingenieur-Aspirant in den Marinedienst bei der Kaiserlichen Werft in Danzig ein.

Die unteren Rangstufen verbrachte er in regem Wechsel in den Standorten Danzig, Kiel, Wilhelmshaven und Berlin, bis er am 28. Mai 1896 zum Marine-Oberbaurat und Schiffbaudirektor der Kaiserlichen Werft zu Danzig ernannt

wurde, wo er auch nach seiner am 10. April 1899 erfolgten Ernennung zum Geheimen Marinebaurat und Schiffbaudirektor blieb, um diese Dienststellung im Jahre 1904 mit der gleichen bei der Kaiserlichen Werft Kiel zu vertauschen.

Schon von Beginn seiner Marinedienstzeit an wies er ein durch nie erlahmenden Fleiß unterstütztes hohes fachmännisches Können und einen besonders klaren Blick für die wirtschaftlichen Belange des Werftbetriebes auf. Es war ihm eine besondere Freude und Genugtuung, nach seiner Ernennung zum Schiffbaudirektor an verantwortlicher Stelle seine Gedanken in die Tat umsetzen zu können und damit den Marineschiffbau zu einer bis dahin nicht für möglich gehaltenen Wirtschaftlichkeit und Vollkommenheit zu bringen. Zur Erreichung dieses Zieles führte er in unermüdlicher Arbeit gegen von den verschiedensten Seiten auftretende Schwierigkeiten ein neues Akkordsystem ein, das noch heute die Grundlage für die Arbeiten der Marinebetriebe bildet. Es gelang ihm einerseits die Arbeitsleistung der Arbeiter wesentlich zu steigern, andererseits die Betriebskosten zu verringern, so daß bei den unter seiner Leitung entstandenen Kriegsschiffbauten eine sehr beträchtliche Verbilligung gegen die früheren Bauten entstand.

In gleich hohem Maße galt seine Fürsorge aber auch dem persönlichen Wohle aller seiner Untergebenen bis zum einzelnen Arbeiter herunter, da er die Bedeutung einer zufriedenen und gutbezahlten Arbeiterschaft für die Wohlfahrt nicht nur seiner Betriebe, sondern darüber hinaus für das Wohlbestehen der Allgemeinheit rechtzeitig erkannte. So war es ihm eine besondere Freude, stets feststellen zu können, wie mit der gesteigerten Arbeitsleistung eine Steigerung der Arbeitseinkommen und damit eine Hebung des Lebensstandards der Arbeiterschaft Hand in Hand ging, den er nach seinen Kräften auch durch Einrichtungen sozialer Fürsorge zu bessern suchte.

Wie von sich selbst verlangte er auch von seinen Beamten in jeder Beziehung Höchstleistungen. Zum Dank dafür setzte er sich aber auch mit der ganzen Macht seiner überragenden Persönlichkeit für alle berechtigten Wünsche seiner Mitarbeiter ein ohne Rücksicht darauf, ob ihm selbst daraus Unannehmlichkeiten erwachsen konnten, so daß er sich bei allen, die unter ihm arbeiten durften, wohl ausnahmslos der höchsten Liebe und Verehrung erfreute und sein im Jahre 1906 aus Gesundheitsrücksichten erfolgtes Ausscheiden aus dem Marinedienst allgemein auf das tiefste bedauert wurde.

Sein Name ist mit der Entwicklung unserer Kriegsmarine aus den ersten bescheidenen Anfängen bis zu ihrer ehemals stolzen Höhe auf das engste verknüpft. Daß seine Lebensarbeit nach dem unglücklichen Ausgang des Weltkrieges das trostlose Ende nehmen mußte, das ihm die Revolution bescherte, war für ihn ein Schlag, den er bis zu seinem Lebensende nicht verwinden konnte.

In einer längeren Erholungszeit, die er sich nach seinem Ausscheiden aus dem Marinedienst gönnte, besserte sich sein Gesundheitszustand so, daß er die technische Leitung der Gummi- und Asbestwerke Alfred Calmon A.-G. in Hamburg übernehmen konnte. Auch in dieser ihm bis dahin fremden Materie bewährte sich sein großes Können und sein Blick für die technischen und wirtschaftlichen

Notwendigkeiten des Betriebes in so überragendem Maße, daß er — als er im Jahre 1912 auch hier aus Gesundheitsgründen seine Tätigkeit aufgeben mußte — in den Aufsichtsrat der Gesellschaft gewählt wurde, dem er bis zu seinem Hinscheiden angehörte.

Nach Ausbruch des Weltkrieges stellte er sich sofort der Marine wieder zur Verfügung und wurde auf einen verantwortungsvollen Posten der Kriegswirtschaft als Leiter der Reparaturabteilung der Deutschen Versicherungsbank berufen, der er bis Kriegsende angehörte und ohne Schonung seiner Person mit seiner bewährten Tatkraft vorstand. Als er während dieser Tätigkeit persönlich schwierige Bergungsarbeiten im Libauer Hafen leitete und viele Tage hindurch bei strenger Kälte in Sturm und Schnee an Bord und auf den Molen stand, holte er sich den Keim zu dem Leiden, das ihm den Rest seiner Lebensjahre erschwerte und letzten Endes die Ursache seines Todes war.

Aber auch die schwersten körperlichen Qualen vermochten nicht, ihm seine jugendlich anmutende geistige Frische und sein Interesse an allen Fragen des privaten und öffentlichen Lebens zu rauben. Er trug seine Leiden in Demut und rührender Rücksichtnahme auf seine Umgebung und hatte bis zu seinem unvermutet eintretenden sanften Ende noch Freude am Leben.

Die Grundzüge seines Charakters waren Güte und Bescheidenheit. Es lag ihm nicht, aus seiner Person irgend etwas zu machen, oder sie irgendwie in den Vordergrund zu drängen. Wenn sein Leben trotzdem an äußeren Ehrungen reich war und wenn ihm höheren und höchsten Ortes Auszeichnungen aller Art — als letzte das Eiserne Kreuz am weiß-schwarzen Bande — verliehen wurden, so war das nur eine gerechte Anerkennung seiner überragenden Leistungen. Am 22. März wurde er durch einen sanften Tod von seinem schweren Leiden erlöst.

Vorträge
der
XXVIII. Hauptversammlung.

VII. Sechzig Jahre Bauvorschriften des Germanischen Lloyd.

Von Professor W. Laas, Berlin.

Der Germanische Lloyd hat im April sein sechzigjähriges Bestehen im kleinen Kreise gefeiert. Die aus diesem Anlaß herausgegebene Gedenkschrift¹ enthält in Festrede und Ansprachen das, was berufene Vertreter der Reichsregierung, der Schifffahrt und der damit zusammenhängenden Kreise von Wirtschaft und Wissenschaft über den Germanischen Lloyd zu sagen hatten. Die Schrift zeigt, wie weit verzweigt die Beziehungen der Gesellschaft sind, und wie sie sich nach mancherlei Mühen, Enttäuschungen und Rückschlägen zu ihrer heutigen eigenartigen Stellung herausgebildet hat. In der von der Reichsregierung 1889 gewünschten Form einer Aktien-Gesellschaft „mit gemeinnützigem Charakter“ hat der Germanische Lloyd einerseits eine fast behördliche Tätigkeit, besonders durch seine Eigenschaft als schiffbaulicher Gutachter der Regierungen sowie durch seine enge Verbindung mit der auf dem gesunden Grundsatz der verantwortlichen Selbstverwaltung aufgebauten Seeberufsgenossenschaft, andererseits steht er als Unparteiischer zwischen den nicht immer gleichgerichteten Wünschen von Erbauern, Reedern, Beladern und Versicherern der Schiffe.

Sehr vielseitig sind die Aufgaben, die sich aus diesen Anforderungen ergeben. Aus dem großen Aufgabenkreis soll nur ein wichtiger Teil heute eingehender behandelt werden.

Die Bauvorschriften haben doppelte Bedeutung; sie sind der Niederschlag der Erfahrungen mit den bisherigen Schiffen und die Grundlage für die Herstellung neuer Schiffe.

Abb. 1 zeigt zunächst die Menge der Schiffe, über die sich die Aufsicht des Germanischen Lloyd seit seinem Bestehen erstreckte, sowie seinen Anteil an der deutschen Handelsflotte, der stetig gewachsen ist und in den letzten Jahren fast 90 % erreicht hat.

Abb. 2 gibt einen äußeren Überblick über die Geschichte der Bauvorschriften seit 60 Jahren. Erst gab es nur Bauvorschriften für hölzerne Schiffe, seit 1877 auch für eiserne, seit 1890 für stählerne Schiffe. Die Veröffentlichungen wurden Anfang der 90er Jahre weiter ausgedehnt, 1891 auf Wattschiffe und Binnenschiffe zunächst gemeinsam, seit 1920 getrennt. Dazu kamen 1890 eingehende besondere Vorschriften für Kessel- und Maschinenanlagen und für Material, 1897 für Yachten.

¹ Sechzig Jahre Germanischer Lloyd. Berlin 1927, Selbstverlag.

Ein Neudruck der Vorschriften für eiserne Schiffe ist seit 1896 nicht mehr notwendig geworden. Neuauflagen erschienen anfangs in weiten Zwischenräumen nach Bedarf, für stählerne Schiffe und ihre Maschinenanlagen in den beiden letzten Jahrzehnten vor dem Krieg alle zwei Jahre. Dieser Brauch, durch die Kriegs- und Nachkriegszeit unterbrochen, soll von jetzt ab wieder befolgt werden.

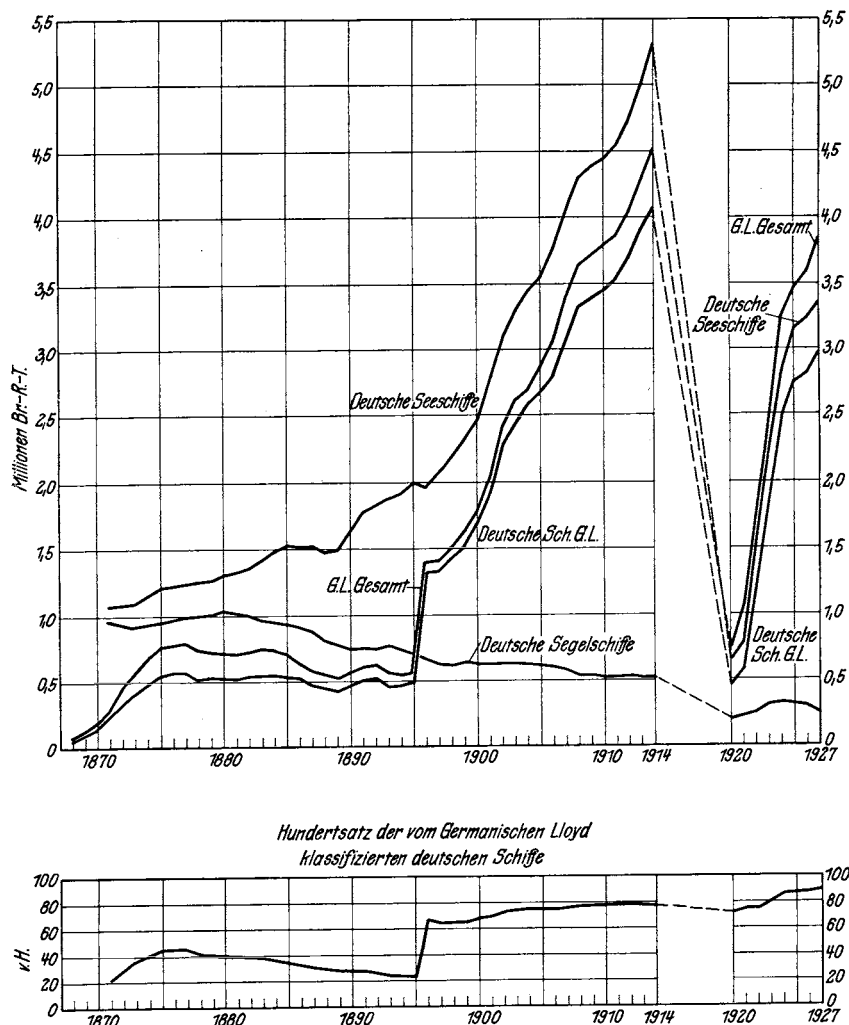


Abb. 1. Bestand der deutschen Seeschiffe und des Germanischen Lloyd in den Jahren 1867—1927 (nach dem Register des G. L.).

Der plötzliche Aufstieg des G. L. im Jahre 1895 zeigt den Beitritt der Hamburger Reedereien. Der Bestand des G. L. war vor dem Kriege kleiner, nach dem Kriege größer als die deutsche Seehandelsflotte. Der Anteil des G. L. an der deutschen Seehandelsflotte ist seit Ende des vorigen Jahrhunderts ständig gewachsen und beträgt zurzeit fast 90%.

Die ersten Bauvorschriften für hölzerne Schiffe waren 1867 vom Schiffbau-
meister F. Schüler „im Auftrage des Verwaltungsrathes“ in Zusammenarbeit
mit einer „technischen Kommission“ verfaßt. Das Vorwort zur ersten Auflage
verdient, nicht vergessen zu werden; es enthält vorbildliche Gedanken all-
gemeiner Natur über die Art und Grenzen von Bauvorschriften für Schiffe (siehe
die Anlage). Es war eine Tat, nur aus den persönlichen Erfahrungen einzelner
Männer solche umfangreichen Vorschriften herauszugeben. Mit welcher Sorgfalt
und Geschicklichkeit gearbeitet wurde, zeigt sich darin, daß die Vorschriften in

ihren Grundzügen jahrzehntelang Gültigkeit behalten konnten; auch heute noch gelten sie für kleine Schiffe mit den Änderungen, welche die technische Entwicklung brachte. Besonders bemerkenswert ist die Tatsache, daß 1867 zum ersten Male die Stärken der Verbandteile nicht — wie bei den damals bestehenden anderen Klassifikationsgesellschaften in England und Frankreich — nach dem Tonnen-

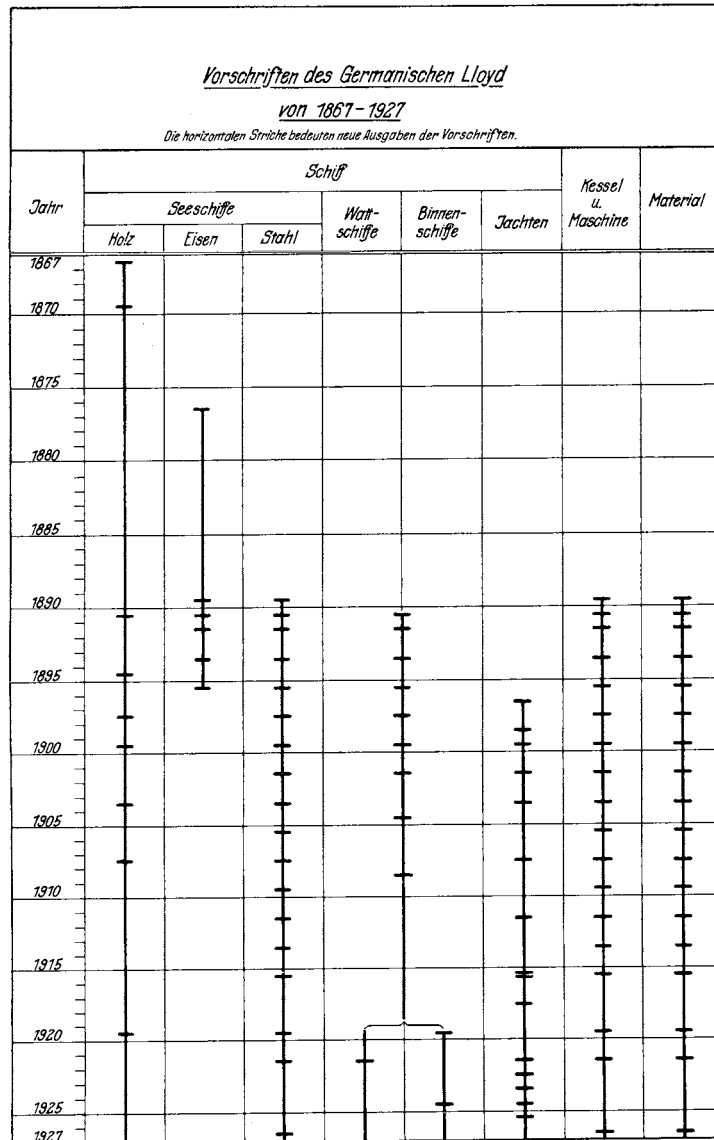


Abb. 2.

gehalt der Schiffe, sondern nach den Hauptabmessungen, Länge L , Breite B und Höhe H bemessen wurden. Auch das für die Festigkeit der Schiffe wichtige Verhältnis von Höhe zur Breite und von Breite zur Länge wurde berücksichtigt.

Die Decksbalken wurden nach der Breite berechnet, die Spanten nach der Leitzahl $B + \frac{H}{2}$, die Längsverbände nach $B + \frac{L}{10}$. Später wurden die Bauvorschriften ergänzt für Kompositschiffe, bei denen Querverband, Stringer

und Diagonalen aus Eisen bestanden, Außenhaut, Kiel, Steven und Deck aus Holz. Da dieser Kompromiß der Baustoffe für Seeschiffe sich nicht bewährt hat, fehlen die Kompositschiffe seit 1908 in den Vorschriften.

Die heute seit 1920 bestehenden „Bauvorschriften für hölzerne Seeschiffe“ finden Anwendung hauptsächlich für kleinere Eindeckschiffe mit einer Länge von 20 bis 30 m.

Im Jahre 1897 wurden auf Veranlassung deutscher Segler Vorschriften für den Bau von Jachten in Holz, Eisen und Komposit herausgegeben, die im Laufe der nächsten Jahre unter Mitwirkung der Erbauer wesentlich geändert wurden. Während die ersten Leitzahlen nach dem Vorbild der Seeschiffe gewählt waren, wurde später mehr Rücksicht auf die besondere Form der Jachten genommen, auch wurden Unterschiede gemacht nach der Fahrt: lange Fahrt, Küstenfahrt, Wattfahrt, Binnenfahrt; seit 1900 besteht zur Mitarbeit für die Klassenjachten eine besondere Kommission des Deutschen Segler-Verbandes. In Verfolg der 1906 international festgesetzten Meßformel kamen 1906 auf Grund einer Vereinbarung zwischen Lloyds' Register in London, Bureau Veritas in Paris und dem Germanischen Lloyd Vorschriften für die internationalen Rennklassen in drei Sprachen heraus. Die weitere Entwicklung führte zu Sondervorschriften für die nationalen Kreuzerjachten. Seit 1916 gibt es für Jachten dasselbe Klassenzeichen wie für Seeschiffe: 100 A. Die neuesten Vorschriften 1926 enthalten einen Abschnitt über Motoranlagen.

Es bestand auch der Wunsch nach einer Bauregelung der hölzernen Fischkutter; die im Jahre 1904 begonnenen Verhandlungen mit dem von der Reichsregierung beauftragten Deutschen Seefischerei-Verein führten 1915 zur Ausarbeitung eines Entwurfs von Bauvorschriften für hölzerne Fischkutter. Die nach dem Krieg wieder aufgenommenen Verhandlungen mit dem Seefischerei-Verein sind aber noch nicht zum Abschluß gebracht worden.

Die ersten Vorschriften für eiserne Schiffe erschienen 1877. Während für die hölzernen Schiffe der Schiffbaumeister Schüler sich im Vorwort als Verfasser bekannte, zeichnet für die eisernen Schiffe „im Namen des Verwaltungsrathes“ der Generaldirektor Paetow; verfaßt sind sie auch von Schüler in Gemeinschaft mit einer technischen Kommission, deren Zusammensetzung sich nicht mehr feststellen läßt. Als höchste Klasse wird „100 A“ gewährt, wenn alle Bedingungen der Bauvorschriften erfüllt sind; nach einem abweichenden System gebaute Schiffe konnten auch die Klasse „100 A“ erhalten, „wenn dies System ihnen erweislich die gleiche Stärke und Solidität gewährleistet, auch wenn dies Resultat mit einem geringeren Aufwand von Material erreicht sein sollte“. Tabellen sind für Metermaß sowie engl. Fuß und Zoll aufgestellt.

Drei Schiffsarten werden unterschieden:

a) Dreidecker, mit drei Decks oder wenigstens zwei vollständig gelegten Decks und einer Lage schwerer Raumbalken, können beliebige Ladung fahren bis zum obersten Deck;

b) Spardecker dürfen unter dem obersten Deck nur leichte Güter oder Passagiere fahren;

c) Sturmdecker haben über dem Hauptdeck noch ein leichtes durchlaufendes Deck, unter dem nur Passagiere, wenig leichte Güter oder Vieh gefahren werden darf.

Sturmdecker dürfen auf dem Sturmdeck nur Aufbauten zur Navigierung haben, Spardecker außerdem einen Aufbau zum Schutz der Maschinen und einen Rauchsalon oder dergleichen.

Spardecker und Sturmdecker erhalten einen Maximaltiefgang.

Für die Stärke der Verbände sind ebenso wie bei den hölzernen Schiffen die Hauptabmessungen maßgebend. Auch für die eisernen Schiffe haben die Verfasser der ersten Ausgabe so sorgfältige Arbeit geleistet, daß ihr Verfahren in den Grundzügen fünfzig Jahre lang bis auf den heutigen Tag beibehalten werden konnte, wenn auch selbstverständlich sowohl im Aufbau wie im Inhalt der Vorschriften mit der fortschreitenden Erfahrung wesentliche Änderungen notwendig wurden.

Die ersten Bauvorschriften für eiserne Schiffe haben bis 1890 Gültigkeit gehabt und wurden dann zusammen mit der Neuausgabe für stählerne Schiffe von Grund auf durch Middendorf neu aufgestellt. Die Ausgaben 1904—1924 verfaßte Prof. Pagel.

Der Arbeit der drei verstorbenen technischen Leiter des Germanischen Lloyd, Schüler 1867—1889, Middendorf 1889—1903, Pagel 1903—1925, geziemt es, bei diesem Rückblick dankbar zu gedenken. Der jetzige Direktor Buttermann bearbeitet seit dreißig Jahren die Abteilungen: Material und Maschinenanlagen.

Nach dem Überblick über äußere Form und Inhalt der Vorschriften in den verschiedenen Teilgebieten der Arbeiten des Germanischen Lloyd soll nun auf Entstehen und Sinn der Vorschriften eingegangen werden. Einige Bemerkungen allgemeiner Natur müssen vorausgeschickt werden.

Eine Klassifikation bedeutet ein Werturteil. Dieses kann auch gewonnen werden durch eingehende Prüfung eines vorhandenen fertigen Schiffes. Wenn sich bei einer solchen Prüfung Mängel in dem Baustoff, in der Herstellung oder in der Festigkeit an einzelnen Stellen ergeben, so müssen diese erst beseitigt werden, ehe dem Schiff bescheinigt werden kann, daß es den höchsten Anforderungen entspricht und daher die höchste Klasse erhalten kann. Bei der Unsicherheit einer derartigen nachträglichen Prüfung hat sich früh das Bedürfnis herausgestellt, rechtzeitig, d. h. vor Beginn des Baues zu wissen, nach welchen Gesichtspunkten die Klassifikation vorgenommen wird; so sind zwangsläufig bei den ältesten Klassifikationsgesellschaften wahrscheinlich erst interne Richtlinien, dann öffentliche Bauvorschriften entstanden. Da es weiterhin schwer ist, nachträglich die Eigenschaften der Baustoffe und die Güte der Arbeit zu werten, so ergab sich bald das Bedürfnis nach den Forderungen, nur geprüftes Material mit Test zu verwerten, und das Schiff während der ganzen Bauzeit laufend zu kontrollieren.

So gründet sich heute das Werturteil der Klasse auf vier Unterarbeiten:

- A. Prüfung der Zeichnungen,
- B. Prüfung der Baustoffe,

C. Beaufsichtigung während des Baues,

D. Erprobung der Teile im Betrieb (Probefahrten).

Für alle diese Arbeiten bilden die Bauvorschriften die Grundlage. Um eine gleichmäßige Behandlung an verschiedenen Orten zu sichern, sollen sie recht ausführlich und klar sein; sie sollen aber nicht der Eigenart des Erbauers oder den besonderen Wünschen des Reeders den Weg versperren. Zwischen diesen beiden Forderungen den richtigen Mittelweg zu finden, darin liegt die Schwierigkeit.

Um möglichst alle Erfahrungen zu berücksichtigen, hat man von Anfang an Sachverständige der beteiligten Kreise zur Mitarbeit herangezogen. Die Namen der Mitarbeiter des Germanischen Lloyd aus Schiffbau und Schifffahrt sind in den vier ersten Jahrzehnten bei der Herausgabe der Bauvorschriften nicht genannt; seit 1906 erscheinen sie unter dem Titel „Beratende Kommission“, seit 1916 als „Beratender Ausschuß“ auf der ersten Seite der Vorschriften für flußeiserne Seeschiffe. Dieser Ausschuß setzt sich zusammen aus Vertretern des Vereins deutscher Schiffswerften, des Vereins Hamburger Reeder und des Vereins der Reeder des Unterwesergebietes; dazu kamen zeitweise auch einzelne Fachmänner. In den Beratungen über eine Neuausgabe werden also außer den Erfahrungen des Germanischen Lloyd auch die Erfahrungen und Wünsche der Werften und Reedereien verarbeitet. Für Spezialgebiete werden jeweils zahlreiche besondere Sachverständige hinzugezogen. Selbstverständlich beschränken sich die Beratungen nicht auf die Erfahrungen an deutschen Schiffen, sondern es werden auch die in den Bauvorschriften der anderen Klassifikationsgesellschaften niedergelegten Erfahrungen des Auslandes berücksichtigt. Da gleichartige Schiffe mit gleicher Fracht in derselben Fahrt ähnliche Erfahrungen ergeben müssen, so hat sich allmählich in dem Ergebnis der Bauvorschriften der verschiedenen großen Gesellschaften eine weitgehende Übereinstimmung herausgebildet. Die sachliche Möglichkeit gemeinsamer Bauvorschriften, die bereits zum Teil für Yachten bestehen, wäre auch für Seeschiffe gegeben, wenn nicht gewichtige Rücksichten auf nationale Unabhängigkeit und schnellen Geschäftsgang dem entgegen ständen.

Inhalt der Vorschriften für eiserne und stählerne Schiffe seit 1877.

Eine ausführliche Geschichte dieser Vorschriften wäre eine Geschichte der deutschen Schifffahrt und des Weltaufbaues im letzten halben Jahrhundert und würde zeigen, wie von seiten der Konstrukteure Anschauungen, Erfahrungen und Rechnungsverfahren, von seiten der Reeder Wünsche nach großen Laderäumen, Rücksichten auf niedrige Vermessung und geringen Freibord, von seiten des Staates Forderungen nach Sicherheit des ganzen Schiffes und seiner Teile in Einklang gebracht worden sind, und wie mit der Zunahme der Größe der Schiffe neue Erfahrungen und Wünsche auftauchen.

Im Rahmen eines Vortrages können nur einige besonders wichtige Teile behandelt werden.

Den Hauptteil der Bauvorschriften bildeten von Anfang an und bilden noch heute die Bestimmungen der Hauptverbandteile, des Querverbandes und des Längsverbandes, die das Schiff als Ganzes zusammenhalten und es befähigen,

auch bei schlechtem Wetter oder ungünstiger Beladung den verschiedenen äußeren Kräften statischer Natur wie Eigengewicht, Beladung und Auftrieb sowie dem örtlichen Wasserdruck, ebenso den dynamischen und Stoßkräften beim Rollen und Stampfen Widerstand zu leisten und dabei dicht zu bleiben. Da das Eigengewicht des Frachtschiffes zu ungefähr zwei Dritteln aus Platten und Winkeln besteht, so muß sowohl für die billige Herstellung wie für die gute Ladefähigkeit das Gewicht der Verbände bis an die Grenze des vom Standpunkt der Sicherheit Zulässigen vermindert werden. Das Bestreben nach Gewichtersparnis an Platten und Winkeln beherrscht die Entwicklung der Bauvorschriften aller Klassifikationsgesellschaften seit Jahrzehnten; als treibende Kräfte treten auf: die Wissenschaft, die gern zu einer rechnerischen Beherrschung der Materialstärken kommen möchte wie im Brückenbau, und die Praxis, die aus der vergleichenden internationalen Erfahrung oder durch anderweitige Anordnung des Materials an Gewicht und Kosten sparen will. Beider Mittel, Rechnung und Erfahrung, bedienen sich die Klassifikationsgesellschaften bei ihren Vorschriften und Prüfungen von Konstruktionen.

Aus der Fülle der Einzelfragen, die jede für sich Stoff zu einem Vortrag geben könnte, sollen hier nur einige grundlegende behandelt werden.

a) Leitzahlen und Tabellen.

Von Anfang an haben sich die Bauvorschriften im äußeren Aufbau gegliedert in Text und Tabellen. Der Text gibt Allgemeines und Besonderes, die Tabellen sollen es ermöglichen, für jedes Schiff schnell die Abmessungen der einzelnen Verbandteile zu ermitteln. Dazu bedienen sich alle Klassifikationsgesellschaften der sog. Leitzahlen. Einen Auszug aus der Entwicklung der Leitzahlen des Germanischen Lloyd für die Hauptteile der Quer- und Längsverbände (Kiel, Steven, Spanten, Balken, Außenhaut, Decks) zeigt Abb. 3; außer diesen sind für Einzelheiten noch andere Leitzahlen vorhanden, und andere Klassifikationsgesellschaften haben andere Zahlen. Sinn dieser Leitzahlen ist, umständliche Rechnungen oder mathematische Formeln zu vermeiden, welche die vielfältigen Abhängigkeiten der Verbandteile von der Größe der Schiffe und ihren statischen und dynamischen Beanspruchungen zum Ausdruck bringen. Selbstverständlich gelten diese Leitzahlen nur in den Grenzen, in denen der Inhalt der Tabellen aus der Erfahrung ermittelt ist, d. h. für Schiffe normaler Abmessungen. Ungewöhnliche Breiten oder Höhen im Verhältnis zur Schiffslänge erfordern besondere Überlegungen. Um nur ein Beispiel zu nennen: Die Quernummer $Q = \frac{U+B}{2}$ setzt sich zusammen aus Umfang (U) und Breite (B). Im Umfang U über Breite und Höhe steckt noch einmal die Breite B , also enthält die Quernummer Q die Höhe H einmal und die Breite B annähernd doppelt, d. h. zwei Schiffe mit gleicher Quernummer Q erhalten z. B. die gleichen Spanten, auch wenn das eine sehr hoch und schmal und das andere breit und niedrig wäre. Bedenklichen Extremen könnte durch Textklauseln begegnet werden; immerhin forderten solche Leitzahlen zur Kritik heraus und sind neuerdings durch andere ersetzt worden.

Über Leitzahlen kann man allgemein das Urteil fällen: Jede Art kann in besonderen extremen Fällen zu falschen Ergebnissen führen, aber man kann

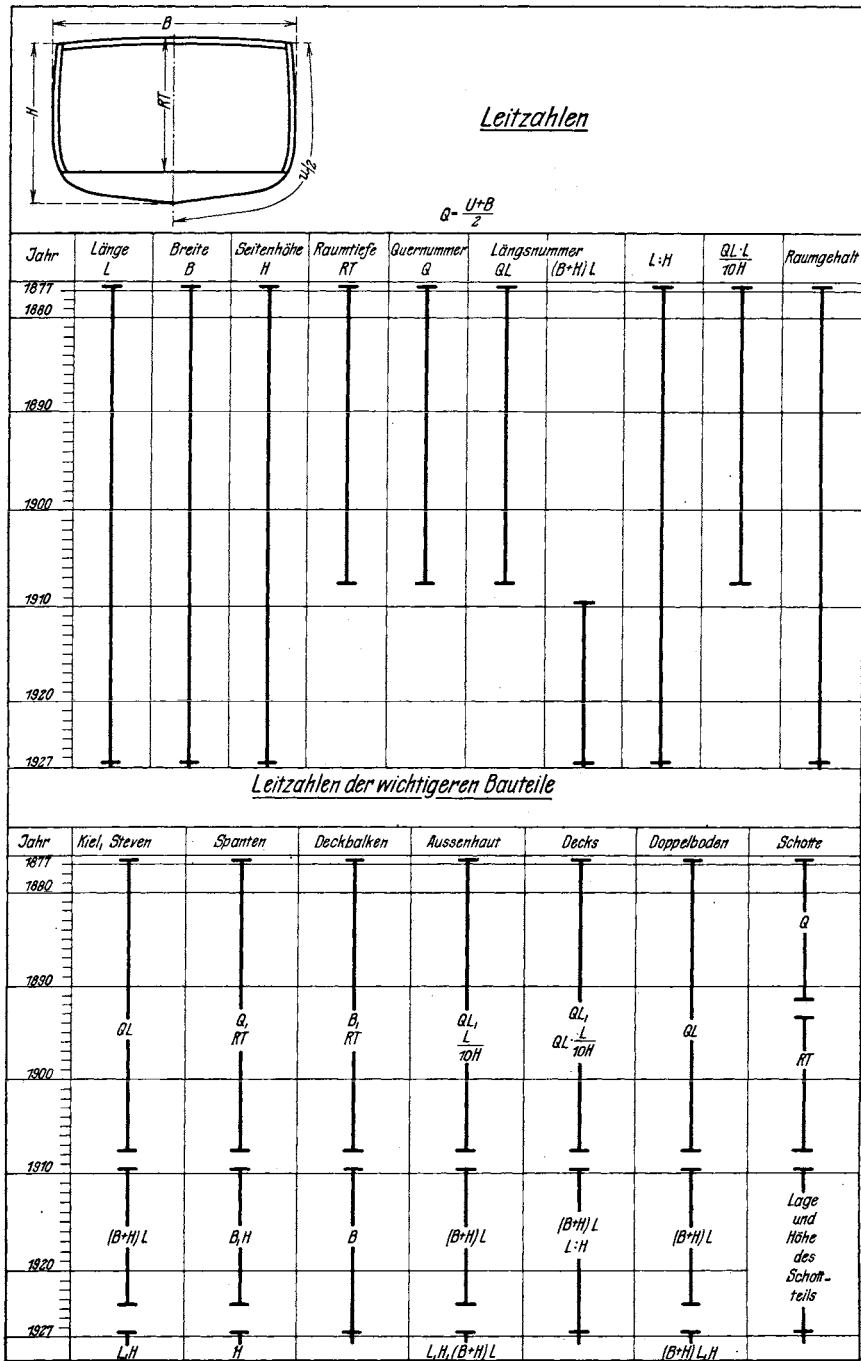


Abb. 3.

auch sagen, innerhalb bestimmter klarer Grenzen ist jede Art von Leitzahl brauchbar, es kommt weniger auf die Leitzahl an als darauf, was in der dazugehörigen Tabelle steht. Diese Tabellen werden alle auf gleiche Weise ausgearbeitet; aus möglichst vielen bewährten Schiffen werden die Abmessungen

eines bestimmten Bauteils auf der Grundlage der durch die Leitzahlen ersetzten Größen der Schiffe als Punkte eingetragen, dann eine Kurve durchgestrakt und so ein durch die Erfahrung gestützter guter Mittelwert für alle in den Grenzen der zur Herstellung der Kurven herangezogenen Schiffe gefunden. Diese Tabellen sind zwar oft recht mühsam herzustellen, geben aber in der Praxis beim Entwurf in kürzester Zeit Abmessungen und Gewicht der Hauptverbandteile; die Tabellen durch umständliche Rechnungen zu ersetzen, wie beim Brückenbau, ist an sich möglich, aber nur in besonderen Fällen hochwertiger Schiffe empfehlenswert. Für Frachtschiffe normaler Bauart und üblicher Abmessungen kann vorläufig kein anderes Verfahren so schnell und sicher zum Ziele führen wie Tabellen mit Leitzahlen.

b) Zusammenhang zwischen Festigkeit und Freibord.

Der Germanische Lloyd hat schon in den ersten Bauvorschriften für eiserne Schiffe 1877 diesen Zusammenhang betont, indem er eine Verminderung der Gesamtfestigkeit bei beschränktem Tiefgang gestattete, mit der scharfen Bestimmung, daß die Klasse ihre Gültigkeit verlor, wenn der im Register dickgedruckte Tiefgang überschritten wurde.

Nachdem inzwischen seit Anfang dieses Jahrhunderts in fast allen schiffahrt-treibenden Ländern ein bestimmter Freibord gesetzlich vorgeschrieben ist (auch die Vereinigten Staaten bereiten ein Freibordgesetz vor) und nachdem die Freibordvorschriften (weil auf gleicher jahrzehntelanger Erfahrung) der einzelnen Länder sich stark angenähert haben, lag der Gedanke einer internationalen Regelung nahe. Eine internationale Freibordkonferenz war in dem 1914 abgeschlossenen „Internationalen Vertrag zum Schutze des menschlichen Lebens auf See“ (Titanic-Vertrag) für die nächsten Jahre in Aussicht genommen. Obgleich der Krieg die Durchführung verhinderte, hat die in England zur Vorbereitung eingesetzte Kommission ihre Vorarbeiten 1916 zum Abschluß gebracht¹⁾. Sie hat als Voraussetzung für die Freibordregeln einen Mindestfestigkeitsstandard aufgestellt, der aus den Bauvorschriften der größten, damals bestehenden Klassifikationsgesellschaften, Lloyd's Register, Bureau Veritas, British Corporation und Germanischer Lloyd, herausgerechnet ist. Diese schwierige und umfangreiche Arbeit hat der damalige Professor des Schiffbaus an der Universität Liverpool, jetziger technischer Direktor von Lloyd's Register, Sir Westcott Abell, geleistet und über die technische Seite der Arbeit der Kommission im Jahre 1916 vor der Institution of Naval Architects berichtet. Trotz der teilweise ablehnenden Kritik hervorragender Fachmänner ist zu erwarten, daß der Bericht der Kommission von der englischen Regierung als Grundlage für die internationalen Verhandlungen angenommen wird. Wenn die (vielleicht nächstes Jahr einzuberufende) internationale Freibord-Konferenz zur Festsetzung eines Festigkeitsstandard als Voraussetzung für die Gewährung eines Mindestfreibords kommt, so ist damit eine ganz gleichartige Basis für die Bauvorschriften aller Klassifi-

¹⁾ Report of the Committee, appointed by the Board of Trade to advice on the Load Lines of Merchant ships and the Carriage of Deck Cargoes of wood Goods. 1916.

kationsgesellschaften geschaffen, denn jede Gesellschaft muß in ihren neuen Bauvorschriften diesen Festigkeitsstandard erreichen, damit ihre Schiffe mit höchster Klasse bestimmt den geringsten zulässigen Freibord bekommen können. Damit wäre dann ein gewisser Zwang zu einer weiteren Annäherung der Bauvorschriften aller Klassifikationsgesellschaften gegeben.

c) Aufbauten.

Bei den Seglern dienten die Aufbauten hauptsächlich zur Vermehrung des Raumes für die Besatzung; Back und Poop auch, ebenso wie der Sprung zur Erhöhung der Sicherheit der Enden des Schiffes gegen schwere See; es waren also Bauten, die auf den eigentlichen Schiffskörper aufgesetzt wurden und mit dem Längsverband des Schiffes als Ganzes nichts zu tun hatten. Die ersten Mittschiffsaufbauten bei Dampfern dienten hauptsächlich dem Schutz des Maschinen- und Kesselschachtes. Hieraus hat sich dann der von Seite zu Seite durchgehende Mittelaufbau, die Brücke, entwickelt, die zur Unterbringung des Maschinenpersonals und später auch zur Vermehrung des Laderaumes benutzt wurde. Leichte Güter bedingten einen längeren Mittelaufbau, der teilweise nach vorn bis zur Back oder nach hinten bis zur Hütte geführt wurde. So entstanden aus den verschiedenen Kombinationen der Aufbauten die bekannten Typen der Handelsschiffe: Dreiinselschiffe, Welldecker usw. Schließlich kamen dann für Passagiere oder ganz leichte Ladung die von vorn bis hinten durchlaufenden Aufbauten: die Typen Sturmdecker usw.

Auf die Vorteile und Nachteile der Aufbautypen nach der wirtschaftlichen und seemännischen Seite soll nicht eingegangen, sondern nur die Frage behandelt werden, wie wird die Längsfestigkeit der Schiffe durch die Aufbauten beeinflusst.

Ursprünglich wurden Teilaufbauten, z. B. ein langes Brückenhaus, und selbst die durchlaufenden Decks der Sturmdecker und Shelterdecker nur als Wetterschutzhäuser für tote oder lebende Ladung betrachtet und entsprechend leicht gebaut, nicht aber als Mittel zur Erhöhung der Längsfestigkeit ausgenutzt. Heute werden bei den Frachtschiffen ganz scharf zwei Haupttypen unterschieden:

1. Volldeckschiffe, die so stark sind, daß sie den aus seemännischen Sicherheitsgründen zulässigen Freibord voll ausnutzen können und

2. Schiffe mit durchlaufendem Aufbau, die im ganzen wesentlich leichter gebaut sind und deshalb einen größeren Freibord erhalten, d. h. sie dürfen nicht soviel Ladungsgewicht fahren wie ihrer Größe entspricht. Zwischen diesen beiden Grenzen kann für jeden besonderen Festigkeitszustand oder Wunsch des Reeders ein Mittelwert gefunden werden.

Abb. 4 zeigt in schematischer Darstellung eines mittleren Frachtschiffes von etwa 100 m Länge den Zusammenhang zwischen Festigkeit und Freibord und die Bewertung der durchlaufenden Aufbaudecks als obere Gurtung in den Jahren 1877 und 1927.

In allen Fällen bildet heute das oberste durchlaufende Deck die obere Gurtung des Schiffes als Träger, falls nicht darüber noch mittschiffs eine Brücke von bestimmter Länge vorhanden ist. Erst wurden nur lange Brücken in die Längsfestigkeit hineinbezogen, heute geht das Bestreben auf Materialausnutzung so weit, daß schon bei einer Brücke, deren Länge nur ungefähr ein Sechstel bis ein Siebtel der Schiffslänge beträgt, die obere Gurtung in die Brücke gelegt wird.

Besondere Behandlung erfordern die großen Personenschiffe mit ihrer großen Zahl von Aufbauten übereinander, die nach ihrem Zweck als Passagierräume und nach ihrer Lage über Wasser — je weiter nach oben, um so leichter —

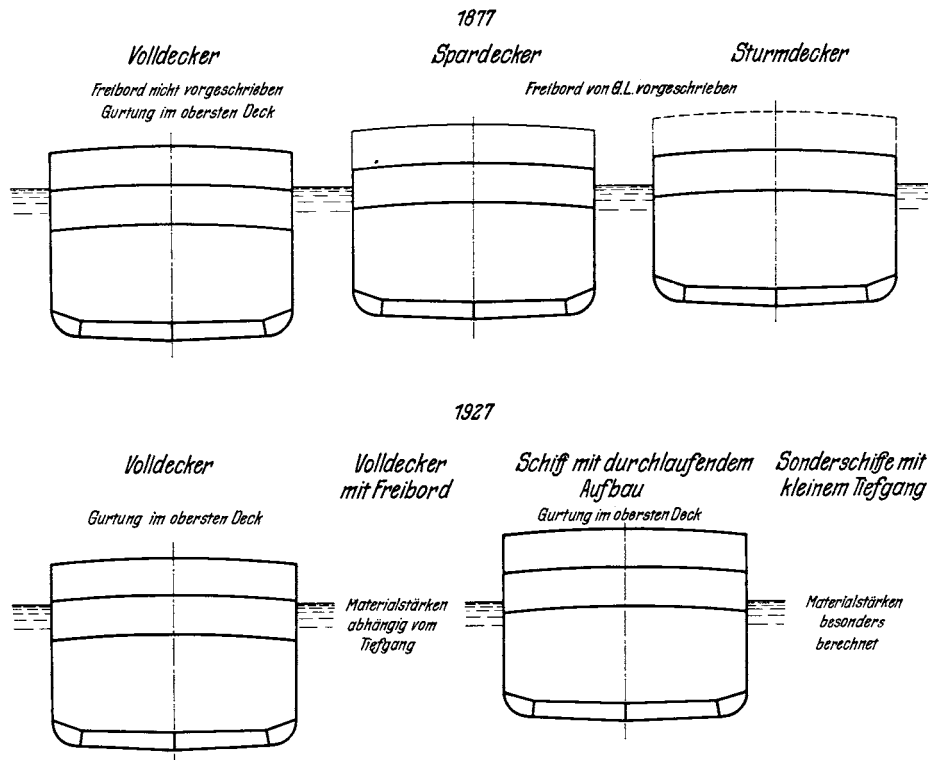


Abb. 4. Freibord und Festigkeit 1877 und 1927.

gebaut werden könnten. Die Verteilung des Materials auf die oberen Decks bedarf eingehender Vergleichsrechnungen, um die beste Festigkeit bei geringstem Gewicht unter Berücksichtigung der Stabilität zu erreichen.

Abb. 5 zeigt die Aufbauten von sechs großen deutschen Fahrgastschiffen aus dem letzten Vierteljahrhundert, und den Wechsel der Anschauungen über die Hineinbeziehung der oberen Aufbauten in die Festigkeit des Schiffes.

Früher wurden nicht nur lange Mittschiffsaufbauten, sondern sogar fast ganz durchlaufende Decks nur als Wetterschutz gewertet und durch Einschnitte („Dehnungsfalte“) aus dem Längsverband ausgeschaltet, dann beschränkte man diese Auffassung auf die kürzeren Aufbauten, und bei den neueren Schiffen werden auch verhältnismäßig kurze Aufbauten noch in die oberste Gurtung hineinbezogen, selbst wenn sie mehrere Deckshöhen über dem obersten durchlaufenden Deck liegen.

Die darüber etwa noch vorhandenen Aufbauten werden entweder durch Einschnitte aus der Gesamtfestigkeit herausgelassen oder — auf Grund einer vergleichenden Widerstandsberechnung — so stark gemacht, daß ihre Spannungen nicht höher werden, als sie im Gurtungsdeck auftreten würden, wenn kein mit-

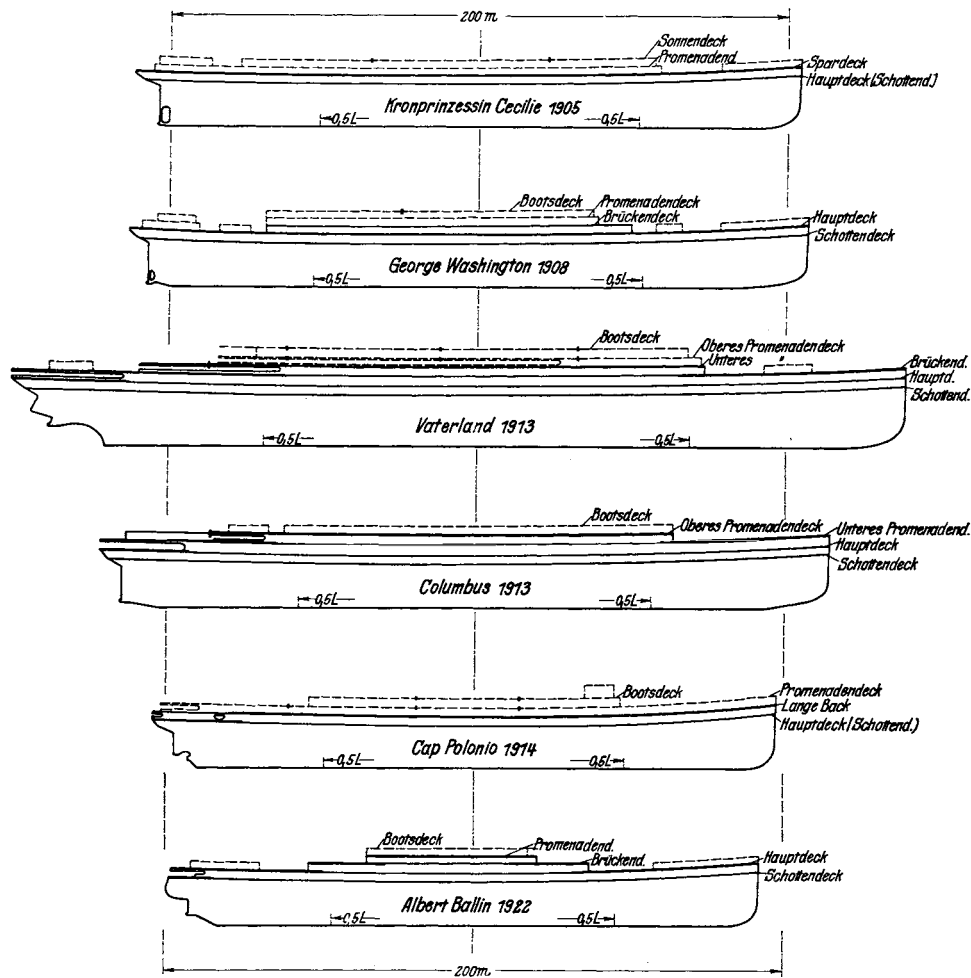


Abb. 5. Konstruktive Behandlung der Aufbauten großer Fahrgastschiffe.
Die dicken Deckslinien bedeuten die obere Gurtung. || bedeutet Einschnitt oder Dehnungsfalte.

tragender Aufbau vorhanden wäre, oder anders ausgedrückt, selbst ein Brechen der obersten leichten Aufbauten würde in der oberen Gurtung keine unzulässigen Spannungen ergeben.

d) Querschotte.

Die Geschichte der Schotte ist eine Geschichte schwerer Seeunfälle. Ich will hier nur an zwei Ereignisse erinnern, die einschneidend gewirkt haben. Nach dem Untergang der „Elbe“ 1894 wurde die Einteilung der Schiffe durch Schotte eingehend untersucht und führte in Deutschland zu den vom Germanischen Lloyd ausgearbeiteten und seit 1896 geltenden Vorschriften der Seeberufsgenossenschaft über „wasserdichte Schotte für Post- und Passagierdampfer in außereuropäischer Fahrt“. Ebenso wurde die Festigkeit der Schotte durch Rechnungen und Ver-

suche geprüft. Unter anderem ließ der Norddeutsche Lloyd auf seinem Schiff „Brandenburg“ im Jahre 1901 einen Raum volllaufen, um die Wirkungen eines hohen Wasserdrucks auf das Schott zu studieren. Die Ergebnisse der Untersuchungen fanden ihren Niederschlag in den Bauvorschriften des Germanischen Lloyd, die besonders 1910 wesentlich geändert wurden. Im Anschluß an das zweite einschneidende Ereignis, an den Untergang der „Titanic“ 1912, fanden internationale Verhandlungen statt, die für Deutschland ein erfreuliches Ergebnis hatten, da sie zeigten, daß an den bestehenden deutschen Vorschriften sowohl in bezug auf Einteilung der Schiffe durch Schotte wie in bezug auf den Bau der Schotte wenig zu verbessern war. Die Vorschriften des Germanischen Lloyd von 1916 sind dem Ergebnis der internationalen Beratungen angepaßt worden.

e) Arbeitsausführung.

Bei aller Sorgfalt der Berechnungen und der Konstruktion bleibt die Sicherheit eines Schiffes in großem Umfange abhängig von der Sorgfalt der Arbeit, besonders von der Nietung. Die Bauvorschriften haben daher von Anfang an eingehende Bestimmungen hierüber enthalten, die den Erfahrungen entsprechend im Laufe der Jahrzehnte immer verbessert worden sind, insbesondere für alle Stellen, wo lokale Beanspruchungen auftreten, z. B. an den Enden der Aufbauten, an den Ecken großer Luken und im Vorschiff. Die Durchführung wird gesichert durch dauernde Bauaufsicht, und diese im Zertifikat durch das Kreuz vor dem Klassenzeichen bescheinigt.

In neuerer Zeit haben die Bestrebungen zugenommen, die Nietung durch Schweißung zu ersetzen, und es sind dem Germanischen Lloyd bereits Vorschläge unterbreitet, Schiffe zu klassifizieren, die in ihren Hauptverbänden geschweißt sind. Der Germanische Lloyd verkennt nicht die Bedeutung der Schweißung zur Ersparung von Gewicht und vielleicht auch von Kosten, und verfolgt alle Fortschritte auf diesem Gebiet mit größter Aufmerksamkeit; er muß aber pflichtgemäß in der Genehmigung sehr vorsichtig sein. Es darf nicht vergessen werden, daß die Güte der Schweißung hauptsächlich von der Sorgfalt des Schweißers abhängt, und daß bisher noch kein Verfahren gefunden worden ist, die Güte einer Schweißnaht an einem Schiff in bezug auf Festigkeit sicher zu beurteilen.

Der Vortrag des Marine-Oberbaurats Herrn Lottmann wird die Frage der Schweißung der großen Schiffe eingehend behandeln.

f) Luken.

Der Schiffbauer gibt sich die größte Mühe, das Schiff unten, an den Seiten und oben fest und dicht zu machen, und dann kommt besonders bei Kohlen- und Erzschiffen sowie bei kleinen Schiffen der Reeder und verlangt Riesenlöcher im Deck für seine Ladung; diese sollen von der Decksmannschaft schnell auf- und zugemacht werden können, und trotzdem bei schwerstem Seeschlag fest und dicht halten. Die großen Luken sind eine leider nicht zu vermeidende Ursache von kleinen Störungen und großen Schäden, ihre Bauart und Abdeckung daher ein Gegenstand dauernder Sorge und Beratungen aller Beteiligten. Die Vorschriften

für den Bau und Betrieb haben von Anfang an bei den Klassifikationsgesellschaften und bei den Aufsichtsbehörden eine wichtige Rolle gespielt. Im Germanischen Lloyd sind die Vorschriften dauernd verbessert worden; wesentliche Änderungen sind 1910 vorgenommen; 1927 sind sie angepaßt an die im früher erwähnten Report of the Load Line Committee für die Gewährung des geringsten Freibords enthaltenen „Bedingungen“.

Auch diese Fragen werden in einem besonderen Vortrag behandelt werden. Ich kann mich daher auf die wenigen Worte beschränken.

Vorschriften für flußeiserne Binnenschiffe.

Die Klassifizierung von Binnenschiffen war bereits 1877 ins Auge gefaßt worden; in der ersten Bauvorschrift für eiserne Schiffe ist das Fahrzeichen „I“ für solche Schiffe angegeben. Eine besondere Vorschrift für eiserne und stählerne Binnenschiffe erschien aber erst im Jahre 1891 als Anhang zu den Vorschriften für Seeschiffe. Vom nächsten Jahre ab wurde sie unter der Bezeichnung „Vorschriften für die Klassifikation und für den Bau und die Ausrüstung von eisernen und stählernen Schiffen der Sund- und Wattfahrt sowie der Binnenfahrt“ selbstständig bis zum Jahre 1902 in regelmäßigen Abständen herausgegeben. Weitere Ausgaben folgten 1905 und 1909.

Die Leitzahlen für die Bestimmung der Materialstärken waren Q und $Q \times L$, also dieselben, die zur Ermittlung der Verbände von Seeschiffen dienen. Der halbe Umfang des Hauptspants $U/2$ brauchte aber nicht bis zum Deck, sondern nur bis zur Tiefladelinie gemessen zu werden.

Eine grundsätzliche Änderung der Leitzahlen wurde in den Vorschriften von 1920 vorgenommen, in der die Spanten nach $B \times H$ bestimmt werden, und die Längsverbände nach $L \times B \times T$, worin T den Tiefgang bedeutet. Diese Ausgabe der Vorschriften ist außerdem die erste, die nicht mehr die Vorschriften für Wattschiffe, sondern nur für Binnenschiffe enthält.

Alle vom Germanischen Lloyd klassifizierten Binnenschiffe erhalten ein besonderes Fahrtzeichen, und zwar „I“ oder „I—“; „I—“ erhalten solche Fahrzeuge, die stets gleichmäßig von vorn bis hinten beladen werden. Diese Schiffe dürfen ein größeres Verhältnis $L : H$ und zum Teil schwächere Verbände erhalten als solche, denen das Zeichen „I“ erteilt werden soll.

Seit der letzten Ausgabe von 1926 wird der Klasse außer dem Fahrtzeichen auch noch das Stromgebiet hinzugefügt, auf dem das Fahrzeug verkehren soll. Die Vorschriften von 1926 gelten zunächst nur für Fahrzeuge der deutschen Wasserstraßen mit Ausnahme des Rheins und der Donau. Schiffe für Rhein und Donau können mit den zulässigen und erforderlichen Abweichungen gleichfalls nach diesen Vorschriften gebaut werden.

Vorschriften für flußeiserne Wattschiffe.

Im Jahre 1922 wurden zum ersten Mal Vorschriften für Wattschiffe herausgegeben, die unabhängig von den Vorschriften für Binnenschiffe sind. Ihr Aufbau ist ähnlich dem der Vorschriften für Seeschiffe.

Material.

In der ersten Bauvorschrift für eiserne Schiffe 1877 sind nur allgemeine Angaben über das Eisen enthalten, z. B.: „Die Experten sind befugt, das Material zu prüfen, wenn sie es für nötig erachten.“ Auch für Anker und Ketten wurde noch keine Prüfung verlangt; waren sie dennoch geprüft, so erhielten die Schiffe das Zeichen des Ankers im Register.

Erst die Bauvorschriften von 1890 enthalten die Bestimmung, daß die Platten, Winkel-, Wulst- und Fassoneisen und -stahle vor ihrer Verwendung zu prüfen

<i>Materialvorschriften</i>													
<i>Die horizontalen Striche bedeuten neue Ausgaben der Vorschriften.</i>													
<i>Jahr</i>	<i>Schiffbau-Material</i>			<i>Kesselbau-Material</i>			<i>Maschinenbau-Material</i>			<i>Anker</i>	<i>Ketten</i>	<i>Trossen</i>	<i>Draht-tauwerk</i>
	<i>Schweiß-eisen</i>	<i>Fluß-eisen</i>	<i>Stahl-formguß</i>	<i>Schweiß-eisen</i>	<i>Fluß-eisen</i>	<i>Stahl-formguß</i>	<i>Schweiß-eisen</i>	<i>Fluß-eisen</i>	<i>Stahl-formguß</i>				
1877	—	—											
1880	—	—											
1885	—	—											
1890	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	
1895	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
1900	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
1905	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
1910	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
1915	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
1920	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—
1925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1927	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Abb. 6.

sind. Das zugehörige „Reglement für die Prüfung von Schweißisen und Stahl“ enthält die teilweise heute noch gültigen Bestimmungen für das Prüfungsverfahren, die Probenwahl, die Stempelung usw., für Schiffe und Kessel aus Schweißisen und Flußeisen einschließlich Niete sowie für Anker und Ketten.

1892 kam dann die Prüfung der Kurbel-, Schrauben- und Leitungswellen hinzu, und in weiterer Folge entstanden, den steigenden Bedürfnissen entsprechend, Bestimmungen über Materialien von Dampfrohren, Überhitzern, Schiffsschmiede- und Stahlformgußstücken, Druckluftbehältern usw. Nebenher ging auf Grund der Erfahrungen eine ständige Fortbildung des Prüfungsvorgangs, um eine möglichst zuverlässige Kontrolle zu erreichen.

Die Vorschriften für Kesselmaterial insbesondere wurden erheblich ausgebaut und sind schließlich mit die Grundlage für die heutigen gesetzlichen Werkstoffvorschriften geworden.

Eine Ergänzung erfährt die Materialprüfung durch die periodische Kontrolle der Prüfmaschinen auf richtige Lastanzeige. Diese Kontrolle erstreckt sich zur Zeit auf die Prüfung der Maschinen für Anker, Ketten und Trossen und wird zum Teil mit Inanspruchnahme der staatlichen Materialprüfungsämter ausgeführt.

Einen äußeren Überblick über Umfang und Entwicklung der Materialvorschriften zeigt Abb. 6.

Außer den Materialvorschriften, deren Innehaltung eine Bedingung für die Klasse ist, wurden auf Wunsch der Verbraucher, insbesondere einzelner Werften und Reedereien, 1925 noch besondere „Grundsätze“ für die Prüfung einer Reihe von Einzelheiten der Maschinenanlage und des Schiffes gedruckt herausgegeben, z. B. für Gußeisen-, Feuer- und Ankerrohre, Kupferrohre, Kondensatorrohre usw.

Dem Bedürfnis folgend, sind diese Empfehlungen 1926 erweitert. Auch die auf Veranlassung der Seeberufsgenossenschaft herausgegebenen Vorschriften für die Prüfung des Ladegeschirrs sind in die „Grundsätze“ aufgenommen und wurden bindend für alle unter deutscher Flagge fahrenden Schiffe, obgleich sie nicht für die Klassifikation gefordert werden.

Für Baustoffe, die nur in besonderen Fällen verwendet werden, wie hochwertiger Baustahl, Izett-Kesselbleche oder Duralumin bestehen vorläufig interne Prüfungsbestimmungen, die gedruckt herausgegeben werden könnten, sobald ein allgemeines Bedürfnis für solche Regeln entsteht.

Maschinen- und Kesselanlagen.

Die ersten Vorschriften für eiserne Schiffe 1877 enthalten über Maschinen und Kessel nur im Klassifikationsreglement ganz allgemeine Worte: Maschinen und Kessel müssen „in guter Ordnung“ und „in normalem arbeitsfähigem Zustand“ sein. In den Bauvorschriften sind nur einige Angaben über „Maschinenraum“, „Wellentunnel“ und „Ventile“ zu finden. Erst 1890 erscheinen besondere (von dem Wirkl. Admiraltätsrat Prof. Görris bearbeitete) Vorschriften für den Bau von Maschinen und Kesseln von Dampfschiffen. Sie beschränken sich neben allgemeinen Angaben über Pumpen, Rohrleitungen u. dgl. auf die Berechnung der Hauptteile der Kessel, wie Mantel, Böden, Feuerrohre, Feuerkammer und auf die dazu nötigen Baustoffe und deren Bearbeitung. Dazu kommt eine einfache Liste der Ersatzteile. Diese ersten Vorschriften umfassen einschließlich Materialvorschriften nur 19 Seiten Text und keine Tabellen, gegen 106 Seiten Text für den Schiffskörper ausschließlich Materialvorschriften und Tabellen.

In den nächsten Jahrzehnten haben die Vorschriften für Maschinen- und Kesselanlagen erheblich mehr zugenommen als die für den Schiffskörper. 1891 erscheinen grundlegende Bestimmungen über elektrische Anlagen. 1892 folgen erstmalig Formeln für Wellen. 1910 sind die Vorschriften neu geordnet und auf

Verbrennungsmotoranlagen erweitert worden. Seit 1912 gibt es besondere Vorschriften über Kühlanlagen, seit 1920 auch über Ölfeuerungsanlagen. 1927 wurden die seit langem vorbereiteten Vorschriften über Dampfturbinen herausgegeben. In einigen Einzelheiten stützen sich die Bauvorschriften für maschinelle Anlagen auch auf andere Vorschriften, z. B. des Verbandes Deutscher Elektrotechniker und die H.N.A.-Normen, die unter Mitwirkung des Germanischen Lloyd zustande gekommen sind.

Die neuesten Vorschriften von 1927 enthalten 101 Seiten Text und 75 Seiten Tabellen für den Schiffskörper, 72 Seiten „Maschinelle Einrichtungen“ und

<i>Vorschriften für maschinelle Einrichtungen</i>									
<i>Die horizontalen Striche bedeuten neue Ausgaben der Vorschriften.</i>									
<i>Jahr</i>	<i>Dampf- kessel</i>	<i>Dampf- kolben- maschinen</i>	<i>Pumpen- anlagen</i>	<i>Elektrische Anlagen</i>	<i>Dampf- rohr- leitungen</i>	<i>Verbrennungs- motor- anlagen</i>	<i>Ladungs- kühl- anlagen</i>	<i>Dampf- turbinen</i>	<i>Öl- feuerungs- anlagen</i>
1890	—	—	—	—					
1895	—	—	—	—					
1900	—	—	—	—					
1905	—	—	—	—					
1910	—	—	—	—	—	—			
1915	—	—	—	—	—	—	—		
1920	—	—	—	—	—	—	—		
1925	—	—	—	—	—	—	—		—
1927	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Abb. 7

37 Seiten Materialvorschriften für Schiffskörper, Kessel, Maschine und Ausrüstung. Einen äußeren Überblick über die Entwicklung gibt die Abb. 7.

Aufbau und Inhalt der Bauvorschriften für Maschinenanlagen sind von ganz anderer Art als die für den Schiffskörper. Die Vorschriften für den Schiffskörper umfassen von Anfang an den gesamten Bau mit allen wesentlichen Einzelheiten; sie bestimmen alle Plattendicken und Winkelgrößen in Form und Lage; sie beschäftigen sich mit der Bearbeitung und der Vernietung.

In den Maschinenvorschriften fehlen entsprechende Bestimmungen zunächst ganz. Erst allmählich unter steter Mitarbeit der Werften, der Reedereien und sonstigen Hersteller haben sich die Bau- und Materialvorschriften auf alle lebenswichtigen Teile der gesamten Kessel- und Maschinenanlage erweitert; die Herstellung und der Zusammenbau werden während des ganzen Baues laufend überwacht und nach Fertigstellung im Betriebe erprobt. Trotz dieser vom Anfang der Materialprüfung bis zum Abschluß der Probefahrten laufenden

Bauaufsicht befassen sich die Bauvorschriften für maschinelle Anlagen auch heute noch außer bei den Kesseln, wo mehr auf die Konstruktion eingewirkt wird, wenig mit Einzelheiten der Bauart. Durch Formeln werden festgelegt nur die Hauptabmessungen der wesentlichen Teile, auch diese nicht immer direkt in Maßzahlen, sondern nur in dem Grade der Beanspruchung oder der geforderten Sicherheit. Alle übrigen Einzelheiten werden der ausführenden Werft oder Fabrik überlassen; sie müssen nur sachgemäß und gut ausgeführt werden und der nachträglichen Prüfung standhalten. Oder anders ausgedrückt: Es werden Forderungen aufgestellt, aber die Art der Erfüllung bleibt der ausführenden Fabrik überlassen. Man könnte auch sagen, die Bauvorschriften sind weniger Vorschriften für den Bau, als solche zur Verhütung von Unfällen, d. h. sie enthalten die Maßregeln, die nach den Betriebserfahrungen der letzten Jahrzehnte notwendig sind, um Betriebsunfälle zu verhüten oder deren Folgen zu mildern.

Zusammenfassung.

Unter Mitwirkung aller beteiligten Kreise wie Reedereien, Werften und Behörden wird immer mehr dahin gearbeitet, daß die verschiedenen Stellen, denen eine sachgemäße Ausführung und sorgfältige Kontrolle am Herzen liegt, möglichst einheitliche Vorschriften erlassen. Auch geht das Bestreben der Reedereien und der für die Sicherheit der Schiffe verantwortlichen Seeberufsgenossenschaft dahin, daß jeder Betrieb nur von einer Stelle kontrolliert wird. Leider ist dieses Ziel noch nicht erreicht, und es gibt noch Stellen, die die sorgfältigen Prüfungen des Germanischen Lloyd nicht anerkennen wollen, sondern es für notwendig halten, daß einige Teile durch ihre eigenen Beamten noch einmal geprüft werden.

Der Germanische Lloyd dient der Sicherheit der Schiffe, soweit technische Einrichtungen in Frage kommen. Dem gleichen Zweck dienen die Unfallverhütungsvorschriften der Seeberufsgenossenschaft, die unter Mitwirkung des Germanischen Lloyd entstanden sind. Außer diesen beiden Organisationen arbeiten Reich und Staaten mit ihren behördlichen Maßnahmen an der Regelung der Seeschifffahrt, deren Sicherheit auch wesentlich abhängig ist von der Ausbildung und Zuverlässigkeit des Kapitäns und der Mannschaft. Die Wirkung aller dieser Faktoren läßt sich durch die Statistik nicht im einzelnen, sondern nur im ganzen erfassen.

Die Abb. 8 zeigt nach den Ermittlungen von Lloyds Register die Totalverluste der Seeschifffahrt für die ganze Erde, für Großbritannien und für Deutschland seit dem Jahre 1902. Hiernach blieben die Totalverluste der deutschen Handelsflotte vor dem Kriege — wohlgermerkt nicht nach einer deutschen Statistik, sondern nach einer englischen! — erheblich unter dem Gesamtdurchschnitt und auch hinter den Verlusten der englischen Handelsflotte zurück. Die vorübergehende prozentuale Vermehrung der deutschen Schiffsverluste in der Nachkriegszeit ist eine Folge davon, daß alle großen und guten Schiffe weggenommen waren, und der unbedingt notwendige Seeverkehr mit den vorhandenen alten, kleinen und teilweise schlechten Schiffen in der ganz allgemein sehr

unsicheren Inflationszeit aufrecht erhalten werden mußte. Seit Deutschland seine Handelsflotte zum großen Teil wieder aufgebaut hat und die alte deutsche Zuverlässigkeit wieder anfängt, sinken die Schiffsverluste ganz erheblich. Auffallend ist, daß in den letzten Jahren die Schiffsverluste auch auf der ganzen Erde und in Großbritannien erheblich unter den Durchschnitt der Vorkriegszeit gefallen sind — erklärlich vielleicht dadurch, daß wegen des Überflusses an Schiffsraum hauptsächlich die neueren Schiffe fahren, während viele minderwertige ältere stillgelegt oder abgewrackt sind.

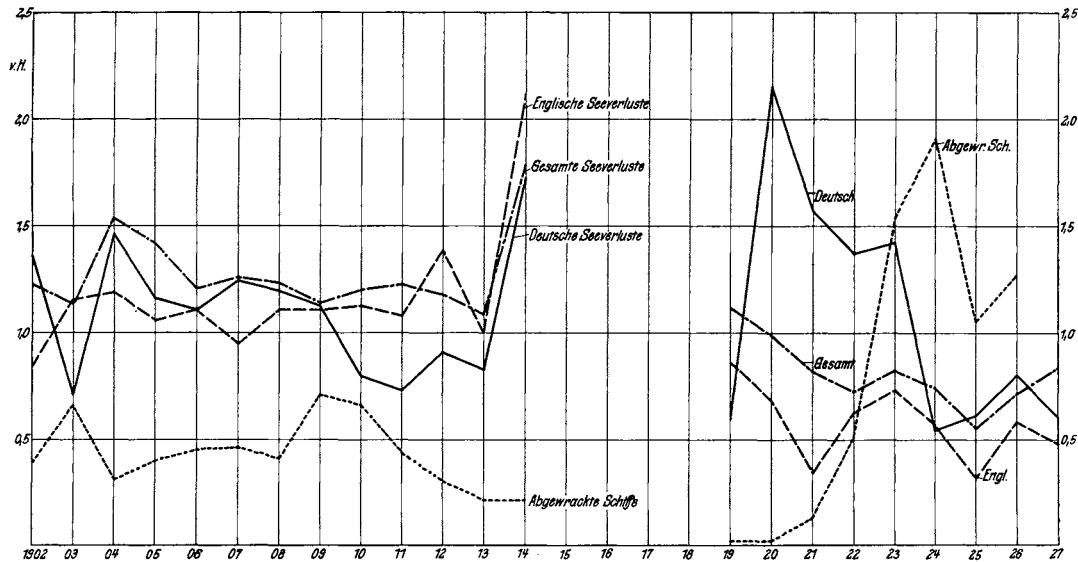


Abb. 8. Totalverluste der Dampf- und Motorschiffe der Seehandelsflotte aller Länder, Großbritanniens und Deutschlands, sowie Gesamtabwrackungen in Hundertteilen vom Bruttoreaumegehalt (nach Angabe von Lloyds' Register).

An der günstigen Stellung der deutschen Schiffe in der internationalen Seeunfallstatistik darf der Germanische Lloyd, soweit der technische Zustand dabei von Einfluß ist, ohne Überhebung seine Freude haben.

Aus den Bedürfnissen der Schifffahrt ist der Germanische Lloyd als technische Kontrolle entstanden. Unter der Mitarbeit hervorragender Vertreter der Konstruktion und der Schifffahrt konzentrieren sich die Betriebserfahrungen der Werften und Reedereien in den Bauvorschriften. Diese müssen das Erprobte festhalten, sollen aber Neuerungen und Verbesserungen den Weg nicht versperren. Zwischen diesen beiden Extremen, Tradition und Fortschritt, den gesunden Mittelweg zu finden, ist immer das Bestreben der Leitung des Germanischen Lloyd gewesen und wird es auch in Zukunft sein.

Anlage.

Vorwort der Bauvorschriften des Germanischen Lloyd 1867.

Von dem Gründungs-Comité des „Germanischen Lloyd“ mit der Ausarbeitung der Bauvorschriften desselben beauftragt, habe ich mich der Erfüllung dieses zwar ehrenvollen, aber mich gleichzeitig mit einer schweren Verantwortlichkeit belastenden Auftrages mit um so größerem Widerstreben unterzogen, als mir wohl bewußt, daß es bei dem heutigen Stande der Schiffsbau-Technik durchaus unmöglich und deshalb unthunlich ist, allgemein gültige, starre Vorschriften aufzustellen, welche — der Natur der Sache nach — doch nur bedingungsweise richtig bleiben können, und deshalb in vielfachen Fällen — ohne Gestattung von Modifikationen — zu mehr, oder minder begründeten Klagen Veranlassung geben müssen.

Der guten Sache wegen habe ich indessen den mir ertheilten Auftrag nicht abgelehnt, und mich nur bemüht, die Bauvorschriften so abzufassen, daß sie der Geltendmachung der individuellen Ansichten der Schiffsbauer den größtmöglichen Spielraum lassen, ohne die Interessen der Rheder und Assekuradeurs zu gefährden.

Es ist in den Bauvorschriften kein neues System aufgestellt, sondern es sollen dieselben nur ein möglichst getreues Bild des jetzt von den ersten Technikern der meisten Nationen durchschnittlich befolgten Schiffsbau-Systems geben. Die dieserhalb angestellten, zahllosen Vergleiche ergaben für die Größenverhältnisse fast aller einzelnen Theile der Schiffe und deren Verbolzung — Differenzen von 20, ja selbst 30 Procent und darüber, und das bei Schiffen renommirter Baumeister. — Die in den Tabellen vorgeschriebenen Dimensionen entsprechen annähernd dem mittleren Ergebnisse der angestellten Vergleichen.

Die bisher vom „Englischen Lloyd“, der „Veritas“ und den übrigen Classifikations-Gesellschaften befolgte Methode — „die Dimensionen der einzelnen Theile der Schiffe nach deren Tonnengehalte zu regulieren“ — führt zu vielen Unzuträglichkeiten und ist bei dem heutigen Stande der Technik oft geradezu irrational. — Ich erinnere z. B. daran, daß nach diesen Vorschriften die in der folgenden Tabelle angegebenen Schiffe, welche alle denselben Tonnengehalt haben, in ihrer Breite und Höhe aber um 10 bis 20 Procent differiren — mit genau denselben Inhölzern, bei der „Veritas universel“ sogar mit gleich starken Deckbalken und Decksknieen gebaut, und auf ganz gleiche Weise auch verbolzt werden!

Nr.	<i>L</i> Länge über Stäven Fuß rhl.	<i>B</i> Breite an den Inhölzern Fuß	<i>H</i> Höhe vom Kiel bis zum Deck Fuß	Tonnengehalt Tonneaux
1	144	36	$21\frac{3}{4}$	800
2	170	34	$19\frac{1}{2}$	800
3	192	32	$18\frac{1}{2}$	800
4	210	30	$18\frac{1}{4}$	800
5	172	30	22	800

Diese Aufstellung genügt, um die Verurtheilung eines solchen Systems vollständig zu rechtfertigen.

Die von mir an Stelle des Tonnengehaltes als Basis für die Bestimmung der Größenverhältnisse der einzelnen Schiffstheile gewählten Formeln — „ $B + \frac{H}{2}$ “ und „ $B + \frac{L}{10}$ “ — machen zwar nicht auf tief wissenschaftliche Begründung und Untrüglichkeit An-

spruch¹, sie beruhen aber doch auf rationellen Principien, empfehlen sich durch ihre Einfachheit, und können — „selbst in ihrer Anwendung auf die abnormsten Fälle der Schiffsbau-Technik“ — nie zu so offenbaren Mißgriffen führen, wie wenn das Bau-Besteck nach dem Tonnengehalte geregelt wird.

Die Dimensionen, „Länge, Breite und Höhe“ (L, B, H) sind allemal vor Beginn eines Baues bekannt, lassen sich mit der größten Leichtigkeit vom Experten nachmessen, und die bisherige Unsicherheit über die Bestimmung des Tonnengehaltes — den thatsächlich nur derjenige vorher ermitteln kann, welcher sich im Besitz des Bau-risses befindet und den deshalb der Expert auf Treu und Glauben für richtig anzunehmen hat, wie er ihm angegeben wird², — wird durch Annahme der Hauptdimensionen als „Basis für die Bauvorschriften“ vermieden.

Die Art der Anordnung und Eintheilung der Bauvorschriften ist neu, und wird, glaube ich, nach einiger Bekanntschaft damit — das Nachsuchen erleichtern. Die Besprechung der einzelnen Schiffstheile geschieht in derselben Reihenfolge, wie sie in den Tabellen vorkommen. Was zusammen gehört, steht auch beisammen, und eine Prüfung des richtigen Verhältnisses der einzelnen Schiffstheile zu einander, sowie deren Verbolzung ist dadurch sehr erleichtert. (Was bei der Anordnung der bereits existierenden Bauvorschriften sehr schwierig, ja fast ein Ding der Unmöglichkeit war.) Die Vorschriften werden eben deshalb eine schärfere Kritik begünstigen und hervorrufen; das ist aber die Absicht ihres Verfassers, denn nur so kann der eigentliche Zweck derselben auf eine — für alle bei der Schifffahrt interessirten Parteien — vorteilhafte Weise erreicht werden.

In der Einleitung zu den Bauvorschriften ist die Bestimmung aufgenommen, — „daß dieselben alljährlich einer Revision durch Sachverständige aus allen deutschen Küstendistrikten im Verein mit den Beamten des „Germanischen Lloyd“ unterzogen werden sollen.“ — Aufgabe und Verdienst der Herren Sachverständigen selbst wird es also sein, den Bauvorschriften des „Germanischen Lloyd“ den Grad von Vollkommenheit zu geben, dessen derartige allgemeine Regeln überhaupt fähig sind. — Daß dies günstige Resultat möglichst bald erreicht werden möge, ist der aufrichtige Wunsch des Unterzeichneten.

Stettin, im December 1867.

Im Auftrage des Verwaltungsrathes für die technische Commission

F. Schüler, Schiffsbaumeister.

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Die Entwicklung des Germanischen Lloyd gibt gleichzeitig auch die Entwicklung der deutschen Handelsflotte, soweit sie Zahl und Größe der Schiffe umfaßt. Mit der zunehmenden Größe der Fahrzeuge und ihren den Fortschritten der Technik entsprechenden besseren Baustoffen hat der Germanische Lloyd seine Vorschriften beständig den hierdurch nötig gewordenen Änderungen unterzogen. Wie sehr er sich durch dieses Vorgehen das Vertrauen der schifffahrttreibenden Kreise erworben hat, geht am schlagendsten daraus hervor, daß heute 90 v. H. aller deutschen Seeschiffe von ihm klassifiziert worden sind.

Herrn Professor Laas möchte ich im Namen der Versammlung für seine fesselnden Ausführungen unseren verbindlichsten Dank aussprechen und hieran die Hoffnung knüpfen, daß der Germanische Lloyd seine stolze Stellung im internationalen Schiffbau in der Zukunft noch immer mehr befestigen möge.

Herrn Oberingenieur Buchsbaum, der uns den Vortrag in Vertretung des durch Unwohlsein verhinderten Herrn Professor Laas zum Gehör gebracht hat, danke ich für seine Bemühungen.

¹ Die Aufstellung wirklich zuverlässiger Regeln und Formeln für die Bestimmung dieser Größenverhältnisse kann wegen der Menge der dabei zu berücksichtigenden Punkte nur in einem umfassenden Werke über den Schiffbau stattfinden. Für den vorliegenden Zweck sind nur solche Regeln brauchbar, die bei genügender Zuverlässigkeit allgemein und leicht „selbst von Laien“ verstanden werden können.

² Noch schlimmer ist der umgekehrte Fall, wie er bisher in Deutschland vorliegt, daß nämlich die Experten meistens auf's Gerathewohl hin angeben, welchen Tonnengehalt ein Schiff nach der „überdies notorisch verkehrten“, französischen Meßmethode habe.

VIII. Versuchseinrichtungen und Ergebnisse des Institutes für Schiffsfestigkeit an der Technischen Hochschule Danzig.

Von Professor O. Lienau, Danzig.

Die Notwendigkeit, wichtige technische Fragen, deren rein theoretische Lösung einen unverhältnismäßig großen Aufwand an Zeit und Arbeit erfordern würde, auf dem Wege des Versuchs zu klären und der Praxis die für die allgemein vorkommenden Fälle notwendige Annäherungstheorie zu geben, ist auch im Schiffbau frühzeitig erkannt worden. So wurden schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts mehrfach Versuche an Schiffen und naturgroßen Bauteilen von Schiffen ausgeführt, um Einblick in die Festigkeitsverhältnisse zu gewinnen. Neben den Marinebehörden waren es insbesondere die Klassifikationsgesellschaften, welche einzelne aktuelle Fragen anfaßten und entsprechende Versuche anstellten. Am umfangreichsten und eingehendsten waren wohl die Versuche an wasserdichten Schotten und der im Jahre 1905 auf Veranlassung der englischen Marinebehörden von Prof. Biles, Glasgow, angestellte Durchbiegungsversuch mit dem Torpedoboot „Wolf“.

Die Literatur jener Zeit weist zahlreiche Berichte auf, deren wichtigste in der Literaturübersicht am Schluß des Vortrages zusammengestellt sind.

Ein bestimmtes System kam jedoch in diese Versuche erst mit den Arbeiten des verstorbenen Marinebaumeisters Pietzker, der in einer für jene Zeit geradezu vorbildlichen Weise die Festigkeitsfragen des Kriegsschiffbaues anfaßte und durch Versuche klärte. Seine Versuche über den Gleitwiderstand der Schiffbauvernietungen, die Beanspruchung von Platten unter Wasserdruck, über Einspannungsgrade von Profilen, über den Verlauf der Schubspannungen und die Wellenbildung in dünnwandigen Stegen, über das Zusammenwirken der Einzelteile gebauter Trägerkonstruktionen und zahlreiche andere haben vielen Schiffbauern erst die Augen für die besonderen Festigkeitsverhältnisse ihres Faches geöffnet. Es folgten während des Krieges und nach Ende desselben zahlreiche Einzelversuche der Marine, die sich in letzter Zeit besonders auf Schweißungen erstreckten.

Die weitaus meisten der älteren Versuche befaßten sich mit der Ermittlung der wirklichen Durchbiegungen und suchten durch Vergleich mit der Biegungstheorie Schlüsse auf den Spannungsverlauf zu machen. Nur in wenigen Fällen

wurden unmittelbar durch Messung der Dehnungen des Baustoffes die Spannungen ermittelt, jedoch beschränkten sich diese Versuche stets auf einzelne Punkte und erbrachten kein geschlossenes Spannungsbild.

Wer die Schwierigkeiten der exakten Dehnungsmessung kennt, weiß, warum die früheren Versuche gerade in dieser Richtung so spärlich waren und keine befriedigenden Ergebnisse zeitigten. Vor allem fehlte es an einem wirklich zuverlässigen Meßgerät, das die Mängel der nur im Laboratorium brauchbaren optischen Apparate (Spiegelapparate) nicht aufwies. Erst die letzten Jahre haben mit der Entwicklung der Meßuhren, des elektrischen Dehnungsmessers von Dr. Siemann, des Frahm'schen photometrischen Dehnungsmessers und des Okhuizen-Apparates und seiner Nachahmer die notwendigen Fortschritte gebracht, so daß heute mit Meßlängen bis zu 1 cm herab zuverlässige Dehnungsmessungen ausgeführt werden können.

Am naturgroßen Schiff mußte man sich bisher allerdings vorläufig mit größeren Meßlängen von etwa 20 cm begnügen, die nur ein rohes Bild des Spannungsverlaufes ergaben und über den feineren Verlauf an Ecken, Ausschnitten usw. noch kein Urteil gestatteten. Zudem kommt in die Versuche am naturgroßen Objekt dadurch eine große Unsicherheit, daß sowohl die äußeren Kräfte als auch die Auflager- und Einspannungsverhältnisse meist nicht genau übersehen und ermittelt werden können, insbesondere bei zeitlich begrenzter Kraftwirkung, wie im Seegang.

Die mit großer Mühe und Genauigkeit durchgeführten Messungen der Herren Dr. Siemann, Dr. Schäfer, Dr. Dahlmann und Dr. Kempf an Bord von Schiffen im Seegang konnten daher zwar interessante Einzelwerte und wertvolle Erfahrungen in der Meßtechnik ergeben, ließen aber noch keine einwandfreien Schlüsse über den Spannungsverlauf zu und konnten noch keine theoretisch-wissenschaftlichen Ergebnisse liefern.

Es war daher durchaus notwendig, um die für künftige Versuche im großen erforderlichen wissenschaftlichen Grundlagen zu schaffen, zunächst Versuche an einfachen schiffsähnlichen Modellkörpern anzustellen, welche es ermöglichten, im Laboratorium nicht nur alle die Fehlerquellen auszuschalten, die am großen Schiff unvermeidbar sind, sondern auch jeden Versuch unter genauester Einhaltung der Belastungsbedingungen beliebig oft bis zur vollständigen Klärung der Verhältnisse zu wiederholen. Material und Größe der Versuchskörper waren jedoch möglichst so zu wählen, daß ein Vergleich mit dem naturgroßen Schiff statthaft wurde. Zugleich mußten die erzeugten Dehnungen so groß sein, daß sie mit den zur Verfügung stehenden Dehnungsapparaten gemessen, ein möglichst genaues und vollständiges Bild der Spannungsverteilung ergaben.

Diese Gedanken führten mich bereits im Jahre 1924 zu einer Reihe von Vorversuchen, die ich mangels eigener Einrichtungen zunächst im Festigkeitslaboratorium der Technischen Hochschule Danzig durch freundliches Entgegenkommen des Herrn Geh. Rat Lorenz anstellen lassen konnte. Über diese Versuche ist in zwei Doktordissertationen berichtet, während eine dritte sich noch in Arbeit befindet. Die Arbeit des Herrn Dr. Schnadel ist an dieser Stelle vor

2 Jahren vorgetragen worden, die wesentlichsten Ergebnisse der beiden anderen Arbeiten der Herren Dr. Smith und Schubert geich in Abschnitt I zur Kenntnis.

Durch das Entgegenkommen der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, der Schiffbautechnischen Gesellschaft, durch Unterstützung des Vereins

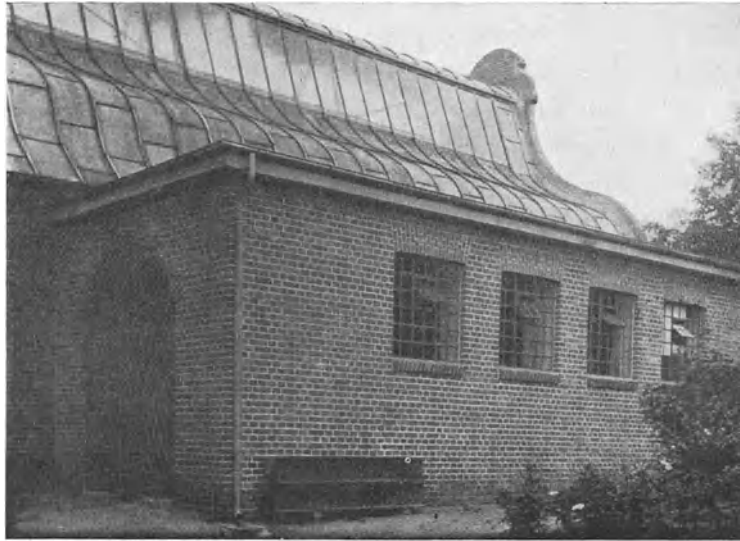


Abb. 1. Außenansicht des Institutsbaues.

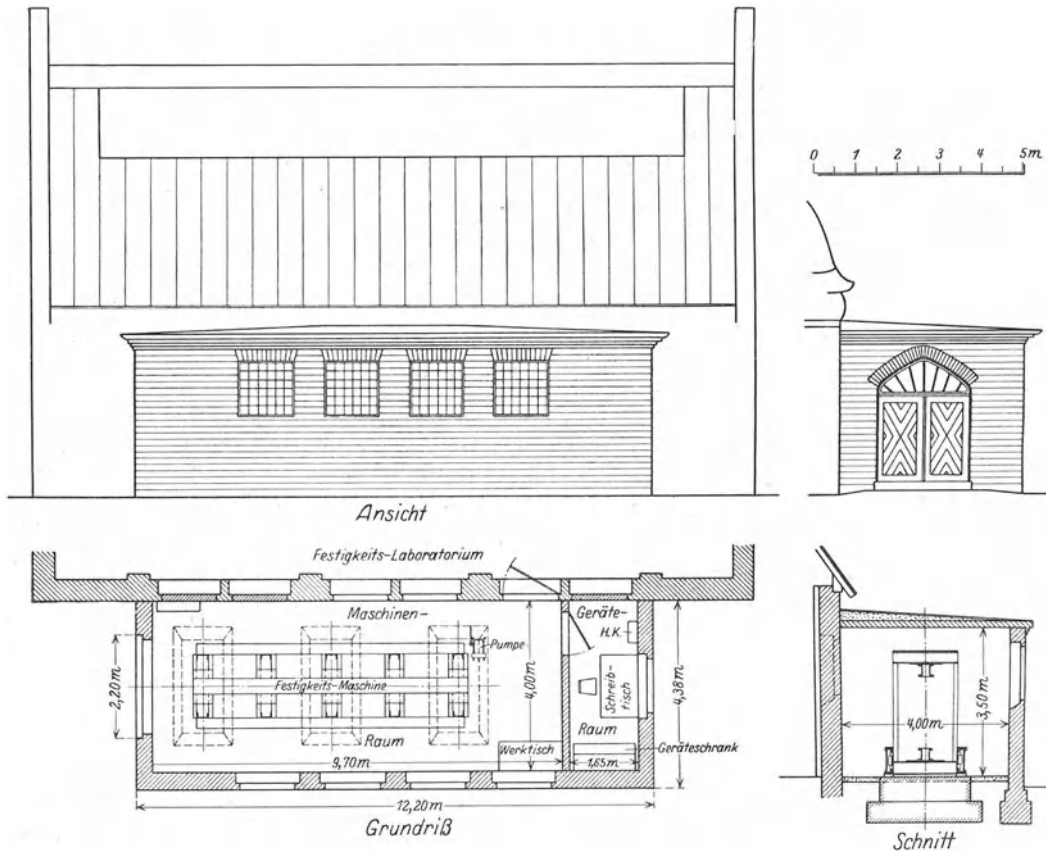


Abb. 2. Ansicht und Inneneinrichtung des Institutes.

Deutscher Ingenieure und schließlich durch eine hochherzige Spende der verstorbenen Inhaberin der Schichauwerke, Frau Hildegard Carlson, gelang es

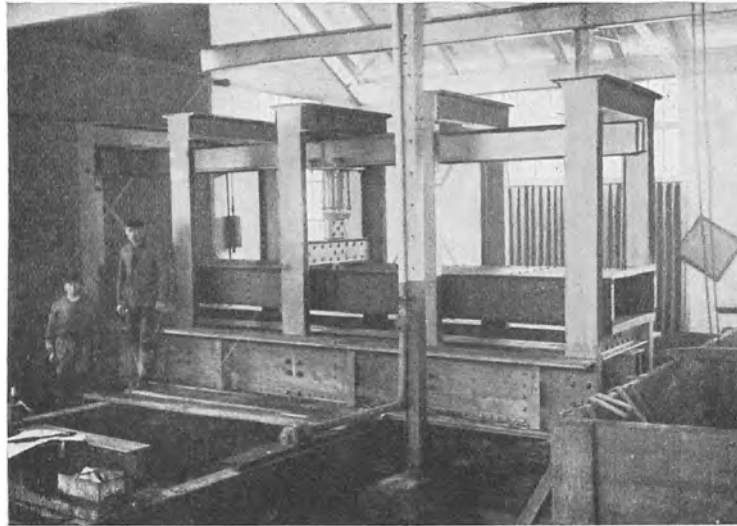


Abb. 3. Der Versuchsstand mit Versuchskörper bei der Erprobung.

Ende vorigen Jahres die erforderlichen Mittel für den Bau und die Einrichtung einer vergrößerten Versuchsanlage zu beschaffen, die Ihnen nachstehend kurz zu erläutern, mir eine angenehme Dankespflicht ist.

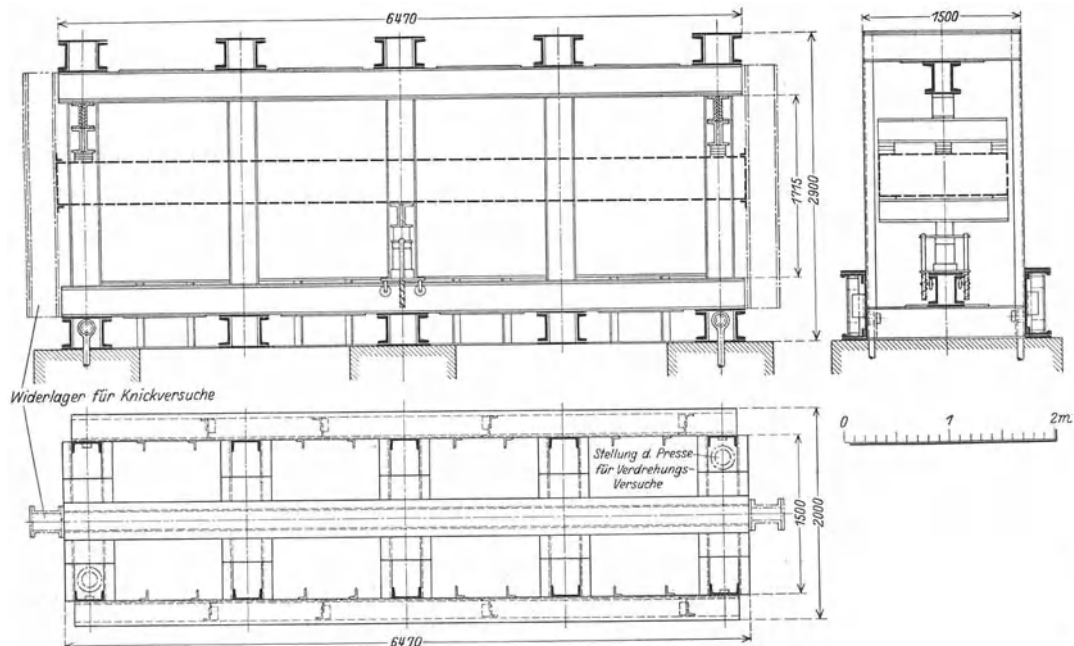


Abb. 4. Das Eisengerüst des Versuchsstandes.

Die Anlage lehnt sich an das umfangreiche Festigkeitslaboratorium der Hochschule an, deren Apparate und Werkstatt für Eichungen usw. weiter zur Verfügung stehen, so daß das neue Institut nur das enthält, was abweichend vom Maschinenbau der rein schiffbautechnischen Forschung dient (Abb. 1 u. 2).

Die Festigkeitsprobleme des Schiffbaues lassen sich, soweit sie den Schiffskörper betreffen, im wesentlichen auf das Verhalten dünnwandiger Kasten-träger gegenüber Zug und Druck, Biegung, Schub und Drehung zurückführen, wozu als besonderes Gebiet der Druckbeanspruchungen die Knickungsfrage tritt, deren Erforschung einen breiten Raum im Schiffbau beanspruchen wird.

Da reine Zug- und Druckbeanspruchungen im Schiffbau selten auftreten und für diese Versuche die Maschinen des Festigkeitslaboratoriums ausreichen,

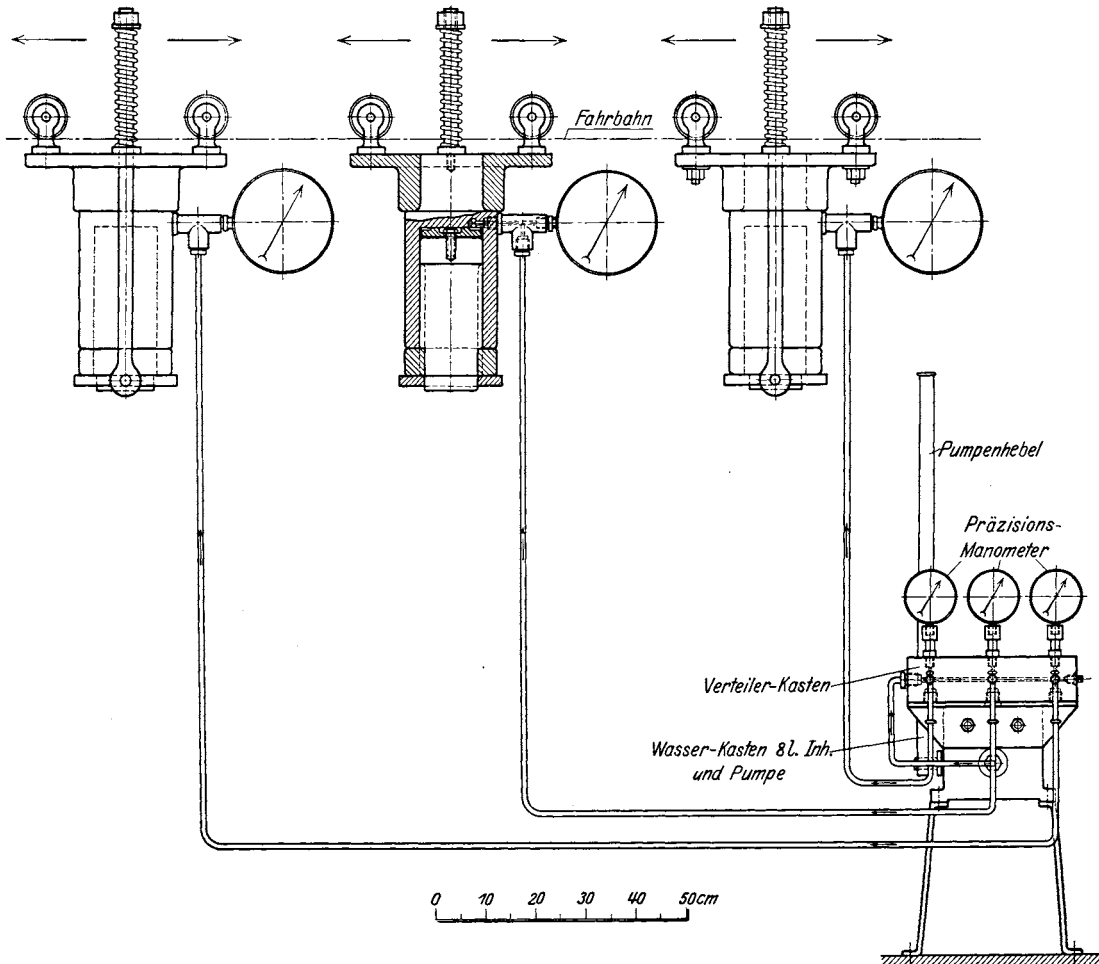


Abb. 5. Preßkolben und Pumpenanlage.

so wurde die eigentliche Versuchsanlage nur als Biegungs-, Knickungs- und Verdrehungsmaschine ausgebildet.

Wie Abb. 3 und 4 zeigen, besteht der Versuchstand aus einem Gerüst von 5 schweren gebauten Querrahmen, welche in der Mitte oben und unten je einen Längsträger aus zwei \square -Profilen tragen und am Fuß durch zwei auf schweren Betonfundamenten befestigte hohe gebaute Blechträger annähernd starr verbunden sind. Die Kraftwirkung auf die Versuchskörper erfolgt je nach Bedarf durch 1 bis 3 hydraulische Preßkolben, welche für Biegungszwecke auf den beiden mittleren Längsträgern, für Knickungsversuche an den abnehmbaren senkrechten End-

balken und für Verdrehungsversuche seitlich versetzt an den Querrahmen angebracht werden können. Die Preßkolben haben einen Durchmesser von 125 mm, eine

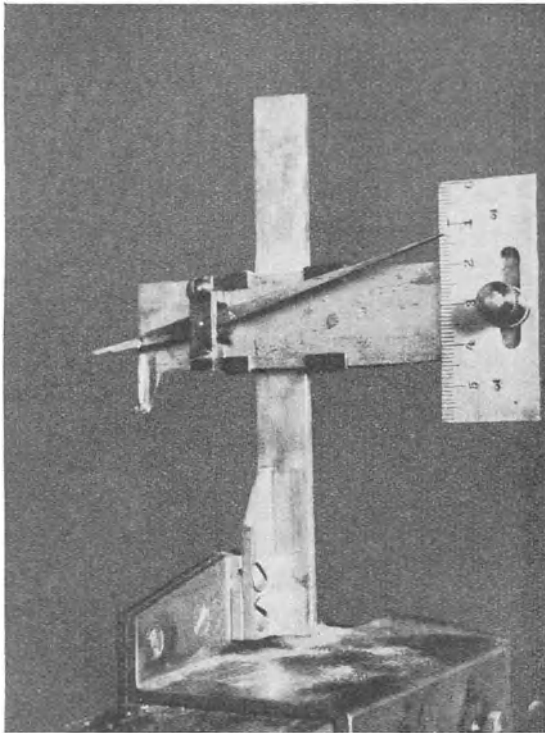


Abb. 6. Durchbiegungsanzeiger.

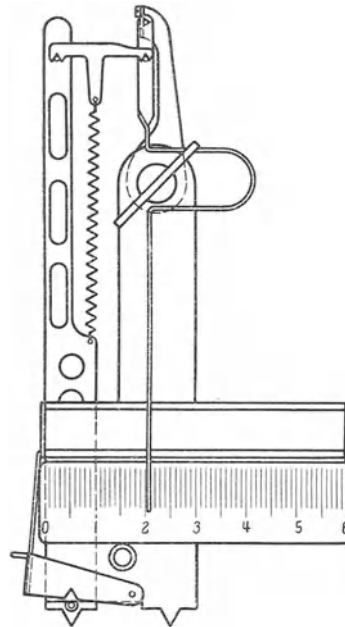


Abb. 7. Dehnungsmesser von 2 cm Meßlänge nach Okhuizen-Lienau von R. Fueß, Steglitz, mit Bolzenlagerung nach K. Boettcher (D.R.P. ang.).

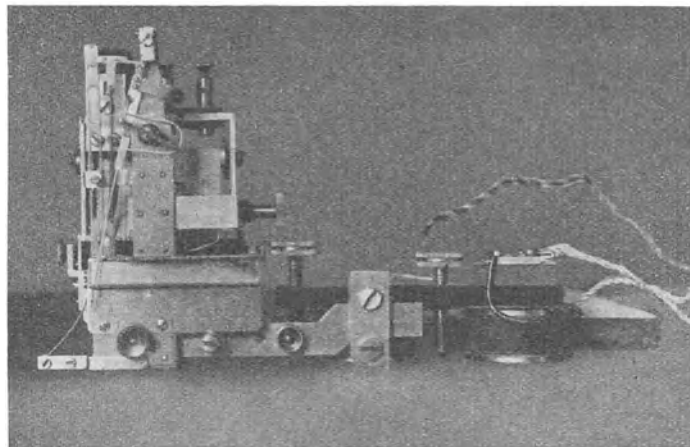


Abb. 8. Dehnungsmesser mit Verlängerungsstück für 10 cm Meßlänge, Registriervorrichtung und Aufspannmagnet.

Hubhöhe von 130 mm und vermögen einen Druck von je 50 t auszuüben, der mittels einer Handpumpe erzeugt wird (Abb. 5). Feinmanometer geben den genauen Druck an der Pumpe und am Druckkolben an. Die aus der Stulp-

reibung sich ergebenden Ungenauigkeiten der Messungen wurden durch Vorversuche ermittelt und bei der Berechnung berücksichtigt.

Der Versuchskörper wird mittels zweier Rollenböcke von außen in das Gerüst eingeführt und in dieses an zwei Laufkatzen eingefahren, so daß er an jeder gewünschten Stelle abgesetzt werden kann.

Der Versuchsraum enthält ferner einen Werk Tisch nebst Bohrmaschine und eine Drehbank für die notwendigen Arbeiten an den Versuchskörpern und Apparaten.

Zur Messung der Durchbiegungen dienen zwei 6 m lange hölzerne Meßlineale von \square -Querschnitt, die an den Endrahmen fest aufgehängt sind und die Durchbiegungsanzeiger (Abb. 6) tragen. Bei der sehr verschiedenen Größe

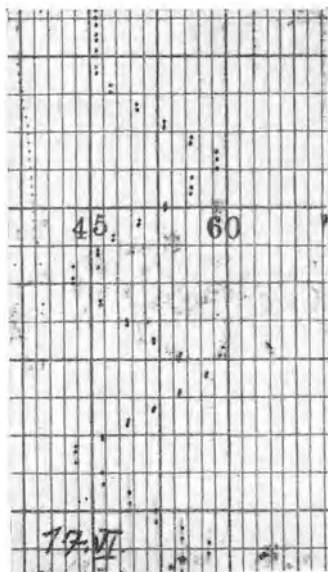


Abb. 8a. Teil eines Registrierblattes mit punktwise Registrierung.

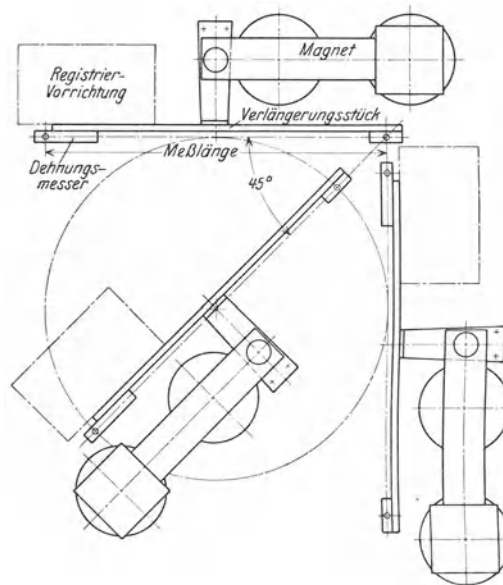


Abb. 9. Gleichzeitiges Arbeiten von drei elektrisch verkoppelten Dehnungsmessern auf einem Meßfeld zur Ermittlung der Spannungsellipse.

der Durchbiegungen mußten die Zeiger dieser Geräte verschiedene Hebelübersetzung erhalten, die von 1 : 2 bis 1 : 25 schwankt. Der Meßhebel ruht am Versuchskörper auf kleinen oben abgeflachten Stiften, die an den Meßstellen je nach Bedarf in Löcher von 3 mm Durchmesser eingesetzt werden.

Die Ermittlung der im Versuchskörper auftretenden Spannungen erfolgt mittels selbst gebauter, dem Okhuizen-Apparat nachgebildeter Dehnungsmesser sowie eines hieraus entwickelten, von der Firma R. Fueß, Steglitz, hergestellten Apparates, dem eine selbsttätige Punktregistrierung angefügt ist (siehe Abb. 7 und 8). Die Meßlänge beträgt je nach Größe und Veränderlichkeit der Dehnungen 2, 5 und 10 cm. Das Übersetzungsverhältnis ist 1 : 500 bis 1 : 1000. Abb. 8a zeigt den Teil eines Registrierblattes einer zwecks Eichung vorgenommenen Messung.

Unter der Voraussetzung, daß die Spannungen innerhalb der Blechdicken nicht wesentlich schwanken, wird zunächst bei den Messungen der ebene

Tabelle A.

Messungen.

Zug-Gurtung.

Querschnitt I = 17,5 cm, II = 67,5 cm, III = 117,5 cm.

I : n_1 = Übersetzungsverhältnis.

11. VII. u. 12. VII. 1927.

Ort		Apparat Nr.	Meßdose (Belastung)					Ausmittlung					Dehnung			
Nr.	Richtung		0° 0 t	100° 18 t	0° 0 t	100° 18 t	0° 0 t	1.	2.	3.	4.	Mittel	n_1	$\frac{1}{n_1} \times$ Mittel	Korr.	λ in 10^{-3} mm
I,1	α	17	2,7	31,1	2,7	31,1	2,7	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	0,89	31,9	-0,1	31,8
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$		12,1	6,5	12,1	6,7	12,1	-5,6	-5,6	-5,4	-5,4	-5,4		-6,1	-0,1	-6,2
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$		7,2	18,7	7,3	18,6	7,3	11,5	11,4	11,3	11,3	11,3	22,6	12,7	+0,1	12,8
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$		7,9	19,1	7,8	19,2	7,8	11,2	11,3	11,4	11,4	11,3		12,7	+0,1	12,8
I,3	α	14	1,1	34,3	1,1	34,4	1,1	33,2	33,2	33,3	33,3	33,3	0,97	34,5	+0,1	34,6
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$		17,3	10,6	17,3	10,6	17,3	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7	-6,7		-6,9		-6,9
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$		3,0	16,9	3,0	17,0	3,1	13,9	13,9	14,0	13,9	13,9		14,3	-0,1	14,2
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$		6,4	19,5	6,3	19,3	6,2	13,1	13,2	13,0	13,1	13,1		13,5		13,5
I,5	α	14	-0,5	39,1	-0,3	39,1	-0,5	39,6	39,4	39,4	39,6	39,4	0,97	40,6	-0,1	40,5
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$		16,0	8,2	16,0	8,2	16,0	-7,8	-7,8	-7,8	-7,8	-7,8		-8,0		-8,0
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$		5,9	24,3	5,9	24,6	5,9	18,4	18,4	18,7	18,7	18,4		19,0	+0,1	19,1
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$		10,0	22,8	9,8	22,8	9,8	12,8	13,0	13,0	13,0	13,0		13,4		13,4
II,3	α	17	1,9	26,9	1,8	26,9	1,8	25,0	25,1	25,1	25,1	25,1	0,89	28,2	-0,2	28,0
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$		17,6	11,0	17,5	11,0	17,5	-6,6	-6,5	-6,5	-6,5	-6,5		-7,3	-0,1	-7,4
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$		9,1	19,6	9,1	19,6	9,1	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5		11,8	+0,2	12,0
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$		14,8	22,1	14,8	22,3	14,8	7,3	7,3	7,5	7,5	7,5		8,5	+0,1	8,6
II,5	α	17	1,5	29,3	1,4	29,2	1,4	27,8	27,9	27,8	27,8	27,8	0,89	31,4	+0,1	31,5
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$		18,9	11,8	19,0	11,9	19,1	-7,1	-7,2	-7,1	-7,2	-7,2		-8,1		-8,1
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$		10,5	27,2	10,4	27,2	10,4	16,7	16,8	16,8	16,8	16,8		18,8	-0,1	18,7
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$		13,7	17,8	13,6	17,8	13,6	4,1	4,2	4,2	4,2	4,2		4,7		4,7
III,1	α	14	4,2	26,9	4,1	26,8	4,1	22,7	22,8	22,7	22,7	22,7	0,97	23,4	+0,1	23,5
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$		24,0	16,9	23,9	16,9	23,9	-7,1	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0		-7,1		-7,1
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$		7,1	15,2	7,0	15,1	7,0	8,1	8,2	8,1	8,1	8,1		8,3		8,3
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$		10,3	18,3	10,3	18,3	10,3	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0		8,2	-0,1	8,1

Spannungszustand zugrunde gelegt und die Messung an der Plattenoberfläche als auch für die inneren Materialteile gültig angenommen.

Tabelle B.

Zug-Gurtung.

Spannungsermittlung.

Querschnitt I = 17,5 cm, II = 67,5 cm, III = 117,5 cm.

Meßlänge $n_2 = 10$ cm.

$$a = \frac{153,6}{n_2}.$$

$$b = \frac{83,0}{n_2}.$$

Nr.	Feld	Dehnung λ in 10^{-3} mm	$\sum(\alpha)$	$D(\alpha)$	$D\left(\alpha + \frac{\pi}{4}\right)$	$\left. \begin{array}{l} \operatorname{tg} 2\alpha = -\frac{D\left(\alpha + \frac{\pi}{4}\right)}{D(\alpha)} \\ \cos 2\alpha \\ \alpha \\ \frac{D(\alpha)}{\cos 2\alpha} \end{array} \right\}$	$a \sum(\alpha) = A$ $b D(\alpha) = B$ $b \frac{D(\alpha)}{\cos 2\alpha} = C$ $b D\left(\alpha + \frac{\pi}{4}\right) = D$	$\left. \begin{array}{l} \sigma_\alpha = A + B \\ \sigma_{\alpha + \frac{\pi}{2}} = A - B \\ \tau_{\max} = \pm C \\ \tau_\alpha = -D \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \sigma_0 = A + C \\ \sigma_{\frac{\pi}{2}} = A - C \\ \sigma_{\alpha + \frac{\pi}{4}} = A + D \\ \sigma_{\alpha + \frac{3}{4}\pi} = A - D \end{array} \right\}$				
										Richtung			
I,1	α	31,8	25,6	38,0	0	394	709	709					
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$	-6,2							1	315	79	79	
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$	12,8							0	0°	315	±315	394
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$	12,8								38,0	0	0	394
I,3	α	34,6	27,7	41,5	-0,017	426	770	770					
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$	-6,9							1,0	344	82	82	
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$	14,2							0,7	-0,5°	344	±344	432
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$	13,5								41,5	6	-6	420
I,5	α	40,5	32,5	48,5	-0,118	500	903	906					
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$	-8,0							0,993	403	97	94	
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$	19,1							5,7	-3,3°	406	±406	547
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$	13,4								48,9	47	-47	453
II,3	α	28,0	20,6	35,4	-0,096	317	611	612					
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$	-7,4							0,995	294	23	22	
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$	12,0							3,4	-2,75°	295	±295	345
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$	8,6								35,6	28	-28	289
II,5	α	31,5	23,4	39,6	-0,354	360	689	708					
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$	-8,1							0,944	329	31	12	
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$	18,7							14,0	-9,6°	348	±348	476
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$	4,7								41,9	116	-116	244
III,1	α	23,5	16,4	30,6	-0,007	252	506	506					
	$\alpha + \frac{\pi}{2}$	-7,1							1	254	-2	-2	
	$\alpha + \frac{\pi}{4}$	8,3							0,2	-0,25°	254	±254	254
	$\alpha + \frac{3\pi}{4}$	8,1								30,6	2	-2	250

Das Spannungsbild in der Fläche ergibt sich aus der Ermittlung der Spannungsellipse¹, für deren Berechnung aus 3 unter 90° und 45° zueinander stehenden Messungen sich die umstehenden vereinfachten Tabellen A und B als zweckmäßig erwiesen haben.

Um für jeden Punkt des Spannungsfeldes gleichzeitig die 3 zueinander gehörigen Werte der Spannungsellipse messen zu können, wurde nach eingehenden Vorversuchen eine solche Bauart der Befestigung gewählt, daß mit der durch Verlängerungsstücke vergrößerten Meßlänge von 15 cm drei Apparate gleichzeitig in einem Felde von 15 × 15 cm arbeiten können, wie dies aus Abb. 9 hervorgeht. Dieses Zusammenarbeiten soll auch für 10 cm Meßlänge durchgeführt werden.

Die Aufzeichnungen erfolgen stets so, daß die Belastung und Entlastung nacheinander je 3 mal vorgenommen wurde.

Nach Berechnung der Spannungsellipse für jeden Meßpunkt können dann die Größen und Richtungen der Hauptspannungen berechnet und die Spannungstrajektorien aufgezeichnet werden, die das wirkliche Spannungsbild ergeben. Dieses Verfahren läßt sich für alle Versuche anwenden. Die zugehörigen Durchbiegungen, Verwindungen usw. der äußeren Form des Versuchskörpers werden dann mittels der Durchbiegungsanzeiger, bei Verdrehungen durch Spiegelmessungen festgestellt, wie sie nachstehend bei den Versuchen des Herrn Dr. Smith ausgeführt sind.

I. Drehungsversuche.

Die ersten Arbeiten über die Verdrehung schiffsförmiger Kastenträger wurden noch im Festigkeitslaboratorium des Herrn Geh. Rat Lorenz in den Jahren 1920 und 1925 von den Herren Dr.-Ing. Smith und Dipl.-Ing. Schubert durchgeführt; sie hatten als Aufgabe die Ermittlung der Drehwinkel und der bei der Verdrehung entstehenden Formänderungen. Die Ergebnisse seien, da sie noch nicht im Druck erschienen sind, nachstehend kurz wiedergegeben.

Die Versuchskörper waren ziemlich kleine, einfache kastenförmige Hohlkörper von den Abmessungen 1500 × 210 × 245 mm bei 1,9 mm bis 4,1 mm Plattendicke und dem in der Abb. 10 wiedergegebenen Querschnitt. Die Verdrehung wurde durch entgegengesetzte Belastung der an beiden Enden der Versuchskörper angebrachten Wagebalken (s. Abb. 11) hervorgebracht und das Drehmoment mittels Meß-

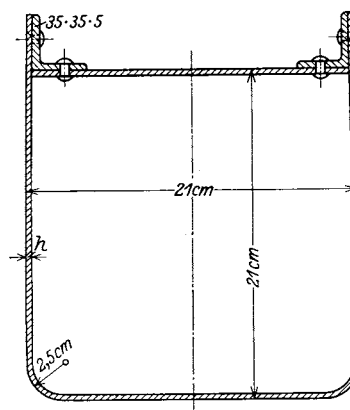


Abb. 10. Querschnitt der Versuchskörper.

dose und Wage abgelesen. Die Verdrehungswinkel wurden mittels Spiegel und Fernrohr auf genauen Winkelskalen gemessen (s. Abb. 11 a). Das größte ausgeübte Drehmoment betrug 450 000 cm/kg, die theoretische Schubspannung hierbei etwa 1200 kg/cm². Für die vollen, nicht durch Lukenausschnitte geschwächten Körper, ergaben die Messungen eine überraschend gute Überein-

¹ Siehe die Doktordissertation Schnadel. Jahrb. Schiffbaut. Ges. 1926.

stimmung mit dem Hookschen Gesetz und mit den Verdrehungsformeln von Bredt und Lorenz. Die bei Überschreiten der Knickgrenze der Bleche eintretende Wellenbildung zeigt ferner einen mit der Theorie gut stimmenden Verlauf der größten Spannungen von 45° Neigung zur Längsachse der Körper

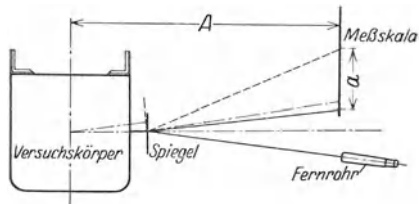


Abb. 11 a. Anordnung der Spiegelmessung.



Abb. 12. Einknicken der Wände bei Verdrehung.

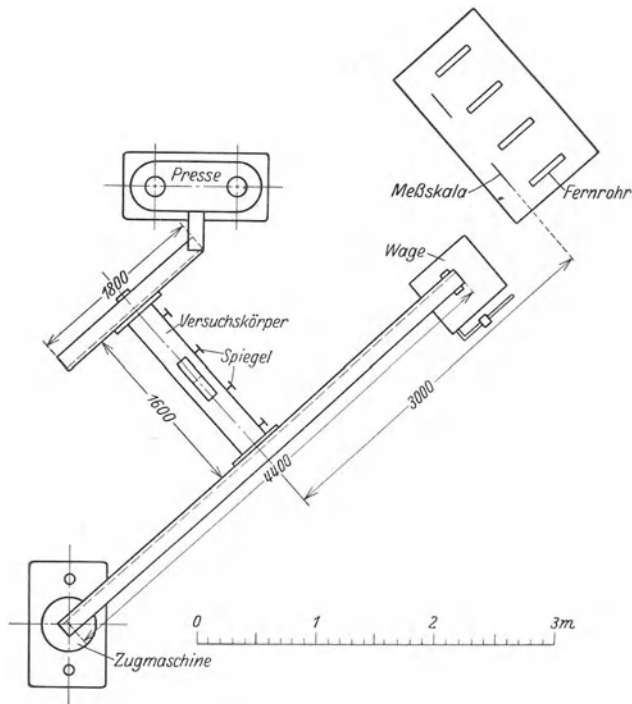


Abb. 11. Versuchsanordnung für Verdrehungsuntersuchungen.

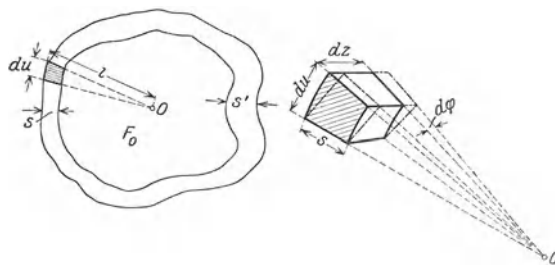


Abb. 13

(s. Abb. 12). Da die genannten Formeln nicht überall bekannt sind und von den bekannten Formeln von Föppl¹ erheblich abweichen, seien sie an Hand der Abb. 13 nachstehend kurz wiedergegeben:

Angenommen, daß die Wandstärke des Hohlkörpers klein gegenüber den übrigen Querschnittsabmessungen ist und somit von Änderungen der Spannungen innerhalb der Wandstärke abzusehen ist, so können für die Spannungen Mittelwerte angesetzt werden; die Größe der tangential zur Umfangskurve

¹ In der neuen Auflage sind diese Unstimmigkeiten beseitigt.

verlaufenden Schubspannungen τ ist dann abhängig von der Wanddicke s , so daß die Gleichung gilt:

$$\tau \cdot s = \tau' \cdot s'.$$

Das äußere Drehmoment wird nun durch das innere Drehmoment der Schubspannungen aufgenommen; bezeichnet l den Abstand eines beliebig gewählten Drehpoles O von der Tangente eines Körperelementes dV , so ist

$$Md = \int \tau \cdot l \cdot s \cdot du = \tau \cdot s \cdot \int l \cdot du = 2\tau \cdot s \cdot F_0,$$

worin F_0 die von der Umfangskurve eingeschlossene Fläche ist; es ist also

$$\tau \cdot s = \frac{Md}{2F_0} \quad (1)$$

und bei konstantem s

$$\tau = \frac{Md}{2sF_0}. \quad (1a)$$

Zur Ermittlung des Verdrehungswinkels wird die Formänderungsarbeit für eine Scheibe von der Dicke dz berechnet. Die äußere Arbeit dL_a ist:

$$dL_a = \frac{1}{2} Md \cdot \frac{d\varphi}{dz} \cdot dz,$$

ferner ist bekanntlich die innere Formänderungsarbeit dL_i

$$dL_i = \frac{1}{2G} \cdot \int \tau^2 dV,$$

worin dV das Volumen des Körperelementes $s \cdot du \cdot dz$ ist, also

$$dL_i = \frac{\tau^2 \cdot s^2 dz}{2G} \cdot \int \frac{du}{s},$$

demnach wird:

$$\frac{1}{2} Md \cdot \frac{d\varphi}{dz} \cdot dz = \frac{\tau^2 \cdot s^2 \cdot dz}{2G} \cdot \int \frac{du}{s}$$

und hieraus:

$$\frac{d\varphi}{dz} = \frac{\tau^2 \cdot s^2}{Md \cdot G} \cdot \int \frac{du}{s} \quad \text{und} \quad \frac{d\varphi}{dz} = \frac{Md}{4G \cdot F_0^2} \cdot \int \frac{du}{s}; \quad (2)$$

für $s = \text{konstant}$ ist dann der Drehwinkel

$$\frac{d\varphi}{dz} = \frac{Md \cdot U}{4G \cdot F_0^2 \cdot s}.$$

Für wechselnde Wandstärke muß das Integral durch Zusammensetzen der einzelnen Stücke gebildet werden. Es wird dann:

$$\int \frac{du}{s} = \frac{u_1}{s_1} + \frac{u_2}{s_2} + \frac{u_3}{s_3} \dots \frac{u_n}{s_n}.$$

Der von Föppl errechnete Wert für den Verdrehungswinkel ist nur halb so groß wie der obige tatsächliche Wert.

Ferner wurde versucht, auch für den Fall eines Körpers mit Zwischensteg, wie Deck, Doppelboden, Längsschott usw. die Größe der in den einzelnen Quer-

schnittsteilen auftretenden Schubspannungen zu ermitteln. Es gelingt dies, wenn man für die Abzweigungsstelle (s. Abb. 14) die Gleichgewichtsbedingung gegen axiale Verschiebung aufstellt, welche lautet:

$$\tau_1 \cdot s_1 - \tau_2 \cdot s_2 = \tau' \cdot s'. \quad (3)$$

Entsprechend der obigen Rechnung ist dann das Torsionsmoment

$$Md = \int \tau_1 s_1 du_1 l_1 + \int \tau_2 s_2 du_2 l_2 + \int \tau' s' du' l'. \quad (4)$$

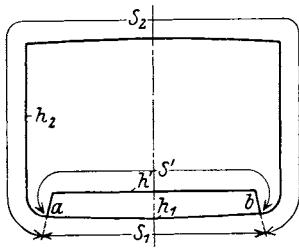


Abb. 14. Schubspannung an Abzweigungsstellen.

Setzt man Gleichung (3) in (4) ein und bezeichnet die Querschnitte der einzelnen Zellen mit

$$F_1 = \frac{1}{2} \int l_1 du_1 + \frac{1}{2} \int l' du' \quad \text{und} \quad F_2 = \frac{1}{2} \int l_2 du_2 + \frac{1}{2} \int l' du',$$

sowie die an jeder Zelle angreifenden Einzelmomente mit

$$M_1 = 2\tau_1 s_1 F_1 \quad \text{und} \quad M_2 = 2\tau_2 s_2 F_2,$$

so wird

$$M = 2\tau_1 s_1 F_1 + 2\tau_2 s_2 F_2.$$

Mit dem Satze von der Formänderungsarbeit lassen sich dann die Spannungen und Drehwinkel ermitteln (s. Dr.-Diss. Smith, Danzig).

Auch für Querschnitte mit mehreren Zwischenwänden sind, wenn auch nicht ohne umfangreiche Rechenarbeit, ebenfalls entsprechende Gleichungen auf-

zustellen. Für geschlossene Hohlkörper lassen sich also die theoretischen Schubspannungen rechnerisch vorherbestimmen.

Für die Praxis haben diese Berechnungen zunächst weniger Wert, da man es bei Schiffen stets mit Hohlkörpern zu tun hat, deren Wände nicht geschlossen, sondern durch Ausschnitte, wie Luken usw., unterbrochen sind. Es war daher notwendig, den Einfluß der Lukenausschnitte auf die Verdrehungsfestigkeit nach zwei Richtungen hin zu erforschen, nach der Veränderung des Verdrehungswinkels und nach der Veränderung des Spannungsverlaufes.

Der Einfluß der Luken auf den Verdrehungswinkel wurde an den gleichen Körpern, wie oben, dadurch festgestellt, daß ein zunächst kleiner

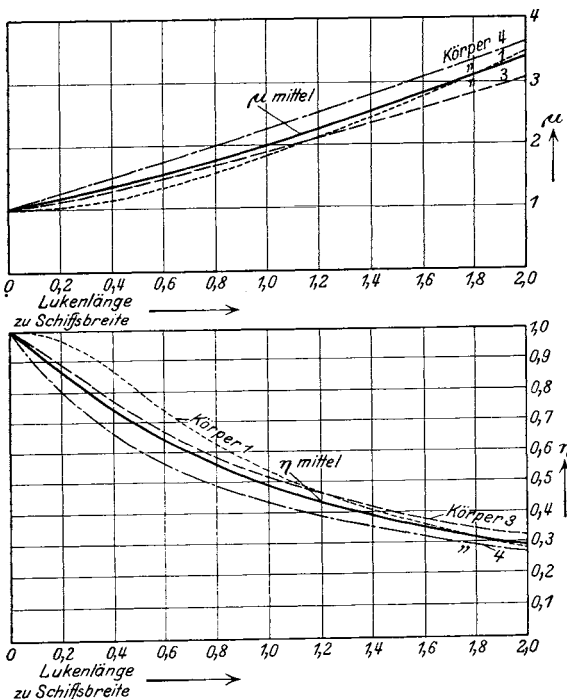


Abb. 15. Einfluß des Verhältnisses der Lukenlänge zur Schiffsbreite auf den Drehwinkel und die Verdrehungsfestigkeit,

$$\text{wobei } \eta = \frac{1}{\mu}.$$

Lukenausschnitt von 5—7 cm Breite und gleicher Länge allmählich bei gleichbleibender Breite vergrößert wurde, bis er eine Länge von 40 cm erhielt, was etwa die normalen Fälle im Schiffbau umfaßt. Abb. 15 zeigt die Ergebnisse in zwei Kurven.

Die Zunahme des Verdrehungswinkels mit wachsender Lukenlänge und die Abnahme der Drehfestigkeit ist deutlich erkennbar.

Herr Dr. Smith folgert aus seinen Versuchen, daß mit der Zunahme des Drehwinkels im Bereich der Luke auch die Schubspannung steigt, be-

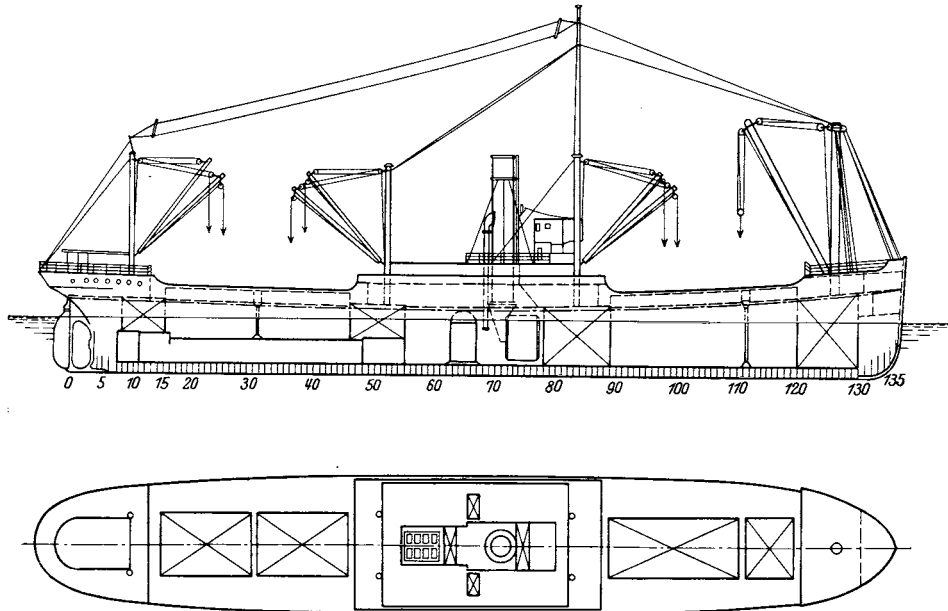


Abb. 16. Dampfer mit großen Luken. $L = 8,4$ m.

rechnet also unter Zuhilfenahme der Versuchsergebnisse der Abb. 15 die Größe der auftretenden Spannungen. Er hat diese Berechnungsart für zwei Fälle genau durchgeführt, die in Abb. 16, 17, 18 und 19 wiedergegeben sind. Der erste Fall behandelt einen Dampfer von 84 m Länge mit großen Luken (s. Abb. 16), der mit seinem sehr weit vornstehenden Ladeposten eine schwere Last von 70 t übernimmt. Ein Wasserballasttank von 46 t wird entsprechend gegengeflutet. Das Torsionsmoment erreicht sein Maximum mit 790 mt in der Nähe des Ladebaumes und wechselt seine Richtung in der Nähe des Hinterstevens. Der zweite Fall zeigt denselben Dampfer bei Fahrt in bewegter See, wobei er zur schräg entgegenlaufenden See eine solche Lage einnimmt, daß die schräg wirkenden Auftriebskräfte des Wassers ein verdrehendes Moment ausüben. Die Berechnung der Torsionsmomente erfolgte in der bekannten Weise durch Integration der sich aus den entgegengesetzt wirkenden Gewichts- und Auftriebsmomenten ergebenden Momentendifferenz. Das maximale Drehmoment beträgt im zweiten Falle 3150 mt, also erheblich mehr als im ersten und liegt etwa auf Mitte Länge. Die Berechnung ergab in diesem Falle für die am stärk-

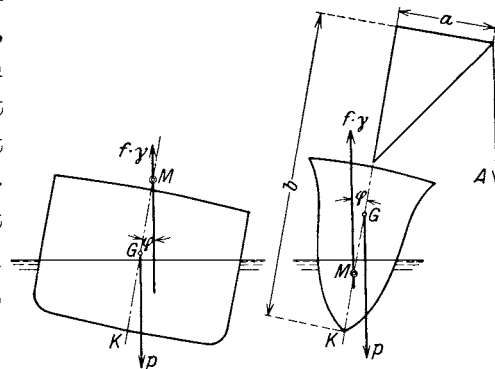


Abb. 17. Wirkung der verdrehenden Gewichts- und Auftriebsmomente.

sten beanspruchten Platten im Deck neben der Luke eine Schubspannung von 324 kg/cm^2 , im vollen Deck außerhalb der Luken von 161 kg/cm^2 . Die Nietbeanspruchung betrug rechnerisch im Höchsthalle 1015 kg/cm^2 .

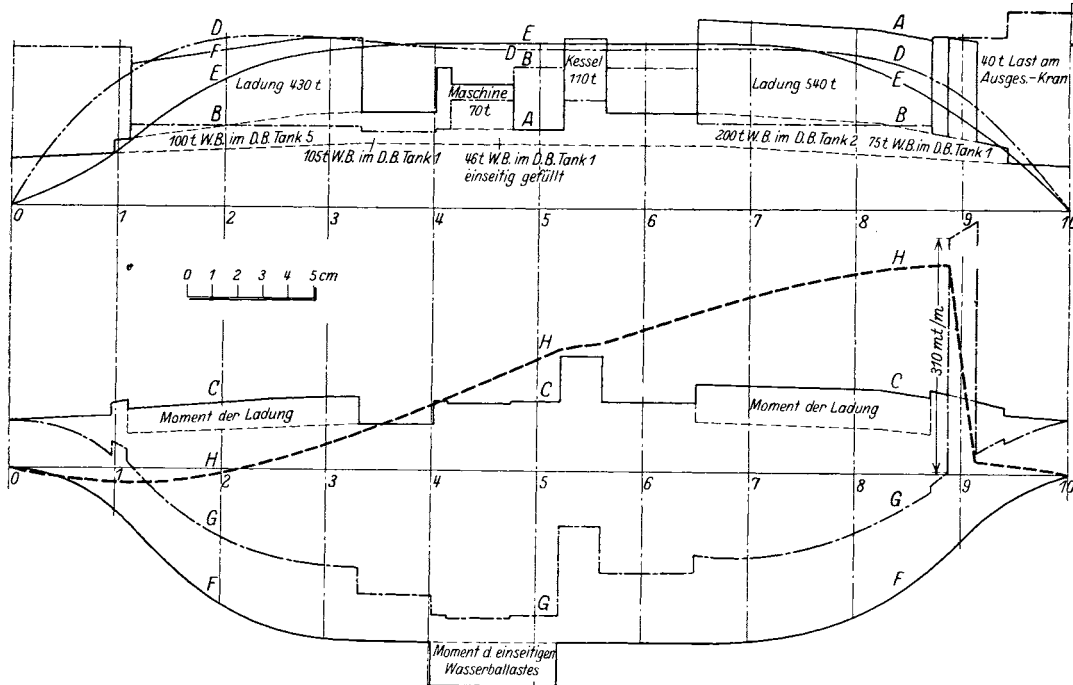


Abb. 18. Graphische Ermittlung der Drehmomente bei Belastung in ruhigem Wasser.

A = Gewichtskurve $1 \text{ cm} = 8 \text{ mt/m}$; $B = \overline{GK}$ = Gewichts $\odot \odot$ über $O.K.K.$ $1 \text{ cm} = 1 \text{ m}$; C = Gewicht $\cdot \overline{GK} \cdot \sin \varphi$ = neigendes Moment $1 \text{ cm} = 4 \text{ mt/m}$; $D = \overline{MK}$ = metazentrische Höhen über $O.K.K.$ $1 \text{ cm} = 1 \text{ m}$; E = Auftriebskurve $1 \text{ cm} = 8 \text{ mt/m}$; F = Auftrieb $\cdot \overline{MK} \cdot \sin \varphi$ = aufrichtendes Moment $1 \text{ cm} = 4 \text{ mt/m}$; G = Differenzkurve aus $C - F$ $1 \text{ cm} = 4 \text{ mt}$; H = Integralkurve aus G = verdrehendes Moment $1 \text{ cm} = 100 \text{ mt}$.

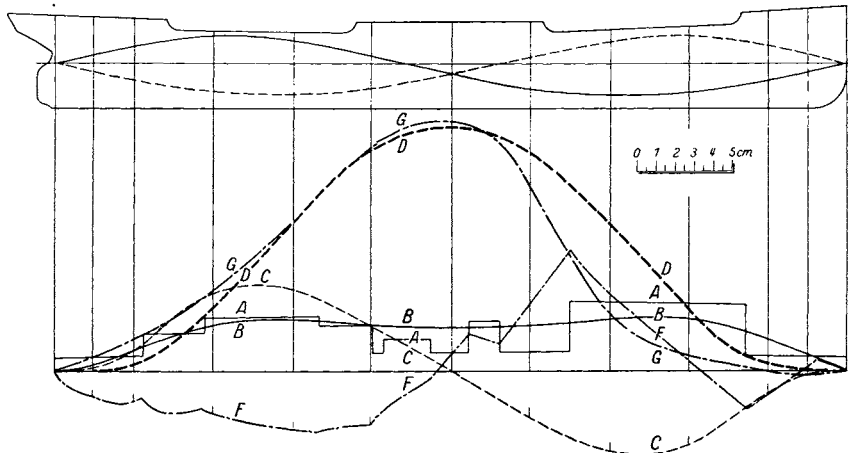


Abb. 19. Graphische Ermittlung der Drehmomente am schräg zur Welle liegendem Schiff.

A = Gewichtskurve $1 \text{ cm} = 20 \text{ t/m}$; B = Spantflächen $1 \text{ cm} = 20 \text{ t/m}$; C = Momente der Spantflächen bez. auf Mitte Schiff $1 \text{ cm} = 20 \text{ m}^2$; D = Verdrehendes Moment $1 \text{ cm} = 250 \text{ mt}$; F = Querkräfte $1 \text{ cm} = 40 \text{ t}$; G = Biegemoment $1 \text{ cm} = 250 \text{ mt}$.

Dieser Herleitung kann für ein Schiff mit Lukenausschnitten nicht beigepflichtet werden, da nicht anzunehmen ist, daß im Bereich der Luken ein auch nur annähernd gleichmäßiger Verlauf der Schubspannungen vorhanden ist.

Es war daher erforderlich, die bei der Verdrehung tatsächlich auftretenden Schubspannungen durch Dehnungsmessungen zu ermitteln, was von Herrn Dipl.-

Ing. Schubert durchgeführt wurde und in seiner demnächst erscheinenden Dr.-Dissertation eingehend behandelt wird. Zu den Messungen wurden die Okhuizen-Apparate mit 2 cm Meßlänge verwendet und aus 3 zueinander gehörigen Messungen die Spannungsellipse ermittelt, der dann der Spannungsverlauf zu entnehmen war.

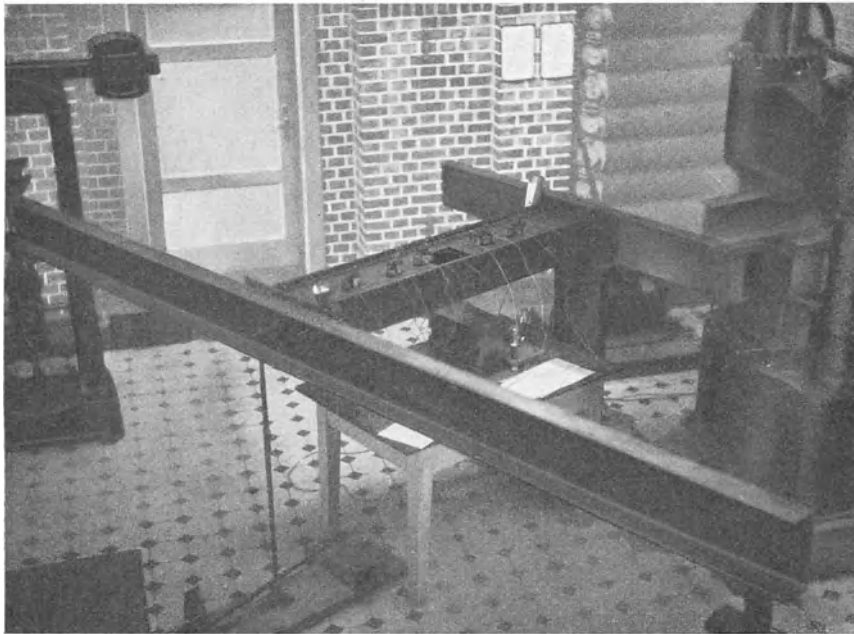


Abb. 20. Aufbau der Versuchseinrichtung zur Messung der Dehnungen bei Verdrehung von Hohlkörpern mit Lukenausschnitten.

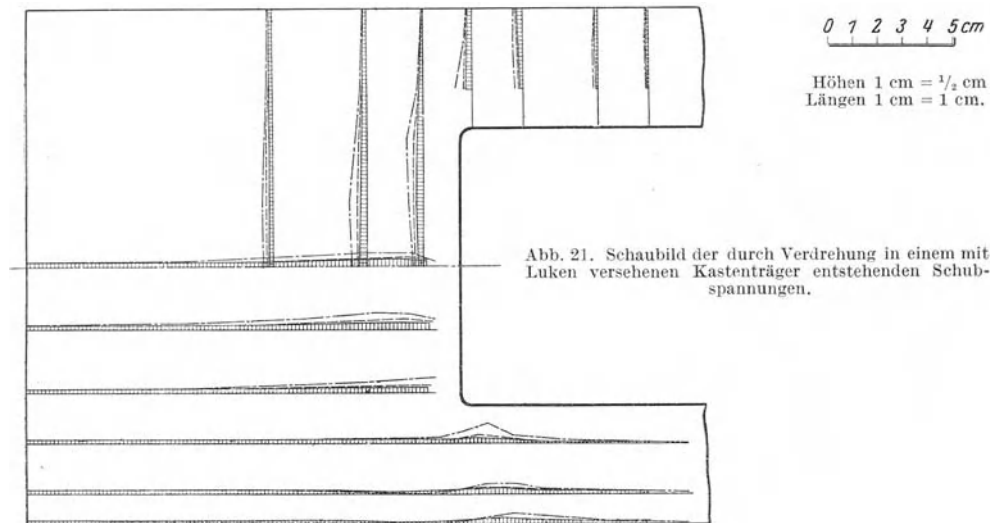


Abb. 21. Schaubild der durch Verdrehung in einem mit Luken versehenen Kastenträger entstehenden Schubspannungen.

Den Aufbau der Versuchseinrichtung zeigt Abb. 20. Abb. 21 und 22 geben einen Ausschnitt aus den Ergebnissen, an denen insbesondere unter Beachtung des Umstandes, daß keine Säule vorhanden sind, folgende Feststellungen von Bedeutung sind:

Während noch in einem Abstand gleich der Lukenbreite vom Ende der Luke eine nahezu reine Schubspannung vorhanden ist, die sich gleichmäßig über den Querschnitt verteilt, also gut dem Lorenzschen Verdrehungsgesetz entspricht,

tritt am Lukenende und neben der Luke nicht allein eine wesentlich andere Verteilung der Schubspannungen mit einem je nach Lukenlänge örtlichen Anstieg der Werte auf das 1,7—4fache ein, sondern es werden neben der Luke

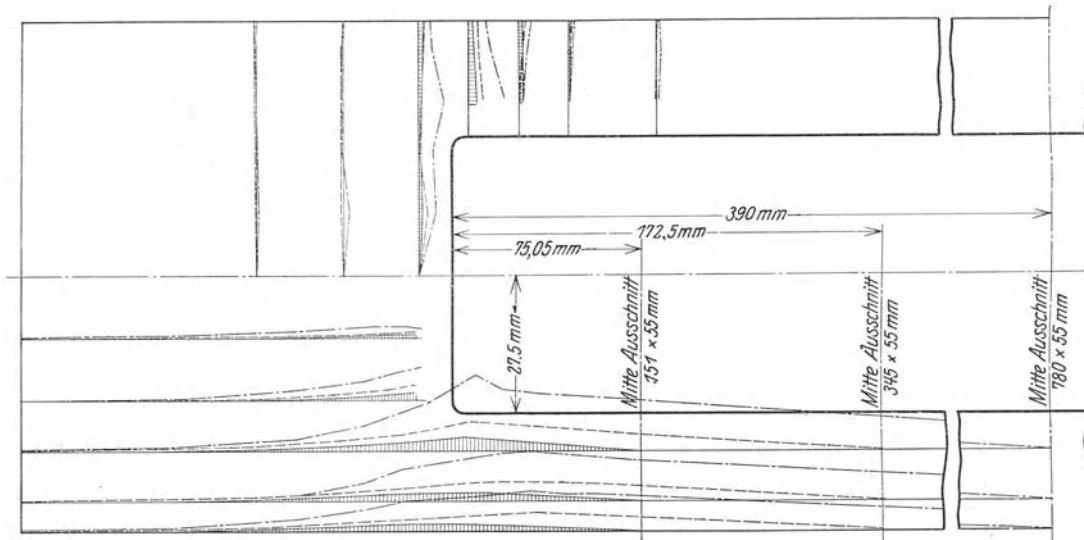


Abb. 22. Schaubild der durch Verdrehung in einem mit Luken versehenen Kastenträger entstehenden Zug- und Druckspannungen.

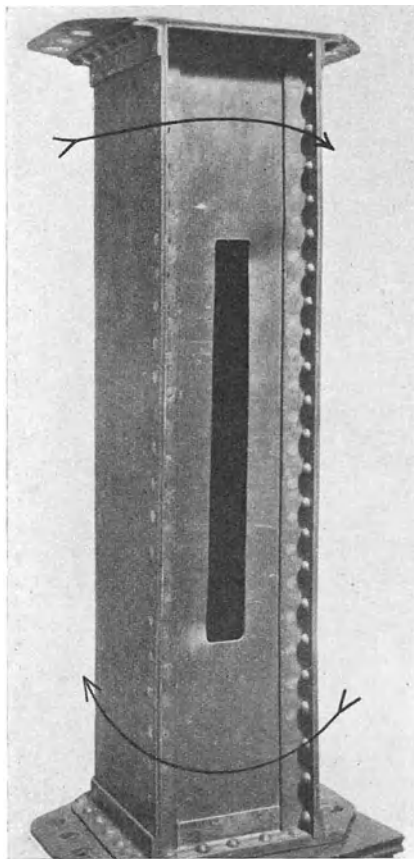


Abb. 23. Ausbeulen der Deckplatten an den Lukenecken durch Knickung.

auch noch erhebliche Zug- und Druckspannungen hervorgerufen, deren Verlauf aus den genannten Abbildungen erkennbar ist. Die Auftragung der Spannungen im Diagramm erfolgte unter der Annahme eines mittleren Drehmomentes. Der Maßstab ist für alle Spannungen der Abb. 21 u. 22 $1 \text{ cm} = 2000 \text{ kg/cm}^2$. Die Spannungen beginnen im vollen Deck etwa in der Entfernung der Lukenbreite vom Quersüll, erreichen ihren Höchstwert querab der Lukenecke und sinken von dort annähernd geradlinig bis zur Lukenmitte auf Null ab, von wo sie nach der negativen Seite, also als Druckspannungen entsprechend ansteigen. Quer herüber ist außerdem ein Anstieg von der Außenhaut nach der Luke zu bemerkbar, der ebenfalls ziemlich geradlinig verläuft. Der Einfluß der Lukenlänge auf die Höhe der Spannungen scheint einem ziemlich einfachen Gesetz zu folgen, indem innerhalb der üblichen Größen von Luken die Zunahme der Spannung etwa proportional der Lukenlänge ist. Bei Luken von doppelter Länge treten etwa doppelt so hohe Zug- und Druckspannungen auf. An den sich diagonal gegenüberliegenden Druckseiten der Luken, also den Ecken, wo der

rechte Winkel der Lukenecke zu einem spitzen wird, führt die Druckspannung zu einer Knickbelastung der Deckplatte, die sich in einem Ausbeulen der Platte äußert (siehe Abb. 23). Es ist dabei deutlich erkennbar, daß die stärkste Knickbeanspruchung am Rande der Lukenöffnung stattfindet, während sie nach der Außenhaut zu abnimmt. Der ganze Vorgang in dem neben der Lukenöffnung liegenden Deckblech läßt sich theoretisch vielleicht als ein Biegungsvorgang an der Deckplatte darstellen, die, von der Mitte der Luke beginnend, auf der einen Seite eine konkave, auf der andern eine konvexe Formänderung erfährt, wobei jedoch über die jeweilige Plattenbreite nur Zug- oder Druckspannungen auftreten (Abb. 24).

Wieweit sich diese Probleme exakt theoretisch fassen lassen, unterliegt noch der Forschung. Die Versuche haben jedenfalls deutlich gezeigt, daß auf den Schiffsträger wirkende verdrehende Kräfte in der Nähe von Lukenausschnitten erheblich höhere Spannungen hervorrufen, als man bisher nach der üblichen Berechnung und auch nach den Smithschen Versuchen annahm, daß ferner nicht allein Schub-, sondern auch Normalspannungen auftreten,

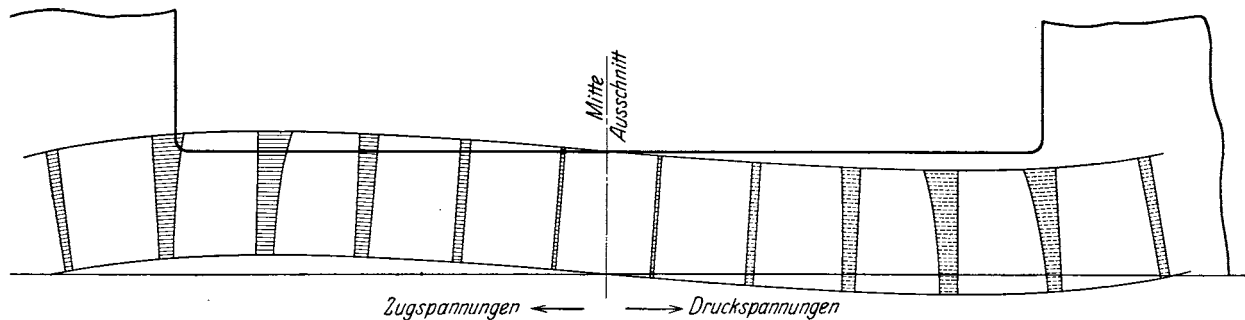


Abb. 24. Schaubild der neben der Luke entstehenden Zug- und Druckspannung.

welche bei Überlagerung mit andern Normalspannungen zu sehr erheblichen Überbeanspruchungen zu führen vermögen.

Die Versuche sollen daher in dem neuen Institut am vergrößerten Modell fortgesetzt und durch Vornahme auch kombinierter Biegungs- und Verdrehungszustände ergänzt werden, um über die Spannungszustände an Lukenecken auch bei Überlagerung verschiedener Spannungen volle Klarheit zu gewinnen.

II. Biegungsversuche.

Der erste Versuchskörper von der in Abb. 25 dargestellten Form, aus normalem Schiffbaustahlblechen, die durch Winkelrahmen versteift waren, diente der Nachprüfung der von Dr. Schnadel an einem kleinen Versuchskörper von den Abmessungen $1600 \times 400 \times 150 \times 3$ mm aufgestellten Theorie der Spannungsverteilung auf der Zugseite sowie der Fortsetzung der Versuche für die Stegseite und für die Druckseite. Seine Abmessungen waren $6400 \times 1200 \times 400 \times 5$ mm.

Um auch einen andern Fall der Belastung durchzumessen, wurde nicht die frühere Belastung durch 2 Einzellasten, sondern durch nur eine Last in der Mitte zwischen den Auflagern gewählt. Der Auflagerabstand betrug 6,0 m.

Aus den von Herrn Dipl.-Ing. Börner durchgeführten Versuchen und einer angenäherten theoretischen Berechnung mittels der Airyschen Spannungsfunktion

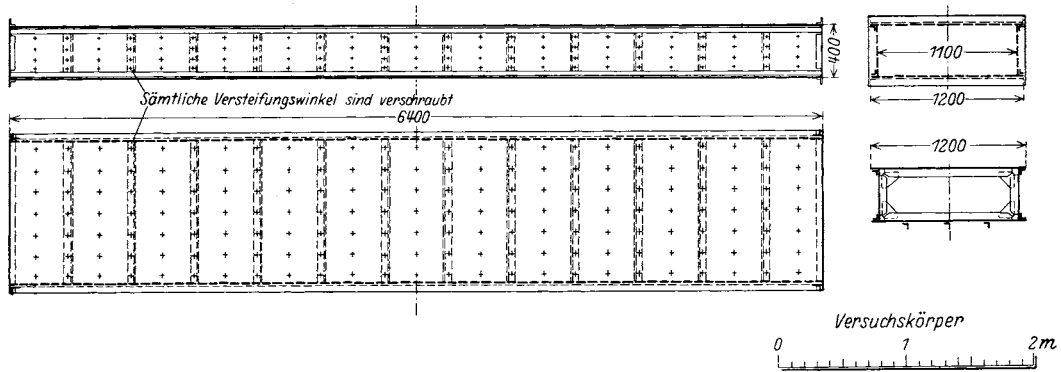


Abb. 25. Versuchskörper aus 5 mm Schiffsblechen und Winkeln.

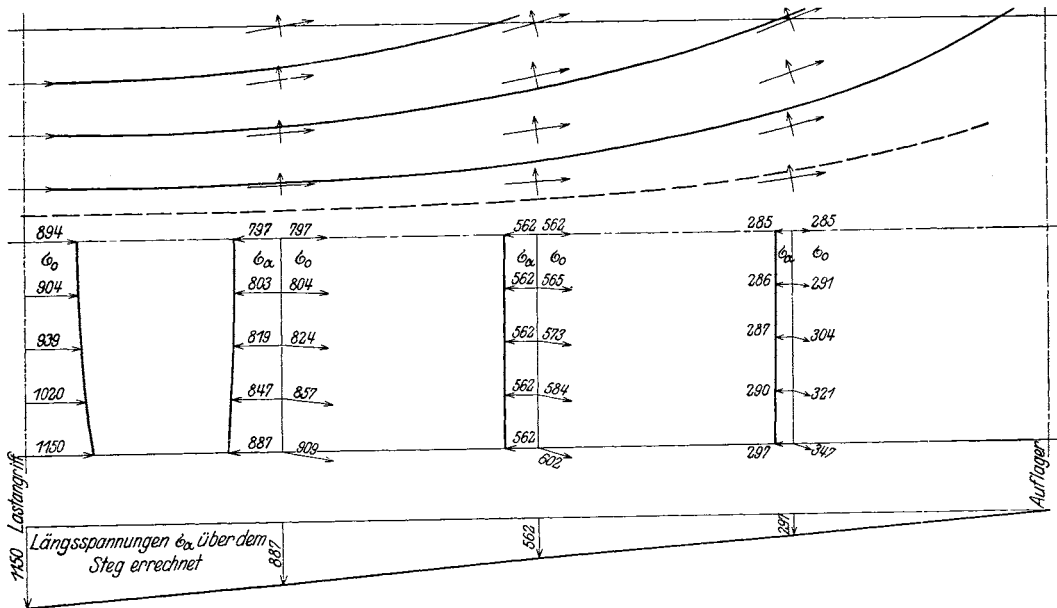


Abb. 26. Schaubild der Spannungsverteilung und Trajektorien auf der Zugseite nach theoretischer Berechnung.

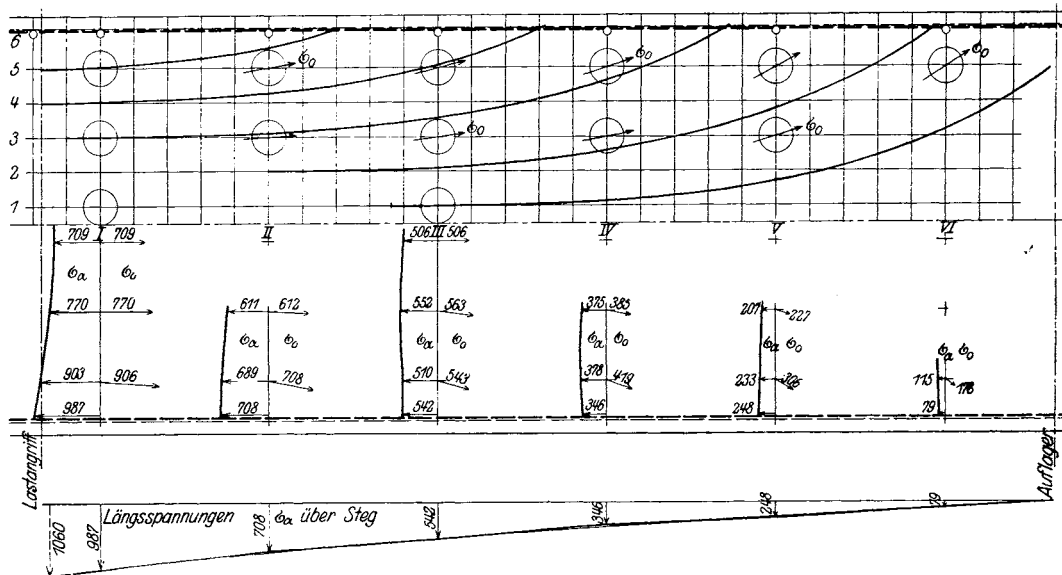


Abb. 27. Schaubild der Spannungsverteilung und Trajektorien auf der Zugseite nach Versuch.

ergab sich das Bild der Abb. 26 und 27. Die Übereinstimmung beider ist gut, so daß wohl angenommen werden kann, daß diese Theorie auf der Zugseite mit ausreichender Genauigkeit als anwendbar angesehen werden kann.

Allerdings zeigte sich bei der Berechnung, daß die Auflösung der Differentialgleichungen in Fouriersche Reihen für den Fall der Einzellast in Mitte der Auflager zu sehr schlechter Konvergenz und einer sehr großen Zahl der notwendigen Glieder führte (bis zu 5 Glieder). Die Rechnung wird dadurch sehr langwierig und zeitraubend, und für die allgemeinen Fälle des Schiffbaues kaum verwendbar. Es wird daher notwendig sein, sobald genügend Versuchsmaterial vorliegt, handliche Annäherungsverfahren für die Bedürfnisse der Praxis auszubilden.

Das Verhalten des Steges bei Biegung wurde durch Messung der Spannungen an je 4 Meßpunkten in 5 Querschnitten ermittelt.

Wie aus Abb. 28 ersichtlich, nimmt im mittleren Teil des Körpers der Steg auf der Zugseite die Spannungen entsprechend der gewöhnlichen Biegungs-

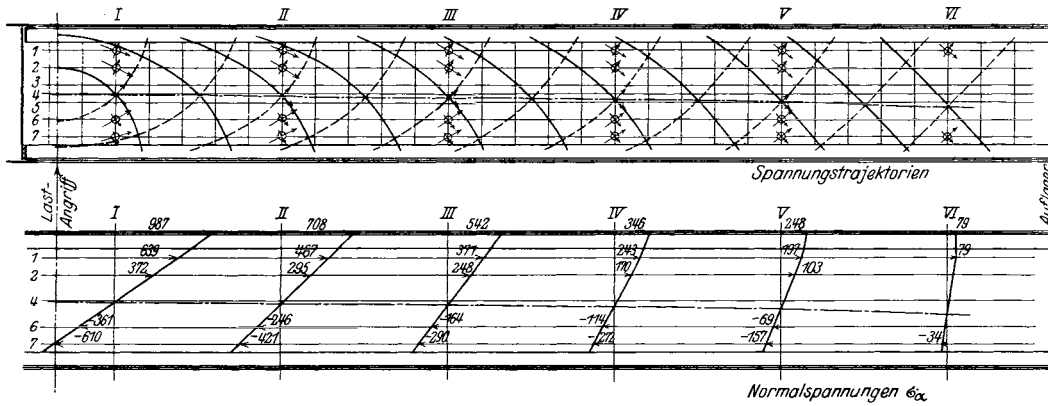


Abb. 28. Spannungs- und Trajektorienverlauf im Stegblech sowie Sinken der neutralen Achse an den Auflagern.

theorie auf; der Spannungsanstieg verläuft von der Nulllinie aus auch bei hohen Beanspruchungen noch annähernd geradlinig, nach den Enden zu zeigt der Spannungsverlauf dagegen ein Abbiegen von der geraden Linie im Sinne eines Kleinerwerdens der Spannungen, wofür eine Erklärung wohl nur in der Anhäufung von Schubspannungen in diesem Bereiche zu finden sein wird, die auf die Endschotte zurückzuführen sind. Auf der Druckseite ist der Verlauf der Spannungen dagegen gerade. Auffallend ist das Absinken der neutralen Achse nach den Auflagern, das in dem starken Abfall der mittragenden Breite im Zuggurt und einem auf die 3 Längswinkel zurückzuführenden besseren Mittragen des Druckgurtes zu finden ist. Auf der Druckseite des Steges trat jedoch im Gegensatz zur Gurtbeplattung ein seitliches Ausfedern zwischen den Versteifungen auch bei hohen Drücken nicht ein, da bei den Versuchskörpern infolge der niedrigen Steghöhe der Knickbereich sehr klein ist, so daß der Einfluß des Ausknickens im Steg verschwindet. Bei großen Schiffen nach dem Querspanntensystem sind jedoch die Felderteilungen im Steg zwischen der äußersten Faser und der Nullachse sehr lang, so daß hier ein Ausknicken stattfinden kann und damit ein Absinken der Druckfestigkeit auch im Steg zu erwarten ist.

Für die Beurteilung der Gurtbeplattungen auf der Druckseite wurde zunächst aus der Lage der neutralen Achse im Steg eine Schlußfolgerung auf das wirksame Trägheitsmoment im Gebiet unterhalb des Ausknickens der Platten gezogen und dieses der Berechnung der Biegelinie zugrunde gelegt; die Schubsenkungslinie wurde unter alleiniger Berücksichtigung der Stegwirkung berechnet. In Abb. 29 ist neben der richtigen $M/E \cdot J$ -Kurve die theoretische Schubsenkungslinie y_s , die Biegelinie y_m und die Linie der gesamten theoretisch ermittelten Durchbiegungen y wiedergegeben. Die tatsächliche Durchbiegung beim Versuch ist ebenfalls eingetragen. Die Übereinstimmung beider ist bis auf die Auflagerstellen sehr gut, insbesondere was den mittleren fast parallelen Verlauf beider Kurven anlangt. Die Abweichungen an den Auflagern sind vermutlich auf die sehr breiten Auflagerstücke zurückzuführen, in denen ein Wandern der Auflagerpunkte vermutet wird.

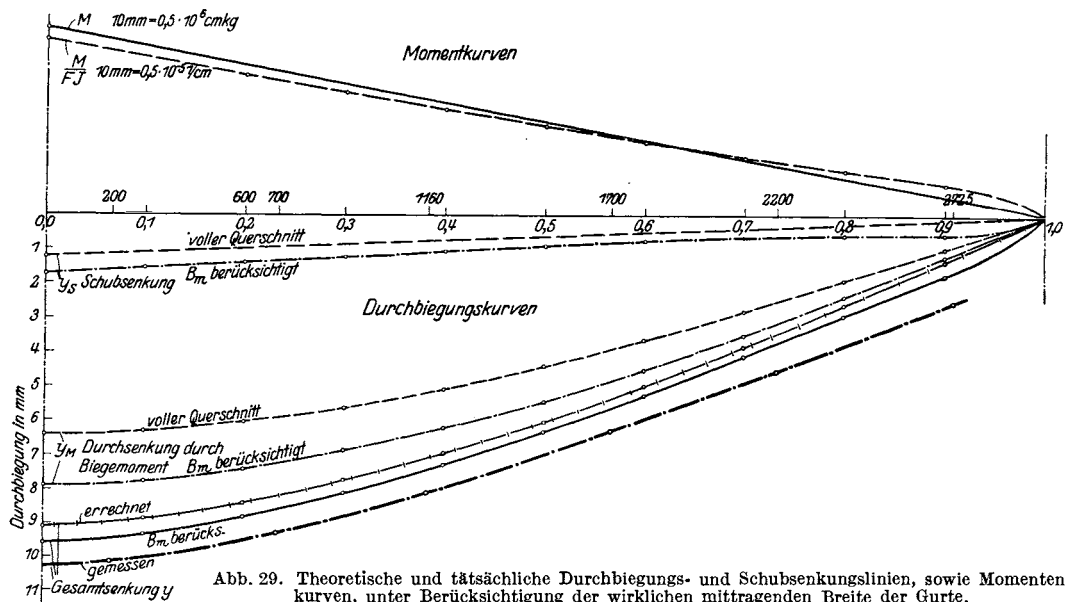


Abb. 29. Theoretische und tatsächliche Durchbiegungs- und Schubsenkungslinien, sowie Momentenkurven, unter Berücksichtigung der wirklichen mitttragenden Breite der Gurte.

Es scheinen sich hier also die den eigenartigen Durchbiegungserscheinungen des Schiffskörpers zugrunde liegenden Gesetze langsam zu entschleiern, so daß damit die Anschauung, als könne der Elastizitätsmodul des zusammengebauten Schiffes erheblich vor dem des Baustoffes abweichen, nicht mehr haltbar sein dürfte. Solange die Beplattungen auf der Druckseite voll tragen und seitlich nicht ausknicken, können die oben aus den Versuchen geschlossenen Annahmen als richtig angesehen werden. Mit Beginn des Ausknickens der druckbeanspruchten Platten wird das bisherige Bild langsam und stetig verändert, und es ist, da der Beginn des seitlichen Ausbiegens der Platten in den meisten praktischen Fällen theoretisch nicht genau bestimmt werden kann, die wichtigste Aufgabe der Versuche, diesen Beginn und weiteren Verlauf des Ausbeulens der Platten zwischen den Versteifungen festzustellen. Dies hatte sich ja schon bei den ersten Versuchen am Wandern der neutralen Achse gezeigt und zu Schlüssen auf die zu erwartende Spannungsverteilung der Druckseite geführt.

Es wurde nun zunächst unterhalb der Knickgrenze die Beplattung des Druckgurtes unter allmählich gesteigerter Belastung durchgemessen, und zwar für den Fall mit auf der Druckseite durchlaufendem Längswinkel. Die Ergebnisse sind in Abb. 30 dargestellt.

Dann wurde die Belastung bis zum Ausbeulen gesteigert und zunächst nur das allgemeine Verhalten beobachtet; die genauen Messungen sollen im Laufe des Winters durchgeführt werden. Wie erwartet, tragen nach Überschreiten der Knickgrenze bei Anbringung der Längswinkel die Platten in erheblich höherem Maße und bis zu höheren Druckspannungen mit als ohne diese. Bei weit auseinanderstehenden Querversteifungen (Abstand gleich 500 mm, 100fache Plattendicke) trat das Ausbeulen in der Mitte der Plattenfelder bereits bei Druckspannungen von etwa 650 kg/cm auf, wobei die Platten abwechselnd nach oben und unten ausbeulten, also den zweiten Fall der Euler-

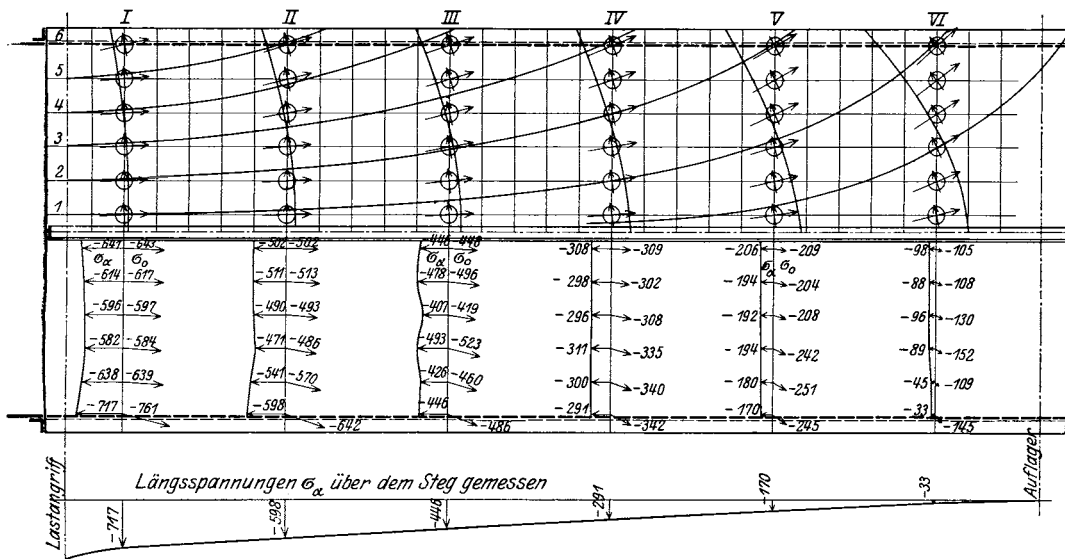


Abb. 30. Schaubild der Spannungsverteilung und Trajektorien auf der Druckseite nach Versuch. (Ein Längswinkel in Mitte.)

schen Knickformel erfüllten, der freie Auflagerung an den Enden vorsieht. Nach Zwischensetzen von Versteifungswinkeln in der halben Entfernung ergab sich eine bessere Aufnahme der Druckspannungen (1000 kg/cm²) und ein Hinauschieben der Knickgrenze.

Am naturgroßen Schiff wird zu beachten sein, daß nur dort das wechselnde Ausbeulen nach verschiedenen Seiten angenommen werden darf, wo kein äußerer Druck die Ausbeulung regelt. So wird die unter Wasser befindliche Außenhaut und das unter gleichmäßiger Last ruhende Deck infolge der einseitigen Belastung sich wie ein beiderseits eingespannter Stab verhalten und sich mehr dem 4. Eulerschen Knickfall nähern, also günstiger wirken als beispielsweise die Tankdecke eines nicht ganz gefüllten Doppelbodens unter einem leeren Schiffsraum.

Die Versuche sollen nach dieser Richtung später weitergeführt werden.

Zunächst ist geplant, die beim Ausknicken eintretenden Formänderungen möglichst genau zu ermitteln. Die allgemeine Form dieser Ausbeulungen wird

ein ähnliches Bild geben wie die Durchbiegung einer unter Wasserdruck stehenden, an allen 4 Seiten eingespannten Platte, wie sie seinerzeit Pietzker durch Versuche gefunden hat. Auch hierbei wird neben der Plattendicke das Seitenverhältnis der Plattenfelder eine erhebliche Rolle spielen, so daß sich wahrscheinlich eine einfache Gebrauchstabelle aufstellen läßt, aus der die Breite der knickfesten Teile und die Größe der von den nicht knickfesten Teilen aufnehmbaren Druckspannungen zu entnehmen ist.

Gegenüber der bisher üblichen, von Pietzker aufgestellten Theorie der 40—50fachen Plattendicke als mittragende knickfeste Breite der Beplattungen

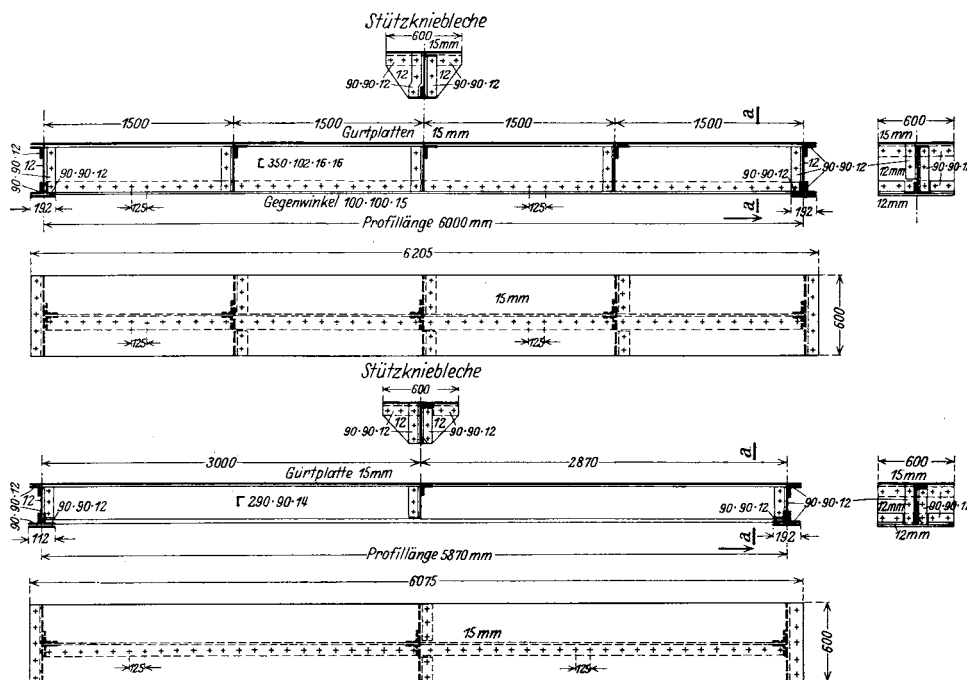


Abb. 31. Versuchskörper aus an einer Beplattung angebrachten Profilen der Form C, Γ und Γ .

wird daher die Anwendung derartiger, aus theoretischen Überlegungen und Versuchen ermittelter Tabellen vorzuziehen sein, welche den Einfluß des Seitenverhältnisses der Plattenfelder mit berücksichtigen.

Ich habe bereits in meinem 1912 hier gehaltenen Vortrage auf diese Berechnungsmethode hingewiesen und möchte erneut sagen, daß es sich für die vereinfachte Berechnung der mittragenden Teile auf der Druckseite empfiehlt, neben den als volltragend anzurechnenden Plattenteilen auch die dazwischenliegenden Teile zu berücksichtigen, und sie mit den aus den Eulerschen Formeln sich ergebenden konstanten Knicklasten einzusetzen.

Die Anwendbarkeit der Eulerschen Knickformeln ist im Schiffbau zulässig, da das Schlankheitsverhältnis der ausknickenden Plattenstreifen l/i meist größer ist als 105, der Grenze ihrer Anwendbarkeit.

Daß diese Berechnungsart der wirklichen Spannungsverteilung nicht genau entspricht, sondern nur eine bequeme und gute Art der Annäherung ist, darf nicht vergessen werden.

Damit muß ich meinen Bericht über die bisherigen Arbeiten schließen und darf hinzufügen, daß eine eingehende Veröffentlichung der von Herrn Dipl.-Ing. Börner mit großer Sorgfalt durchgeführten Versuche über die Spannungsverteilung auf der Druckseite geplant ist. Nach Klärung des gesamten Spannungsverlaufes am geschlossenen Kastenträger sowohl bei Biegung als auch bei Verdrehung im einfachen Spannungszustande soll der Versuch gemacht werden, den Spannungszustand auch bei Wechsel der Spannungsrichtung unter Zugrundelegung der neuesten englischen und deutschen Versuchsergebnisse¹ festzustellen. Alsdann sind die gleichen Biegungs- und Verdrehungsversuche an durch Luken ausgeschnittenen Körpern in Aussicht genommen. Ferner ist die Nachprüfung der in dem Ihnen vorliegenden Heft von Werft — Reederei — Hafen erschienenen Arbeit des Herrn Dipl.-Ing. Börner über das Ausbiegen unsymmetrischer Profile bei Biegungsbelastung durch genaues Durchmessen der auftretenden Spannungen in Vorbereitung, wobei die verwendeten Profile, wie im Schiffbau üblich, am zugehörigen Plattenstreifen befestigt werden (s. Abb. 31). Erst nach Lösung dieser Aufgaben soll an Versuche am vergrößerten festgelagerten oder schwimmenden Modell und am naturgroßen Schiff herangetreten werden.

Mit dem Danke für die tatkräftige Unterstützung meines neuen Institutes seitens der Schiffbautechnischen Gesellschaft, der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, des Vereins Deutscher Ingenieure und der Werftindustrie verbinde ich die Hoffnung, daß dieses Institut auch weiterhin zur Klärung der für den Schiffbau wichtigen wissenschaftlichen Fragen erfolgreich beitragen möge.

Literaturübersicht.

(Nur soweit sie Dehnungsmessungen betrifft.)

- Biles: The strength of ships with special reference to experiments and calculations made upon H. M. S. „Wolf“. T. I. N. A. 1905, S. 80.
 Messrs. Palmers Shipb.: Festigkeitsversuche mit einigen zusammengesetzten Schiffsverbandteilen. Schiffbau VI, S. 957, 1002. 1905.
 Bruhn: Some experiments on structural arrangements in Ship's. T. I. N. A. 1905. S. 126.
 — The influence of form and bulkheads on the strength of ships. T. I. N. A. 1909.
 Hovgaard: An analysis of tests of watertight bulkheads with practical Rules and Tables for their Construction. T. S. N. A. a. M. E. New York 1910, Bd. 18, S. 83; und Schiffbau Bd. 12, S. 585, 628.
 I. E. Howard: Strains in the Hull of a ship at sea and those measured while receiving cargo. T. S. N. A. a. M. E. New York 1913, Bd. 21, S. 119.
 Smith: „Orion“, „Jason“, „Neptune“. Formänderungen bei neueren Kohlendampfern. T. S. N. A. a. M. E. New York 1913, Bd. 21.
 Whiting: Note on the Foster strainmeter and some data obtained therewith. T. I. N. A. 1914, S. 158.
 Siemann: Spannungsmessungen an Bord von Schiffen. Z. V. d. I. 1914, S. 1161.
 — Dehnungsmessungen an Schiffkörpern. Z. V. d. I. 1922, S. 373; und Shipbuilder Bd. 28, S. 20. 1923.
 — Ferndehnungsmessungen an Schiffkörpern. Meßreise auf „Westphalia“. Z. V. d. I. 1926, S. 539, 635.
 Foerster: Donauschleppkähne aus Eisenbeton. Z. V. d. I. 1919. S. 1021.
 Foster-King: Festigkeit wasserdichter Schotte. T. I. N. A. 1916, S. 155; und Schiffbau Bd. 21, S. 339.
 Schulze: Versuche mit Schotten ohne Knieleche. Schiffbau B. 22, S. 408.
 Dahlmann u. Schäfer: Methoden und Möglichkeiten für Festigkeitsmessungen am Schiffkörper. Werft — Reederei — Hafen 1926, S. 291, 311.
 Kempf: Ergebnisse einer Meßfahrt auf „Hamburg“. Werft — Reederei — Hafen 1926, S. 461.
 Wrobbel: Festigkeitsfragen bei Flußfahrzeugen. Werft — Reederei — Hafen 1923, S. 535; und 1924, S. 442.
 I. L. Taylor: Some ship strain observations with a simple instrument. T. I. N. A. 1926, S. 257.

¹ Siehe Werkstofftagung 1927, Vorträge.

Erörterung.

Herr Dr. W. Dahlmann, Hamburg:

Meine Herren! Der von Herrn Professor Lienau vorgeschlagene Weg, durch Modellversuche allmählich Einblick in die Spannungsverhältnisse im Schiff zu bekommen, ist neu. Man hat früher wohl versucht, einzelne Bauteile, namentlich im Hinblick auf ihre Vernietung, im Laboratorium in Naturgröße zu prüfen. Eine systematische Prüfung von Modellen in dem Umfange wie vorgeschlagen, ist meines Wissens noch nicht ausgeführt worden. Die Mehrzahl der auf diesem Gebiete tätigen Forscher, von Herrn Professor Biles beginnend, haben auch immer am naturgroßen Schiff gemessen. Soweit ich unterrichtet bin, hat Herr Professor Lienau Versuche am naturgroßen Schiff noch nicht durchgeführt.

Eine kritische Stellungnahme zu der von Herrn Professor Lienau vorgeschlagenen Untersuchungsmethode ist aber nicht nur angebracht, weil sie neuartig ist, sondern vor allem meines Erachtens wegen der Ausführungen, die Herr Professor Lienau bezüglich des wissenschaftlichen Wertes der beiden Methoden machte.

Herr Professor Lienau sagte, daß die Messungen an Bord der Schiffe bisher zwar wohl interessante Einzelwerte und auch Erfahrungen in der Meßtechnik ergeben hätten, aber bisher noch keine theoretisch-wissenschaftlichen Ergebnisse liefern konnten, und daß es daher durchaus notwendig sei, um für künftige Versuche im Großen diese erforderlichen wissenschaftlichen Grundlagen zu schaffen, zunächst Versuche an schiffsähnlichen Modellen durchzuführen. Das heißt doch, daß die Versuche am fahrenden Schiff allein theoretisch-wissenschaftliche Ergebnisse nicht liefern können, sondern nur in Verbindung und nach vorausgegangenen Versuchen an Modellen. Es ist bemerkenswert, daß außer dem Vortragenden auch andere Herren des Schiffbaues diese Einstellung den Versuchen am fahrenden Schiff gegenüber haben. Eine solche Einstellung ist auch bei den Sitzungen des Fachausschusses in dieser Frage sehr deutlich zum Ausdruck gekommen. Andererseits haben die Hamburger Reedereien für die Messungen am ausgeführten Schiff stets soviel Verständnis, Interesse und Entgegenkommen gezeigt, daß ich Herrn Professor Lienau bitten muß, seine Behauptung durch den Beweis zu ergänzen, daß die Meßmethode am naturgroßen Schiff allein die wissenschaftlich-theoretischen Grundlagen nicht liefern kann. Ich behalte mir dann vor, da Herr Professor Lienau ja das Schlußwort hat, an anderer Stelle meine Ansicht über die Möglichkeiten und Methoden, am Schiff zu messen, noch eingehender darzulegen als ich es bereits getan habe.

Ohne diese wissenschaftliche Seite weiter zu berühren, möchte ich aber auf den praktischen Wert der Meßmethode am fahrenden Schiff durch ein Beispiel eingehen.

Durch das Entgegenkommen der Hamburger Seereederei „Frigga“ hatte ich im Frühjahr Gelegenheit, mit einem modernen Erdampfer eine Meßfahrt nach Narvik zu unternehmen. Das Schiff war besonders dadurch gekennzeichnet, daß es sehr groß war, über 8000 t Tragfähigkeit hatte und ein Eindecker war mit außerordentlich großen Luken und ohne Stützen. Es hatte also meßtechnisch außerordentlich günstige Vorbedingungen. Die Reederei hatte neben meinen besonderen Absichten noch den Wunsch, Klarheit über die Festigkeitsverhältnisse des Schiffes in dem Material der oberen Gurtung zu bekommen. Ich will auf Einzelheiten nicht eingehen, denn ich werde die Ergebnisse in der Zeitschrift „Werft, Reederei und Hafen“ bald veröffentlichen. Ich darf aber bemerken, daß ich in der Lage war, auf Grund meiner Messungen der Reederei eingehende Auskunft über die gewünschten Spannungsverhältnisse zu geben. Diese Messungen waren mit Grundlage für gewisse konstruktive Änderungen bei einem in Auftrag gegebenen Schwesterschiff-Neubau.

Nun zu den eigentlichen Ausführungen des Herrn Vortragenden! Der vorgeschlagene Weg, allmählich vom Modell im Laboratorium in systematischer Folge sich an das Schiff heranzuarbeiten, hat im ersten Augenblick zweifellos etwas Bestechendes. Man denkt an den Erfolg der Modellschleppversuche. Jedoch ist sofort zu bemerken, daß die Verhältnisse hier etwas anders liegen als bei den Schleppversuchen. Bei den Modellschleppversuchen sind wir in der Lage, zunächst genau gesetzmäßig ähnliche Modelle herzustellen. Ferner kennen wir die Übertragungsgesetze mit solcher Genauigkeit, daß die Ergebnisse praktisch hinreichend genau werden. Das ist bei Modellversuchen über Festigkeitsfragen nicht der Fall. Die Herstellung von ähnlichen Modellen wird auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten stoßen. Ich denke nur an die Vernietung, ganz abgesehen von den Kosten.

Dann kennen wir in keiner Weise mit hinreichender Genauigkeit die Übertragungsgesetze. Sie würden außerordentliche Schwierigkeiten machen, weil die Knick-, Schub-, Normal- und Biegungsspannungen nach verschiedenen Ähnlichkeitskoeffizienten zu bewerten wären. Vor allem sind wir aber nicht in der Lage, im Laboratorium die naturgemäße Belastung des Schiffes herzustellen, geschweige denn Einblick zu gewinnen in die Anfangsspannungen sowie in die nicht unbedeutenden Temperaturspannungen. Selbstverständlich — ich möchte nicht mißverstanden werden — ist den Versuchen des Herrn Professor Lienau ein vielleicht erheblicher wissenschaftlicher Wert beizumessen, aber immer doch nur in bezug auf die Versuche an dem Modellobjekt selbst. Er bewegt sich auf den Bahnen der berühmten Laboratorien der Herren von Bach und Föppl. Wogegen ich mich wenden muß, ist die Übertragung dieser Ergebnisse auf Schiffe, vor allem von dem einfachen Kastenträger auf die komplizierten Schiffsverbände.

Bezüglich der theoretischen Grundlagen der Versuche der Herren Smith und Schubert, über die Herr Professor Lienau berichtete, sagte er: „Für geschlossene Hohlkörper lassen sich also, wie die Versuche gezeigt haben, die Spannungen rechnerisch vorher bestimmen.“ Diese Behauptung dürfte allgemein nicht aufrechtzuerhalten sein. Die von Herrn Professor Lienau angegebenen, schon lange bekannten Formeln — sie sind schon im ersten Bande von Föppls „Festigkeitslehre“ — basieren auf dem hydrodynamischen Vergleich mit dem Spannungsfluß. Sie liefern nicht die Maximalspannungen an den Unstetigkeitsstellen und berücksichtigen auch nicht die in nicht kreisförmigen Querschnitten auftretenden Normalspannungen. Außerdem stellt Herr Professor Lienau ja eine Differenz zwischen den Formeln von Föppl und von Bredt fest, wenn ich richtig verstanden habe. Diese Differenz von 100% bedarf doch einer näheren Erläuterung, denn soviel ich weiß, basiert doch sowohl die Formel von Föppl als auch die von Bredt auf dem Stokeschen Satz. Herr Bredt hat nichts weiter getan, als auf andere Weise als

Stoke den Satz, den Föppl auch als Grundlage seiner Ableitung verwertet, in außerordentlich scharfsinniger Art abzuleiten. Ich verweise auf Föppls „Drang und Zwang“, Band 2. Da sind diese Dinge ja alle dargestellt.

Die Diagramme über den Einfluß des Verhältnisses der Lukenlänge zur Lukenbreite auf den Drehwinkel und Drehfestigkeit entbehrt meiner Meinung nach insofern einer exakten Grundlage, als der Verdrehungswinkel bei den Hohlkörpern doch eine Funktion der Länge ist. Herr Professor Lienau sagt ganz richtig vorher $d\varphi/dz$.

Der, wie ich annehmen muß, dargestellte gesamte Drehungswinkel stellt also nur Mittelwerte dar.

Weiter scheinen mir die Ordinaten, die Herr Professor Lienau „Festigkeit“ nennt, nicht ganz verständlich. Ich habe jedenfalls noch kein Spannungsdiagramm gesehen, wo es eine Ordinate „Festigkeit“ gab. Das wäre doch nur gerechtfertigt bei einem einachsigen Spannungszustand, wo die Festigkeit durch die einachsige Spannung eindeutig dargestellt ist. Wir haben aber doch in diesem Falle nicht nur Schubspannungen, sondern auch Normalspannungen. Man hätte also, abgesehen von dem Wert $d\varphi/dz$, trennen müssen in zwei Diagramme, einmal Normalspannung, einmal Schubspannung.

Meines Erachtens liegt aber das Problem der Verdrehungsfestigkeit, vor allem bezüglich der Verhältnisse am Schiff, in dem sogenannten Drillingswiderstand, auf den Herr Professor Lienau nicht eingegangen ist. Dieser muß aber am naturgroßen Schiff ermittelt werden. Ich will nichts weiter zu diesem Drillingswiderstand ausführen. Ich verweise auch hier auf Föppls „Drang und Zwang“.

Unter diesen Umständen muß ich das Ergebnis der ersten Versuche, daß der Drehungswinkel mit wachsender Lukenlänge zunimmt und die Drehfestigkeit abnimmt, als außerordentlich mager hinstellen, zumal es schon lange bekannt ist.

Auch die nachfolgende Berechnung des Herrn Smith ist meines Erachtens mit praktischen Ergebnissen von Messungen nicht in Einklang zu bringen. Auf der Meßreise mit dem Dampfer „Frigga“ war ich durch das Entgegenkommen der Schiffsleitung in der Lage, auf das Schiff ein erhebliches Drehmoment auszuüben durch diametrales Befluten von 300 t fassenden Bodentanks. Der Hebelarm war 7 m, und das Drehmoment betrug 2100 m-Tonnen — ein erhebliches Moment. Die Messungen ergaben aber einen ganz geringen Drehwinkel, den ich mir zunächst gar nicht erklären konnte. Als ich dann die Messungen auf See wiederholen wollte, weil ich glaubte, ich hätte durch dieses bekannte Drehmoment eine Eichung meines Apparates, fand ich, daß die Torsion des Schiffes im Seegang bei Windstärke 6—7 viel größer, ungefähr das Vierfache, war. Diese Differenz kann ich mir nur dadurch erklären, daß die Beflutung der Bodentanks tatsächlich gar nicht auf das Schiff das theoretische Drehmoment ausgeübt hatte, sondern, um es kurz oberflächlich zu veranschaulichen, sich gewissermaßen in den Verbänden teilweise verloren hatte.

Man sieht also aus diesem praktischen Beispiel, welcher Unterschied zwischen Modellversuchen und Versuchen am tatsächlichen Schiff zu erwarten ist. Herr Professor Lienau schreibt ja auch selbst, daß dieser „Herleitung für ein Schiff mit Lukenausschnitten nicht beigeplichtet werden kann“.

Es folgen dann die, wie ich glaube, viele tausend Messungen umfassenden Versuche des Herrn Schubert. Das Ergebnis dieser Messungen ist, daß der Einfluß der Lukenlänge auf die Höhe der Spannungen einem ziemlich einfachen Gesetze zu folgen scheine, daß nämlich der Zusammenhang ein proportionaler ist. Ich möchte mich dieser Ansicht nicht anschließen. Ich glaube, daß die Größe des Verdrehungswinkels nicht linear der Lukenlänge ist, sondern einer höheren Potenz der Länge folgt. Ich befinde mich da in Übereinstimmung mit Herrn Stichhorst, der seinerzeit über die Verdrehung schiffsähnlicher Körper theoretische Berechnungen angestellt hat.

Ich kann auch nicht umhin, darüber meine Verwunderung zum Ausdruck zu bringen, daß Herr Professor Lienau meinen, vor einem halben Jahre in der Zeitschrift „Werft, Reederei und Hafen“ erschienenen Aufsatz über die Verdrehungsfestigkeit des Schiffes anscheinend nicht gelesen hat. In diesem Aufsatz sind die Fragen, die hier in bezug auf den ersten Versuch erörtert worden sind, erheblich weiter behandelt und eingehender dargestellt. Es ist dort zum Teil das, was Herr Professor Lienau sagte, als bekannt vorausgesetzt.

Dann darf ich noch bezüglich der Meßtechnik bei diesen Versuchen des Herrn Schubert etwas erwähnen. Herr Professor Lienau sprach von einer Meßlänge von 2 cm. Es wäre mir angenehm zu hören, wie weit damit ein Mittelwert erfaßt wird, denn bei den verhältnismäßig kleinen Abmessungen der Modelle können ja in dem Bereich von 2 cm an den Lukenecken ganz erhebliche örtliche Spannungssteigerungen vorliegen. Jedenfalls wird man mit diesen 2 cm Meßlänge am naturgroßen Schiff ganz erheblich genauere Resultate erzielen.

Als Ergebnis dieser Messungen des Herrn Schubert sagt Herr Professor Lienau, daß „die Versuche jedenfalls deutlich gezeigt haben, daß die auf den Schiffsträger wirkenden verdrehenden Kräfte in der Nähe von Lukenausschnitten erheblich höhere Spannungen hervorrufen, als man bisher nach der üblichen Berechnung annahm“. Das ist ein schon lange bekanntes Ergebnis.

Meine Herren! Ich möchte nicht in gleicher Ausführlichkeit auf den Biegungsversuch, den zweiten Teil der Versuchsreihe, eingehen. Ich möchte Herrn Professor Lienau nur vor dem Optimismus warnen, der sich in seinem Satz ausdrückt: „Es scheinen sich hier also die den eigenartigen Durchbiegungserscheinungen am Schiffskörper zugrunde liegenden Gesetze langsam zu entschleiern.“ Die Verhältnisse im Schiffsboden liegen doch, wie Herr Professor Lienau ganz richtig hervorhob, wesentlich anders als bei dem Modell. Es ist durch die Theorie von Herrn Pietzker eine Unruhe in die Auffassung des Trägheitsmomentes hineingebracht worden, die meiner Meinung nach nicht gerechtfertigt ist. Man sieht die Sache zu kompliziert an. Ich glaube nicht an die Knickgefahren in dem Schiffsboden in dem Umfange, wie sie immer dargestellt werden. Ich will hier aber nicht weitläufig werden. Ich behalte mir vor, darüber an anderer Stelle ausführlicher zu berichten. Herr Professor Lienau hat seinerzeit schon über diese Knickvorgänge referiert, ich glaube im Jahre 1912, und wenn er jetzt eine Korrektur macht und das Plattenfeld, das sich am Boden befindet, berücksichtigt, also nicht die unendlich lange Platte, sondern die endliche

Platte zwischen den Längsträgern, so wäre das schon ein Schritt weiter. Aber es wird noch einer weiteren Korrektur bedürfen, der Korrektur, daß eine ganz andere Knickformel angewendet werden muß. Die Eulersche Knickformel läßt sich gar nicht auf eine rings eingespannte Platte anwenden, sondern es bedarf dazu einer anderen Knicktheorie, da die horizontalen Fasern eine erhebliche Verminderung der Knickgefahr herbeiführen. Während meiner Meßreise auf dem Dampfer „Hindenburg“ habe ich selbst im Doppelboden umfangreiche Versuche angestellt, um diese Durchbiegungs- und Knickgefahren festzustellen. Es ist mir nicht gelungen, trotz der günstigen Verhältnisse — das Schiff hatte einen sehr großen Tiefgang, $8\frac{1}{2}$ m —, auch nur nennenswerte Durchbiegungen der Platten zu messen. Ich muß allerdings bekennen, daß die meßtechnischen Einrichtungen noch nicht ganz auf der Höhe waren. Aber das Ergebnis war jedenfalls so, daß eine Harmonie mit der Knickformel von Föppl nicht zu erreichen war.

Ich darf darauf hinweisen, wie es praktisch im Doppelboden aussieht. Man bekommt gar kein langes Plattenfeld, wie es theoretisch bei den Versuchen und Rechnungen zugrunde gelegt wird. Die Längsnähte, die vielen Längsträger und die im Mittelschiff zwischengesetzten Längsträger beschränken die Felder. Es sind fast Quadrate, und für diese werden die Knickverhältnisse ganz anders als bisher dargestellt.

Jedenfalls sind für mich diese bisherigen Versuche des Herrn Professor Lienau, die ja sehr mühevoll und fleißig durchgeführt worden sind, noch kein Beweis dafür, daß man diese Modellversuche systematisch fortsetzen sollte, und vor allem, daß man daraus jetzt schon Schlüsse auf die Verhältnisse am naturgroßen Schiff ziehen kann. Meiner Meinung nach geht man sehr optimistisch vor, wenn man in einen rechteckigen Kasten ein Loch schlägt und sagt, das wäre ein Schiff, und das Loch wäre die Luke. Da spielen doch noch ganz andere Faktoren mit, die Lukenverbände usw.

Es ist allerdings zuzugeben, daß der Meßmethode am fahrenden Schiff noch erhebliche Schwierigkeiten, vor allem meßtechnischer Art, entgegenstehen. Diese sind aber auch bei dem Modell vorhanden, bis auf die Möglichkeit der genauen Belastung. Ich glaube aber aus den bisherigen Ergebnissen der Meßfahrten schließen zu dürfen, daß es gelingen wird, die Belastung des Schiffes im Seegang zahlenmäßig noch schärfer zu erfassen. Ich habe auf meiner Meßfahrt mit dem Dampfer „Hindenburg“ zum erstenmal den Anschütz-Koordinatenmesser, der die Bewegungen des Schiffes um die Längs- und Querachse registriert, benutzt. Leider waren die Seeverhältnisse nicht so, um Ergebnisse zu bekommen. Jedenfalls können wir aber durch dieses ideale Instrument Aufschluß über viele dynamischen Fragen bekommen. Dann arbeite ich jetzt zusammen mit der Firma Zeiss auf Grund meiner Erfahrungen einen Apparat aus, der die Durchbiegungen und Verdrehungen des Schiffes im Seegang im Diagramm registriert. Ich glaube, wenn diese Apparate am fahrenden Schiff weiter verwendet werden, können wir erheblich vorwärts kommen.

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Herr Doktor, ich muß Sie darauf aufmerksam machen, Sie sprechen jetzt eine halbe Stunde. Es sind noch verschiedene Redner vorhanden, die auch an der Erörterung teilnehmen wollen. Sie müssen sich also etwas kürzer fassen. (Bravo!)

Herr Dr. W. Dahlmann, Hamburg:

Herr Professor Lienau wird mir zweifellos antworten, daß er ja schließlich auch am Schiff experimentieren will. Wozu dann aber der Umweg! Meine Herren, Experimente hier — Experimente da! Je mehr aber die Versuche den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen, um so richtiger werden meiner Meinung nach die Ergebnisse. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Gustav Wrobbel, Hamburg:

Meine sehr geehrten Herren! Die von Herrn Professor Lienau in seinem außerordentlich interessanten Vortrag gemachten Darlegungen über Versuchsergebnisse auf dem Gebiete der Schiffsfestigkeit an der Technischen Hochschule zu Danzig bestätigen vollauf die Ergebnisse der Versuche, die von Bach zur Ermittlung der Biege- und Drehungsfestigkeit an Hohlkörpern aus Flußeisen gemacht wurden. Sie bestätigen ferner die von George Vedeler ausgeführten Versuche mit aus Platten zusammengenieteten, in ihren Abmessungen den Lienauschen Versuchskörpern ähnlichen Kastenträgern, über die Vedeler in seinem im Jahre 1924 vor der I.N.A. gehaltenen Vortrage „On the torsion of ships“ berichtete.

Das Ergebnis aller dieser Versuche, auf die ich bereits in meinem vorjährigen Vortrage „Das Raumfestigkeitsproblem im Schiffbau“ Bezug nahm, ist, „daß die Widerstandsfähigkeit der Körper durch die Wellenbildung, d. h. das Aufhören des stabilen Gleichgewichts zwischen dem äußeren Moment und den inneren Spannungen — Knicken der Wandung infolge der unter 45 Grad zur Stabachse geneigten Hauptspannung — begrenzt ist“.

Auch das in Abb. 28 wiedergegebene Bild der Spannungstrajektorien bestätigt den Verlauf der Spannungstrajektorien für ein Schiff, wie er von Bruhn in seinem bereits im Jahre 1899 vor der I.N.A. gehaltenen Vortrage angegeben wurde¹.

Bruhn beschäftigte sich weiter in seiner Arbeit „Beanspruchung von Schiffsverbänden“ (Schiffbau I, S. 561) mit den Spannungen an den Lukenecken wie überhaupt im Bereich von Luken, und auch die in dieser Arbeit wiedergegebenen Verhältnisse werden durch die Versuche, die Herr Professor Lienau gemacht hat, bestätigt.

Herr Prof. Lienau stellt dann weiter fest, daß auf Grund von Torsionsversuchen an den Lukenecken die Spannungen das 1,7- bis 4fache erreichen können, und bestätigt auch damit das Ergebnis, zu dem ich in Übereinstimmung mit Bachs Versuchen an Hohlkörpern auf Grund vorgenommener Messungen an See- und Flußschiffen in ruhigem Wasser kam und das mich in meinem vorjährigen Vortrage (siehe Jahrbuch der Schiffbaut. Gesellschaft 1927, S. 483) zu folgender Erkenntnis führte:

¹ Siehe auch J. Bruhn, Beanspruchung von Schiffsverbänden, Schiffbau, I, S. 561, und Wrobbel, Das Raumfestigkeitsproblem im Schiffbau, Jahrbuch der Schiffbaut. Ges. 1927, S. 478.

„Wenn nun auch die bei einem Schiffsträger mit voll beplatteter Außenhaut und voll beplattetem Deck unter gewöhnlichen Verhältnissen auftretenden Drehungsbeanspruchungen als gering errechnet werden, so darf doch andererseits der Einfluß der Torsion im Bereich von Deckausschnitten (Kesselschächten, Luken usw.) nicht vernachlässigt werden, da die auftretenden Schubspannungen sich im Falle der Torsion noch erheblicher bemerkbar machen als im Falle der Biegung und bei gleichzeitiger Biegung und Torsion — Fälle, die gerade auf Schiffe zutreffen — ihr Maximum erreichen werden.“

Meine Herren! Wer Gelegenheit gehabt hat, Messungen an Bord von Schiffen zu machen — ich darf für mich allerdings lediglich Messungen in Anspruch nehmen an Bord von See- und Flußschiffen beim Stapellauf, während der Ausrüstung und während der Beladung im Hafen —, der weiß ganz genau, daß das Messen an Bord von Schiffen mit außerordentlichen Schwierigkeiten verbunden ist. Der Spannungsverlauf wird beispielsweise erheblich beeinflusst durch eingebaute Ausrüstungsgegenstände, wie Poller, Tauklüsen usw., durch die Nähe einer auf dem Deckstringer befestigten Schanzkleidstütze, lokale Verstärkungen und vieles andere mehr, so daß man oft in nächster Nähe dieser Stellen eine ganz andere Spannung mißt als beispielsweise in einer Entfernung von 30 cm von derselben.

Aus diesem Grunde sind die grundlegenden Versuche, wie sie bisher von Herrn Professor Lienau angestellt worden sind und auch weiter verfolgt werden sollen, nur als begrüßenswert zu bezeichnen.

Wenn ich nun auch Herrn Professor Lienau recht gebe, daß Versuche an lebensgroßen Schiffen, Flußschiffen bzw. Seeschiffen im Hafen, während der Ausrüstung, bei der Beladung oder im Seegange vorläufig auch nur Einzelwerte ergeben können, so wird doch immerhin ihre Bedeutung schon heute für die wirtschaftliche Entwicklung der Schiffskörperkonstruktion nicht zu unterschätzen sein, und die systematische Pflege dieser Versuche und ihre praktische Auswertung, sowie die praktische Berücksichtigung dieser Ergebnisse wird uns auch der theoretisch-wissenschaftlichen Erkenntnis des Schiffsfestigkeitsproblems näherführen.

Ich darf aber jedenfalls meiner besonderen Freude darüber Ausdruck geben, daß Herr Professor Lienau heute dem Einfluß der Schubspannungen auf die Schiffsfestigkeit eine weit größere Bedeutung zuschreibt, als das im letzten Jahre im Anschluß an meinen Vortrag der Fall zu sein schien, und ich glaube, dies ist wohl der bedeutsamste Erfolg, den wir auf Grund des heutigen Vortrags des Herrn Professor Lienau verzeichnen dürfen. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Schnadel, Berlin:

Meine Herren! Herr Professor Lienau hat heute ein reichhaltiges Versuchsmaterial vorgetragen. Ich möchte zunächst auf den Biegungsversuch eingehen, weil gerade dieser Belastungsfall und meine Rechnung vor 2 Jahren an dieser Stelle es waren, die eine ausgedehnte Diskussion hervorriefen und Herrn Professor Reissner veranlaßten, die Richtigkeit der Rechnung zu bezweifeln. Ich bin nun von Herrn Professor Reissner beauftragt worden, folgendes zu erklären: Herr Professor Reissner nimmt die Fußnote, die er seiner Diskussion im Jahrbuch 1926 angefügt hat, zurück und erkennt an, daß meine Theorie in bezug auf den Kastenträger mit zwei Stützen bei gleichmäßig verteilter Last richtig ist. Ich möchte diese Erklärung vorn ansetzen, weil sie zeigt, daß man unter Wissenschaftlern sich immer einigen kann. Wir streben ja alle doch einem Ziele zu. Es ist deswegen unnötig, daß eine gewisse persönliche Schärfe in die Ausführungen hineingetragen wird (Sehr richtig!), wie es leider von einem Herrn Vorredner geschehen ist. (Beifall.) Ich bin auch nicht in allen Punkten mit Herrn Professor Lienau einverstanden, Aber die Meinungsverschiedenheit kann ja auf sachliche Weise durchaus geklärt werden, und ich glaube, daß wir uns dann zuletzt doch zusammenfinden. (Sehr richtig!)

Ich möchte also zunächst auf den Biegungsversuch von Herrn Professor Lienau eingehen. Herr Professor Lienau hat meine Rechnung seinen Versuchen gegenübergestellt und geglaubt, eine gute Übereinstimmung gefunden zu haben. Ich muß allerdings feststellen, daß ich hier nicht ganz seiner Meinung bin. Die Übereinstimmung zwischen seinen Versuchen über die Randspannung und der Rechnung ist nicht befriedigend, denn es sind Fehler von 37 % vorhanden. Das liegt aber nicht an meiner Theorie, sondern daran, daß bei der Rechnung ein Fehler unterlaufen ist. Diesen Fehler möchte ich ganz kurz dahin charakterisieren, daß nach meiner Rechenvorschrift zunächst mit Hilfe der Airyschen Spannungsfunktion an jeder Stelle die mittragende Breite zu errechnen ist. Wenn diese mittragende Breite gefunden ist, so muß aus den äußeren Momenten die Spannung am Rand errechnet werden, d. h. die mittragende Breite an jeder Stelle bleibt unverändert, aber das Gleichgewicht gegenüber den äußeren Momenten muß hergestellt werden.

Ich habe Ihnen nun hier diese beiden Rechnungen gegenübergestellt. Sie sehen oben den Abstand von der Trägermitte.

Abstand von Trägermitte $X =$	0	$a/4$	$a/2$	$3a/4$
Spannungen gemessen kg/cm^2	1060	675	410	218
Rohe Näherung (Lienau) kg/cm^2	1150	887	562	297
Fehler in Prozent	+ 9	+ 31	+ 37	+ 36
Verbesserte Näherung kg/cm^2	980	675	430	213
Fehler in Prozent	— 8	0	+ 5	— 2

In der nächsten Zeile finden Sie die gemessenen Spannungen, darunter die rohen Werte, die Herr Professor Lienau gerechnet hat. Da zeigen sich ziemlich bedeutende Fehler. Bei $X = 0$ beträgt die prozentuale Abweichung nur 9%, weiter außen aber haben wir Unterschiede von 31%, 37% und 36%. Darunter sehen Sie die verbesserten Näherung, die äußerst einfach zu finden ist. Ich bemerke nebenbei, daß ich gestern abend in einer Stunde die ganze Rechenarbeit gemacht habe. Das ergibt, wie Sie sehen,

einen maximalen Fehler von 0,8% bei $x = 0$. Im übrigen liegen die Abweichungen innerhalb der Meßgenauigkeit. Es ist also in diesem Falle eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit der Theorie vorhanden.

Man könnte sich nun nach dieser Übereinstimmung eigentlich mit der Näherungstheorie begnügen. Ich muß aber gestehen, daß ich mit meiner Theorie selbst nicht zufrieden bin; gerade die Diskussion mit Herrn Professor Reissner und eine nachherige sachliche Aussprache haben mich dazu geführt, die Verhältnisse weiter zu untersuchen. Da habe ich festgestellt, daß die Näherungstheorie wohl beim Träger auf zwei Stützen durchaus anwendbar ist, daß sie aber in anderen Fällen beim eingespannten Träger und beim Freitrag, die technisch außerordentlich wichtig sind, versagt. Ich habe kurze Zeit nachher in meiner Habilitationsschrift an der Technischen Hochschule in Danzig eine exakte Theorie aufgestellt, die wieder auf der Grundlage der Fourierschen Reihen basiert, in der ich aber die einzelnen Koeffizienten mit Hilfe des Satzes von der kleinsten Formänderungsarbeit errechnet habe. Da stellte ich fest, daß beim Träger mit einer Einzellast in der Mitte eine Spannungserhöhung am Lastangriff um ungefähr 10% eintritt, während im übrigen die Spannungen ziemlich gleich blieben, d. h., durch diese neue Theorie ist der Versuch von Herrn Professor Lienau in jedem Maße als richtig bestätigt. Diese Theorie zeigt, daß der Fehler der Näherung darin liegt, daß zwar der erste Koeffizient der Reihe richtig dargestellt wird, daß aber die höheren Koeffizienten etwas größer werden als in der Näherung. Wenn wir diese höheren Koeffizienten einführen, dann gibt es bei $X = 0$ etwas höhere und bei eingespannten und Freitragern ganz beträchtlich andere Spannungen. Ich möchte daher Herrn Professor Lienau empfehlen, diese exakte Theorie, wenn noch einmal eine Prüfung stattfinden sollte, anzuwenden. Ich glaube allerdings nicht, daß es notwendig ist, denn nach der sehr guten Übereinstimmung, die man hier sieht, kann man mit der Theorie ohne weitere Versuche rechnen.

Herr Professor Lienau hat dann weiterhin den Spannungszustand im Steg des Kastenträgers geprüft. Ich bin auch hier nicht ganz der Meinung von Herrn Professor Lienau. Er führt das Absinken der neutralen Faser auf ein mangelndes Mittragen auf der Zugseite zurück. Ich glaube nicht, daß das richtig ist. Ich habe durch eigene Beobachtung gefunden, daß das Absinken wohl mehr — es ist das auch noch durch Versuche von Herrn Karl Huber, München, geklärt — auf den Lastenangriff zurückzuführen ist. Es ist dagegen nicht anzunehmen, daß auf der Druckseite plötzlich ein besseres Mittragen stattfindet als auf der Zugseite.

Sehr interessant sind ferner die Knickspannungen¹ im Deck des Kastenträgers. Ich möchte auch da davor warnen, mit einfachen Näherungsformeln zu arbeiten. Durch die Untersuchungen von Herrn Professor Reissner und die Arbeiten von Herrn Professor Timoschenko in Pittsburg, dem ehemaligen Petersburger Gelehrten, ist es geglückt, die Knicklast von Platten zu bestimmen. Wenn man die Angaben von Herrn Professor Lienau und die Lösungen von Timoschenko vergleicht, scheint im ersten Fall eine gute Übereinstimmung zu bestehen. Ich bin ja allerdings noch nicht ganz im klaren, was für Spannungen Herr Professor Lienau als Knickspannungen angegeben hat. Es scheint mir, Herr Professor Lienau hat dafür die Randspannung gewählt. Diese Angabe könnte zu falschen Ergebnissen führen. Eine Untersuchung des Spannungszustandes nach Überschreiten der Knickgrenze zeigt, daß die Randspannung für das Ausknicken ohne Bedeutung ist. Die Randspannung trägt zur Formänderungsarbeit nichts bei, weil ja dort kein Ausknicken stattfindet. Wesentlich dafür ist die Spannung in der Mitte des Trägers. Der zweite Fall von Herrn Professor Lienau hat keine größere Bedeutung. Es ist die Knicklast einer sehr breiten Platte, die an den Rändern festgehalten wird. Wenn eine Platte sehr breit, also in der Druckrichtung sehr kurz ist, dann weicht ihre Knickfestigkeit, wie durch einfache Überlegung festgestellt werden kann, nur wenig von einem Stabe mit gleicher Dicke und gleicher (etwa 25 cm) Länge ab. Wir haben eine Verstärkung von ungefähr 50%, die darauf zurückzuführen ist, daß die kurzen Ränder festgehalten und die Querkontraktion bei der Platte verringert wird, so daß die angewendete Formänderungsarbeit etwas größer sein muß.

Ich möchte dann noch ganz kurz auf den Torsionsversuch eingehen. Ich bin mit Herrn Professor Lienau der Meinung, daß die schon weiter zurückliegende Arbeit von Herrn Smith keine wesentlichen neuen Ergebnisse gebracht hat. Dagegen war mir die Arbeit von Herrn Schubert sehr interessant, denn sie bestätigt voll und ganz die Überlegungen, die über durchlochete Kastenträger angestellt werden können. Es zeigt sich nämlich, daß der Kastenträger mit einer größeren Reihe von Luken und Schotten wegen der mangelnden Festigkeit des Decks, im Deck nur außerordentlich wenig Querkraft übertragen kann. Nach der Theorie von Bredt und Lorenz müßte es ja eine beträchtliche Querkraft übernehmen. In Wirklichkeit trägt das Deck nur sehr wenig, es sind vielleicht 10%. Aus Gleichgewichtsbedingungen resultiert dann, daß im Boden des Schiffes auch keine Querkraft mehr auftreten kann, denn es muß die Summe der seitlichen Kräfte Null sein. Die horizontale Querkraft wird durch das Schott in die beiden Seitenwände übertragen. Diese übernehmen nun das ganze Drehmoment, d. h. die Seitenwände werden im geschwächten Querschnitt annähernd doppelt so hoch beansprucht, als es nach der üblichen Theorie der Fall wäre, schon allein auf Schub. Die Querkraft ruft, da der Gegendruck vom Deck nicht mehr vorhanden ist, eine Biegebeanspruchung in den Wänden hervor, die sich natürlich auch ins Deck hinein fortpflanzt. Man kann an den Versuchen von Schubert sehr schön sehen, daß diese Zug- und Druckspannungen im Deck auftreten. Es handelt sich hier gewissermaßen um einen Träger, der auf beiden Seiten im vollen Querschnitt eingespannt ist und dessen eine Seite sich senkt. Wir bekommen auf der linken Seite Zug, auf der rechten Druck, und in der Mitte wird die Spannung Null. Die Messung stimmt sogar in der Größenordnung gut zu dieser Vorstellung. Man kann also mit Hilfe von theoretischen und technischen Überlegungen auch hier eine befriedigende Übereinstimmung mit dem Versuch finden. Ich behaupte sogar, man kann eine restlose Übereinstimmung mit den Versuchen erzielen, wenn sie nur richtig ausgeführt werden.

Als Versuchsleiter im Flugzeugbau bin ich sehr viel auf Versuche angewiesen. Ich bin auch stets geneigt, dem Versuch die richtige Stellung einzuräumen. Aber ich kann doch die Anschauung von Herrn

¹ Die Theorie ergibt Knickspannungen von 580 kg/cm² und 1080 kg/cm².

Professor Lienau nicht ganz billigen, daß die Theorie zurücktreten muß. Ich habe im Gegenteil gefunden, daß der Versuch in der unendlichen Mannigfaltigkeit von Möglichkeiten immer nur ein einziges Bild gibt (Sehr richtig!), und daß niemals ohne eine Theorie allgemein gültige Lösungen aufgestellt werden können. Diese Überlegung hat den Flugzeugbau zu außerordentlich fruchtbaren Ergebnissen geführt. Die rasche Entwicklung dieser Technik wäre niemals möglich gewesen, wenn nicht Göttingen an Hand wissenschaftlicher Erkenntnisse und eingehender Modellversuche die Grundlagen der Strömungslehre geschaffen hätte.

Die Theorie ist ja zweifellos manchmal sehr schwierig — das gebe ich gern zu —, besonders für den Praktiker, der gar keine Zeit hat, sich viel damit zu beschäftigen. Die Aerodynamik hat gezeigt, welche Wege wir im Schiffbau einschlagen müssen, um zu wirklich dauernden Ergebnissen zu kommen. Der Theoretiker soll die allgemein gültigen Theorien aufstellen. Der Praktiker braucht nur die Erzeugnisse der Theorie anzuwenden. Diese aber kann man ihm jederzeit in einer brauchbaren Form zur Verfügung stellen.

Wenn wir im Schiffbau auf dieser Grundlage unsere Versuche und unsere Theorien weiter aufbauen, dann werden wir auch diesen Gegensatz, der augenblicklich leider zwischen Theoretikern und Praktikern besteht und der den einen auf den anderen schlecht sprechen läßt, überwinden und werden Ingenieurbauwerke schaffen, die allen Anforderungen der Neuzeit entsprechen. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Siemann, Bremen:

Meine Herren! Der Herr Vortragende hat erwähnt, daß die Meßlänge bei Versuchen am naturgroßen Schiff bisher 20 cm nicht unterschritten hätte. Diese letzte Angabe trifft nicht zu, da die von mir seit Anfang dieses Jahres verwendeten elektrischen Dehnungsfernmesser nur noch eine Meßlänge von 5 cm haben. Es lassen sich demnach grundsätzlich schon heute Spannungstrajektorien am „fahrenden Schiff“ ebenfalls feststellen. Wenn trotzdem auf meiner diesjährigen Meßreise mit dem Frachtdampfer „Göttingen“, für deren Finanzierung ich der Schiffbautechnischen Gesellschaft sowie dem Norddeutschen Lloyd zu Dank verpflichtet bin, keine Trajektorien aufgenommen worden sind, so liegt dies vor allem daran, daß es an der nötigen Anzahl Apparate gefehlt hat.

Zu theoretisch-wissenschaftlichen Dehnungsmessungen gehört, wie aus den bisher hier vorgetragenen Arbeiten hervorgeht, eben eine sehr große Zahl von Meßpunkten. Bei den Kurzzeitversuchen am „fahrenden Schiff“ ist eine Zahl von etwa 20 bis 30 Dehnungsmessern erforderlich, um zu lohnenden Ergebnissen zu gelangen. Mit diesen 30 Dehnungsmessern gleichzeitig Dehnungskurven aufzunehmen, bereitet keine Schwierigkeiten, wenn zwei Oszillographen in zwei getrennten, durch Telephon verbundenen Meßstationen aufgestellt werden.

Ferner aber ist zur Analyse der mit diesen Apparaten ausgeführten Dehnungsmessungen am fahrenden Schiff erforderlich, daß neben den Spannungskurven die Schiffsbewegung sowohl wie auch die Wellenform und -bewegung gleichzeitig auf demselben Papierstreifen registriert werden, als Dokumente gewissermaßen. Gerade diese Voraussetzung zu erfüllen, zu zeigen, daß man die Bewegung des Schiffes und der See und die Dehnung im Material im gleichen Schaubild darstellen kann, war das Ziel der diesjährigen „Göttingen“-Meßfahrt. Dieses Ziel glaube ich erreicht zu haben. Die Anstellung theoretisch-wissenschaftlicher Messungen am „fahrenden Schiff“ ist demnach möglich und nur mehr eine Angelegenheit des Geldbeutels.

Als notwendige und wertvolle Vorstudien zu den späteren, auch von Herrn Professor Lienau in Aussicht gestellten Versuchen am naturgroßen Schiff „im Seegang“ — denn nur solche Versuche würden Erfolg haben —, kann ich natürlich die Laboratoriumsarbeiten ebenfalls nur begrüßen. Bis dahin aber mußte das Meßverfahren geklärt werden und muß auch fernerhin an dessen notwendiger weiterer Veredelung gearbeitet werden. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Walter Schilling, Erfurt:

Meine Herren! Die Untersuchungen, über die uns Herr Professor Lienau hier berichtet hat, sind hinsichtlich ihrer Gründlichkeit und Systematik sicher etwas Einzigartiges im Schiffbau. Ich bin auch im Gegensatz zu Herrn Dr. Dahlmann der Meinung, daß man diese Versuche fortführen soll. Es handelt sich ja nicht darum, daß man die Ergebnisse dieser Laboratoriumsversuche einfach auf das große Schiff überträgt, sondern darum, daß man verhältnismäßig einfache Körper untersucht und die Übereinstimmung dieser Versuchsergebnisse mit der Theorie feststellt. Die Werte, die man an großen Schiffen mißt, werden zunächst nicht viel bedeuten können, da man ja gar keinen Zusammenhang mit den Ursachen, aus denen sie entstehen, hat, und in der Wissenschaft ist es gerade wichtig oder vielleicht die Hauptsache, daß man den kausalen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung erfaßt.

Bezüglich der Weiterführung der Versuche gestatte ich mir einiges zu bemerken. Die Belastungen, die Herr Professor Lienau bei den Biegungsversuchen zugrunde gelegt hat, sind so angeordnet, daß sie in Richtung der Stegebenen wirken, so daß ebene Spannungszustände entstehen. Diese kann man rechnerisch nach Herrn Dr. Schnadel mit Hilfe der Airyschen Spannungsfunktion untersuchen. Der Wirklichkeit entspricht eine solche Belastungsanordnung nicht ganz, denn da hat man Belastungen, die senkrecht zu den Plattenebenen wirken, also z. B. Wasserdruckbelastung oder Belastung durch Ladungsdruck. Diese Belastungen erzeugen nicht ebene, sondern räumliche Spannungszustände. Die entsprechenden Messungen für diese räumlichen Spannungszustände sind wohl auch im Laboratorium möglich, wenn man etwas größere Versuchskörper nimmt, so daß man die Meßapparate im Innern anbringen kann. Es werden auch hier sehr wichtige Ergebnisse herauskommen. Die theoretische Forschung, die nach dem vorher Gesagten nebenher gehen muß, wird dabei aber auf große Schwierigkeiten stoßen, denn der räumliche Spannungszustand, der einmal aus den Belastungen senkrecht zur Plattenebene entsteht, und andererseits aus den Kräften, die in der Mittelfläche der Platten wirken, wird theoretisch kaum zu erfassen sein. Wenn sich auch die Differentialgleichung für derartig belastete Platten ansetzen lassen wird, so ist ihre Auf-

lösung wohl vorläufig nicht durchführbar, besonders in Ansehung der schwer zu erfassenden Randbedingungen. Immerhin wird man auf diesem Wege weiter fortschreiten müssen, wenn man eine Lösung bekommen will, die auch den wirklich auftretenden Belastungen am Schiff entspricht.

Als weiteren Vorschlag für die späteren Versuche von Herrn Professor Lienau möchte ich noch den machen, die Versuchskörper etwas länger zu gestalten und im Innern Querschotte anzubringen, denn gerade die Einwirkung der Querschotte auf die Längsbiegung ist heute noch gänzlich ungeklärt.

Ich möchte meine Ausführungen schließen. Vielleicht nimmt Herr Professor Lienau auch hierzu kurz Stellung. (Lebhafter Beifall.)

Herr Professor Otto Lienau, Danzig (Schlußwort):

Meine Herren! Ich danke Ihnen für das große Interesse, daß Sie meinen Forschungen, die ja erst im Werden und in den allerersten Anfängen sind, entgegenbringen. Ich möchte zunächst ganz kurz nur auf die allgemeinen Fragen eingehen, die hier vorgebracht worden sind, und dann der Reihe nach, mit dem letzten Herrn Redner beginnend, einzelne Punkte beantworten.

Es wird das meiste der angeschnittenen Fragen seine Beantwortung finden, wenn ich das Programm, wie ich es mir denke, einmal mit wenigen Worten darlege. Mein Gedankengang war nicht, wie Herr Dr. Dahlmann vielleicht annimmt, der, daß ich nur einseitige Versuche am kleinen Modell machen will. Ich bin jedoch der Überzeugung, daß wahre Wissenschaft immer dahin strebt, mit dem Minimum der aufzuwendenden geistigen und wirtschaftlichen Arbeit das Mögliche zu erreichen. Und ich bin auch heute noch der Ansicht, daß es in jeder Beziehung wirtschaftlicher ist, wenn zunächst einmal die Grundlagen für die wissenschaftliche Forschung am kleinen Modell geschaffen werden, ehe man am großen Modell an sehr kostspielige Versuche herantritt. Vor allem möchte ich erneut darauf hinweisen, daß keine Dehnungsmessung am naturgroßen Schiff einen wissenschaftlichen Wert hat, bei der sich nicht ein klares Bild des Spannungsverlaufes ergibt. Solange nicht die Spannungsellipse, bei räumlichen Spannungszuständen vielleicht sogar das Ellipsoid, ermittelt wird, kommt man über ganz allgemeine Anschauungen nicht hinaus.

Mein Gedanke über die Forschungsarbeit war stets — und die Schiffbautechnische Gesellschaft hat dankenswerterweise die Initiative dazu in die Hand genommen —, die Forscher zunächst einmal an einen Tisch zu bringen und zu einer wissenschaftlichen Aussprache zu veranlassen. Sämtliche Forscher müssen selbstverständlich zusammenarbeiten und auch der Großversuch muß weiterlaufen, an dem Meßgeräte, wie sie Herr Dr. Siemann in so vorzüglicher Weise in jahrelanger Arbeit entwickelt hat, erprobt werden. Schon heute sind wir so weit, daß die Spannungsellipse auch am fahrenden Schiff an mehreren Punkten gleichzeitig ermittelt werden kann. Wenn wir aber nur 20 Apparate haben, so kommen wir auf höchstens 7 Punkte mit je 3 Messungen, was für ein größeres Spannungsbild noch zu wenig ist.

Ich denke mir nun, daß wir in folgender Weise vorgehen können: Zunächst wird in den Laboratorien an den kleinen Modellkörpern weitergearbeitet, natürlich auch mit Erweiterungen, z. B. nach der Seite des Querschotteneinflusses hin; ebenso muß der Fall untersucht werden, wenn die Kräfte nicht am Steg angreifen, sondern an anderen Punkten, also mehr entsprechend dem wirklichen Schiff. Weiter müssen die Einwirkungen der Lukenausschnitte und die der unteren Decks festgestellt werden. Für diese Zwecke genügt das ganz kleine Modell nicht mehr, sondern es müssen Modelle gebaut werden, in die man hineingehen kann, also etwa solche von 2 m Höhe, 4 m Breite und 20—40 m Länge. Sie können, wie meine Danziger Anlage, ebenfalls durch hydraulische Pressen gedrückt und unter Umständen sogar, wie dies seitens der Hamburgischen Versuchsanstalt projektiert wird, durch Wasserdruck beansprucht werden. Zugleich können aber die Versuche am naturgroßen Schiff fortgeführt werden, durch die, wie Herr Dr. Siemann und die Hamburger Messungen zeigten, vor allem die äußeren Kräfteinflüsse klargelegt werden, woran es bisher noch gefehlt hat. Wir können also durchaus Hand in Hand gehen und brauchen uns gar nicht gegenseitig bei unsern wissenschaftlichen Forschungen zu stören. (Sehr richtig!) Wir sollten uns allerdings darüber klar sein, nichts zu machen, was zwar heute schon einige wenige Ergebnisse bringt, dabei sehr viel Geld kostet, wenn es vielleicht in einigen Jahren mit demselben Geld wissenschaftlich gründlicher und besser gemacht werden kann. Dies erreichen wir am besten durch gegenseitige Unterstützung, und ich persönlich bin gern bereit, mit den übrigen Herren zusammenzuarbeiten.

Damit ist vielleicht schon das meiste von dem beantwortet, was von den verschiedenen Rednern gesagt worden ist. Herrn Dr. Siemann möchte ich besonders noch meine Hochachtung für die Durchführung seiner Versuche aussprechen. Er hat eine sehr mühselige Arbeit geleistet, bis die Apparatur so weit war, daß sie wirklich gut arbeitete; der Fortschritt von der 20-cm-Länge seines älteren Apparates zu 5 cm Meßlänge ist außerordentlich beachtenswert. Wir können wohl sagen, daß wir damit den Apparat haben, den wir an Bord brauchen.

Einen weiteren Fortschritt bedeuten fraglos auch die Apparate, wie sie Herr Dr. Dahlmann hier andeutungsweise zur Kenntnis gab, die es gestatten sollen, am großen Schiff die wirklichen Verdrehungen und Durchbiegungen während der Fahrt zu messen, was bisher noch nicht gelungen war.

Das Wesentliche bei allen weiteren Arbeiten ist doch, daß systematisch vorgegangen wird. Wir können dadurch vor allem für spätere Versuche viel unnütze Arbeit ersparen, indem wir beim Kleinversuch viel Sachen ausschalten, die im großen das Spannungsbild verwirren. Darin, daß am wirklichen Schiff die Verhältnisse sehr verwickelt sind, liegt ja gerade die Schwierigkeit. Ich weiß aber nicht, wie z. B. Herr Dr. Dahlmann es fertig bringen könnte, am fahrenden Schiff die Verdrehungsspannungen von den Biegungsspannungen völlig zu trennen. Das wird gar nicht möglich sein. Er bekommt also immer ein Bild, das aus mehreren übereinandergelagerten Spannungszuständen besteht. Wir wollen aber gerade bei den Kleinversuchen diese Spannungszustände voneinander trennen, um sie einzeln untersuchen zu können. Daher bereiten wir folgende Versuche vor: reine Biegung, reine Verdrehung und kombinierte Biegung und Verdrehung; des weiteren ist es notwendig, auch wechselnde Spannungszustände darzustellen, also Biegung, Zug und Druck, sowie Verdrehung im Wechsel, da ja, wie die Werkstofftagung

kürzlich gezeigt hat, das Materialverhalten beim Spannungswechsel sehr erheblich schwankt. Diese Sachen müssen aber unbedingt zunächst im Laboratorium vorgearbeitet werden, wir kommen nach meiner Meinung nicht ohne Laboratoriumsversuche aus.

Zu den Ausführungen von Herrn Dr. Wrobbe habe ich Wesentliches nicht hinzuzufügen. Ich wäre ihm aber sehr dankbar, wenn er mir etwas genauere Angaben über die von ihm erwähnten Versuche, die mir nicht bekannt sind, vermitteln würde. Es scheint mir darin manches enthalten, was auch von mir bestätigt wird.

Herrn Dr. Schnadel bin ich ganz besonders dankbar für die wissenschaftliche Art seiner Stellungnahme. Daß in den Näherungsberechnungen Fehler enthalten sind, ist mir durchaus bekannt. Wir haben uns zunächst mit verhältnismäßig rohen Näherungstheorien begnügen müssen, da die Zeit nicht ausreichte, und haben die Randbedingungen zum Teil nicht genau berücksichtigen können. Es ist mir sehr wertvoll, daß er diesen Fehlern, die ich allerdings nicht für ganz so groß hielt — ich glaubte sie auf etwa 10—15% taxieren zu sollen —, nachgegangen ist. So große Fehler dürfen natürlich in einer exakten Theorie nicht auftreten.

Herr Dr. Dahlmann sprach dann von der Knicktheorie. Selbstverständlich ist auch mir bekannt, daß es eine Knickungstheorie für Platten, besonders auch, wenn die Plattenlänge begrenzt ist, gibt, und wir haben sie auch den Zahlenwerten der Versuche, die wir nachgerechnet haben, zugrunde gelegt. Wenn Herr Dr. Dahlmann sagte, wir müßten möglichst die Verhältnisse am wirklichen Schiff zugrunde legen, so widerspricht das gar nicht meiner Anschauung. Natürlich gibt es unter Umständen im Schiffsboden auch rein quadratische oder schwach rechteckige Felder, das weiß jeder Schiffbauer. Da ist natürlich die alte Knickungstheorie von Euler, die auf Stäbe zurückgeht, nicht mehr unmittelbar anwendbar — diese bekannte Tatsache ist auch von mir gar nicht angezweifelt worden. Ich glaube, daß Herr Dr. Dahlmann da offene Türen einrennt, indem er Dinge bringt, die tatsächlich von mir gar nicht behauptet wurden.

Ich habe auch die Versuche am fahrenden Schiff nicht vollständig abgelehnt, wie Herr Dr. Dahlmann vielleicht anzunehmen glaubt, sondern ich habe nur vorgeschlagen, daß wir nicht zu rasch und ohne gründliche Vorbereitung vorgehen sollen, sondern zunächst einmal grundlegende Vorgänge und Theorien am ganz einfachen kastenförmigen Träger eingehend studieren und erst dann allmählich zu anderen Formen übergehen sollen, die sich mehr der Schiffsförmigkeit nähern, z. B. mit abgerundeter Kimm usw.

Daß die Knickgefahr, wie Herr Dr. Dahlmann sagt, in Wirklichkeit nicht so groß ist, habe ich in meinem Vortrag selbst gezeigt. Das beweisen ja gerade die Versuche auf der Druckseite. Die Knickgefahr ist verhältnismäßig gering, wenn der Schiffsboden einigermaßen gut abgesteift ist. Sie tritt dort erst spät auf. Es ist aber doch Sache des Versuchs und der Theorie, den Punkt zu finden, wo die Knickgefahr beginnt, denn dieser interessiert uns. Wir müssen dann mit der Konstruktion möglichst unterhalb dieser Grenze zu bleiben suchen, um das Höchstmaß der Materialausnutzung zu erreichen.

Ich glaube daher, daß ich durchaus auch mit vielem übereinstimmen kann, was Herr Dr. Dahlmann gesagt hat, und daß, wenn wir uns einmal ruhig zusammensetzen und alles Persönliche beiseite lassen, wir dann auch zu einer Feststellung dieser Übereinstimmung unserer Anschauungen kommen. Will man systematisch und wirklich wissenschaftlich vorgehen, so erscheint es mir wirksamer, nicht ein großes Versuchsmaterial zu sammeln, sondern lieber ein weniger großes wirklich zu verarbeiten. Ich glaube, daß die Programme, die wir auf einer Besprechung der Forscher in den nächsten Tagen aufstellen wollen, zu praktischen Ergebnissen auch in der systematischen Teilung der Arbeit führen können. Für die Versuche am großen Schiff erscheint natürlich Hamburg als der geeignete Platz, denn dort ist der Brennpunkt der Schifffahrt. Dort werden auch die Reedereien die erforderliche Unterstützung zu geben geneigt sein. Auch wird die Marine vielleicht später diese Versuche mit ihren Schiffen unterstützen können, die wegen der großen Dünnwandigkeit der Materialstärken für viele Versuche noch geeigneter sind als Handelsschiffe. Die Verhältnisse liegen für die Forschung im Kriegsschiffbau in mancher Beziehung günstiger.

Indem ich auch noch Herrn Buchsbaum für die wertvollen praktischen Ergänzungen meines Vortrages danke, möchte ich meine Ausführungen schließen und Ihnen nochmals meinen Dank für das große Interesse aussprechen, das Sie meinen Forschungen entgegengebracht haben. (Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Die von Herrn Professor Lienau und seinen verdienstvollen Mitarbeitern angestellten, in seinem Vortrage eingehend geschilderten Versuche haben schon zu sehr beachtungswerten Aufklärungen geführt. Sollten die von ihm für später in Aussicht genommenen Versuche am schwimmenden Schiff ähnliche, bestimmt meßbare Ergebnisse zeitigen, so dürften sie sich zu kaum übersehbaren Folgen für den gesamten Schiffbau gestalten. Wir wünschen Herrn Professor Lienau von Herzen, daß er auf der von ihm verfolgten Bahn einen vollen Erfolg erzielen möchte. Wir sind ihm aber schon heute zu größtem Danke verpflichtet, den ich hiermit zum Ausdruck bringen möchte.

IX. Erfahrungen bei der Anwendung elektrischer Lichtbogenschweißung im Schiffbau.

Von Obermarinebaurat Lottmann, Wilhelmshaven.

A. Verschiedene Schweißverfahren.

Von den neuesten Schweißverfahren, die das sehr alte Handwerk der Schmiede sowie das neuere des Nieters ergänzen oder überholen, und die alle dazu dienen sollen, eine innige, dem Baumaterial möglichst gleichartige Verbindung konstruktiver metallischer Teile herzustellen, kommt nach dem jetzigen Stande der tech-

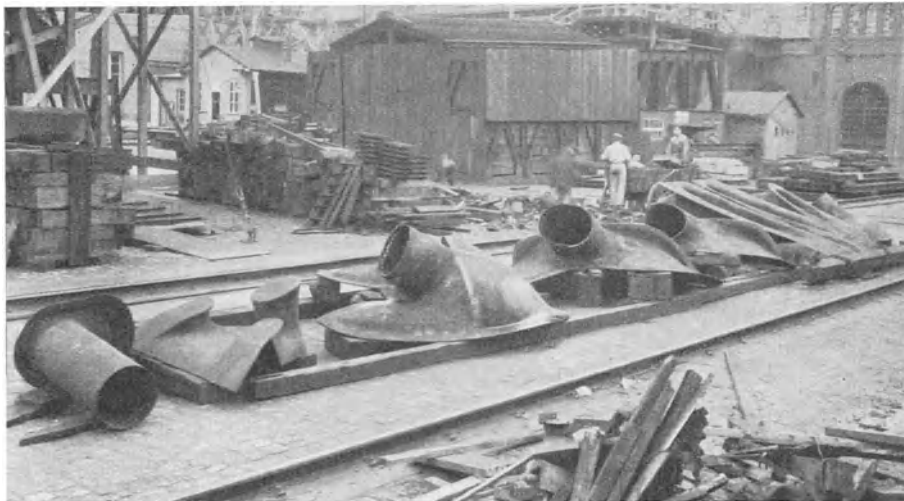


Abb. 1. Autogen geschweißte Klüsen und Pollerteile.

nischen Entwicklung allein das Verfahren mittels elektrischer Lichtbogenschweißung für den großen konstruktiven Zusammenbau eines Schiffes in Betracht.

Die jetzt seit etwa 30 Jahren in der Praxis eingeführte Gasschmelzschweißung behält ihren Vorteil bei der Verbindung dünner Bleche von geringerer als etwa 1,5 mm Dicke, da die elektrische Lichtbogenschweißung für diese Dicken zu hohe Wärmemengen entwickeln würde, die das Blech durchschlagen, die Gasschmelzschweißung ist ferner nach praktischen Versuchen noch unersetzlich für alle Eisenteile, die im Feuer nachgearbeitet werden sollen, sie hat gegenüber der elektrischen Lichtbogenschweißung den hoch einzuschätzenden Vorteil eines guten Dehnungskoeffizienten und wird auf Grund dieser überragenden technischen Vor-

teile für manche Einzelteile auch weiterhin bevorzugt werden müssen und ein Anwendungsgebiet behaupten können. Ein Beispiel für die mit der autogenen Schweißung erreichbaren Anfertigungen geben die in Abb. 1 dargestellten Klüsen und Pollerteile.

Die elektrische Widerstandsschweißung, als Punkt- und Nahtschweißung, die hauptsächlich zur Verbindung dünner Bleche verwendet wird, hat im Schiffbau bis jetzt nur zur Herstellung von Ausrüstungsgegenständen Verwendung gefunden. Für den eigentlichen Schiffsneubau auf Stapel kommt sie, ebenso wie die Stumpfschweißung, welche vorzugsweise zur Verschweißung stabartiger Querschnitte dient, bei dem derzeitigen Stand der Technik noch nicht in Frage.

B. Die elektrische Lichtbogenschweißung.

Stromerzeugung.

Die Grundlagen und Hilfsmittel zur Ausübung der elektrischen Lichtbogenschweißung sind Ihnen in dem ausführlichen Vortrag des Herrn Dr. Strelow im Jahre 1924 eingehend geschildert worden, und ich kann mich auf wenige Andeutungen hierüber beschränken. Die elektrische Lichtbogenschweißung kann mit Gleichstrom, dreiphasigem und einphasigem Wechselstrom ausgeführt werden; die im Großschiffbau anwendbaren Verfahren beruhen alle darauf, daß ein abschmelzender Stab, der bei Gleichstrom am Minuspol liegt, das Schmelzmaterial zu liefern hat. Der Vorteil aller elektrischen Lichtbogenschweißungen gegenüber den vorher erwähnten liegt in dem Umstande, daß der Zeitraum, in dem die Schweißstelle dem Lichtbogen ausgesetzt zu werden braucht, wesentlich geringer ist, als es bei der Gasschmelzschweißung für die Gasflamme der Fall sein muß. Hierdurch wird die örtliche Erwärmung auf geringere Ausdehnung beschränkt. Die entstehenden Eigenspannungen oder Verwerfungen werden geringer als bei den Gasschmelzschweißungen und die Anwendung auf schiffbauliche Verbindungen an großen Konstruktionsteilen dadurch überhaupt erst möglich. Ein weiterer Vorzug der elektrischen Lichtbogenschweißung ist der, daß mit ihr senkrechte und Überkopfschweißungen durchführbar sind.

Was die Art der Schweißstromerzeugung betrifft, so möchte ich auf eine besondere Ausführungsform eingehen, die in kleinem Umfange wohl schon in früheren Jahren, in großem Ausmaße erst in der letzten Zeit auf der Marinewerft zur Anwendung kam.

Es handelt sich darum, daß von einer Stromquelle aus eine große Anzahl von parallel geschalteten Schweißstellen unter Verwendung von Widerständen mit Strom versorgt wird. Die Stromquelle selbst arbeitet mit einer konstanten Spannung, welche praktisch ausreicht, um das sichere Zünden des Lichtbogens zu gewährleisten (Abb. 2).

Die Erfahrungen, die auf der Marinewerft mit den verschiedenen Stromquellen für die elektrische Schweißung gemacht waren, hatten dazu geführt, einer derartigen Anlage für den im Schiffneubau eigenartigen Betrieb aus wirtschaftlichen und Sicherheitsgründen den Vorzug vor allen anderen Stromerzeugungsarten zu geben. Und um es vorweg zu nehmen: Die jetzt etwa einjährige Praxis

hat den Überlegungen Recht gegeben. Für das elektrische Schweißen im Schiffbauaußenbetrieb liegen die Verhältnisse ungünstiger als in einer Werkstatt. Das Werkstück, das zu bauende Schiff, wird aus mehr oder weniger meist umfangreichen und nicht ohne Hebemittel bewegbaren Teilen zusammengefügt, ein großer Teil

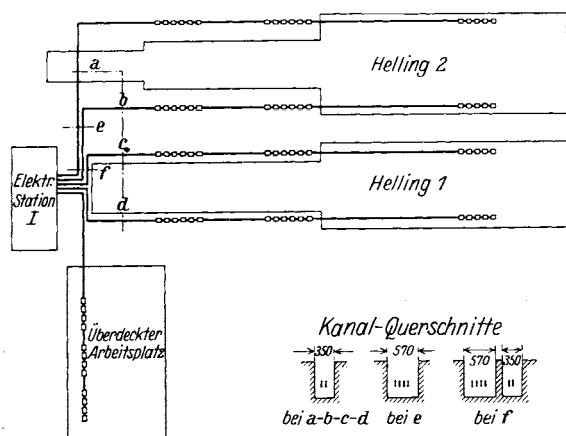


Abb. 2. Schweißanlage an den Helling 1 und 2 der Marinewerft Wilhelmshaven.

der Schweißer, wenigstens soweit er bei dem ersten Zusammenbau zur Hand gehen muß, ist von dem Fortgang des Baues, den der Schiffbauer in der Hand hat, abhängig. Es ist mit Wartezeiten zu rechnen, in denen der Schweißer bereit steht, ohne Schweißstrom aus seinem Kabel zu ziehen. Die Leerlaufzeiten für die Motore von Einzelumformern sind also verhältnismäßig hoch. Auch in der Schweißwerkstatt ist das Verhältnis von wirklicher Schweißzeit zur gesamten Arbeits-

zeit, das ich in Zukunft mit Ausnutzungsfaktor bezeichnen möchte, geringer als man wohl gewöhnlich annimmt. Selbst die Werkstätten kommen nicht über 0,3 hinaus. Es erscheint dieses auf den ersten Blick zu wenig, wenn man jedoch in Betracht zieht, daß der größte Teil der Arbeiten nicht in einfachem Ziehen von durchlaufenden Nähten besteht, daß viele Schweißungen als unterbrochene Nähte gezogen werden, daß ferner das Werkstück zurechtgelegt, Elektroden gewechselt, nötigenfalls der Strom geändert werden muß, oft auch eine Säuberung der ersten Schweißlage oder eine Nachhämmerung der fertigen Schweißbraupe stattfinden soll, so wird der geringe Ausnutzungsfaktor erklärlich. Nach meinen Beobachtungen werden bessere Werte für Handschweißung nur bei Serienarbeiten erzielt, aber auch da wird man aus physischen Gründen nicht über 0,5 kommen können, sowie ferner noch bei automatisch geregelten Auftragschweißungen, die Ausnutzungswerte von 0,8—0,9 erreichen lassen.

Es geht hieraus hervor, daß der Ausnutzungsfaktor für die Wirtschaftlichkeit einer Anlage eine maßgebende Rolle spielt und daß bei Anlagen, die einem nur geringen Ausnutzungsfaktor unterliegen, die Leerlaufkosten möglichst gering gehalten werden müssen.

Die billigsten Leerlaufzeiten lassen sich nach dem jetzigen Stande jedenfalls mit Transformatoren unter primärseitiger Verwendung von Wechselstrom erreichen. Die Vorteile und Nachteile der Schweißung mittels Wechselstrom sind gelegentlich des Vortrages des Herrn Dr. Strelow vor drei Jahren hier eingehend erörtert worden und meine Ansichten darüber haben sich seitdem nicht geändert. Ich halte auch jetzt noch die Schweißung mittels Transformatoren für einen großen Teil von Werkstattarbeiten für sehr zweckmäßig und vorteilhaft. Für Arbeiten im Schiffbauaußenbetrieb kann sie jedoch nicht empfohlen werden, und als ausschlaggebend für ihre Ablehnung sehe ich die Gefahren an, die mit

der Leitung von hochgespannten Wechselströmen bis an die Transformatoren heran und selbst mit den niedriger gespannten Wechselströmen auf der sekundären Seite immer verbunden sind. Die Kabel und auch die Transformatoren selbst sind im Außenbetrieb gar nicht derart zu schützen, daß sie nicht einmal durch Nachlässigkeit beim Verfahren schwerer Teile oder durch einen umstürzenden Werkstückteil beschädigt werden und dann einen tödlich wirkenden Körper-schluß hervorrufen könnten. Die Werften werden daher im Außenbetriebe für das Schweißen den Gleichstrom bevorzugen müssen.

Die im Schiffbau verbreitetste Maschine zur Erzeugung von Gleichstrom zur Schweißung ist der Einzelumformer, der jedesmal nur eine Schweißstelle speist, und der einzeln auf verschiedene Stromstärken entsprechend den Blechdicken reguliert wird. Ein solcher Umformer verbraucht für den Leerlauf eine Energie von 1,5—3 kW pro Stunde, für die wahre Schweißzeit je nach der Materialdicke 3—10 kW pro Stunde. Es ergibt sich hieraus, daß der Energieverbrauch für den Leerlauf bei einem Ausnutzungsfaktor von 0,2—0,3 bei diesen Ma-

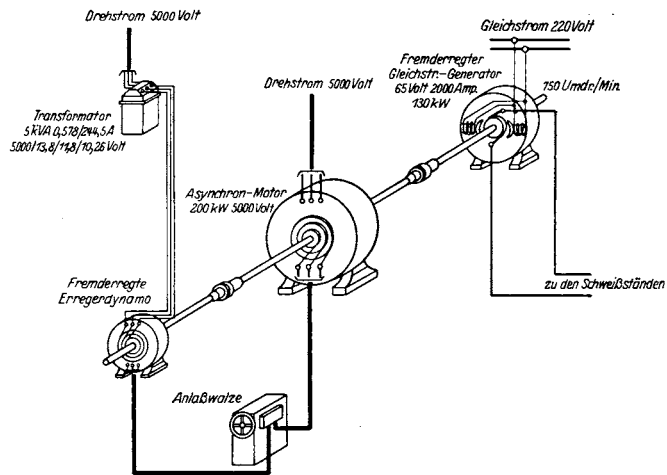


Abb. 3. Schweißumformer für die Hellingzentrale.

schinen ebenso groß oder größer ist, wie derjenige für die wirkliche Schweißzeit. Einzelberechnungen über dieses Thema finden sich in übersichtlicher Zusammenstellung in einem von dem Ingenieur der Siemens & Schuckertwerke, Herrn Grobmann, verfaßten Aufsatz in der Zeitschr. f. Schmelzschweißung Nr. 9/10 von 1926. — Diese Überlegungen führten bei der Marinewerft dazu, vorzüglich aus wirtschaftlichen Gründen, daneben auch aus Rücksichten auf bessere Wartung und übersichtliche vereinfachte Stromzuleitung, einer zentralen Stromerzeugungsanlage für das Schweißen auf den Hellingen den Vorzug zu geben. Die Abb. 3 stellt einen der Schweißumformer schematisch dar. In dem vorliegenden Falle bedient eine Zentrale mit drei solchen Gleichstromerzeugern, die sekundär je 2000 Ampere bei 65 Volt hervorbringen und auf die Sammelschienen parallel geschaltet sind, insgesamt 104 Schweißstellen. Es kommen also als höchster Durchschnitt auf die Schweißstelle nur $\frac{6000}{104} = 57,5$ Ampere zur Anrechnung. Der von jeder Schweißstelle im Moment des Schweißens gebrauchte Strom ist natürlich höher, je nach der Blechdicke 120—200 Ampere. Die Zündspannung von etwa 65 Volt wird durch einen regulierbaren Widerstand auf die notwendige Schweißspannung von 15 bis 25 Volt gedrosselt.

Nach Fertigstellung dieser Anlage wurden auf Grund der praktischen Messungen während einer Tag- und einer Nachtschicht die Kurven für den Energie-

verbrauch der Zentrale bei einer Maschine und 30 in Betrieb befindlichen Schweißstellen aufgetragen, was ich in Abb. 4 für die Tagschicht zeige. Darin ist die

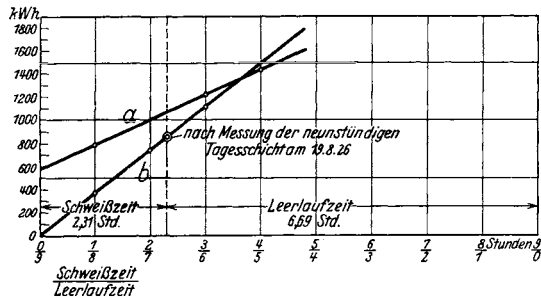


Abb. 4. Gegenüberstellung des Leistungsbedarfs, bezogen auf das Verhältnis Schweißzeit zu Leerlaufzeit.

Bei *a* Arbeiten mit 30 kleinen Spezial-Schweiß-Umformern.
 η Schweißumformer 0,5, η Umformer Drehstrom-Gleichstrom 0,83, Schweißstrom 159 Amp., Lichtbogenspannung 23 Volt, Leerlaufenergie 1,7 kW, Verluste in der Zuleitung 5%.

Bei *b* Arbeiten vom 65 Volt-Umformer.
 Schweißstrom 159 Amp., Maschinenspannung 65 Volt, η Umformer Drehstrom-Gleichstrom 0,83.

zentralen Anlage. Die Kurven überschneiden sich bei einem Ausnutzungsfaktor bei der Tagschicht von 0,4, bzw. 0,49 bei der Nachtschicht. Das bedeutet, daß ein Betrieb mit Einzelumformern gegenüber dem Sammelumformer erst wirtschaftlicher wird, wenn eine Ausnutzung erreicht wird, bei der abgerundet über die Hälfte der Arbeitszeit hinaus wirklich geschweißt wird. — Etwaigen unzulässigen Spitzenbelastungen der Haupterzeuger ist durch eine automatisch einsetzende Schaltvorrichtung begegnet. Die Erfahrung hat aber gezeigt, daß bei der gewählten Zahl der Schweißstellen eine solche Überlastung höchst selten eintritt. Bei der großen Zahl der Schweißer, die an den Sammelschienen hängen, gleichen sich die jeweiligen Anfangs-, Arbeits- und Ruheperioden ohne Störung der Zentrale oder der Mitschweißenden bei der üblichen Arbeitsverteilung von selbst aus.

Die Beschaffungskosten einer zentralen Anlage werden wesentlich beeinflusst von der Länge der dicken Zuführungsschienen oder Kabel. Es ist erforderlich, die Sammelumformer den Verbrauchsstellen möglichst nahe zu legen. Als ein Vorteil der Sammelumformer ist noch zu nennen, die Unabhängigkeit von den Spannungsschwankungen des allgemeinen Werftnetzes, das die Einzelverbraucher speist, denn erfahrungsgemäß können bei den Hellingen durch das ungleichmäßige Arbeiten der elektrisch betriebenen Kräne und anderer Hilfsmaschinen die Spannungsunterschiede des Werftnetzes bei den Einzelumformern störend fühlbar werden.

In der technischen Ausbildung der Stromquellen sind in den letzten Jahren derartige Fortschritte gemacht, daß es nicht schwerfällt, für den jeweilig vorliegenden Zweck eine zuverlässige und wirtschaftliche Einrichtung zu schaffen, und die richtige Wahl zwischen Einzelumformer, zentralem Umformer oder Transformatoren zu treffen.

Elektroden.

Schwieriger ist die Wahl richtiger Elektroden, des Schweißdrahtes. Sie könnte ein stundenlanges Thema für sich bilden, und ich muß mich darüber kurz

Kurve für die Leistung der zentralen Anlage des Sammelumformers, mit *b* bezeichnet, und mit einer Kurve für 30 kleine Umformer, mit *a* bezeichnet, in Vergleich gesetzt. Die wirkliche geschweißte Zeit errechnete sich aus dem Stromverbrauch zu 2,31 Stunden bei der neunstündigen Tagschicht bzw. 2,218 Stunden bei der siebeneinhalbstündigen Nachtschicht, was einem Ausnutzungsfaktor von 0,26 bzw. 0,29 entspricht. Es ergibt sich bei diesem Vergleich in beiden Fällen etwa 200 kW Ersparnis pro Schicht zugunsten der

fassen. Alle umhüllten Elektroden sind bisher noch sehr teuer, ihre umfangreiche Anwendung auf einem Neubau könnte erst in Frage kommen, wenn sie so gute Materialeigenschaften erzielen lassen, daß die Nietung überall durch Schweißung zu ersetzen wäre. Sie ergeben bisher teilweise eine günstigere Dehnung als nackter Schweißdraht, aber mit Sicherheit nur bei horizontal liegenden Werkstücken. Für Überkopfarbeiten ist damit zu rechnen, daß die Schlacke der Umhüllung im Schweißgut nach oben schwimmt und dadurch am Scheitel der Schweißung, der an sich schon am schwersten zu binden pflegt, Lunker erzeugt. Auch bei Schweißungen in mehreren Lagen und bei wagerechten oder lotrechten Werkstücken vermehrt die Schlacke die Unsicherheit in der Arbeitsausführung, da es unbedingt erforderlich ist, sie vor dem Auftragen der zweiten Lage sorgfältig durch Abklopfen und Bürsten zu entfernen. Nach dem jetzigen technischen Entwicklungsstande verdienen daher im Schiffneubau die nackten Schweißdrähte vor dem umhüllten aus wirtschaftlichen und arbeitstechnischen Gründen nach unserer Erfahrung den Vorzug. Nur bei schwierigen Überkopfschweißungen, die dann möglichst in einem Arbeitsgange fertiggestellt werden sollten, kann es erforderlich werden, zur Verbesserung des Einbrennens auf das Werkstück und zum leichteren Halten des Lichtbogens eine schwache Umhüllung, die durch Tauchen in eine erprobte Schweißpaste angefertigt wird, für die Schweißstäbe anzuwenden.

Die Umhüllung von Elektroden während des Glühens und Abtropfens durch einen geeigneten herumgeblasenen Gasmantel, der die Sauerstoff- und Stickstoffaufnahme verhindert, ist bisher noch nicht über Versuche hinausgelangt.

Als technische Bedingungen für die Beschaffung und die Erprobung von Schweißdraht haben sich die von der Reichsbahn ausgearbeiteten Vorschriften auch für den Schiffbau als gut brauchbare Unterlagen im allgemeinen erwiesen. Die mittelharten Drähte kommen am meisten zur Verwendung, um noch etwas Dehnungen in der Schweiße zu erhalten.

Der Schiffbauschweißer.

Das dritte und ausschlaggebende Moment für die Herstellung einer allen Forderungen entsprechenden Schweiße ist und bleibt der Schweißer selbst. Leider liegen die Verhältnisse in der Praxis nicht so einfach, daß man erwarten darf, daß der schulmäßig angelernte Schweißer, der in der Werkstatt an seinen kleinen Beispielen bestanden hat und eine gute Schweißraupe von erprobter Festigkeit zu ziehen weiß, nun auch an großen Stücken auf dem Schweißplatz oder auf der Helling bestehen kann. Mit der Größe der Werkstücke werden die entstehenden Spannungen und Verwerfungen größer und erkenntlich; sie müssen von vornherein vermieden werden oder auf geringem Maß gehalten werden, zum ersten schon bei der Konstruktion, zum zweiten handwerksmäßig durch den Schweißer, wenn das Stück brauchbar werden soll. Hierauf werde ich später noch näher eingehen. — Da mit dem Aufkommen der Schweißung Personal in der Schmiede entbehrlich wurde, lag es nahe, zunächst die gelernten Schmiede zu Schweißern auszubilden, zumal den Handwerkern dieses Faches die durch Warmbearbeitung von Eisen am Arbeitsstück eintretenden Dehnungs- und Spannungserscheinungen

und ihre Beherrschung am ehesten in Fleisch und Blut übergegangen sind. Das Ergänzungssystem aus den Schmieden hat sich auf der Marinewerft gut bewährt. — Neuerdings wird damit begonnen, auch gelernte Schiffbauer so weit im Schweißen auszubilden, daß sie wenigstens während der Montage selbst sicher heften können. Ob sich dieses mit Erfolg einführen wird, kann wegen der Kürze der damit angestellten Versuche noch nicht beurteilt werden.

Grundlegende Schweißverbindungen.

Um zur Beschreibung der leicht eintretenden Schrumpfungen und Verwerfungen zu kommen, will ich zunächst einiges über grundlegende Verbindungen

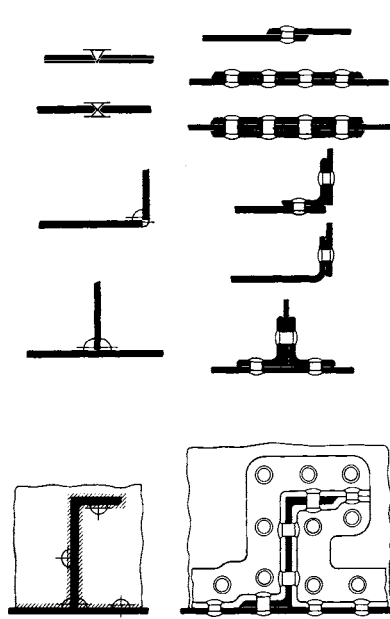


Abb. 5. Grundlegende Schweißverbindungen.

zeigen (Abb. 5) sowie die damit erreichbaren Festigkeitswerte in die Erinnerung zurückrufen. Ich bediene mich dabei zur Darstellung des vom Fachausschuß für Schweißtechnik des V.d.I. ausgearbeiteten Vorschlages für Kurzzeichen.

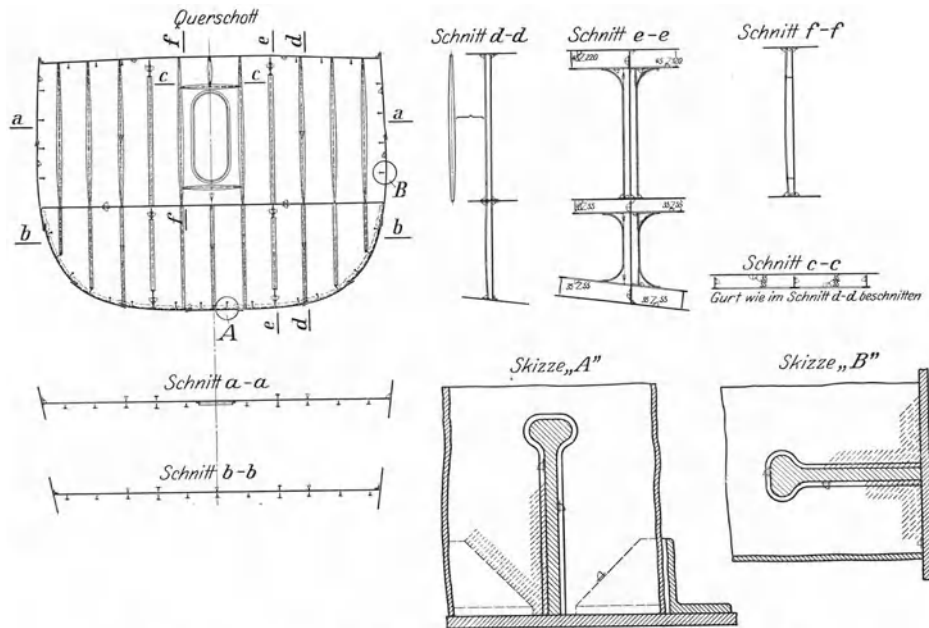
Alle schiffbaulichen Verbindungen, die in bisher üblicher Weise durch Niete hergestellt wurden, seien es nun Überlappungen, einfache Laschen, Doppellaschen, Winkel, Börtelungen, Schuhe, Stützbleche, Dichtungswinkel, lassen sich theoretisch durch die beiden grundlegenden Schweißformen, die V-Schweißung mit ihrer Abart als X-Schweißung und durch die Kehlschweißung einfacher ersetzen. Das Bild zeigt rechts für die Nietungen nur wenige Grundbeispiele, die sich beliebig vermehren lassen. Denken Sie nur an die allen Schiffbauern bekannten komplizierten vielen Dichtungswinkel bei Durch-

führung von U-, Z- oder anderen Profilen durch wasserdichte Schotten. Solch ein Dichtungsstück mußte bisher modelliert, geschmiedet, gelocht, angepaßt, nötigenfalls verbessert, verpackt geheftet, aufgerieben, genietet und verstemmt werden. Dasselbe läßt sich jetzt viel einfacher ersetzen durch ein- oder zweiseitige Kehlschweißungen um das Profil herum.

Die Abb. 6 des Schottes stellt ein praktisches Beispiel für eine derartige Anwendung der Kehlschweißung dar. Die Längsstringer sowohl der Außenhaut als der Decks sind Bulbprofile, die durch das Schott laufen und in demselben nur durch Kehlschweißungen abgedichtet sind. Zwei Einzelskizzen zeigen die Art der Abdichtung. Die Befestigung des Schottes an der Außenhaut hat im oberen Teil nur durch Kehlschweißungen, im unteren durch kurze Winkellängen stattgefunden. Letzteres geschah anfänglich zur Erleichterung der Montage und zur sicheren Einhaltung der Formen. Die Schottnähte sind mittels V-Schweißung stumpf verbunden.

Eine weitere umfangreiche Anwendung ermöglicht die elektrische Schweißung mit der werftseitigen Anfertigung aller Arten von Versteifungsprofilen. Wenn

nicht Bauvorschriften von Versicherungsgesellschaften es verhindern, so ist es nicht mehr notwendig, sich an das Walzprogramm der Eisenhütten zu halten, jeder Träger kann aus Blechen gefertigt und mit den durch die Berechnung gebotenen geringsten Abmessungen individuell hergestellt werden. Es bestehen keine Schwierigkeiten, von der durch Walzenherstellung gebotenen Parallelepipedon-Herstellungsforn der im Handel befindlichen Profileisen nach allen Richtungen abzuweichen, die Träger, wenn es praktischen Beanspruchungen ent-



Erläuterung der für die Schweißungen angewandten Kurzzeichen.

Bauteil	Ansicht	Querschnitt	Bemerkungen
Nähte und Stöße der Beplattung			normale V-Form
Versteifungen auf 1/8 L von den Enden			
Versteifungen im übrigen			
Endbefestigung der Versteifung			fortlauf. volle Kehle
Schottbeplattung mit den Decks und der Außenhaut			" " "

Abb. 6. Schott als Beispiel für die Anwendung von Kehlschweißungen.

spricht, im Steg (vgl. Schnitt *f-f*) oder im Flansch (vgl. Schnitt *d-d*) parabolisch auszubilden und damit umfangreiche Gewichtsparnisse zu erzielen. Dieses ist das große Anwendungsgebiet der unterbrochenen Kehlschweißung.

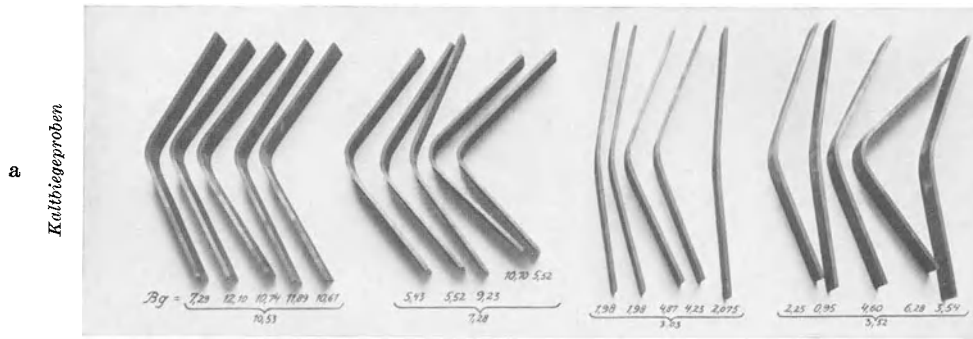
Ebenso wie hier die Schottversteifungen können auch die Spanten aus gebauten Trägern oder Profilen ohne den Nietflansch durch Schweißen fertiggestellt werden. Wir werden noch eine dies darstellende Zeichnung sehen.

Festigkeitseigenschaften der Schweiße.

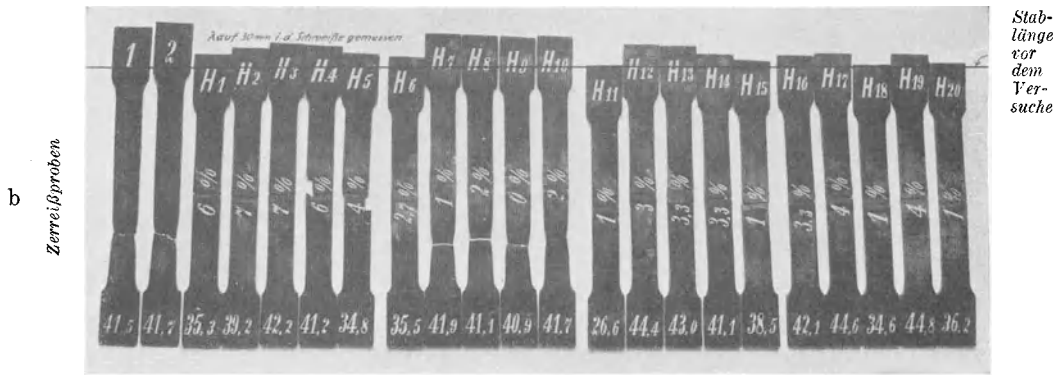
Ich will jetzt auf die Festigkeitseigenschaften der Schweißungen näher eingehen und zunächst den V-Stoß bei verschiedenen Nachbearbeitungen behandeln. Die V-Naht stellt für die handwerksmäßige Arbeit die wohl am leichtesten ge-

lingende Ausführungsart dar. Jeder in der Praxis verwendbare Schweißer muß bei ihr mit dem zur Zeit im Schiffbau üblichen mittelharten Elektrodenmaterial 38—40 kg/mm² Zerreißfestigkeit erzielen können und erreicht dies auch. Ich zeige für die Darstellung der Festigkeitseigenschaften der V-Schweißungen eine bildliche Zusammenstellung von Proben (Abb. 7 a u. b), die im letzten Jahre mit geübten Schweißern unter praktischen Verhältnissen an Probeblechen von 600 × 600 mm und 7 mm Dicke und unter Anwendung verschiedener Nachbearbeitung auf der Marinewerft Wilhelmshaven hergestellt sind. Es sind da zu unterscheiden: nicht gehämmerte, handwarm gehämmerte, gekühlt und gehämmerte und heiß gehämmerte

Art der Bearbeitung: nicht gehämmert handwarm gehämmert mit Preßluft gekühlt gehämmert heiß gehämmert



Bei den Mittelwerten von K_z und λ sind nur die Proben ohne Schweißfehler berücksichtigt. Die Proben $H_1, H_5, H_6, H_{11}, H_{15}, H_{18}$ und H_{20} fallen deshalb aus.

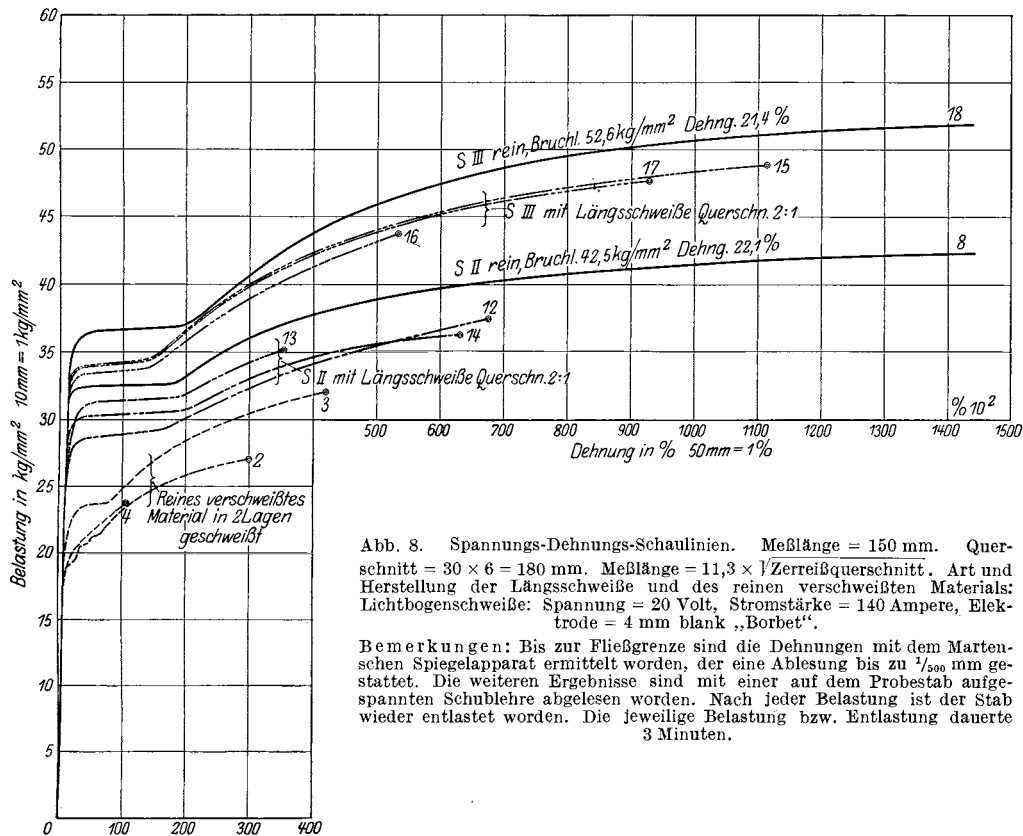


Mittelwerte K_z : 40,9 kg/mm² 41,4 kg/mm² 42,8 kg/mm² 43,8 kg/mm²
 Mittelwerte λ : 6,7% 1,25% 3,2% 3,8%

Abb. 7 a und b. Biege- und Zerreißproben von Lichtbogenschweißungen — Einfluß des Hämmerns der Schweiße.

hämmerte Schweißen, worunter bei heiß zu verstehen ist, daß die Hämmerung bei Rotglut begonnen wurde. Bei jeder Serie von fünf Proben findet sich durchschnittlich ein Ausreißer mit Schweißfehlern, die wohl auf das jedesmalige Neuansetzen des Schweißers nach Elektrodenwechsel oder andere Unterbrechungen zurückzuführen sind und mit denen in der Praxis in diesem Grade immer zu rechnen sein wird. Da der Einfluß des Hämmerns erfaßt werden sollte und Zufallsergebnisse, die aus Schweißfehlern entstehen, ausgeschaltet werden sollten, sind diese Proben bei Bestimmung der eingetragenen Mittelwerte unberücksichtigt geblieben. Die Proben ergaben ein K_z , das um 40 kg/mm² schwankt, jedoch ist deutlich erkennbar, daß durch das Hämmerndie Zerreißfestigkeit um 5—7% zunimmt. Die handwarm gehämmerten sind infolgedessen zumeist außerhalb der Schweiße

gerissen. Die Biegewinkel, welche nach Biegegrößen gemessen wurden, sind für die Serien I und II gleichwertig, für III und IV lassen sie dagegen nach. Auch die Schlagarbeitsaufnahmefähigkeit nimmt durch alle Arten der Hämmerung ab, wie durch Schlagbiegeproben, die auf dem Lichtbild nicht abgebildet sind, festgestellt wurde. Die bei den Versuchen erhaltenen Werte zeigten in ihrer Tendenz eine gute Übereinstimmung mit den abgebildeten Kaltbiegeproben. Die Dehnungswerte der Schweißung, gemessen auf 30 mm über der Schweißmitte, werden bei jeder Art der Hämmerung ungünstiger, sie nehmen ab um 35—50 % des Wertes der ungehämmerter Schweißung. Beachtenswert ist noch die Gesamtdehnung, die die Schweißstäbe bis zum Zerreißen angenommen haben, und die aus der Photo-



graphie deutlich wird. Es zeigt sich da, daß bei den Stäben, selbst noch bei einigen der ungünstigen mit erkennbaren Schweißfehlern H 1, 5, 11, 15 und 18 vor dem Zerreißen die Fließgrenze oder Streckgrenze, wie sie auch sonst genannt wird, des gesunden Materials erst überschritten wurde, und daß bis zum Zerreißen dieser quergeschweißten Stäbe erst eine augenfällige Gesamtdehnung eintreten mußte, die zum Teil nicht viel hinter der des gesunden Normalstabes zurückblieb, während in der Schweißung selbst nur geringere Bruchdehnungswerte von 7—1 % gemessen wurden.

Den leider vorhandenen Unterschied in den Fließgrenzen und den Dehnungswerten für reines Schweißgut, eingebranntes Schweißgut und gesunde Normalstäbe soll das folgende mit Hilfe der dargestellten kleinen Proben angefertigte

Diagramm (Abb. 8) erläutern. Auf denselben sind als unterste die Spannungsdehnungskurven für einen Stab aus reinem Schweißmaterial gezeichnet, der aus einem geschweißten Barren aus dem auf der Marinewerft üblichen Schweißstabmaterial hergestellt wurde, darüber die gleichen Kurven für einen längsgeschweißten Normalstab aus dem Marinematerial *S II*, das ein Kz von 41—49 kg/mm^2 hat, und wieder darüber aus einem ebenfalls längsgeschweißten Normalstab aus dem Marinematerial *S III*, das ein Kz von 52,6 kg/mm^2 hatte. Den aus reinem

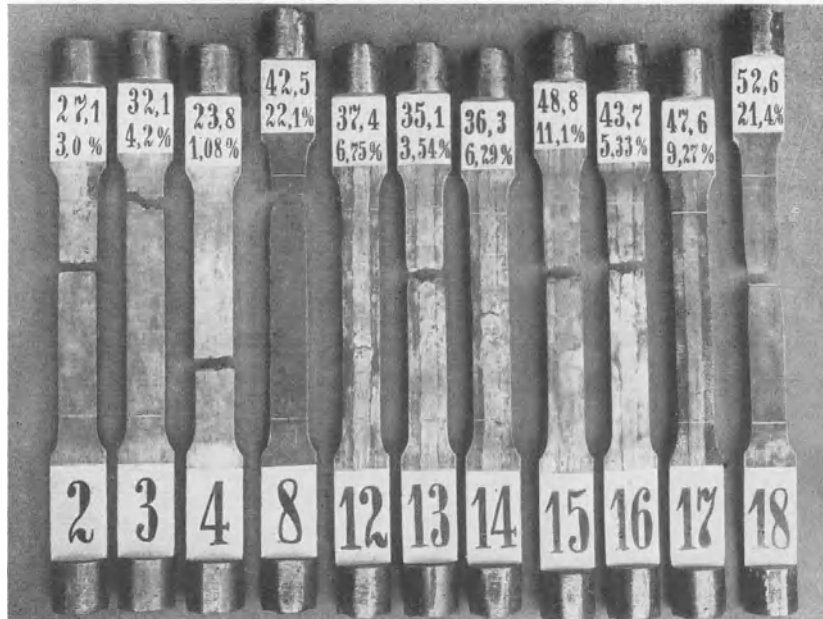


Abb. 8 a.

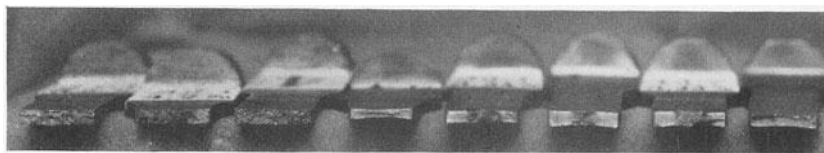


Abb. 8 b.

Schweißmaterial geschweißten Stäben fehlt die ausgesprochene Charakteristik für die Fließgrenze, welche bei gesunden Stäben dadurch gekennzeichnet sein soll, daß bleibende Dehnung ohne Belastungszuwachs eintritt. Die Kurven der gesunden *S II* und *S III*-Stäbe lassen den Unterschied in dem Verlauf der Kurven für reines Schweißgut und für gesunde Stäbe erkennen. In den anderen Fällen, bei den im Verhältnis 2 : 1 zusammengeschweißten Stäben, ist die Fließgrenze im Verlauf der Kurven ähnlich den gesunden Stäben, aber niedriger. Die Fließgrenze des gesunden Bleches liegt bei weichen Blechen etwa bei 30, bei harten etwa bei 35 kg/mm^2 . Der Fließbeginn der reinen Schweiße aus mittelharten Schweißstäben — ich vermeide den Ausdruck Grenze — liegt tiefer, zwischen 20 und 23 kg/mm^2 . Bei allen kombinierten Proben wird dieser Beginn überschritten, das bedeutet,

daß in der darauffolgenden Zone die Schweißung hinsichtlich der Einzelzugkräfte weniger beansprucht ist als das danebenliegende Blech. Der Belastungszuwachs, der nötig wird, um den Fließbeginn der geschweißten Probe oder des geschweißten großen Stückes wirklich einzuleiten, hängt noch von verschiedenen durch die Verbindung hinzukommenden Bedingungen ab, nämlich von der Höhe der Fließgrenze des betreffenden Blechmaterials, von der Breite der Probe und endlich von der Starrheit ihrer Einspannung, worauf ich noch später eingehen werde. — Nach Überschreiten der Fließgrenze tritt Dehnung ein, es nehmen auch innerhalb der Schweißung die Zugkräfte wieder zu und der Stab kommt zum Bruche. Beachtenswert ist noch, daß die Stäbe aus reinem Schweißmaterial auch für das Höchstmaß der Dehnung geringere Werte zeigen als die kombinierten Stäbe, und daß die Dehnungswerte der kombinierten Stäbe mit der Güte des Blechmaterials anscheinend wachsen.

Wenn nun auch infolge der gegenüber dem Schiffbaumaterial geringeren Dehnung der Schweißung eine vollkommen homogene Verbindung durch elektrisches Schweißen nicht erreichbar ist, so ist doch mit der spezifischen Festigkeit von etwa 40 kg/mm^2 die im Schiffbau durch Nieten erreichbare Gesamtverbindungsfestigkeit quer und längs zur Naht bereits zu übertreffen, sowohl die für einreihige bis dreireihige Überlappungen, als auch für alle Arten von Laschen und Doppelaschen bei mittleren Blechdicken.

Um dieses darzutun, waren Proben größerer Abmessungen als die von gewöhnlichen Normalstäben und bisher bekanntgewordenen Versuchsstücken notwendig. Einen Teil der hierzu auf der Marinewerft gefertigten Stücke mit Abmessungen von etwa 2 m Länge und 0,5—0,6 m Breite zeigen die Bilder der Abb. 9, welche nach Versuchen auf einer 180-t-Zerreißmaschine zusammengestellt wurde. Die Tabelle enthält im oberen Teile Proben aus *S III*-Material, das ich fortan als „hart“ bezeichne, und im unteren Teile Proben aus *S II*-Material, das ich „weich“ nennen werde. Sie gibt für die verschiedenen Verbindungen in Spalte 12 die Prozentzahl der beim Bruch erzielten Belastung in Vergleich zu der Bruchfestigkeit des zugehörigen Normalstabes an. Es geht daraus hervor, daß die Bruchbelastungen der Nietungen bei Zug quer zur Naht 63—66 %, die der Schweißungen 78—82 % der Bruchlast des zugehörigen Normalstabes betragen. Die durch Schweißen erreichbare Verbindungsfestigkeit ist also im ganzen gleich oder größer als die der Nietverbindungen.

Da bei den Versuchen Bleche höherer Festigkeit als 40 kg/mm^2 verwandt sind, so erfolgte der Bruch bei dem Zerreißversuch quer zur Naht immer in der Schweißung, und zwar nach Überschreiten der Fließgrenze und eingetretener Dehnung des gesunden Blechteiles, sobald die Zerreißfestigkeit des Schweißgutes erreicht wurde, plötzlich ohne vorhergehenden, bei den gesunden Stäben gewohnten langen Reckungsvorgang.

Bei den Zerreißversuchen in Richtung längs der Naht zeigt Spalte 12 für die Nietung Festigkeitszahlen von 76—89, für die Schweißung von 76—90 % der des zugehörigen Normalstabes. Der Zerreißvorgang der Schweißungen ist hierbei ein anderer, als wenn die Kräfte quer zur Naht ziehen. — Wenn längs zur Naht

1	2	3	Festigkeitsergebnisse von großen Zerreißproben							Werte aus Normalstäben gleichen Materials										
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Lfd. Nr.	Art der Proben	↓	Dicke	Meßlänge	Querschnitt mm ²	Fließgrenze kg/mm ²	Fließgrenze Mittel	Proz. bezogen auf 19	K _z kg/mm ²	Mittel	Bruchdehnung in Proz.	Fließgrenze kg/mm ²	Fließgrenze Mittel	Proz. bezogen auf 19	K _z kg/mm ²	Mittel	K _z Mittel	K _z Mittel	Bruchdehnung in Proz.	
1		3reihige Nietung ¹	6		3000				33,3		66								100	24
2		4reihige Nietung ¹	6		3000				33,1		66								100	24
3		3reihige Nietung ¹ zweiseitig geschweißt ²	6	1000	3000	33,0	33,2	66	41,1	40,8	2,96	32,9	32,9	66	50,1	50,1			100	24
4		4reihige Nietung ¹ zweiseitig geschweißt ²	6	1000	3150	33,4	32,1	64	41,3	41,2	2,47	32,9	32,9	66	50,1	50,1			100	24
5		Überlappte Bleche ¹ , nur geschweißt ²	6		3000	36,0	35,5	70	42,6	41,0	2,97	32,9	32,9	66	50,1	50,1			100	24
6		Überlappte Bleche ¹ , nur geschweißt ²	6		3000	35,0	31,6	59	42,6	40,0	3,16	32,9	32,9	66	50,1	50,1			100	24
7		Überlappte Bleche ¹ , nur geschweißt ²	5,2	1200	2750	31,0	34,7	69	42,2	40,9	2,97	36,0	36,0	67	53,9	53,9			100	22,13
8		Überlappte Bleche ¹ , nur geschweißt ²	5,15	1200	2730	32,2	34,7	69	42,2	40,9	3,16	36,0	36,0	67	53,9	53,9			100	22,13
9		Stumpfe Stoßschweißung V-Form	6	1866	3000	33,7	34,7	69	42,2	40,9	2,97	32,9	32,9	70	50,1	50,2			100	24
10		Stumpfe Stoßschweißung V-Form	6,1	1866	3050	35,7	34,7	69	39,5	37,4	2,97	37,4	37,4	70	50,3	50,3			100	20,3
11		2reihige Nietung ³	6,2	2000	3130	33,6	33,0	64	39,1	38,9	3,8	34,5	34,5	68	51,2	51,2			100	25,0
12		2reihige Nietung ³	6,3	2000	3180	32,4	31,85	65	38,7	37,24	3,1	34,5	34,5	70	48,9	48,9			100	25,0
13		1reihige Nietung ³	6,1	2000	3000	32,0	31,85	65	37,33	37,24	4,2	34,2	34,2	70	48,9	48,9			100	20,7
14		1reihige Nietung ³	6,4	2000	3150	31,7	31,85	65	37,15	37,15	4,2	34,2	34,2	70	48,9	48,9			100	20,7

S III (Hartes Material)

Reißen in Nietreihe 3 oben von Seite B aus.

Bei 32 kg/mm² Einreißen am 1. Nietloch, an Nietreihe 1 im oberen Blech auf Seite B. Bei 33,1 kg/mm² Reißen von B aus. In Nietreihe 4 oben Seite A ein Nietloch eingerissen.

Bei 39,6 kg/mm² Schweißung bei Nietreihe 3 auf Seite B eingerissen. Bei 41,1 kg/mm² Abreißen der Schweißung. Blech am Querhauptende im Kopf zwischen den Nieten gerissen.

Schweißung bei Nietreihe 4 von Seite B aus abgerissen. Gleichzeitig Reißen des oberen Bleches in Nietreihe 4. Schweißung bei Nietreihe 1 von Seite A aus abgerissen. Gleichzeitig Reißen des unteren Bleches in Nietreihe 1.

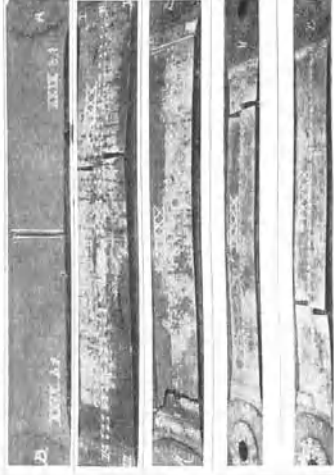
Gleichzeitiges Abreißen der Schweißung an beiden Kanten.

Gleichzeitiges Abreißen der Schweißung an beiden Kanten.

Gleichzeitiges Abreißen der Schweißung an beiden Kanten. Verbindung hat zu schmale Überlappung.

Gleichzeitiges Abreißen der Schweißung an beiden Kanten. Verbindung hat zu schmale Überlappung.

Gleichzeitiges Abreißen der Schweißung an beiden Kanten.



No.	Diagram	Längsschweiße normale V-Form	6,4	2000	3200	32,8	33,8	63	38,5	40,5	76	3,5	36,2	36,2	68	53,2	53,2	100	21,5
17		Längsschweiße normale V-Form	6,4	2000	3200	32,8	33,8	63	38,5	40,5	76	3,5	36,2	36,2	68	53,2	53,2	100	21,5
18			6,35	2000	3160	34,8	42,5	95	11,09	32,9	50,1	100	24,0						
19			Volles Blech	5,8	1000	3070	31,7	63	47,5										
S II (Weiches Material)																			
20		2-reihige Nietung ¹	5,8	1500	2900				27,2	27,4	63	1	31,1	31,1	71	43,9	43,9	100	26,5
21			5,8	1500	2900				27,6			1	31,1						
22		3-reihige Nietung ¹	5,8	1500	2900				27,6	27,4	63	1,4	31,1	31,1	71	43,9	43,9	100	26,5
23			5,8	1500	2900				27,2			1	31,1						
24		Stumpfe Stoßschweißung V-Form	5,8	1500	2900	29,3			35,2	34,23	78	4,67	31,1	31,1	71	43,9	43,9	100	26,5
25			5,85	1500	2920	28,1	28,7	65	33,25			3,53	31,1	31,1	71	43,9	43,9	100	26,5
26		2-reihige Nietung ³	6,2	2000	3140	31,2			37,2	37,4	89	4,58	28,45	28,45	68	41,8	41,8	100	25,5
27			6,3	2000	3180	31,2	31,2	75	37,6			3,69	28,45	28,45	68	41,8	41,8	100	25,5
28		1-reihige Nietung ³	6,2	2000	3100	31,0		74	37,5		89	5,4	28,45	28,45	68	41,8	41,8	100	25,5
29		Längsschweiße normale V-Form	6,0	2000	3000	31,2			36,8			5,4	28,45	28,45	68	41,8	41,8	100	25,5
30			5,9	2000	2950	31,2	31,2	74	39,0			4,2	28,45	28,45	68	41,8	41,8	100	25,5
31		Volles Blech	5,65	2000	2820	32,98			39,74			13,7	35,4	35,4	83	42,5	42,5	100	34,8
32			5,6	2000	2800	32,5	32,74	77	40,0			13,3	35,4	35,4	83	42,5	42,5	100	34,8

¹ Überlappte Stoßnaht. ² Mittels Kehlschweißungen. ³ Überlappte Längsnaht.

Abb. 9.

gezogen wird, und die Schweißung mit dem Blech, so wie es sein soll, gut gebunden hat, so muß in jedem Falle, selbst wenn Bleche verwandt wären, die eine niedrigere Zerreißfestigkeit hätten, das bindende Schweißgut, die Schweißung eher einreißen als das danebenliegende gesunde Blech, weil die Schweißung, wie ich in dem Diagramm zeigte, keine ausgesprochene Fließgrenze und nur geringe Dehnung hat. Sobald nämlich bei den Lngsschweißungen an einer Stelle der Naht die ihrem geringen maximalen Dehnungswerte entsprechende Belastung erreicht ist, was gleichzeitig mit dem Fließbeginn des Stückes oder sehr bald danach zu geschehen pflegt, so reißt sie an dieser Stelle kerbartig ein. In diesem Augenblick des ersten Einreiens der Schweißung wird der übrige gesunde Querschnitt stoßartig belastet, es

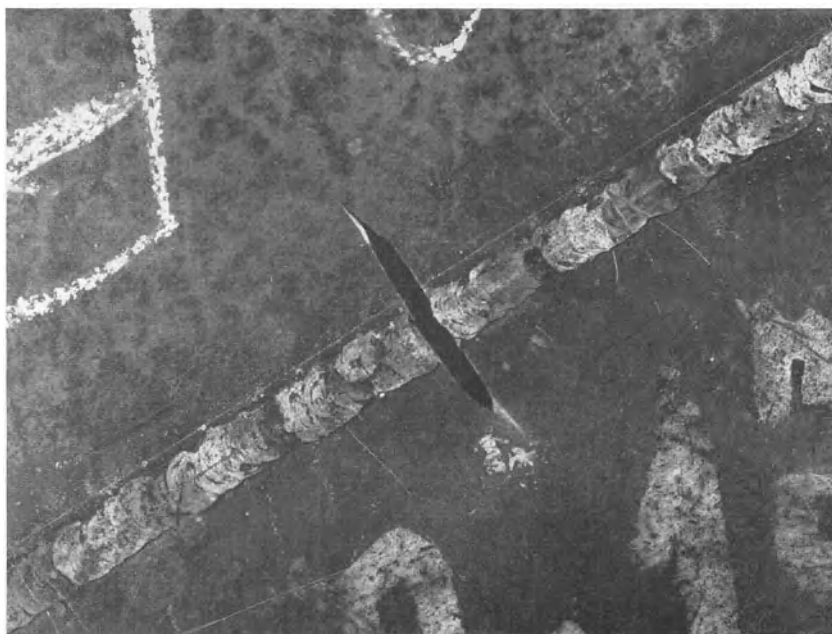


Abb. 10. Erster Einriß in eine Lngsschweißung.

bilden sich neue Kerben in der Schweißung, die kurz nacheinander auftreten und die dann ungleichmäßig tannenbaumartig, so daß exzentrische Belastungen und damit zusätzliche Biegungsbeanspruchungen hervorgerufen werden, in das gesunde Blech hinein sich stoßartig erstrecken, bis nach weiterer Belastungszunahme auch das Blech bricht. Die Bilder zeigen derartige Brüche, einen ersten Einriß werde ich in größerem Maßstabe nachher noch vorführen.

Ist dieses Ergebnis auf den ersten Blick vielleicht überraschend, so zeigt der Vergleich mit der Nietung, und es muß doch damit verglichen werden und nicht allein maßgeblich mit dem gesunden Material, daß es bei den Nietverbindungen nicht anders, vielleicht noch bedenklicher ist. Hierbei pflegen schon vor dem Erreichen der Fließgrenze des Materials, und zwar schon sehr früh bei einer spezifischen Belastung von wenigen Kilogramm, merklich bleibende Schiebungen aufzutreten, die sich bis zum Erreichen der halben Fließgrenze steigern und schließlich von den Nietlchern aus, wandernd von einem zum anderen Niet-

loch, Einkerbungen und Risse bilden, die dann an einer Stelle zum Bruche führen.

Zusammenfassend ergibt sich aus den Versuchen an diesen großen Proben:

Die Fließgrenze

bei Schweißstoßverbindungen von Blechen ist im großen und ganzen gleich der des zugehörigen Normalstabes. Das Material fließt nur außerhalb des Bereiches der Schweiße;

bei Schweißlängsverbindungen ist die Fließgrenze bei hartem Blechmaterial im großen und ganzen gleich oder wenig niedriger, bei weichem Blechmaterial gleich oder etwas höher als die der zugehörigen Normalstäbe. Das Einbrechen der Schweiße wird fast gleichzeitig mit dem Fließbeginn des gesunden Materials eingeleitet.

Die Bruchfestigkeit

von Schweißstoßverbindungen beträgt 78—82% des zugehörigen Normalstabes und etwa 20—25% mehr als die Nietverbindung;

bei Schweißlängsverbindungen erfolgt der Einbruch der Schweiße etwa gleichzeitig mit dem Fließbeginn des Stückes bei 63—74%, der Bruch des Stückes bei 76—90% der Zerreißeigenschaft des Normalstabes. Die Zerstörungserscheinungen und Festigkeiten entsprechen denen der Nietung.

Ich zeige jetzt einen solchen ersten Einriß in der Längsschweiße (Abb. 10), der nach Entlastung photographiert wurde. Es ist daraus zu erkennen, wie die Blechzone neben der Naht weggeflossen ist und dadurch in der starreren Naht Querrisse verursacht werden mußten. —

Eine wertvolle Überlegenheit hat die Schweißung gegenüber der Nietung auch bei scherenden Beanspruchungen in der Richtung längs zur Naht. Die Versuche wurden an der erwähnten 180-t-Zerreißeigenschaftsmaschine mittels einer besonderen Einspannvorrichtung vorgenommen (Abb. 11), die nur parallele Verschiebungen der beiden Plattenhälften gestattete und dafür sorgte, daß Verwindungen nicht eintraten. Der Zugangriff fand in Nahrichtung statt, die Länge des Probestückes war durch die verfügbaren Zugkräfte gegeben mit 800 mm bei 6 mm Plattendicke.

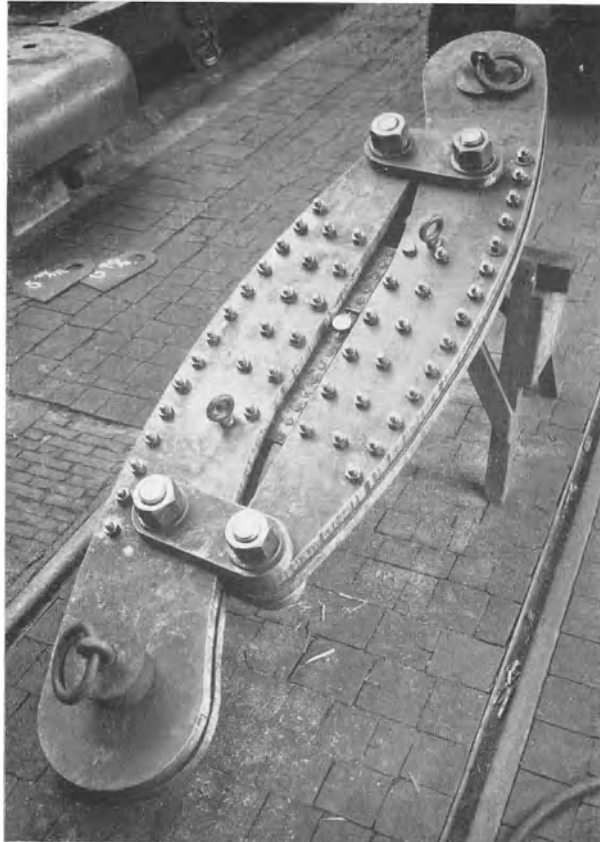


Abb. 11. Einspannvorrichtung für Scherversuche.

Hiermit wurde festgestellt, daß die V-Schweißung bei scherender Beanspruchung 50% mehr hält als die einreihige überlappte Nietung und mindestens ebensoviel wie eine zweireihige überlappte Nietung bei den im Schiffbau üblichen versenkten Kopfformen. Auf den qmm der Blechdicke bezogen ergibt sich danach für die praktisch ausgeführte V-Schweißung eine Scherfestigkeit von 27 kg bei weichen und 34 kg bei harten Blechen.

Wie ich bereits andeutete, darf bei der Auswertung der gezeigten Proben nicht außer acht gelassen werden, daß sich die Verhältnisse der Wirklichkeit entsprechend mittels Zerreißproben nicht vollkommen darstellen lassen, die Breite von 500 bis 600 mm genügt hierzu immer noch nicht, ein großer Teil dieser Breite umfaßt die durch das Schweißen neben der Naht beeinflusste Zone, nur ein geringer Teil ist aus unbeeinflusstem Blechmaterial. Die Einspannung ist ferner mit Hilfe schwerer Köpfe an den Proben vollkommen starr gestaltet. In Wirklichkeit wird dies nie der Fall sein, die Konstruktionsteile des Schiffes sind im allgemeinen als weicher eingespannt zu betrachten, so daß sie sich auch über ihre hohe Kante verbiegen oder zerren können. Die Bedingungen, unter denen ein Bauteil zerstört wird, sind so abweichend, daß eine Übertragung des Verhältnisses des kleinen Zerreißbleches auf die Verhältnisse des großen Schiffskonstruktionsteils nicht ohne weiteres zulässig ist. — Die Erkenntnis, daß für die Konstruktion die Fließgrenze an Stelle der Bruchgrenze als die wichtigere Zahl zu betrachten sei, so daß die Berechnungen nicht allein auf eine gewisse Sicherheit gegen Bruch, sondern mehr als Sicherheit gegen eine bleibende Deformation durchzuführen sind, hat sich die Marine schon vor dem Kriege dadurch zunutze gemacht, daß sie abweichend von anderen Vorschriften sowohl für Kesselbleche als Schiffsbleche Material mit höheren Fließgrenzen vorschrieb. Die Verwendung hochwertigen Baumaterials im Schiffe hängt aber wesentlich von der Entwicklung geeigneter Stoßverbindungen ab. Die Nietung versagt hierfür, namentlich bei der im Schiffbau nicht zu vermeidenden Versenk-nietung, wegen der erwähnten, bereits vor dem Beginn der Materialfließgrenze eintretenden Schiebungen, dem das Durchziehen der Nietköpfe und die damit verbundenen Undichtigkeiten folgen, ehe hervorragende Baustoffeigenschaften voll ausgenutzt sind. Allein von der Schweißung ist in dieser Beziehung ein Erfolg zu erwarten durch Entwicklung eines Schweißmaterials mit hohen Festigkeitseigenschaften.

Die Rücksicht auf die allen Schweißverbindungen — wenigstens soweit sie mittels elektrischen Verfahrens hergestellt sind — innewohnende Schwäche an bleibender Deformations- und Dehnungsfähigkeit stellt daher für den Marine-schiffbau nichts Ungewohntes oder Bedenkenerregendes dar, wenn mit ihr eine brauchbare Fließgrenze und eine Bruchlast, die der Nietung überlegen ist, erzielt werden kann. Sie verdient mit diesen Eigenschaften konstruktiv bei allen Schiffsverbänden, die ruhende oder wechselnde Belastung aufzunehmen bestimmt sind, den Vorzug. Nur bei Konstruktionsteilen, die vornehmlich dazu dienen, eine örtliche plötzliche Deformationsarbeit aufnehmen zu können, der nur große Biegungswinkel gewachsen wären, könnte nach diesen Überlegungen ein Beibehalten oder schrittweises Abweichen von der Nietung vorläufig empfehlenswert sein.

Die praktisch vorkommenden Stöße haben im allgemeinen aber keine so große Geschwindigkeit, daß sie örtlich begrenzte Zerstörungen hervorriefen. Zum Beispiel hat ein vergleichender Sprengversuch mit einem vollkommen geschweißten und einem genieteten Kasten auch bei dieser plötzlichen Beanspruchung die

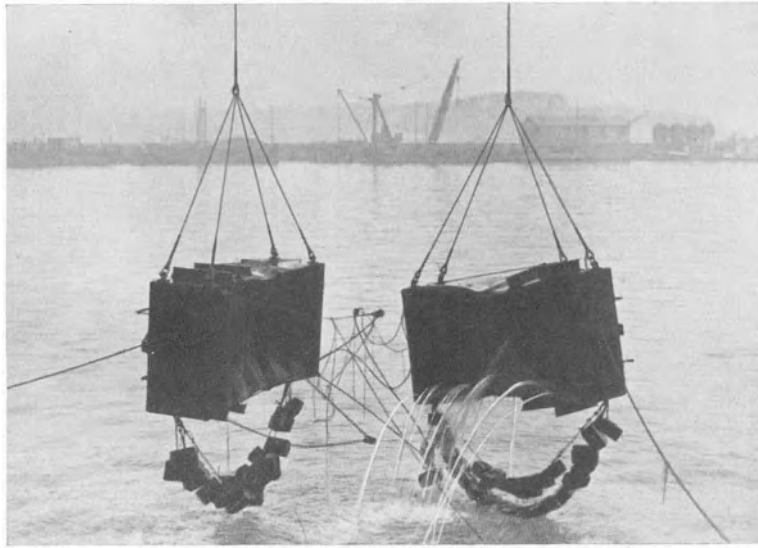


Abb. 12. Die Kastenziele nach der Sprengung aus dem Wasser gehoben.

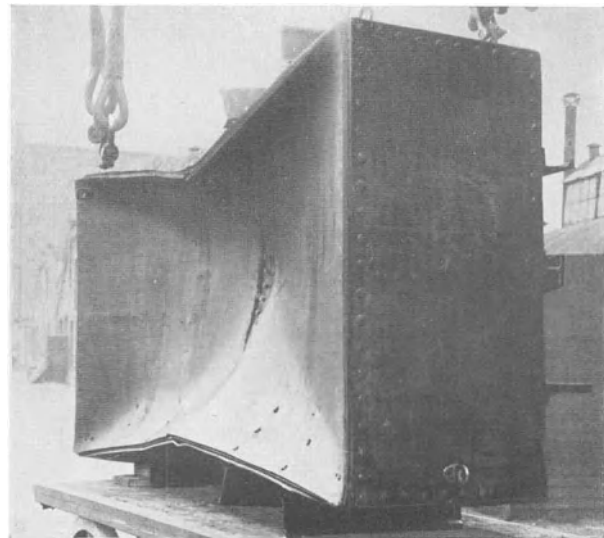
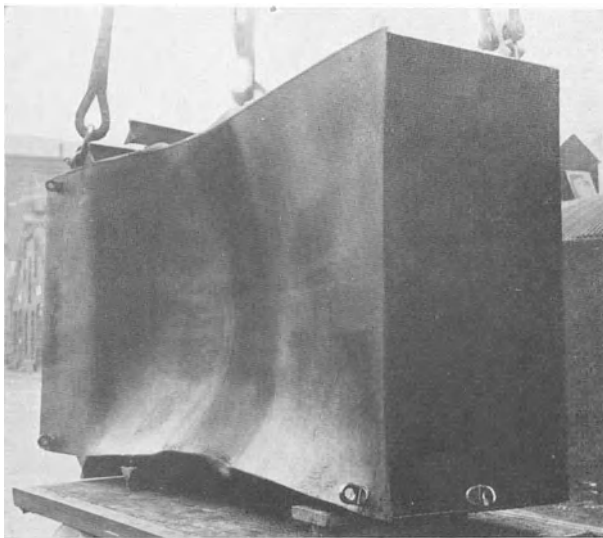


Abb. 13. a der geschweißte Kasten, b der genietete Kasten nach der Ansprengung.

Überlegenheit der Schweißung gegenüber der Nietung ergeben. Von den abgebildeten Kastenzielel wurde der rechte nur mittels Nietung gebaut, der linke nur durch Schweißung. Die Seiten sind in allen Fällen aus einer Platte, bei dem geschweißten Kasten sind die Kanten mit doppelter Kehlschweißung gebunden, die innenliegenden Versteifungen durch unterbrochene, im Zickzack angeordnete Schweißung angebracht. Die beiden Kasten wurden durch eine genau zwischen

beiden in gleicher Entfernung von den jetzt verbeulten Wänden angebrachte Sprengladung unter Wasser angesprengt. Den Erfolg sehen Sie in Abb. 12: Der genietete Kasten leckt aus mehreren Nietlöchern und ist an einer Versteifung infolge der Nieten aufgerissen, der geschweißte Kasten ist dicht geblieben. Die folgenden Abb. 13 a u. b in größerem Maßstabe lassen die Art der Beschädigung deutlicher erkennen. — Vorgekommene Verbeulungen infolge Havarien an den von Herrn Dr. Strelow geschweißten Prähmen bestätigen ebenfalls die Brauchbarkeit der Schweißung gegenüber den im Gebrauch vorkommenden Stoß-

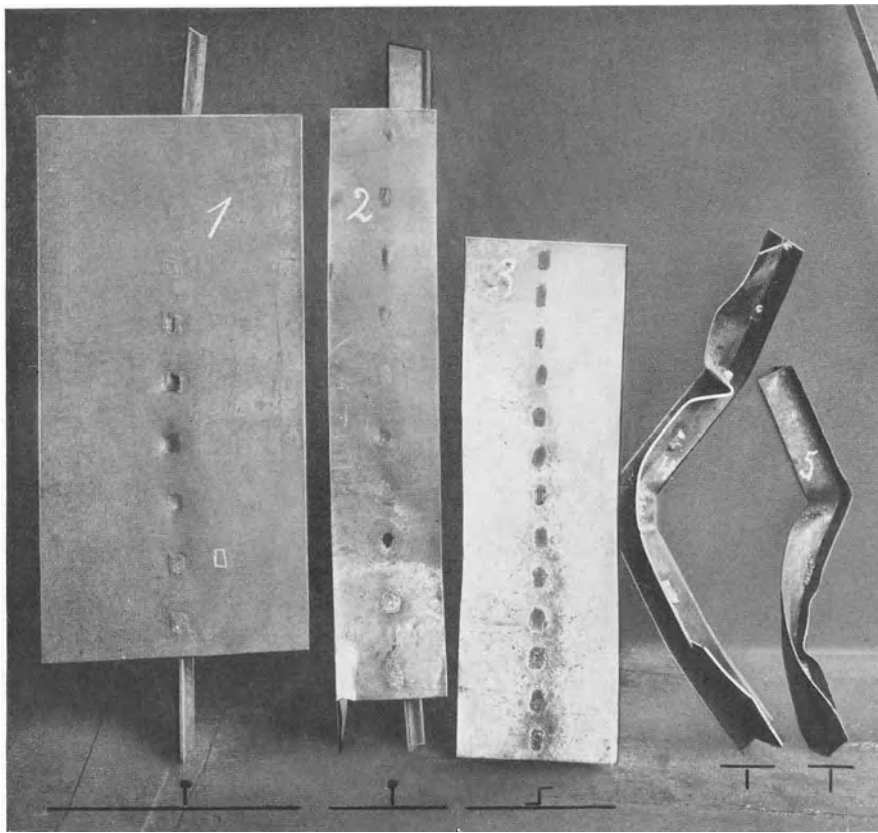


Abb. 14. Verbogene, durch Lochschweißungen und unterbrochene Kehlschweißungen gebundene Stücke.

kräften. — Ein endgültiges Urteil wird von weiteren praktischen Erfahrungen bei stoßartigen Beanspruchungen großer geschweißter Teile abhängig gemacht werden müssen.

Die Festigkeit der Kehlschweißung, die der Sprengkastenversuch beleuchtete, war im vorstehenden auch schon insoweit berührt, als bei den Vergleichsproben mit der Nietung gemäß Abb. 9 die Proben 3—10 überlappte Versuchsstücke zeigten, die entweder nur durch Kehlschweißungen oder durch Niete und zusätzliche fortlaufende Kehlschweißungen verbunden waren. Diese Stücke geben über die Zerreißfestigkeit der Kehlschweißung quer zur Naht Aufschluß. Das umfangreichere Gebiet für die Anwendung dieser Schweißart ergibt sich beim Anbringen von Versteifungen und Ersatz von Winkeleisen, wo meist unterbrochene

Kehlschweißung angewendet wird. Die dabei auftretenden Verhältnisse lassen sich zahlenmäßig schlecht erfassen, ein Versuch mit zusammengeschweißten Trägerstücken, die gedrückt und auf einer Biegemaschine hin und her verbogen werden, kann aber praktisch von ihrer Gleichwertigkeit mit gewalzten Winkel-eisen oder gebauten Trägerstücken überzeugen. Ich zeige hierfür ein Bild (Abb. 14), welches verschiedene Profile darstellt, die durch unterbrochene Kehlschweißung und Lochschweißung gefertigt wurden. Schon die unterbrochene Kehl-schweißung genügt für die Eckverbindungen, die nicht wasserdicht zu sein brau-chen, um die mit der Nietung erzielbaren Verbindungsfestigkeiten zu übertreffen, sie verdient wegen ihrer großen Vorzüge hinsichtlich der Schrumpfungen, die ich noch zeigen werde, gegenüber der fortlaufenden Kehlschweißung den Vorzug.

Schrumpfungen.

Wenn sich der Konstrukteur oder Betriebsingenieur soweit von der Brauch-barkeit der Schweißung durch Proben überzeugt hat und nun sich einen Stamm von Schweißern, dieser noch ganz neuen Spezialhandwerker, aufzieht und an die größere praktische Ausführung herangeht, so zeigen sich bald neue handwerks-mäßige Schwierigkeiten und konstruktive Probleme. Es kommen die Schrump-fungen und Spannungen zum Vorschein, die bei den kleinen Versuchsstücken kaum hinderlich in Erscheinung treten.

Der Lichtbogen der elektrischen Schweißung ist so heiß, die Wärmezufuhr zum Werkstück geht so schnell vor sich, daß nur ein engbegrenzter Teil des Werk-stückes jedesmal zur Rotglut kommt. Da das umliegende Blechmaterial kalt und fest bleibt, dieses die Rotglut in seiner Lage umgrenzt und an Ausdehnung in der Blechrichtung verhindert, so kann der rotglühende Teil nur lotrecht zur Blechrichtung sich ausdehnen. Er tut dies während der Glühperiode, wird dann wieder in dem gestauchten Zustande kalt und holt sich nun in der Blechrichtung das Material zusammen oder bleibt in Spannung, wenn das von dem geglühten Teil außenliegende Blech nicht nachgeben kann, oder wenn nicht eine Streckung durch Hämmern der Schweiße und des glühend gewesenen Blechteiles in zweck-mäßiger Weise und Umfang nach dem Aufbringen der Schweiße folgt.

Handelt es sich nun als erstes Beispiel nur darum, zwei flachliegende Bleche durch V-Schweißung zu stoßen, so kann man diesen erschwerenden Tatsachen durch das bekannte Verfahren begegnen, daß der Schweißer den zu schweißenden Stoß winklig zueinander hinlegt mit einem Abstände, den er nach seinen Erfah-rungen je nach Blechdicke bemißt. Er fängt vom Scheitel des Stoßes an zu schweißen, und die Bleche holen sich dann beim Fortgang der Naht allmählich passend zusammen. Er hat seine Naht dann fortlaufend immer richtig beiein-ander, und wenn er Glück gehabt hat, ist das verbundene Blechstück auch eben geblieben. Die Dimensionen des verbundenen Teiles haben sich jedoch ge-ändert. Es ist damit zu rechnen, daß das Gesamtstück quer zur Naht etwa 1,5 mm schmaler geworden ist. Längs zur Naht ist die Schrumpfung geringer, ihr Maß hängt sehr von der Breite der zusammengefügt Bleche ab und überschreitet nach unseren Erfahrungen nicht 0,1% der Nahtlänge. Neben der meßbaren

Schrumpfung müssen in der mittels des keilförmigen Zusammenlegens geschweißten Blechtafel naturgemäß Spannungen verblieben sein, die bestrebt sind, die Tafel aus der Blechebene heraus zu verwinden.

Die gleichen Verhältnisse wie bei einem Stumpfstoß aus zwei Platten treten auch schon auf, wenn auf ein gesundes Blech eine gut eingebrannte starke Schweißraupe ohne jeden Verbindungszweck aufgelegt wird. Auch damit lassen sich schon Schrumpfungen quer zur Naht und Verwerfungen erzielen. Und dasselbe gilt für fortlaufende Kehlschweißungen. Günstiger zeigen sich in dieser Beziehung die unterbrochenen Kehlschweißungen. Bei dieser oft im Zickzack angeordneten Schweißart findet die Erwärmung zur Rotglut nicht in fortlaufender Linie, sondern nur jedesmal örtlich auf einen kleinen Fleck begrenzt statt, das umgrenzende kalte Material verhindert während der Rotglut eine fortschreitende Zusammenziehung. Die Schrumpfungsmaße für die unterbrochene Kehlschweißung liegen

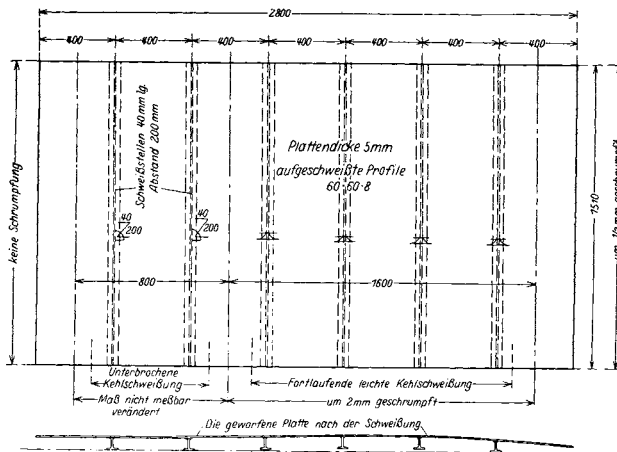


Abb. 15. Versuchsplatte zur Feststellung der Schrumpfungen bei Kehlschweißungen; links in unterbrochener, rechts in fortlaufender Schweißung.

deshalb weit unter denen für die Naht oder die fortlaufende volle Kehlschweißung, sie betragen nach praktischen Erfahrungen höchstens die Hälfte von den ersteren. Bei einem Versuchsstück von 5 mm Plattendicke, auf das die T-Profile zum Teil mit unterbrochener Zickzack-Kehlschweißung und zum Teil mit fortlaufender doppelseitiger leichter Kehlschweißung angebracht waren, ergaben sich für

erstere keine meßbare Schrumpfung, für die anderen die auf der Abb. 15 eingetragenen Schrumpfungen und Verwerfungen.

Es liegt nahe anzunehmen, daß die Schrumpfungen je nach den zu schweißenden Blechdicken verschieden sind, und es wurde dies durch Versuche, von denen einer in Abb. 16 dargestellt ist, zu erfassen gesucht. Es wurden Platten von 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 17 mm Dicke und 500×500 mm Größe durch Überlappung und Festigkeitsnietung geheftet und dann mit je zwei Kehlnähten geschweißt. Es ergaben sich hierbei in den beiden Hauptrichtungen quer und längs zur Naht verschieden große Zusammenziehungen, jedoch war ein Unterschied bei den verschiedenen Dicken bei diesem Versuche nicht festzustellen. Die Schrumpfung an diesen kleinen Blechtafeln betrug längs, in der Naht selbst gemessen, 0,1 % der Nahtlänge, an den der Naht parallelen Seiten war eine Längenveränderung nicht meßbar. Dagegen betrug die Schrumpfung quer zur Naht überall etwa 0,3 % der Breiten. Die Verschiedenheit der Schrumpfungen in den Längsrichtungen, auf der Naht und parallel derselben läßt schließen, daß die Blechbreiten auf dieses Maß wesentlichen Einfluß haben, während die Schrumpfungen quer zur Naht nur von dieser selbst abhängig sind, also richtiger als Maß

pro Naht, = 1,5 mm pro überlappter Naht, ausgedrückt werden. Ein ähnlicher Versuch mit nur eingebrannten Schweißraupen ergab auch 1,5 mm Zusammen-

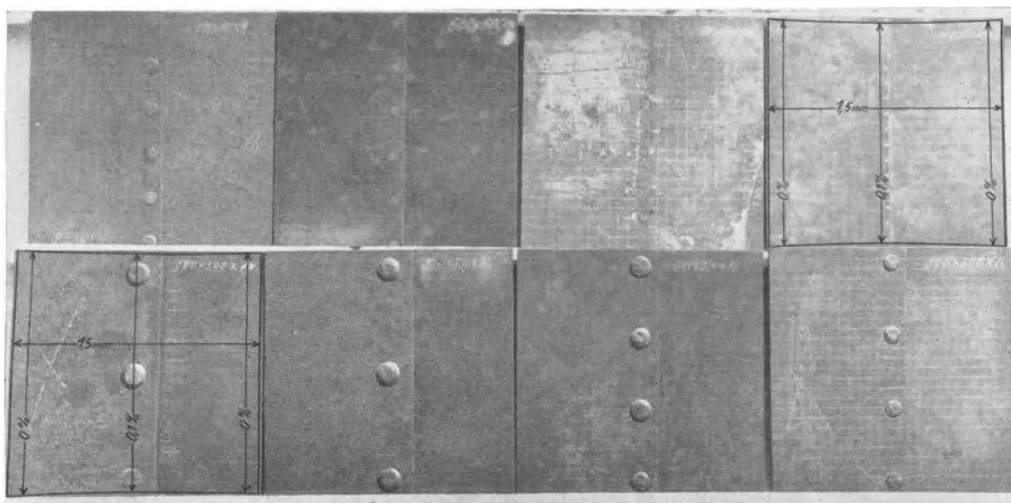


Abb. 16. Schrumpfungen von Versuchsplatten 500×500 mm. Die eingetragenen Zahlen sind Schrumpfungsmaße nach Vornahme der Schweißungen.

ziehung quer zur Schweißraupe. — Daß bei den verschiedenen Plattendicken ein Unterschied in dem Schrumpfmaß quer zur Schweißung nicht zu ermitteln war, ist wahrscheinlich auf die geringe Größe der Probestücke zurückzuführen. Tatsächlich tritt ein solcher Unterschied an manchen großen Einzelstücken zutage,

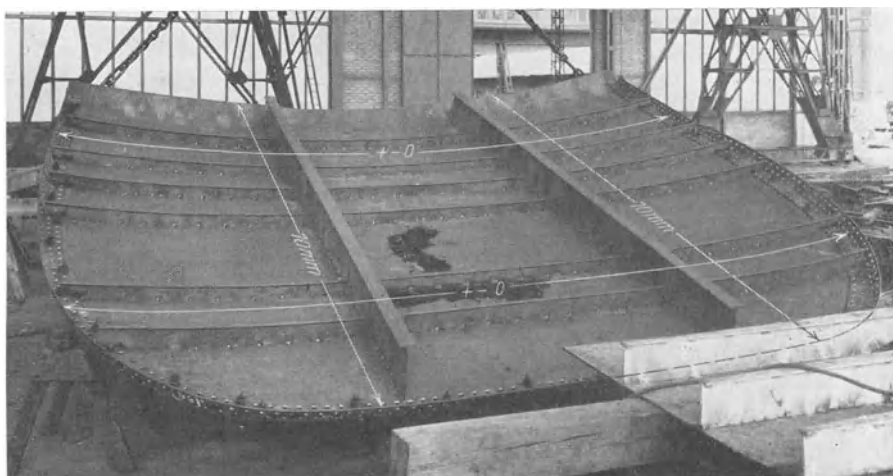


Abb. 17. Spiegel eines Kreuzers. Die eingetragenen Zahlen sind Schrumpfungsmaße.

es ist das z. B. zu erkennen bei Stumpfstoßen, die Platten verschiedener Dicke verbinden sollen. In diesen Fällen ergeben sich gewöhnlich die Verwerfungen auf der dünneren Platte, während die dickere eben bleibt. Kontrollmessungen zu den Proben an praktischen Stücken, z. B. einem Spiegel eines Kreuzers, Abb. 17, bestätigen im ganzen die Ergebnisse. Der Spiegel hat zwei stumpfgestößene Nähte, die für die Schweißung parallelliegend vorgeheftet waren, eine Hämmerung der Schweiße

hatte erst nach Erkalten und Fertigstellung derselben stattgefunden, um sie zu glätten. Außerdem waren sechs Bulbprofile von 130×8 bzw. 100×7 durch Zickzackschweißung aufzubringen. An dem Spiegel ergaben sich quer zu den zwei Stumpfnähten und quer zu den sechs unterbrochenen Schweißreihen für Versteifungen 10 mm Zusammenziehungen. In den Richtungen längs der Schweißungen konnten jedoch wegen der großen Breiten Schrumpfungen nicht auftreten.

Beobachtungen an einem Schott, Abb. 18, an dem ausnahmsweise die Blechstöße zuerst nur geheftet, danach die Versteifungen festgeschweißt und zuletzt erst die vorgehefteten Stumpfnähte fertiggeschweißt wurden, lassen auch für diesen Fall die probeweise festgestellten Schrumpfmaße für einfache Schweißung

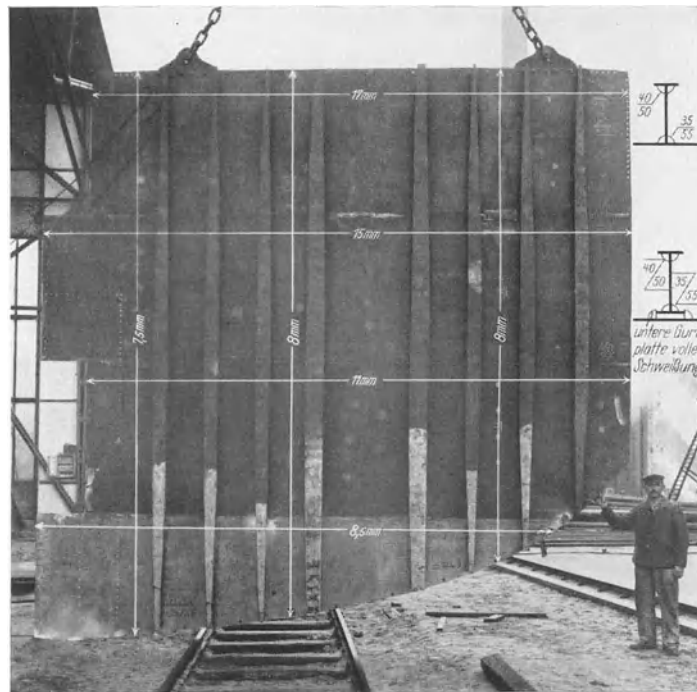


Abb. 18. Schott eines Kreuzers. Die eingetragenen Zahlen sind Schrumpfungsmaße.

als praktisch richtig erkennen. Die gegenüber den anderen Beispielen im oberen Teile des Schottes verhältnismäßig größeren Schrumpfmaße sind hauptsächlich auf Nachrichtearbeit zurückzuführen.

Ich will dazu bemerken, daß sich das Verfahren — erst Versteifungen anschweißen, dann Plattennähte binden — bei einfacher ungehämmerter Schweißart wegen der entstehenden Verwerfungen nicht bewährt hat, und daß es für das ebene Erhalten der Platten vorteilhafter ist, erst die Stumpfstoße der Bleche fertigzuschweißen, wenn man zwischen den beiden Verfahren die Wahl hat. — Eine andere Schwierigkeit, die sich aus der Konstruktion des Schottes ergab, bestand darin, daß die Versteifungen zum Teil auch einen Untergurt hatten, der auf der Abbildung im Querschnitt dargestellt ist. Dadurch häuften sich an einem Teile des Schottes vier Kehlnähte nebeneinander, die starkes Verwerfen hervorriefen und umständliches Nacharbeiten erforderten.

Als ein Mittel, stumpf gestoßene oder überlappte Nähte passend und ohne Verwerfungen zusammenzuschweißen, wird auch in der Literatur empfohlen, wie bei dem genannten Schott die Platten in Abständen von etwa 20 cm vorzuheften und erst danach mit dem Fertigschweißen zu beginnen, das entweder möglichst abwechselnd an verschiedenen Stellen abschnittsweise nach Überlegung des Schweißers vor sich gehen oder auch stufenförmig eine Stufe nach der anderen mit einer gewissen Regelmäßigkeit vorgenommen werden soll. Mit diesen Verfahren lassen sich gegenüber der einfach fortlaufenden Schweißung gewisse Erfolge für das glatte Zusammenbringen der Teile erzielen, gänzlich lassen sich die Schrumpfungen damit nicht vermeiden.

Die Anwendbarkeit der elektrischen Schweißung steht und fällt an manchen Teilen mit der Möglichkeit, Blechteile durch Schweißung ohne jegliche störende Schrumpfung derselben zusammenzubringen. Diese Möglichkeit besteht wenigstens bei weichen Blechen bei einer geschickten Anwendung von Hämmerung während des Schweißfortganges. Wie ich bereits mit der Abb. 7, die die Zerreiß- und Biegeproben zeigte, zu verdeutlichen suchte, wird die Schweißung durch Hämmern in erkaltetem Zustande nur wenig in ihren Eigenschaften verändert, während das Hämmern in rotwarmem Zustande oder nach gewaltsamen Kühlungen schädigenden Einfluß hat. Das erste Erfordernis ist daher, daß die Schweiße nach langsamer Kühlung nicht wärmer als handwarm gehämmert wird. Ferner ist notwendig, daß der Schweißer nicht in großen Abständen schweißt und hämmert, er darf vielmehr nur kleine Strecken, bei normalen Schiffbaublechdicken nicht über 10 cm, jedesmal verbinden, danach muß die Hämmerung in kaltem Zustande einsetzen mit wenigen leichten Schlägen neben oder auf die Schweiße, wobei am letzten Ende der Schweißraupe mit der Hämmerung zu beginnen ist. Bei Schweißungen in mehreren Lagen kann der Schweißer die Hämmerung der ersten unterlassen, die zweite und dritte Lage muß jedoch gestreckt werden. Das richtige Gefühl für die notwendige Zahl der Hammerschläge und ihre Stärke kann sich der Schweißer gut erwerben dadurch, daß er eine zu schweißende V-Naht mit Stichmaßen lose zusammenlegt und bei jedem geschweißten Schritte das Stichmaß nachprüft und jedesmal so lange die Hämmerung ausübt, bis die infolge des einzelnen Schweißschrittes sich zusammengebenden Bleche wieder die mit den Stichmaßen markierte Lage eingenommen haben. In ähnlicher Weise wie bei der V-Naht lassen sich auch bei Kehlnähten, wenn auch handwerksmäßig umständlicher kontrollierbar, die jedesmal eintretenden Schrumpfungen verbessern. Auf diese Weise gelingt es auch, bei komplizierten Stücken die Schweißung anzuwenden, und zwar um so leichter, je weicher das Blechmaterial ist. Sehr harte Bleche, wie das erwähnte S III, lassen sich durch das Hämmern natürlicherweise schwerer strecken, die Schweiße wird dadurch mehr beansprucht und kann, wenn die Hammerschläge nicht gut verteilt sind, Risse bekommen. Für sehr harte Bleche ist daher das Heften und stufenförmige Schweißen ohne Hämmerung das empfehlenswertere, wenn auch hinsichtlich der Schrumpfung nicht so vollkommene Mittel. Der Nachteil, daß die Schweiße durch das Arbeitsverfahren mit schrittweiser Schweißung und Hämmerung empfindlicher gegen

Schlagbeanspruchungen wird, muß für ihr Anwendungsgebiet überhaupt beachtet bleiben. Es zeigt sich dieser Nachteil dadurch, daß eine solche Schweißung bei dem Versuch, sie nochmals kalt nachzurichten, eher zum Reißen gebracht wird als eine gewöhnliche Schweißung, die während des Vorganges nicht gehämmert wurde. Die letztere hält, wenn sie gut eingebrannt ist, auch noch ein sehr ungeschicktes Nachrichten von Verwerfungen aus.

Aus wirtschaftlichen Gründen, sowohl wegen des größeren Zeitaufwandes als auch wegen der Notwendigkeit, daß für das Hämmern bei an Bord eingebauten Teilen ein Vorhalter außer dem Schweißer zur Hand sein muß, endlich wegen der Gefahr für die Festigkeitseigenschaften, die das Hämmern in rotwarmem, blauwarmem oder gewaltsam gekühltem Zustande herbeiführen würde, eine Versuchung, die bei hastiger Arbeitsausführung zu befürchten ist, wird der praktische Betrieb die Hämme-

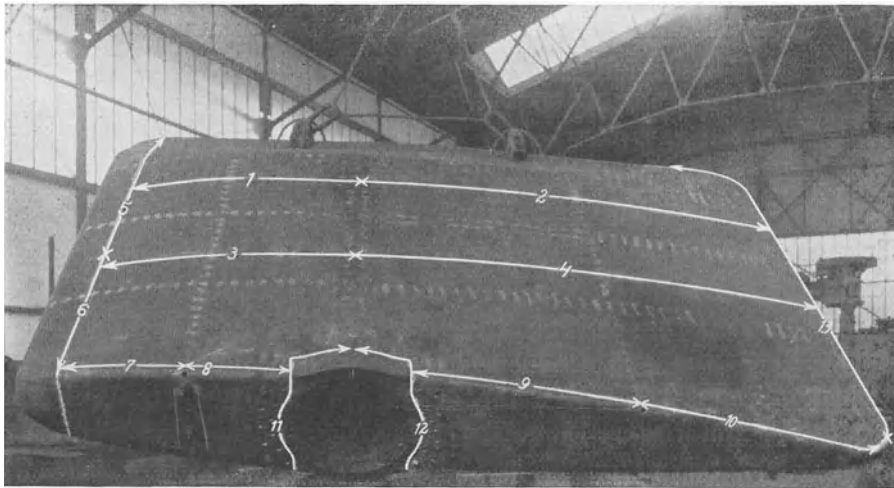


Abb. 19. Geschweißtes Ruder. Die Zahlen geben die zeitliche Reihenfolge der Schweißung, die Pfeile → die Schweißrichtung an. Die × Stellen bezeichnen Anfänge, die „entspannt“ geschweißt wurden dadurch, daß zuerst 5 cm in → Richtung, dann 5 cm gegenan und danach wieder in → Richtung vorgegangen wurde. V-Stöße 1, 2, 3, 4 wurden nicht gehämmert. Sämtliche anderen schrittweise geschweißt und kalt gehämmert.

rung der Schweißung während des Schweißfortganges auf das Notwendigste beschränken. In Abb. 19 zeige ich ein Beispiel, bei dem beide Arten angewandt sind. Das Ruder ist deplacierend mit glatten Außenblechen hergestellt. Die Außenbleche aus 10-mm-Blech sind stumpf gestoßen, die beiden Nähte 1—2 und 3—4 wurden vorgeheftet und ohne Hämmern geschweißt, jede Naht schrumpfte hierbei um 2 mm quer zur Naht und 0 mm längs. Darauf wurden erst die innen liegenden Versteifungen angenietet. Nunmehr wurde der angeheftete Deckel mit schrittweiser Schweißung und Hämmern an das bereits starre System herangebracht, eine einfache Schweißung wäre für diese Nähte 5—12 nicht durchführbar gewesen, weil sich das Ruder dann verzogen und der Deckel unbedingt aus seiner von der Schmiede und Schiffbauwerkstatt vorbereiteten Lage herausgespannt hätte. Ebenso wurden endlich dann die Plattenkanten 13 außerhalb der beiden Nietreihen noch durch eine dichtende Schweißraupe, die gehämmert werden mußte, innig verbunden.

Bisher habe ich im allgemeinen nur die Schrumpfungen ebener Bleche behandelt. Um auch die Auswirkung der Schrumpfungen auf gekrümmte und

doppelt gekrümmte Bleche zu erfahren, wurde auf der Marinewerft mittels Heftens und stufenförmigen Schweißens, also ohne schrittweise Hämmern im Verlaufe des Schweißfortganges, im Winter 1926/27 ein 14 m langes Boot auf Lehrspanten, wie es im Kriegsschiffbau üblich ist, hergestellt. Zur Darstellung der Konstruktion zeige ich in Abb. 20 den Hauptspant des Bootes.

Bei dem Versuche war es von vornherein klar, daß er sowohl wegen der starken Krümmungen als auch wegen der geringen Materialdicken gegenüber der etwaigen Anwendung auf Torpedobooten und Schiffen eine Übertreibung darstellen würde, die zur Kenntlichmachung der Ergebnisse erwünscht schien.

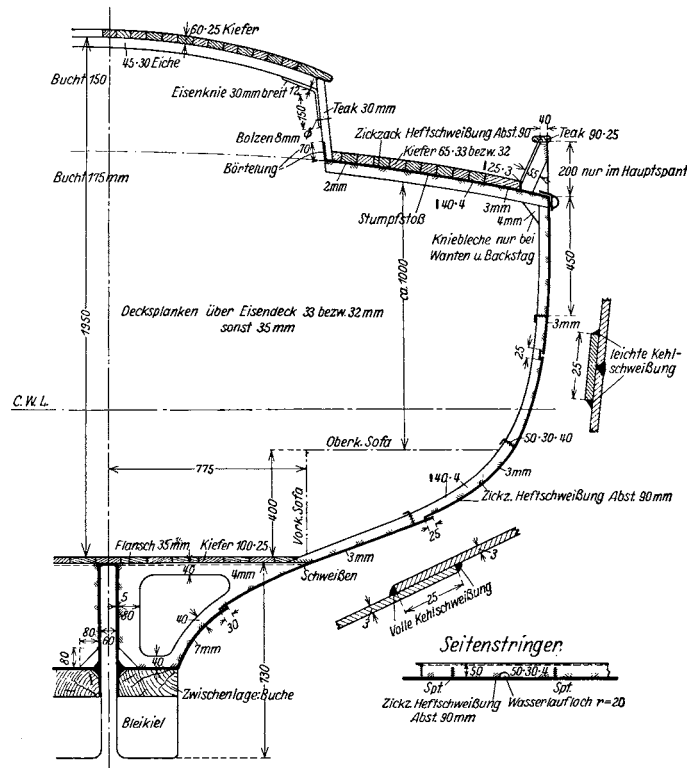


Abb. 20. Hauptspant des gänzlich geschweißten Bootes.

Im einzelnen ist zur Konstruktion zu erwähnen:

Die Außenhaut ist im unteren Teil in Nähten und Stößen überlappt, oben stumpf gestoßen und gelascht. Vorsteven und Deckstringerwinkel sind außerhalb der Außenhaut angeordnet, weil die Schweißnähte dann zugänglicher sind und die unzuverlässige Eckschweißung vermieden wird. Die Spanten sind glatte Stegeisen. Gegenspanten, die nach Germ. L. vorgeschrieben waren, fielen fort, zum Ersatz sind Längsspanten angebaut. An Materialdicken kamen zur Anwendung: Kielwanne 7 mm, Außenhaut 3 mm, Vorsteven 7 mm, Spanten 4 mm, Rahmenspanten 3 mm, Bodenwrangen 4 mm, Schotte 2½ mm, Deckstringer 3 und 2 mm. Das Material ist S II, die Platten größtenteils aus verzinkten Blechen, das übrige Material auf der Werft verzinkt.

Der Bau wurde mit der Herstellung der Kielwanne aus unverzinkten Blechen begonnen (Abb. 21). Nach der Schweißung wurde dieser Bauteil verzinkt. Es

ergab sich, daß die Wanne nach der Verzinkung um 7 mm kürzer geworden war, bei einer Gesamtlänge von 6 m. Außerdem war sie um ein geringes verwunden (1 cm bei 80 cm außerhalb Mittellinie gemessen). Die Verwindung wurde durch Anwärmen und Kühlen korrigiert. Die Außenhaut wurde nach dem Einlegen in die Lehrspanten, später auch die Schotte, Stringer und Spanten, zunächst nur leicht geheftet mit Abständen von 20 cm. Mit dieser Methode behielten die Plattengänge bis zum Aufbringen aller Gänge und Deckstringer ohne meßbare Veränderungen vollkommen die von der Schmiede gegebenen Formen.

Nachdem das Boot im ganzen geheftet stand, wurden als erstes die Spanten mittels unterbrochener zweiseitiger Kehlschweißung fertiggestellt, darauf die

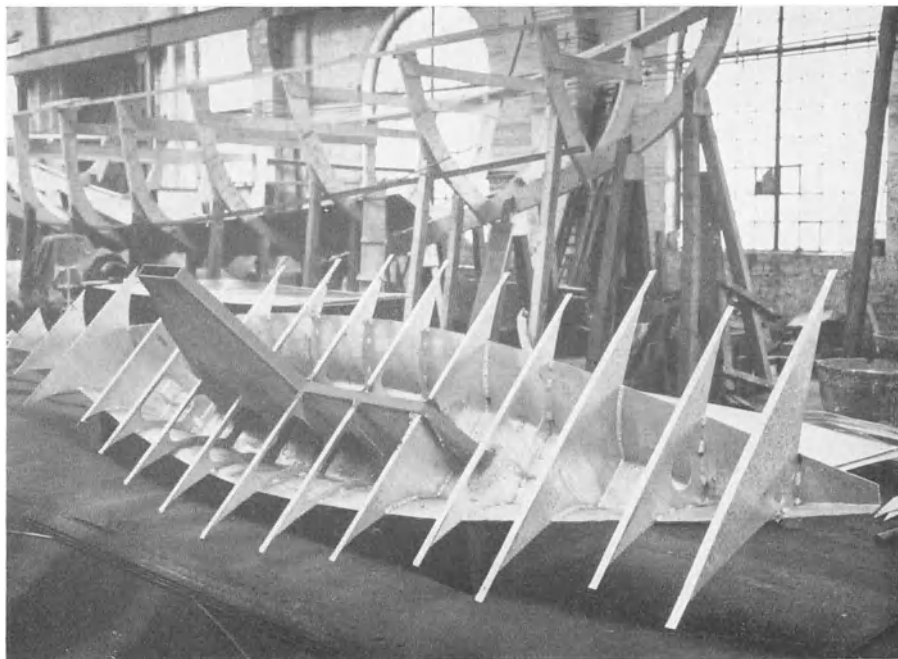


Abb. 21. Kielwanne mit Bodenwrangen.

Schotte und Rahmenspanten fertig angeschweißt. Die Schotte wurden nur mit einseitiger Kehlschweißung mit der Außenhaut verbunden. Die Außenhaut behielt ihre enge Lage auf den Lehrspanten noch bei.

Das Anschweißen der Seitenstringer mittels unterbrochener zweiseitiger Zickzackkehlschweißung bewirkte jedoch ein geringes Zusammenholen der Seitenstringer und des Bootes. Diesen Zustand stellt die Abb. 22 dar. Die darin erkennliche Verringerung der Pfeilhöhe des Vorstevens ist hauptsächlich auf die Verkürzung durch die drei dicht nebeneinanderliegenden Kehlnähte, die den Winkel an die Außenhaut binden, zurückzuführen.

Bei dem nun folgenden Schweißen der drei Außenhautnähte wurde gleichzeitig von beiden Seiten achtern mit der Schweißung begonnen und ferner stufenförmig fortgeschritten, indem an jeder Naht von unten nach oben wechselnd etwa um 1 m jedesmal nach vorn zu geschweißt wurde.

Die erwarteten Einschrumpfungen in Spantenrichtung nach innen traten ein und wuchsen naturgemäß von achtern nach vorn von 2—14 mm Abweichung vom Lehrgerüst.

Allgemein ist über das Werfen beachtet, daß sich eine lose Kante eines Bleches, sei es eben oder gekrümmt, wenn die gegenüberliegende Kante mit Kehlschweißung festgeschweißt wird, immer nach der Seite hin wirft, an der die Kehlschweißung angebracht wird, und zwar die ebenen Platten mehr als die gekrümmten und die doppelt gekrümmten. Dagegen haben Heftschweißungen oder unterbrochene Schweißungen in den üblichen Abständen, auch bei den geringen Blechdicken von 2—5 mm, keine den Zusammenbau störenden Verwerfungen oder Schrumpfungen zur Folge.

Die Verwerfungen an den letzten freien Kanten des Deckstringers und der Reeling sowie die Schrumpfungen der Außenhaut, die sich als leichte Ausbeulungen

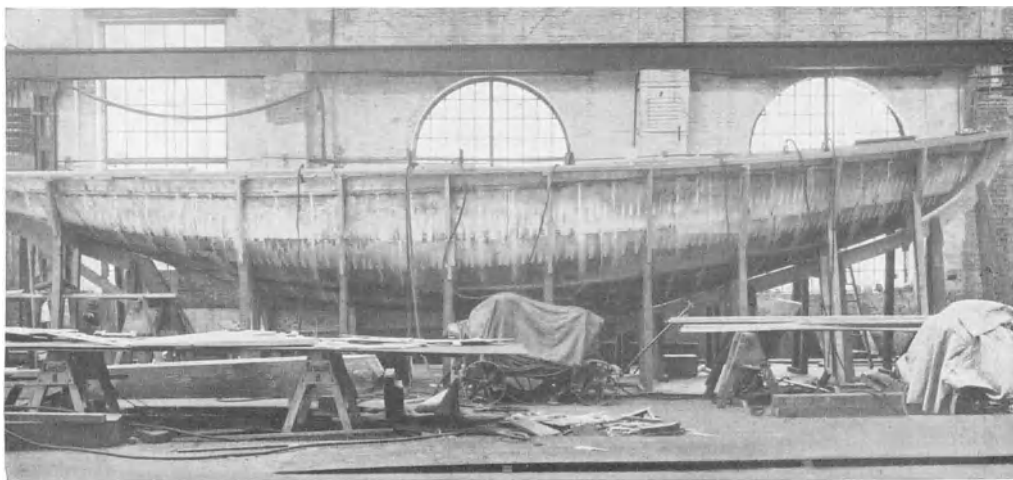


Abb. 22. Spanten, Schotte, Längsverbände fertig geschweißt, Außenhaut nur geheftet.

der Rechtecke zwischen den Spanten und Längsspannen ergaben und sich besonders an den nach Konstruktion annähernd ebenen Plattengängen zeigten, ferner die Querstauchungen, welche in den Schotten infolge des Zusammenziehens der Außenhaut aufgetreten waren, machten ein Nachrichten dieser Bauteile erforderlich, das durch Anwärmen mittels Gasflamme und Hämmern oder durch Anwärmen mittels Gasflamme und Abkühlen mittels Wasser geschah.

Nach der Fertigstellung des eisernen Schiffskörpers wurden Fallversuche durch Slippen aus einem Kran angestellt, so daß das Boot aus $\frac{1}{2}$ m und aus 1 m Höhe unter dem Kiel (das ist etwa $1\frac{1}{2}$ bzw. 2 m unter Kimmplatten) auf das Wasser fiel. Das Boot hat diesen Versuch ohne jeden Schaden ausgehalten.

Der Zusammenbau ohne Zuhilfenahme irgendwelcher Nietungen war nur mit Hilfe guter Schiffbauer und der besten Schweißer möglich. Die vom Schnürboden abgenommenen Modelle mußten teilweise wegen der vorangegangenen Schrumpfung bereits fest eingebauter Teile verbessernden Anpassungen unterworfen werden. Ein Abweichen des ganzen Bootes von den Konstruktionsmaßen um etwa

$\frac{1}{2}\%$ linear der Länge und der Breite nach hat sich bei dieser Aufbauart nicht vermeiden lassen.

Die Marinewerft kam auf Grund dieser Ergebnisse zu dem Schlusse, daß nach dem vorliegenden Stande der elektrischen Schweißtechnik ohne Zuhilfenahme von Hämmerungen während des Schweißvorgehens das Einhalten bestimmter Formen von gekrümmten und doppelt gekrümmten Platten bei alleiniger Anwendung von Schweißungen ohne jeden Gebrauch von Nietungen in dem wünschenswerten Maße noch nicht zu erzielen sei.

Ich bin auf diesen Versuch ausführlicher eingegangen, weil er, wenn auch infolge der geringen Blechdicken und der damit notwendigen engen Anordnung der Längs- und Querverbände übertreibend, sowohl für den einzelnen Konstruktionsteil als auch für das Gesamtojekt Lehren ziehen läßt, die sich auf den großen Neubau ohne weiteres übertragen lassen und auch bei letzterem, wenn auch zeitlich und räumlich nicht so gedrängt, in Erscheinung treten können.

Tatsächlich schrumpft auch ein Neubau, sobald an ihm Schweißungen in größerem Umfange angewandt werden, zusammen. Es empfiehlt sich, das jeweilige Längenmaß an Meßpunkten, die unverrückbar mit der Hellingsohle verankert sind, dauernd zu kontrollieren. Selbst wenn die Außenhaut genietet und die Schweißung nur bei den inneren Verbänden und bei ihren Verbindungen mit der Außenhaut angewandt wird, so zeigen sich Zusammenziehungen, die bei einem Neubau von etwa 160 m Länge mehrere Zentimeter betragen.

Da das Schiff, vom Doppelboden beginnend, geschweißt wird und dieser das erste starre System darstellt, so wirken sie sich zunächst dahin aus, daß die Kielplatte mit dem Doppelboden der Länge nach schrumpft um einen Betrag, der, ohne Unterscheidung der Schweißart auf die Zahl der angeschweißten Spanten oder Querversteifungen bezogen, beinahe etwa 1 mm pro Querverband ergibt.

Will man zergliedern nach wasserdichten Querverbänden, die mit fortlaufenden doppelten Kehlverbindungen hergestellt wurden, und den anderen Schweißungen, die hauptsächlich unterbrochen ausgeführt sind, so sind nach den praktischen Erfahrungen als Längsschrumpfungen zu schätzen etwa 2 mm für jeden wasserdichten und etwa 0,5 mm für jeden anderen Querverband einschließlich der Schweißung der Längsverbindungen.

Wenn der Neubau während der Schweißungen des Doppelbodens schon höher hinauf montiert war, so neigen sich dadurch die Spantebenen, auf dem Vorschiffe nach vorn und auf dem Hinterschiffe nach achtern. Diese Neigung der Spantebenen muß bei etwa höher aufbauender Montage weiter eingehalten werden. Wird dann im Oberschiff mit geschweißt, so kürzt auch dieses, und sobald dann ein Teil der Außenhaut oder Decks festgelegt sind, so rufen die späteren Schweißungen im darüberliegenden Schiffe ebenso, wie es bei dem Versuche mit dem Boote geschehen war, Drehmomente hervor, die bestrebt sind, den vordersten und den achtersten Teil des Kieles von den Stapelklötzen hochzulüften. Auch da kann es sich um mehrere Zentimeter handeln. Im ganzen betrachtet tritt die umgekehrte Erscheinung auf, mit der der Schiffbauer bei der Nietung zu rechnen gewöhnt war. Die genieteten Schiffe sind durch die Niet- und Stemmarbeiten sicher immer

größer geworden, als es den Schnürbodenmaßen entsprach. Der vorderste und achterste Kiel haben auf den Stapel gedrückt, und der Mittelkiel wurde wahrscheinlich durch den Fortgang des Nietens im Schiffe etwas entlastet.

Wenn man nun auch bei einem Teile der schiffbaulichen Baustücke die Schrumpfungen mit in Kauf nehmen kann, dadurch daß man sie von vornherein mit in Rechnung setzt, so zeigen sich doch auch bauliche Verhältnisse, bei denen diese Rücksicht besser auszuschalten wäre oder ausgeschaltet werden muß. Fälle, wie der bei dem gezeigten Schott absichtlich herbeigeführte, nämlich daß zuerst Versteifungen vorhanden sind und danach Nähte geschweißt werden müssen an Blechen, die bereits durch Versteifungen unbeweglich festgehalten sind, kommen beim praktischen Aufbau des Schiffskörpers vielfach vor, zum Beispiel das Verlegen von Decks auf die Decksbalken. In solchen Fällen ist es nötig, die durch Örtlichkeit gegebenen und den Schnürbodenmaßen entsprechenden Dimensionen des Bauteils unbedingt innezuhalten, wenn das ganze Bauwerk die konstruktionsmäßigen Abmessungen schließlich erhalten soll. Das stufenförmige Schweißen oder die schrittweise Schweißung mit Hämmerung muß dann zum Ziele führen.

Nachbearbeiten von Schweißungen.

Die Hämmerung der Schweißung bringt zugleich den oftmals erwünschten Vorteil, daß die Schweißraupe eine glatte Oberfläche erhält. Selbst wenn sie zur Behebung von Spannungen nicht notwendig gewesen ist, so wird man doch oft schon aus Gründen des äußeren Ansehens zu einer Nachbearbeitung der Schweißungen schreiten müssen. Bei Kehlungen hat sich hierfür das Stemmen der fertigen Schweißnaht als praktisch eingeführt, bei Nähten, zum Beispiel an Schotten, Decksbeplattungen oder Aufbauwänden, ist die Anwendung einer Schmirgelscheibe, die mittels Preßluft betrieben wird, von Vorteil. Nach den Erfahrungen neigen unbearbeitete Schweißraupen mehr zum Rosten als geglättete. Dagegen halten sich zum Beispiel auf tiefe Rostnarben der Außenhaut sauber aufgebrachte und nachher gut verstemmte Auftragsschweißungen bei gewöhnlichem Bodenanstrich, nach unserer mehrjährigen Anwendungszeit beurteilt, einwandfrei. Die Frage, ob es notwendig werden wird, die geschweißten Stellen, soweit sie nicht nachgearbeitet werden, durch einen besonders guten rostschützenden Anstrich, etwa durch Bleimenige, zu schützen, ist noch nicht endgültig geklärt.

Praktische Winke für die Anwendung auf Neubauten.

Zusammenfassend ergeben sich aus der Tatsache der Schrumpfungen und Formänderungen, die mit den Schweißungen verbunden sind, und die an vorstehenden Beispielen zu schildern versucht wurden, folgende praktische Maßnahmen und Richtlinien als nach dem jetzigen Stande der Schweißtechnik empfehlenswert:

1. Allgemein dürfen Schweißungen, insbesondere doppelte Kehlschweißungen, nicht unnötig dick ausgeführt werden;
2. fortlaufende Schweißungen verspannen weit mehr als unterbrochene;

3. mehrere Schweißreihen dicht nebeneinander soll man vermeiden, weil sich die Schrumpfungen dadurch auf eine Zone addieren;

4. Plattennähte zwischen ungleich dickem oder ungleich hartem Material sind schwieriger zu schweißen als zwischen gleich dicken oder gleichartigem Material. Die dünnen oder weicheren Teile verwerfen sich;

5. es ist für die Beherrschung der Schrumpfungen vorteilhafter, die Versteifungen und die Plattennähte in gleicher Richtung laufen zu lassen, weil damit Längs- und Querschrumpfungen nebeneinander vermieden werden und das Richten erleichtert wird. Auch der Umstand, daß an den Kreuzungsstellen in der ersten Schweißnaht die Spannungen vermehrt werden, so daß sie zu Haarrissen neigt, spricht gegen die Kreuzungen;

6. die Schotte und Decks sollten in großen Flächen soweit wie irgend möglich auf dem Schweißplatz fertig geschweißt und erst nach dem Schweißen und Richten auf Maß geschnitten werden;

7. festes Einspannen der Platten beim Schweißen kann das Verbeulen nicht oder nur wenig hindern. Es ist aber zweckmäßig, daß auf der Helling die schiffbauliche Montage den Schweißarbeiten ein gutes Teil voraus ist, weil dadurch die freien Blechkanten, die sonst zur Verwindung neigen, in ihrer Lage festgehalten und damit Hilfsverbände erspart werden;

8. Formänderungen können vermieden werden durch Hämmern der Schweißnaht und ihrer Nebenzone während des Schweißfortganges. Es ist dies jedoch nur für weiches Blechmaterial zu empfehlen, ferner ist es bei Nahtschweißungen handwerksmäßig leichter durchführbar als bei Kehlschweißungen;

9. entstandene Formänderungen — Beulen — lassen sich korrigieren durch Nachstemmen der Schweißnaht sowie durch Stauchen der Beulen mittels Hämmern oder mittels lokaler Erwärmung und Kühlung oder lokaler Erwärmung und Hämmern. Wieweit dabei Spannungen zurückbleiben, entzieht sich der Nachprüfung. Bei harten Blechen ist das Nachrichten schwieriger als bei weichen;

10. wo die Formänderungen zu groß werden könnten, empfiehlt es sich, die Verbindung der großen Einzelteile untereinander nach dem Verschweißen der Einzelteile durch Nietung herzustellen.

C. Nutzen der elektrischen Schweißung.

Ich will zum Schlusse die Frage nach dem Nutzen der elektrischen Schweißung im Schiffbau mit Hilfe einiger praktischer Anwendungsbeispiele kurz zu beantworten versuchen. — In Anpreisungen liest man zuweilen Kostenüberschläge, die aus Arbeiterlöhnen, Stromkosten, Nietfeuerkohlen, Materialverbrauch usw. eine Gegenüberstellung der Kosten pro Meter Schweißnaht und pro Meter Nietung errechnen. Ich glaube, Sie werden aus dem Vorhergehenden in der Überzeugung bestärkt sein, daß die Verhältnisse im Schiffbau verwickelter liegen, und daß derartige Gegenüberstellungen nur bedingten Wert besitzen.

Ganz fraglos ist durch die Anwendung der elektrischen Schweißung eine sehr erhebliche Gewichtersparnis zu erzielen und damit eine entsprechende Ver-

billigung des einzukaufenden Materials. Nehmen wir als erstes Beispiel einen Einzelgegenstand, der wegen der zu erwartenden Verspannungen nicht autogen geschweißt werden könnte: Das in Abb. 23 dargestellte Spill ist aus Blechstücken von 4 bis höchstens 10 mm Dicke hauptsächlich mittels Kehlschweißungen zusammengeschweißt. Bei einer Anfertigung aus Stahlguß würde der Spillkörper wenigstens 70 % mehr wiegen. Da er als Einzelstück hergestellt wurde, bei dem die Modellkosten den Guß sehr verteuert hätten, so ist die Schweißung nicht nur aus Rücksicht auf die Gewichtsersparnis, sondern auch für die Kosten in diesem Falle besonders lohnend.

Auf dem in der nächsten Abb. 24 dargestellten Querschotte sind die Mindergewichte, die sich durch gebaute Versteifungen ergeben, erkenntlich. Sowohl die

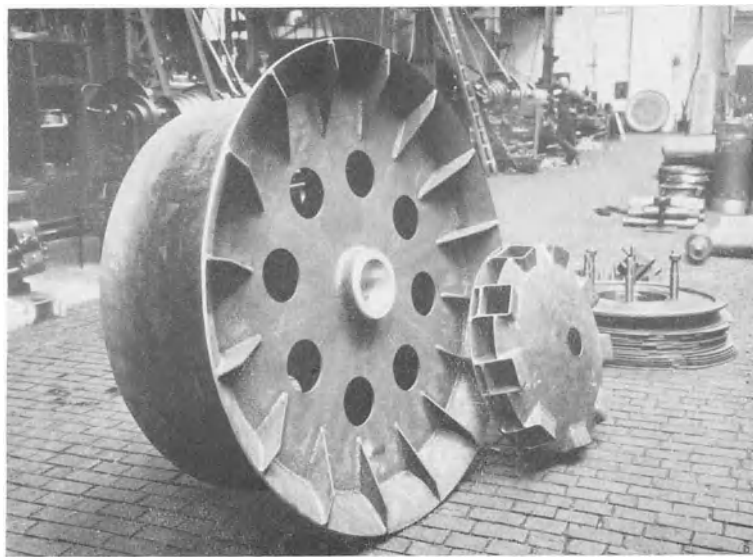


Abb. 23. Elektrisch geschweißte Spilltrommel.

Gurtungen wie die Stege sind nach den Enden zu schmaler gehalten. Die Verbindung von Gurtung, Steg und Schott erfolgte zum größten Teil mit unterbrochener Kehlschweißung, nur an wenigen Stellen, zum Beispiel an Krümmungen, ist aus handwerksmäßigen Gründen durchlaufende Kehle angewandt. Durch diese Bauweise entstand eine wesentliche Gewichtsersparnis gegenüber Anwendung fertiger Profile und Nietung. Bei rund 63 qm Fläche würde ein solches Schott in genieteteter Ausführung 6130 kg, in geschweißter 5230 kg wiegen, das geschweißte also 14,7 % weniger an Gewicht und Material erfordern. Bei der Gelegenheit dieser Abbildung möchte ich noch hinweisen auf den Schnitt *DD*, der eine Konstruktion zeigt, welche die Blechkante eines Schottstoßes gleichzeitig zur Versteifung und Naht verwendet, was sich gut bewährt hat.

Um ein Gesamtbild dafür zu geben, was sich an Profilen ersparen läßt, will ich erwähnen, daß ein kleiner Kreuzer aus den letzten Kriegsjahren ein Profildgewicht von rund 600 t eingebaut hatte. Bei Anwendung der Schweißung kann man annehmen, daß von diesem Gewicht etwa ein Fünftel infolge der fortfallenden Nietflansche erspart werden würde, das sind 120 t.

Die Schweißung ermöglicht es ferner, ein ganz neues Bausystem zu entwickeln, zum Beispiel das Längsspantensystem auch für kleine, leicht gebaute Schiffe an-

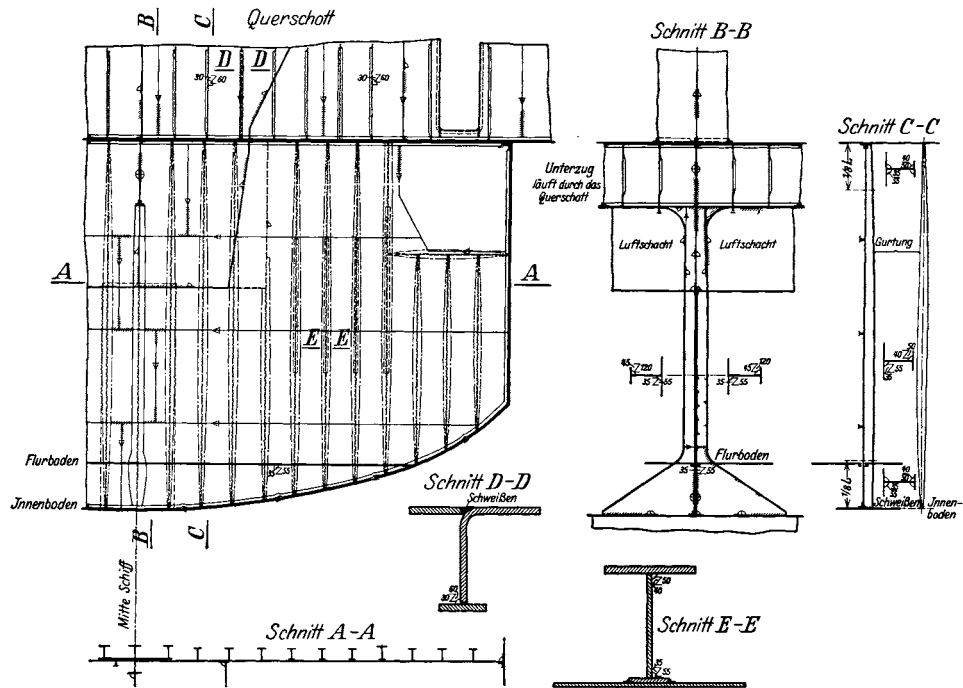


Abb. 24. Querschott als Beispiel für die durch gebaute Versteifungen erzielbaren Mindergewichte.

zuwenden, bei denen es sonst nicht durchführbar wäre oder nur mit Mehrgewichten am Schiffskörper erkaufte werden könnte, die das ausnutzbare Displacement unerträglich herabsetzen würden. Tatsächlich ist es nur auf diese

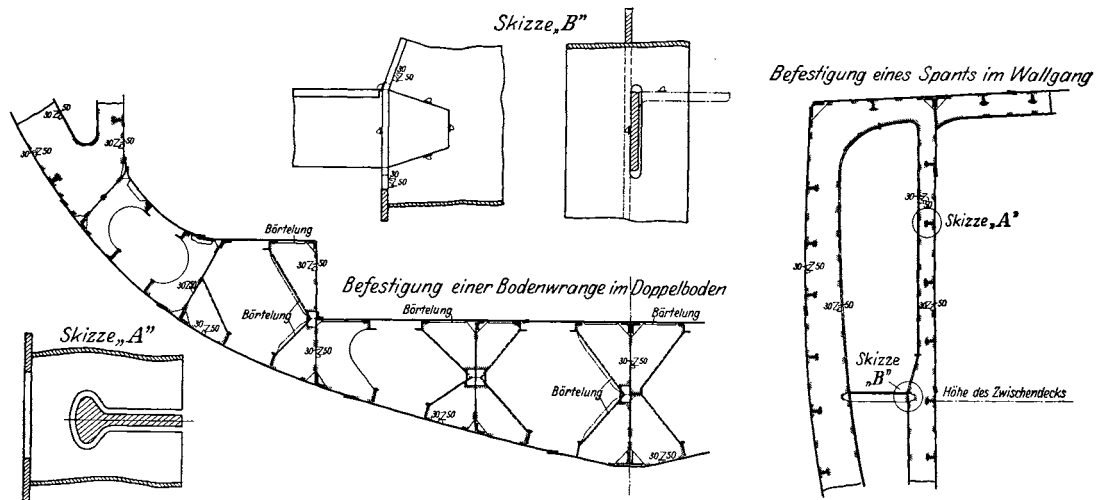


Abb. 25. Bodenwangen- und Spantkonstruktionen als Beispiel für das durch Schweißung mögliche Längsspantensystem und die erzielbaren Mindergewichte.

Weise möglich gewesen, unsere neuen Torpedoboote nach dem reinen Längsspantensystem zu konstruieren, eine Bauweise, die schon seit Jahren hierfür angestrebt und erwogen wurde und, soweit bekannt, damit zum ersten Male bei

Torpedobooten durchgeführt ist. Wenn Sie sich an der Abb. 25 einmal in Gedanken ausmalen wollen, wie die Konstruktionszeichnung der gleichen Spanten und Bodenwrangen in dem nach Längsspantensystem gebauten Schiffe aussehen würde, wenn nicht geschweißt wäre, so werden Sie erkennen, daß etwa die halben Stegflächen der Spanten und Wrangen mit Winkelschenkeln bedeckt sein müßten, deren praktische Ausführung ein handwerksmäßiges Kunststück darstellen würde und mit übermäßigen Preisen bezahlt werden müßte. Hier sind fast alle Ecken mit Kehlschweißungen gebunden und nur die Oberkanten der Bodenwrangen unter dem Doppelboden genietet angebracht, weil das Schweißen verzinkter Bleche im zugedeckten Doppelboden oder die Lochschweißung von oben aus noch vermieden werden sollte. Eine Konstruktion wie das in Skizze *B* dargestellte Verbindungsband der beiden Spantstege, das durch die Gurtungen hindurchgesteckt und verschweißt ist, eine Konstruktion, die an anderen geeigneten Stellen sich auch spitzwinklig zur Platte verwenden läßt, kann man sich mit Nietung in ähnlich fester und einfacher Form überhaupt nicht vorstellen.

Es läßt sich also nicht ohne weiteres sagen, was würde dasselbe Schiff in genieteter Ausführung kosten. Bei einer bis zur letzten Vollkommenheit durchgearbeiteten Berücksichtigung der Schweißung von Konstruktionsanfang an muß das geschweißte Schiff ein anderes werden als das genietete. Wesentlich für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit ist daher die Frage, in welchem Umfange die Schweißung auf dem Neubau in Aussicht genommen wird. Geschieht es nur zur Herstellung oder zum Anbringen von Einzelteilen, die keine großen Nachrichtearbeiten erfordern, so wird dabei ohne Zweifel durch die einfachere Konstruktion und geringeren Löhne eine fühlbare Kostenersparnis gegenüber dem genieteten Vergleichsschiff eintreten, auch wenn die erstklassigsten Schweißkräfte noch nicht zur Verfügung stehen. Wird jedoch der Umfang gesteigert auf Schottenherstellung, ganze Decksschweißung und ähnliche große Bauteile, die ein Nachrichten oder ein langsam fortschreitendes, Wartezeiten erforderndes Schweißverfahren, vielleicht auch noch mit Hilfskräften zum Hämmern und Vorhalten bedingen, so nähern sich die Gestehungskosten dieser Teile denen für ihre Herstellung durch Nietung. Von Einfluß ist dabei die zu bearbeitende Blechdicke; bei kleinen Schiffen aus dünnen Blechen werden verhältnismäßig höhere Kosten für Nachrichten entstehen als bei größeren Schiffen aus dickeren Blechen. Nach den Akkordsätzen des letzten Standes würde das bereits für das Gewicht als Beispiel angezogene Schott bis zum gleichen Einbauzustand in geschweißter Ausführung 97% von den Löhnen des genieteten erfordern. Wesentlich ist für die Höhe der Lohnkosten jedenfalls, daß mit dem neuen Handwerke durchaus vertraute Schiffbauer und mit den Bedingungen des Schiffbaues vollkommen verwachsene Schweißer sowie geschickte Richtkolonnen, die ja bekanntlich auch schwer heranzuziehen sind, zur Verfügung stehen.

Ich schließe mit dem Wunsche, daß meine Ausführungen, trotz der an dieser Stelle gebotenen Kürze, einen dienlichen kleinen Beitrag liefern mögen zur Heranziehung solchen Werftpersonals.

Erörterung.

Herr Oberingenieur Danz, Berlin:

Meine Herren! Ich möchte mir gestatten, zu den Ausführungen des Herrn Marine-Oberbaurat Lottmann bezüglich der Kraftanlage ein paar Worte hinzuzufügen. Es hat sich ja leider gezeigt, daß die Einzelumformeranlage im vorliegenden Falle außerordentlich schlecht wegkommt, verglichen mit der Großumformeranlage. Ich glaube aber doch, daß die Zahlen ein klein wenig zu korrigieren wären.

Ich möchte bitten, das dritte oder vierte Bild noch einmal zu bringen, welches der Herr Vortragende gezeigt hat, auf dem die beiden gekreuzten Linien zu sehen sind. (Vgl. Abb. 4, Seite 160.)

Ich habe die Rechnung einmal für dasselbe Beispiel durchgeführt, das der Herr Vortragende gewählt hat, nämlich für einen Großumformer für 2000 Ampere, 65 Volt und für 30 Einzelumformer. Dabei habe ich dieselben Zahlen benutzt, die hier angegeben sind, mit einer kleinen Abänderung. Der Wirkungsgrad der Schweißumformer ist hier im Bilde mit 0,5 angegeben; das bezieht sich im allgemeinen auf Umformer bei 20 Volt Lichtbogenspannung. Nun ist bekannt, daß bei diesen Spezial-Schweißumformern der Wirkungsgrad außerordentlich schnell steigt, wenn man die Lichtbogenspannung erhöht. Wird diese also mit 23 Volt eingesetzt, wie es hier der Fall ist, dann wird man schon auf einen Wirkungsgrad von 53% kommen. Mit dieser Zahl habe ich gerechnet. Ich habe ferner damit gerechnet, daß der Antriebsstrom für die Einzelumformer recht teuer erkaufte ist, nämlich daß erst eine Drehstrom- in Gleichstromumformung stattfindet, wozu ein Motorgenerator benutzt wird, wie es hier in dem besprochenen Beispiel auch der Fall ist. Ich habe ebenfalls mit einem Wirkungsgrad des Umformers von 83% gerechnet. Den Schweißstrom habe ich auf 160 Amp. abgerundet und ferner mit einer Leerlaufenergie von 1,7 kW gerechnet, habe mir aber die 5% Verlust in der Zuleitung geschenkt. Ich bin dabei von dem Gedanken ausgegangen,

daß erstens diese 5% Verlust nur bei Belastung angerechnet werden könnten, dagegen bei Leerlauf natürlich entsprechend weniger vorhanden ist, und zweitens daß dieser Zuleitungsverlust bei den Großumformern ebenfalls stattfindet. Im übrigen wird vielleicht ein Zuschlag von 3% als berechtigt anerkannt werden müssen; ich habe ihn aber in der Rechnung weggelassen, da er den Vergleich der beiden Systeme nicht beeinflusst.

Dann möchte ich noch zu dem Wirkungsgrad des Großumformers ein paar Worte sagen. Ich glaube, daß der Wert von 83% etwas zu hoch gewählt ist; Sie sehen, daß bereits für einen Umformer mit einer Gleichstrommaschine von 220 Volt Spannung ein Wirkungsgrad von 83% herausgerechnet ist; wegen der ungleich größeren Verluste in der Dynamo einer 65-Volt-Anlage muß der Wirkungsgrad wesentlich niedriger angesetzt werden, da wird er vielleicht 0,8 im günstigsten Falle sein.

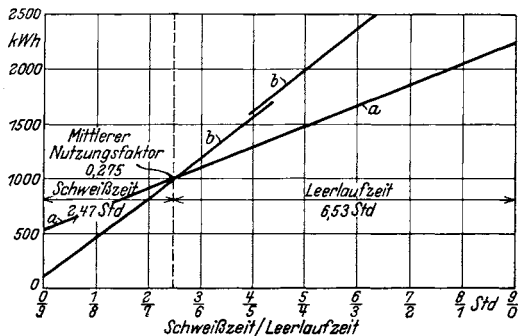


Abb. 1. Einzelumformer (a) mit Gleichstromantrieb. Transformationsverlust 20%, Umformer laufen dauernd.

Nun sehen Sie hier in der Kurve b einen kleinen Fehler. Man muß natürlich auch bei dem Großumformer für den Fall, daß überhaupt keine Schweißstelle arbeitet, einen Leerlaufverlust annehmen, und zwar bei einem Umformer schätzungsweise 12—14 kW, d. i. bei einem 130-Kilowatt-Umformer etwa 5% für den Motor und ebensoviel für die Dynamo, bei 2 Umformern das Doppelte und bei 3 Umformern das Dreifache.

Ich möchte nun bitten, diese Kurve zu betrachten. Abb. 1. Sie sehen, daß ich bezüglich der Einzelumformer auf einen Leerlaufwert von etwa 560 kWh, gerechnet für 30 Umformer, komme. Der Leerlaufwert für den Großumformer beträgt $9 \times 13 = 117$ kWh. Sie sehen, daß die Kurven sich jetzt viel früher schneiden, weil der Verbrauch des Großumformers etwas höher, der Leistungsverbrauch des Einzelumformers beim Schweißen etwas niedriger angesetzt ist. Ich habe da sehr genau gerechnet und 6,9 kW Verbrauch für 160 Ampere und 23 Volt eingesetzt¹. Sie sehen, daß sich jetzt die Kurven nicht wie bei dem Bilde vorhin hier oben schneiden, sondern bereits hier (an der Tafel demonstrierend), und zwar liegt der Schnittpunkt ungefähr bei demselben Nutzungsfaktor, der bei der Messung auf der Marinewerft als Mittelwert für die Tag- und Nachtschicht herausgekommen ist, nämlich bei 27,5%, einer Schweißzeit von 2,47 Stunden entsprechend. Das ist natürlich ein Zufall. Aber Sie sehen, daß, wenn man genau rechnet — und ich glaube, daß meine Rechnung stimmt — man bei beiden Systemen auf den gleichen Verbrauch kommt.

Nun gibt es aber eine Möglichkeit, den Verbrauch, und zwar den Leerlaufverbrauch, der Einzelumformer herabzudrücken. Man könnte fragen: Warum kann man den Leerlaufverbrauch nicht ganz vermeiden? Das wäre ja möglich, wenn man die Umformer nur laufen lassen würde, wenn sie schweißen, im übrigen aber stillstehen lassen würde. Eine solche Einrichtung läßt sich sehr wohl treffen. Man könnte z. B. dem Schweißer einen Fernregler geben und den Fernregler bzw. die Ausschaltstellung des Fernreglers dazu benutzen, um den Umformer stillzusetzen bzw. ihn anzulassen, wenn der Fernregler eingeschaltet wird. Der Schweißer hätte dann die Pflicht, jedesmal, wenn er eine Pause, natürlich eine längere Pause, die ja gerade im Schiffbau nicht so selten ist, zu erwarten hat, den Umformer stillzusetzen, indem er seinen Regler auf Null stellt. Eine solche Anlage ist auch bereits ausgeführt, leider nicht in großer Zahl. Bis jetzt ist bloß 1 Stück im Betrieb.

¹ Anmerkung. Der Leistungsverbrauch des Großumformers ist nach „Die Schmelzschweißung“, Heft 8, 1927, Seite 140, Abb. 2, berechnet.

Man könnte nun aber, und zwar mit Recht, einwenden, daß der Schweißer wohl in den meisten Fällen zu bequem oder zu vergeßlich sein würde, um den Umformer immer stillzusetzen. Diese Mühe könnte man ihm aber abnehmen, wenn man das Stillsetzen automatisch bewerkstelligte, und zwar in der Weise, daß man ein Zeitrelais einschaltete, das etwa, sagen wir 5 Minuten nach Unterbrechung des Stromes automatisch den Umformer stillsetzte. Man würde dann zu dem Verbrauch, der der Nutzlast entspricht, natürlich einen Zuschlag erhalten, der sich nach der Nachlaufzeit und der Häufigkeit der Einschaltung richtet; nehmen wir also an, es würden nach jeder Stromunterbrechung 5 Minuten vergehen, bis der Umformer stillsteht.

Abb. 2. Ich habe so gerechnet, daß bei $\frac{1}{8}$ für Leerlauf 1 Stunde, bei $\frac{2}{7}$ 1,1 Std., bei $\frac{3}{6}$ 1,2 Std., bei $\frac{4}{5}$ 1,3 Std., bei $\frac{5}{4}$ 1,4 Std., dann abnehmend bei $\frac{6}{3}$ 1,3 Std. usf. zugeschlagen werden. Ich glaube, daß das Zahlen sind, mit denen man vollständig auskommen kann. Sie sehen, daß jetzt der Verbrauch der Einzelumformer erheblich niedriger ist, daß von einem Schnittpunkt überhaupt nicht mehr die Rede ist, sondern daß eben tatsächlich zugunsten der Einzelumformer jetzt eine Ersparnis an Kilowattstunden eintritt.

Sie sehen in der Kurve für die Großumformer etwa in der Mitte eine Unterbrechung. Das ist die Stelle, an welcher der zweite Großumformer zugeschaltet werden müßte, wobei dann die etwas größeren Verluste zum Ausdruck kommen.

Es wäre sehr interessant, wenn der eine oder andere Herr eine Mitteilung darüber machen könnte, ob der Nutzungsfaktor bei allen Werten so außerordentlich schlecht ist wie in diesem Falle, wo es sich um den Bau von Kriegsschiffen handelt. Ich bin der Meinung, daß im Handelsschiffbau etwas weniger komplizierte Formen verwendet werden, so daß die Arbeit wohl flotter vor sich gehen könnte. Wenn darüber jemand etwas mitteilen könnte, wäre ich sehr dankbar. (Lebhafter Beifall.)

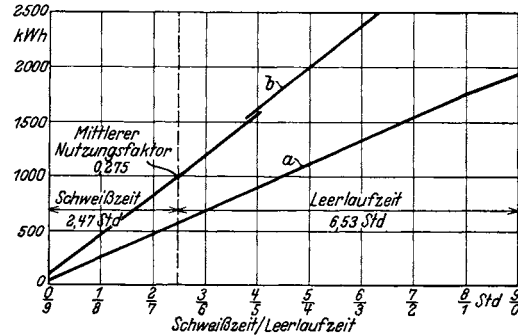


Abb. 2. Einzelumformer (a) mit Drehstromantrieb, Transformationsverlust 3%, Fernsteuerung.

Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr.-Ing. Flamm, Berlin:

Meine sehr geehrten Herren! Zunächst muß ich der Freude darüber Ausdruck geben, daß bei dieser Art der Herstellung von Schiffen unsere Marine bahnbrechend vorgegangen ist. Ich beglückwünsche die Marine zu diesem Fortschritt.

Es ist nun für das, was der Herr Vorredner vorhin angedeutet hat, von großem Wert, daß bei der Verwendung dieser Schweißung für Handelsschiffe der Germanische Lloyd auch mitarbeitet. Ich glaube, der Germanische Lloyd könnte außerordentlich viel dazu beitragen, daß diese Schweißung auch im Handelsschiffbau allmählich Platz greift.

Für mich hat diese ganze Sache noch ein besonderes Interesse; und dabei sei mir gestattet, an den Herrn Vortragenden ein paar Fragen zu richten, die ich ihn bitte, wenn es geht, freundlichst beantworten zu wollen.

Ich habe speziell bei letzten Arbeiten auf dem Gebiete des Unterseebootwesens diese Schweißung zugrunde gelegt, und zwar habe ich für die Gewichtersparnis beim Schiffskörper 10% des Schiffskörpergewichts gerechnet. Es ist das aber immerhin eine Ersparnis, die ganz bedeutend in die Wagschale fällt, wenn es sich darum handelt, den Prozentsatz für die Offensiv- und Defensivkraft, der vom Displacement zur Verfügung steht, zu steigern. Ich möchte den Herrn Vortragenden bitten, sich darüber zu äußern, ob er bei Unterseebooten die Anwendung der Schweißung für zweckmäßig hält bzw. an welchen Stellen er davon abrät. Es ist besonders die Verbindung des Druckkörpers als solche ganz anders in die Rechnung einzustellen, als das bei einem an der Oberfläche fahrenden Schiff, welches dem Wasserdruck nicht ausgesetzt ist, der Fall ist. Es kommt ferner hinzu, daß die Verbindung des Außenkörpers mit dem Druckkörper auch durch Schweißung sich herstellen läßt. Und da dreht es sich nun wieder um die Frage: wird durch die Schweißung an den Schweißstellen der Druckkörper nicht unzulässig geschwächt?

Eine weitere Frage, die ich an den Herrn Vortragenden richten möchte, bezieht sich auf die Gefahr des Rostens. Es ist mir mitgeteilt worden, als ich den Gedanken erwog, beim Unterseeboot Schweißung anzuwenden, daß besonders diese elektrische Schweißung an den Schweißstellen der Korrosion stark ausgesetzt ist. Es sind augenblicklich Versuche im Gange, diese Rosteinwirkung festzustellen. Besonders muß das auch in den Teilen des Unterseebootes in Betracht gezogen werden, in denen die Akkumulatoren untergebracht sind. Wenn man auch den bekannten Gummiüberzug auf den Blechen vornimmt, so wird man doch immer damit rechnen müssen, daß Beschädigungen eintreten, so daß eine Korrosion möglich ist.

Ich glaube, wenn nach dieser Richtung hin eine Schweißung statthaft ist, so lassen sich auf diesem Spezialgebiete, das in praxi zu bearbeiten uns ja leider Gottes augenblicklich durch das Versailler Diktat verboten ist — man muß es dann auf andere Weise machen —, Fortschritte schaffen, die sicherlich nicht unerheblich sind. Und wenn der Herr Vortragende die Güte haben wollte darüber etwas zu sagen, auch noch vielleicht darüber, ob Bedenken bestehen gegen die Schweißung von sehr hochwertigen Materialien, also beispielsweise Gußstahlteilen mit Stahlblechen, die auch etwa an die 40 kg Festigkeit haben, so würde ich dem Herrn Vortragenden dafür sehr dankbar sein. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Strelow, Hamburg:

Meine Herren! Die Erfahrungen, von denen uns der Herr Vortragende hier berichtet hat, sind um so wertvoller, als sie die Ergebnisse von zahlreichen Versuchen und auch die Ergebnisse eines sehr um-

fangreichen Schweißbetriebs sind. Es ist nun zu hoffen, daß diese Erfahrungen dazu beitragen, daß die Anwendung der Lichtbogenschweißung weitere Fortschritte macht.

Ich möchte hier in dem Zusammenhang noch kurz von den Erfahrungen berichten, die mit den ganz geschweißten Fahrzeugen gemacht worden sind. Ich habe vor 8 Jahren eine Barkasse geschweißt, die ich vor 3 Jahren hier näher beschrieben habe. Diese läuft heute ununterbrochen Winter und Sommer. Nicht der geringste Schaden ist bisher an irgendeiner Stelle aufgetreten, trotzdem der eingebaute schwere Rohölmotor für reichliche Wechselbeanspruchung in den Schiffsverbänden sorgt. Weiter sind zwei Schuten geschweißt worden. Diese laufen jetzt beinahe 3 Jahre. Sie haben recht erhebliche Beanspruchungen im Hamburger Hafen ausgehalten, wie die starken Verbeulungen bezeugen, welche sie aufweisen. Die Barkasse ist nun nicht von sehr geübten Schweißern geschweißt worden, sondern ich habe damit mein Schweißerhandwerk begonnen, und zwar habe ich sie ohne längere Vorübung ganz allein geschweißt. Es ist also sozusagen meine Lehrlingsarbeit gewesen. Bei den Schuten habe ich 2 Schweißer beschäftigt, von denen der eine 3 Monate, der andere 4 Monate vorher zu schweißen begonnen hatte. Und diese Schuten laufen noch heute wie sie vor 3 Jahren nach der Fertigstellung ohne vorher geprüft zu werden, zu Wasser gebracht worden sind.

Ich führe das hier an, um den Behauptungen entgegenzutreten, die von der Schweißung als Kunsthandwerk sprechen, um eben die Unzuverlässigkeit der Schweißung darzutun. Wohl ist eine bestimmte Handfertigkeit des Schweißers Voraussetzung. Den Hauptausschlag gibt aber die Fähigkeit des leitenden Kopfes bzw. der aufsichtsführenden Person. Richtige Anordnungen und Anleitungen zu treffen, das ist überhaupt die Seele des ganzen Erfolges. Diese Anordnungen können aber nur auf Grund vieler Erfahrungen und umfangreicher, vielseitiger Kenntnisse getroffen werden. Auf keinen Fall können diese Kenntnisse von einem Schweißer verlangt werden. In dieser Hinsicht wird aber gerade sehr stark gesündigt. Nicht die Schweißung an sich versagt — sie hat in zahlreichen Fällen mindestens ihre Ebenbürtigkeit mit anderen Verbindungsarten bewiesen —, sondern die Ausführenden, die Leitenden haben versagt, wenn ein Fehlschlag zu verbuchen ist. Immer wieder hat man Gelegenheit, Schweißausführungen und Konstruktionen zu sehen, die beweisen, daß bei der Ausführung selbst die elementaren Kenntnisse gefehlt haben und daß Vorgänge und Wirkungen im Lichtbogen nicht bekannt waren, die den größten Einfluß auf den Ausfall der Schweißung ausüben. In sehr vielen Fällen wird noch sehr Minderwertiges geleistet, und man muß sich wundern, daß selbst die schlechten Schweißungen noch so viel aushalten. Leider bietet sich auf den Lehrstätten noch recht wenig Gelegenheit, daß sich die künftigen leitenden Personen die zur Ausführung der Schweißungen erforderlichen Vorkenntnisse aneignen können. Leider sind ja auch dafür heute nicht die Mittel übrig.

Ich möchte nun noch zu einigen Punkten der Ausführungen des Herrn Vortragenden Stellung nehmen. Herr Marine-Oberbaurat Lottmann gibt in seinem Vortrag an, daß er nach wie vor auf dem Standpunkt steht, daß die Schweißungen mittels Transformator für einen großen Teil von Werkstättenarbeiten vorteilhaft sind. Es kann sich dabei wohl höchstens um die Verschweißung dünner Querschnitte handeln, denn dem Wechselstromlichtbogen fehlt das Charakteristikum des Gleichstromlichtbogens, auf welchem eine gute Verschweißung beruht und welche in der Einbrandtiefe zum Ausdruck kommt. Meines Erachtens ist eine gute Verschweißung von dicken Querschnitten mit Wechselstromlichtbogen und auch eine Verschweißung von dünnen Querschnitten mit dicken Querschnitten so gut wie ausgeschlossen. Also wenn auf der Marinewerft mit dem Transformator geschweißt worden ist, so handelt es sich hier wohl nur um geringe Querschnitte, also um Bleche bis zu 6 mm Querschnitt. Hier ist es wohl möglich, weil eben die Wärmeableitung nicht so stark ist, daß noch eine Verschweißung einigermaßen erzielt werden kann.

Das, was der Herr Vortragende bezüglich der Elektroden sagte, kann ich nach meinen Erfahrungen im allgemeinen bestätigen. Durch die Umhüllung wird die Gefahr der Schlackeneinflüsse erhöht, und die Festigkeit der Naht wird dadurch herabgesetzt, und eine geringere Festigkeit bringt gerade beim Schweißen von Konstruktionsteilen erfahrungsgemäß größere Gefahren mit sich als eine geringere Dehnung.

Gegen die Nachbearbeitung durch Hämmern bestehen starke Bedenken. Der Herr Vortragende hat ja selbst schon gesagt, daß die Sache sehr gefährlich ist. Also wenn man das Hämmern auf der Marinewerft als Gegenmaßnahme zur Schrumpfung angewendet hat, so sollte das im allgemeinen keine Nachahmung finden. Man könnte höchstens Hämmern, wenn über eine Schicht, die gehämmert wird, noch eine zweite Schweißlage aufgetragen wird; dann wird diese Schicht vergütet, indem sie eben durch das Auftragen der Schweißung über die Umwandlungstemperatur erhitzt wird. Aber eine Verformung über das zulässige Maß, welche ja beim Hämmern immer stattfindet, und besonders bei der an sich spröden Schweißung, kann nicht wieder gutgemacht werden. Wie der Herr Vortragende auch schon erwähnt hat, geben sie Anlaß zu geringen Dehnungswerten. Besonders wird dadurch aber die Dauerfestigkeit herabgesetzt. Daß beim Hämmern in Blauhitze die schädlichen Reckspannungen in erhöhtem Maße auftreten, das ist wohl allgemein bekannt.

Nun noch zu der Fließgrenze der Schweiße! Der Herr Vortragende gibt an, daß der Fließbeginn bei der Schweiße zwischen 20 und 23 kg pro qmm liegt und daß ihr die ausgesprochene Charakteristik für die Fließgrenze fehlt. Ich habe bei Dehnungsmessungen gefunden, daß die Fließgrenze zwischen 33 und 38 kg pro qmm liegt und habe im Gegensatz zu dem Herrn Vortragenden festgestellt, daß eine ausgesprochene Fließgrenze da ist. Das Fließen tritt natürlich nicht in dem Ausmaß auf wie beim ungeschweißten Material, wie beim Schiffbaublech mit seiner hohen Dehnung. Dieser Unterschied in den Versuchsergebnissen mag daher kommen, daß in beiden Fällen die Art der Schweißausführung eine andere gewesen ist. Ich habe auch diese Dehnungsversuche an Stäben vorgenommen, die 12,5 mm stark waren, bzw. an Rundstäben von 20 mm Durchmesser. An sich sollte das ja keinen Ausschlag geben. Es wäre auf jeden Fall interessant, durch Versuche festzustellen, inwieweit die Art der Schweißausführung Einfluß auf die Fließgrenze hat.

Es ließen sich hier noch über sehr viele Punkte des Vortrags Erörterungen anstellen. Jedoch fehlt dazu die Zeit.

Ich möchte zum Schluß nochmals zum Ausdruck bringen, daß man sehr dankbar für das außerordentlich wertvolle Material sein muß, das der Herr Oberbaurat Lottmann hier in so übersichtlicher Weise vorgetragen hat. (Lebhafter Beifall.)

Herr Obermarinebaurat Malisius, Kiel:

Meine Herren! Zu dem aktuellen Vortrag des Herrn Oberbaurat Lottmann möchte ich einige Ergänzungen hinzufügen, und zwar vom Standpunkte des Verbrauchers; ich bin langjähriger Neubauerleiter, während Herr Lottmann als Werkstättenleiter mehr den Hersteller elektrischer Schweißungen vertritt.

Wir haben gehört, daß die volle Schweißnaht ungefähr dieselbe Festigkeit besitzt wie normales Schiffbaumaterial, also einer Nietverbindung in dieser Hinsicht ganz wesentlich überlegen ist, daß sie aber noch keine nennenswerte Dehnung aufweist. Es wäre also eine sehr dankbare Aufgabe für einen Eisenhüttenfachmann, ein Material für den Schweißdraht zu finden, das nach dem Umschmelzen an der Luft auf elektrischem Wege noch genügende Dehnung behält. Umhüllungen oder Verwendung von sehr reinem, weichem Eisen scheinen wenig Erfolg zu versprechen. Ich glaube, man wird das Ziel am ehesten durch geeignete Zusätze zu dem Drahtmaterial erreichen.

Vorläufig muß man auf diese Eigenschaften der Schweißnaht Rücksicht nehmen und die Konstruktionen dem anpassen. Beim Schiffskörper muß man an allen Stellen, die hohen Zugspannungen ausgesetzt sein können, also besonders im Boden und im obersten Deck, von vorn bis hinten durchlaufende Schweißnähte vermeiden. Bei der bisher üblichen Platteneinteilung ist es dagegen unbedenklich und vorteilhaft, alle Plattenstöße stumpf zu schweißen.

Als zweiter Übelstand wurde die Schrumpfung quer zur Schweißnaht angeführt. Zunächst ist das für die Festigkeit der Verbindung ein gewisser Vorteil. Der Plattenrand längs der Schweißnaht hat sich etwas verdickt, und die Schweißbraupe kann immer, mindestens auf einer Seite, etwas dicker als die Plattenebene aufgetragen werden. Ein Probestab, der quer zur Naht aus einer solchen Verbindung herausgeschnitten wird, reißt daher fast nie in der Naht selbst, auch nicht dicht daneben, sondern irgendwo im gesunden Material, wo der Querschnitt etwas geringer ist, vorausgesetzt natürlich, daß es sich nur um normales Schiffbaumaterial handelt, nicht um hochwertiges.

Den unangenehmen Einfluß der Schrumpfungen auf die Form des ganzen Schiffes muß man zu umgehen versuchen. Habe ich z. B. ein langes Wallganglängsschott, dann lege ich die Bleche zweckmäßig auf und nieder, das gibt außerdem den Vorteil, daß die senkrechten Versteifungen keine Schweißnaht kreuzen, was der Herr Vortragende auch als wünschenswert bezeichnet hat. Man lege dabei alle Blechkanten dicht nebeneinander. Um ein gutes Durchschweißen einer Naht zu erreichen, muß sie vorher 2—3 mm klaffen. Ich lasse daher nur die Naht, die ich zuerst schweißen will, um so viel klaffen. Durch das Schrumpfen quer zur Naht holt sich dann die Nachbarplatte gerade soviel heran, daß bei der nächsten Naht der erforderliche Spalt entsteht, und so fort. Am Schluß hat dann das ganze Schott seine Abmessungen behalten. Hierbei braucht man übrigens durchaus nicht ängstlich zu sein, denn selbst bei nur 4-mm-Blechen läßt sich ein Spalt bis 10 mm durch die Schweißung ohne Schwierigkeit überbrücken. Man hole also niemals benachbarte Konstruktionen mit Gewalt heran, halte sie auch nicht mit Gewalt fest, sondern lasse sie ruhig arbeiten. Es sind immer nur ein paar Millimeter, um die sie sich verschieben.

Es ist daher z. B. bei einem Querschott mit horizontalen Nähten und senkrechten Versteifungen nicht richtig, die Versteifungen zuerst anzuschweißen. Schweiße ich die Nähte hinterher, so können die Platten sich nicht nähern. Es müssen also Verbeulungen und Verspannungen entstehen oder, wie es zu Anfang bei einem Versuch auf den Deutschen Werken in Kiel passiert ist, die Versteifungen knicken ein.

Die Deutschen Werke, die inzwischen beim Bau des Kreuzers „Karlsruhe“ reiche Erfahrungen gesammelt hatten, haben in diesem Frühjahr ein 16 m langes Verkehrsboot mit 100-PS-Motor versuchsweise ganz geschweißt. Hierbei sind die vom Vortragenden erwähnten Formänderungen bei der Wilhelmshavener Segelyacht nur noch in verschwindendem und nicht weiter störendem Maße eingetreten. Das Boot zeigt viele Abweichungen von den bisher bei genieteten Fahrzeugen gebräuchlichen Konstruktionen; aber das führt hier zu weit. Erwähnen möchte ich nur, daß die 4-mm-Außenhaut stumpf geschweißt ist, ohne Überlappung und ohne Laschen. Die Stöße gehen aber vom Deck bis zum Kiel durch, die Nähte, soweit solche wegen starker Krümmung nötig sind, verschießen gegenseitig, also alles entgegengesetzt wie bei Nietung üblich. (Abb. 1—4).

Da man durchlaufende Nähte grundsätzlich vermeiden wollte und an dieser Stelle keinen Ausweg fand, ist die Verbindung zwischen Außenhaut und Kiel und die Verbindung zwischen Außenhaut und Deck noch durch Nietung hergestellt. Das sind aber auch die beiden einzigen Stellen. Alles andere, auch die leichten, aber sehr starken Motorfundamente, sind ohne jedes Niet nur geschweißt. Der Bootskörper hat sich trotz einiger absichtlicher Überanstrengungen bisher glänzend bewährt.

Ich persönlich bin überhaupt der Ansicht, daß die jetzt beim Bau noch ab und zu eintretenden kleinen Störungen Kinderkrankheiten sind, die bei jeder Neuerung auftreten. Hat man erst die nötigen Erfahrungen gesammelt und die Konstruktionen dem elektrischen Schweißen angepaßt, dann werden in einer Reihe von Jahren vielleicht genietete Verbindungen nur noch im deutschen Museum als Sehenswürdigkeiten gezeigt werden. (Heiterkeit.)

Allein der Vorteil, daß ein richtig konstruiertes, ganz geschweißtes Schiff bei mindestens derselben Festigkeit um ungefähr 20% leichter wird als ein genietetes, muß zur Anwendung der elektrischen Schweißung im Schiffbau führen, denn die 20% Eigengewichtersparnis kann ich als nützliche Zuladung verwenden und die Rentabilität des Fahrzeuges entsprechend erhöhen. Das werden sich die Reeder nicht entgehen lassen. (Bravo!)



Abb. 1. 16 m-Verkehrsboot „Albatros“. 100 PS. — 12 Kn.

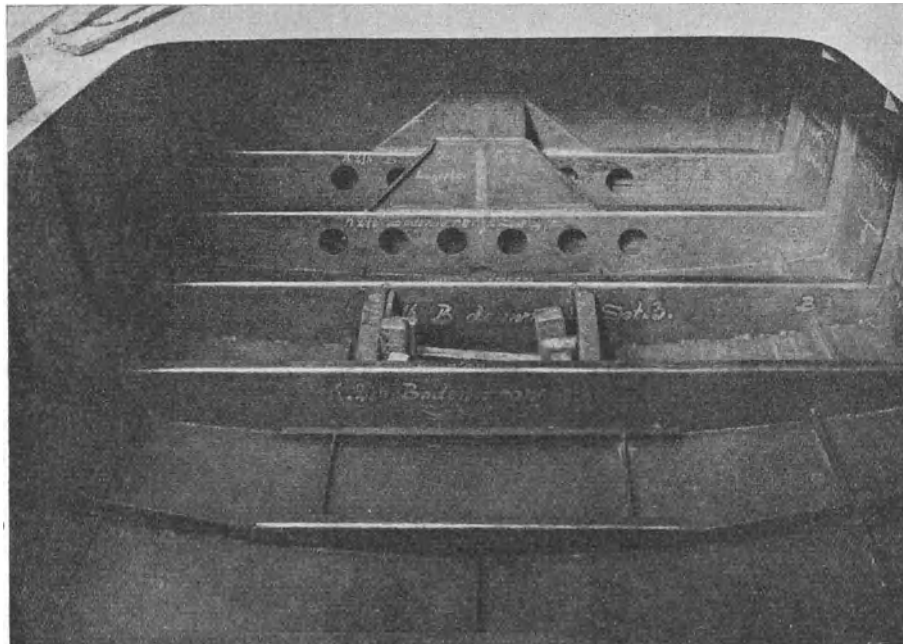


Abb. 2. Verkehrsboot „Albatros“. Bodenkonstruktion im Heck.
Sp. 1 und 2 Lagerbock für das Ruder. Sp. 3 und 4 Durchtritt des Wellenbocks.

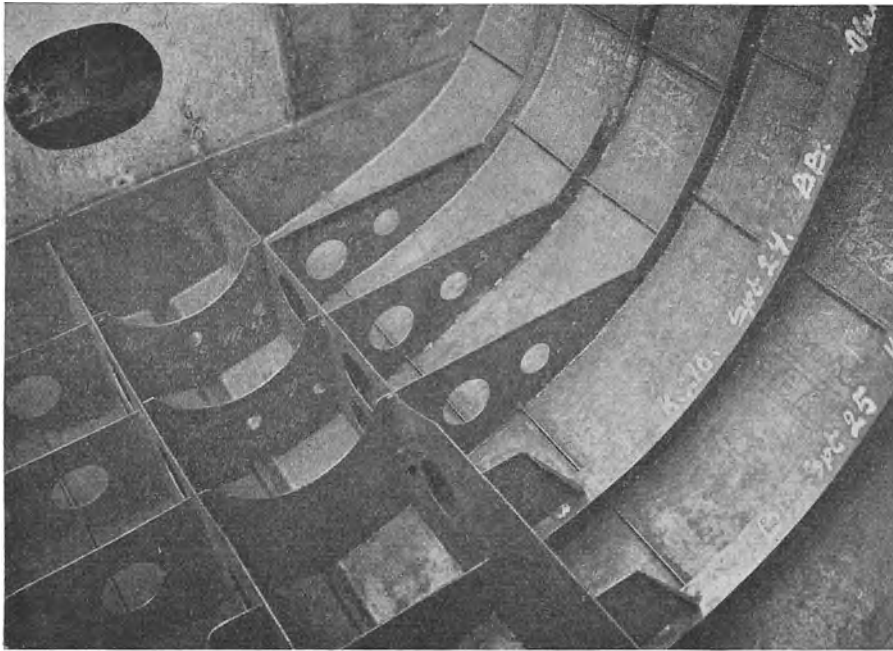


Abb. 3. Verkehrsboot „Albatros“ Maschinenfundament.

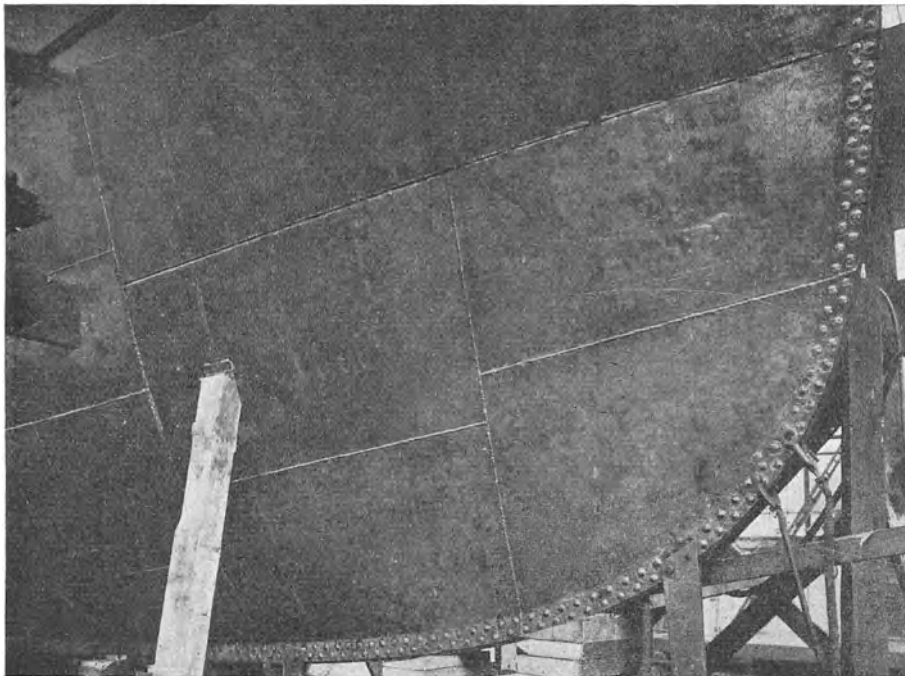


Abb. 4. Verkehrsboot „Albatros“. Platteneinteilung am Bug.

Im Kriegsschiffbau sind wir durch die Displacementsbeschränkung bereits zu sehr weitgehender Verwendung der elektrischen Schweißung gezwungen worden, ich darf sagen für den Anfang mit recht gutem Erfolg.

Im Handelsschiffbau ist allerdings ein großes Hindernis vorläufig der Konservatismus der Klassifikationsgesellschaften, der an sich ja vollständig berechtigt ist, aber auch der wird überwunden werden. (Lebhafter Beifall.)

Herr Marinebaurat Allardt, Hamburg:

Meine Herren! Vom Standpunkte des Schweißtechnikers möchte ich den Vortrag des Herrn Oberbaurat Lottmann als eine Tat begrüßen, die sich weit über den Bereich des Kriegsschiffbaues segensreich auswirken wird. Ich möchte daran die Hoffnung knüpfen, daß der Schmelzschweißung auch von seiten der großen Versicherungsgesellschaften für unsere Handelsflotte dieselbe verständnisvolle Behandlung zuteil wird, die sie seit einer Reihe von Jahren durch die Dampfkessel-Überwachungsvereine erfährt.

Technisch will ich zu den Ausführungen des Herrn Lottmann nur soweit Stellung nehmen, als ich feststelle, daß nach meinem Gefühl die Gasschmelzschweißung bei den Arbeiten in Wilhelmshaven nicht voll zur Geltung gekommen ist, für deren Anwendung sich auch im Schiffbau im Laufe der Zeit noch eine große Zahl von Möglichkeiten ergeben wird.

Das, was mich eigentlich veranlaßt hat, hier das Wort zu nehmen, ist vielmehr ein Thema, welches wohl verschiedentlich gestreift, aber doch nicht in dem seiner Wichtigkeit gebührendem Maße zur Geltung gekommen ist: die richtige Ausbildung des Schmelzschweißers. Gerade mit Rücksicht darauf, daß die Güte der Schweißung von dem Manne abhängig ist, der sie ausführt, ist die Frage der Entwicklung des Schweißerhandwerkes um so bedeutungsvoller, um so unhaltbarer die Zustände, die noch heute auf diesem Gebiete herrschen.

Wir haben in Deutschland bereits eine ganze Reihe von tüchtigen Schweißern, denen es aber nur in Ausnahmefällen gelingt, sich ihrem Können entsprechend hervorzuheben. Vielfach arbeiten sie auf demselben Niveau mit den Vielen, welche nur auf einen Bruchteil des Gebietes angelernt sind, welches sie selbst beherrschen.

Die Weiterbildung des Schweißers ist dadurch erschwert, daß naturgemäß das Werk, welches keine besondere Werkschule besitzt, weder Zeit noch Lehrkräfte hat, um seine Schweißer sachgemäß fortzubilden.

Erschwerend wirkt weiterhin, daß der Betriebsführer, Ingenieur oder Meister, sofern er nicht selbst Schweißfachmann ist — und diese Kategorie ist bis heute noch außerordentlich spärlich vertreten —, kaum in der Lage ist die Fähigkeiten der einzelnen Schweißer zutreffend zu beurteilen.

Da klafft also ein Riß, da ist noch eine Aufgabe zu lösen. Der Verband für autogene Metallbearbeitung, Hamburg, hat in Verbindung mit dem Verein Deutscher Ingenieure (Fachausschuß für Schweißtechnik) der Entwicklung des Schweißerhandwerkes, insbesondere der Ausbildung des Schmelzschweißers, seine Aufmerksamkeit gewidmet und in den letzten zwei Jahren über 3000 Fachleute — Ingenieure und Schweißer — in praktischen Gasschmelz- und elektrischen Schweißkursen gefördert. Ich sage mit Absicht „gefördert“, denn es ist klar, daß mit einem oder mehreren Kursen eine Ausbildung zum fertigen Schweißer nicht erzielt werden kann. Daß diese Kurse aber immerhin einen Riesenschritt vorwärts bedeuten, dafür zeugt einerseits der starke Besuch, den sie überall zu verzeichnen hatten, und andererseits die dankbare Anerkennung von seiten der Teilnehmer.

Meine Herren! In den letzten Wochen hat nun unsere Bewegung einen weiteren entscheidenden Fortschritt zu verzeichnen gehabt, indem der Verband durch Einrichtung einer modernen Lehr- und Versuchswerkstätte hier in Charlottenburg, Spreestraße 59, nunmehr in der Lage ist, in Betriebslehrgängen von täglich achtstündiger Arbeit die wirkliche „Ausbildung“ des Industrieschweißers übernehmen zu können.

Die erwähnte Lehrwerkstätte bringt aber noch einen weiteren entscheidenden Vorteil, denn sie ermöglicht, der Frage der Abhaltung von Schweißprüfungen in der Art der für die übrigen Handwerke üblichen Prüfungen näherzutreten. Der Verband beabsichtigt, bereits Anfang nächsten Jahres für die in seinen Kursen als Schweißmeister wirkenden Praktiker eine derartige Prüfung durchzuführen, die später auf weitere Kreise ausgedehnt werden dürfte.

Mit dem Vorhandensein einer Anzahl von praktischen Fachleuten, die durch eine solche Prüfung den Beweis von Können und Zuverlässigkeit gegeben haben („Testschweißer“), wird die Frage der Anerkennung der Schweißung durch die Dampfkessel-Überwachungsvereine, Versicherungsgesellschaften und Behörden auf eine neue Grundlage gestellt sein.

Meine Herren! Das von mir Vorgebrachte ist naturgemäß nur ein Bruchstück aus dem großen Komplex von Fragen, welche in ihrer Gesamtheit den Begriff der Entwicklung des Schweißerhandwerkes bilden, und bezweckte auch nur, Ihre Aufmerksamkeit allgemein auf dies im Hintergrunde wartende Problem zu richten.

Darüber hinaus aber war es mir auch wichtig, Ihnen mitteilen zu können, daß es in Deutschland eine Stelle gibt, die sich seiner Bearbeitung besonders gewidmet hat, die dankbar für jede ihr zukommende Anregung und Mitarbeit ist, auf der anderen Seite aber auch jede Gelegenheit begrüßen wird, Industrie und Handwerk mit ihren Erfahrungen zur Seite zu stehen.

Die Aufgabe der Einordnung der Schweißtechnik in die deutsche Metallbearbeitung wird noch eine große Summe zielbewußter Arbeit erfordern; in ihrer ganzen Bedeutung wird sie erkannt werden, wenn es einmal gelungen sein wird, sie zweckentsprechend und nach allen Seiten hin richtig zu lösen. (Lebhafter Beifall.)

Herr Direktor Dr. Vaas, Berlin:

Der Herr Vortragende hat zum Schluß erklärt, daß die Gestehungskosten bei solchen Schiffen, die fast vollkommen geschweißt würden, fast gleich denen der genieteten kämen. Ich möchte hier die kurze Frage daran anschließen, dies soll sich wohl nur auf die Lohnkosten beziehen, dagegen nicht auf die Materialersparnis, die wohl wie üblich etwa ein Fünftel betragen würde, wie der Herr Vortragende früher erklärt hat? (Zustimmung des Vortragenden.)

Als anderer Punkt möchte ich kurz auf die Frage der Verwendung der Schweißdrähte eingehen. Der Herr Vortragende hat hier verallgemeinert schon gesagt, daß im Schiffsbau die nackten Schweißdrähte vor den umhüllten Stäben aus wirtschaftlichen Gründen den Vorzug verdienten. Daß diese Verallgemeinerung falsch ist, dafür möchte ich ein Beispiel aus einer Selbstkostenberechnung vorführen, die vor kurzem auf einem Werk der Vereinigten Stahlwerke vorkam. Hier wurde festgestellt, daß bei der Frage nach Verwendung umhüllten oder nackten Schweißdrahtes besonders der Spritzverlust und die Schweißgeschwindigkeit zu berücksichtigen sind. Es ergab sich, daß bei Vergleich der Zeit und Menge, die benötigt wurde, das Verhältnis von geschweißtem Material für umhüllte (getauchte) Stäbe zu den nackten wie 5 : 3 war. Legt man diesen Zeitgewinn und Volumengewinn zugrunde und dementsprechend Ersparnis an Arbeitslohn, Amortisationsquote und ähnlichen Kosten, die gerade einen viel größeren Anteil an den gesamten Selbstkosten ausmachen als der tatsächliche Drahtverbrauch, so ergab sich, daß in diesem Beispiel die Schweißungen mit umhüllten Stäben, die an und für sich teurer sind, in Wirklichkeit sich im Endergebnis billiger stellen als diejenigen mit nackten Stäben.

Herr Obermarinebaurat Lottmann, Wilhelmshaven (Schlußwort):

Ich danke den Herren Diskussionsrednern für die Teilnahme, die sie an meinem Vortrage gezeigt haben, und will nur ganz kurz auf einzelnes eingehen.

Mit der Gegenüberstellung von Einzelumformern und Großumformern wollte ich hier nur zeigen, daß man auch nach diesem letztgenannten System, vom Netz, wie man es früher nannte, in bestimmten Fällen mit Vorteil schweißen kann. Selbstverständlich sind die Leerlaufwerte der Einzelumformer in der letzten Zeit verbessert worden. Wir haben ursprünglich mit 3 kw gerechnet und zuletzt 1,7 kw erreicht und in der Rechnung angesetzt. Herr Danz, Sie haben, soviel ich weiß, auch mit 1,7 kw für Einzelumformer gerechnet. Auch die anderen zur Abbildung 4 angegebenen Werte beruhen auf Messungen. Im übrigen muß ich sagen, daß sich das Bild von Herrn Danz im allgemeinen mit dem meinigen deckt. Jedenfalls war da nicht viel Unterschied.

Herr Geheimrat Flamm fragte mich wegen der Gesamtersparnis für ein U-Boot. Ich habe leider ein U-Boot in jetziger Zeit noch nicht durchgerechnet. Man müßte für einen Rechnungsüberschlag schon von einem Werte ausgehen, wie ich ihn als Beispiel für ein Schott angab, mit 14,7% an Materialersparnis; die kann man im einzelnen Teil ersparen. Im übrigen wirkt sich das Schweißen konstruktiv aus, die Schiffe werden nicht gleich, wie ich sagte, sondern schon in der Konstruktion anders, wenn man im großen Umfange schweißt oder nicht schweißt.

Wegen der Korrosion ist zu sagen: Die Schweißungen, wenn sie nicht nachgearbeitet sind, korrodieren etwas mehr als das natürliche Material. Es wird deswegen eine Nacharbeitung der Schweißung vielfach angewandt. Man kann das entweder mit dem Preßlufthammer, mit dem Handhammer oder auch mit der Preßluftschleifscheibe machen. Bei senkrechten Wänden wird meistens die rotierende Schleifscheibe angewandt. Für die Innenverbände ist die Korrosion erst seit etwa anderthalb oder zwei Jahren von uns beobachtet und erprobt. Wir haben bisher keine Schäden feststellen können. An der Außenhaut haben wir schon seit 4 Jahren Korrosionsversuche gemacht. Wir haben Schiffsaußenhaut an Stellen die angefressen waren und zum Rosten neigten abgestemmt, mit dicken Schweißraupen nachgetragen und danach geglättet. Diese Auftragungen der Schweißungen waren sauber gestrichen; sie haben sich nicht irgendwie unterschiedlich im Vergleich zur gesunden Außenhaut erwiesen und hervorragend gehalten. Die Hauptsache ist dabei jedenfalls, daß der Rost vorher sauber heruntergekratzt und sauber abgestemmt wurde.

Blech- und Stahlguß würde ich vorläufig noch nicht zusammen schweißen, vor allem bei einem Wellenbock noch nicht. (Zuruf: Gußstahl!) Auch nicht Blech mit Gußstahl. Ich habe die Schrumpfungen nicht so weit in der Hand, um den Bock sicher auszumitteln. Ich würde in solchem Falle lieber nieten oder bolzen.

Die Transformatoren hatte ich in meinem mündlichen Vortrage nicht erwähnt. Im Manuskript wollte ich sie nicht ganz weglassen. Herr Dr. Strelow kam darauf. Es ist richtig, was Herr Dr. Strelow sagte und stimmt mit meinen Erfahrungen überein. Die Transformatoren eignen sich vor allen Dingen für dünneres Blech. Die Transformatoren sind für vorhandene Wechselstromleistungen hervorragend geeignet und wirtschaftlich. Insbesondere für jeden kleinen Klempnerbetrieb, der irgend etwas schweißen will und dem es auf die Festigkeit nicht in erster Linie ankommt; für diese und ähnliche Zwecke sind Wechselstromschweißungen sehr gut brauchbar.

Die Hämmern: Ich dachte, es wäre klar aus meinem Vortrag hervorgegangen, daß die Hämmern mit Gefahren verbunden ist. Es ist selbstverständlich, daß man sie nicht überall anwendet.

Herr Baurat Allardt erwähnte, daß ich die Gasschmelzschweißung nicht genügend herausgestellt hätte. Ja, mein Vortrag handelt von der elektrischen Schweißung. Ich kann nicht dafür, daß sie so wenig behandelt ist. (Heiterkeit.) Ich kann zu seinem Trost sagen, die Werft Wilhelmshaven hatte vor drei Jahren 90 Gasschmelzschweißer, und sie hatte vor acht Wochen 220 elektrische Schmelzschweißer. Die Zahl von den autogenen Schweißern war während der Zwischenzeit von 90 auf 100 heraufgegangen. Also Herr Baurat Allardt braucht keine Angst um seine Gasschmelzschweiße zu haben. (Heiterkeit.) Im übrigen freue ich mich noch besonders über das, was Herr Baurat Allardt über die Ausbildung der Leute gesagt hat. Ich muß da gestehen, auch die Werft Wilhelmshaven hat sich im Anfange der Entwicklung ihrer elektrischen Schweißerei — und das ist im ganzen sehr schnell, im Laufe von 2 1/2 Jahren

ungefähr, geschehen — in dem Glauben befunden, daß ein Schweißer in vielleicht 6 oder 8 Wochen ausgebildet wäre. Es war auch so, daß die Leute dann schweißen konnten. Wir haben jedoch nachträglich gefunden, daß noch nach 2 Jahren Lehrzeit und obgleich wir die gerissensten Handwerker dazu genommen hatten, vor allem Schmiede, die nach unserer Ansicht mit dem Warmbehandeln von Material vertraut waren, diese dann immer noch viel, insbesondere für die Beherrschung des Schrumpfens, zugelehrt haben. Wir haben uns gewundert, daß z. B. ein Schweißer, der die Platten keilig geteilt zusammenlegt, mit einem Winkel von 15 mm auf ein Meter vorwärts kam und die Bleche gut zusammenbrachte, und ein anderer es mit 5 mm machte und es auch vorwärts brachte. Es lag einfach daran, daß der eine Schweißer etwas schneller schweißt als der andere. Das sind persönliche Handfertigkeiten, und das ist auch wiederum das Schlimme an der Sache, daß der Betrieb bis zu einem gewissen Grade von dem Schweißer selbst abhängig ist. Andererseits kann man jedoch, wenn man sich länger damit beschäftigt, auch als Betriebsingenieur die Ausführung mit Erfolg beobachten. Es gibt neuerdings Röntgenapparate, mit denen Lunker in der Schweißung feststellbar sind. Die Versuche hiermit sind bisher noch nicht über das Laboratorium hinausgekommen. Aber es ist für einen Kundigen auch schon von außen zu erkennen, ob eine Schweißung gut gelungen ist. Wenn man länger dabei gewesen ist und die Leute in der Hand hat, dann kann man wohl die Schweißer und das Schweißen auf seine Güte hin beurteilen.

Ebenso wie der geistige Arbeiter in der Berücksichtigung des neuen Schweißverfahrens, beginnend bei der zeichnerischen Konstruktion und beobachtend bei der Leitung des Baues, lernen und gut arbeiten soll, so kann es auch der Schweißer handwerksmäßig lernen. Aber er muß es auch lernen. Dazu sind die Schulen, die Herr Baurat Allardt erwähnte, sehr gut.

Das ist das, was ich zu den einzelnen Ausführungen zu sagen hatte. Ich hoffe, daß die Klassifikationsgesellschaften und Reeder, wenn nun die Werften eine größere Zahl und einen größeren Stamm von zuverlässigen Schweißern haben, auch den Mut fassen werden, die Bedingungen, unter denen sie die Schweißung zulassen, etwas milder zu fassen. (Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Seitdem uns Herr Dr.-Ing. Strelow im Jahre 1923 seinen damals viel bemerkten Vortrag über die Anwendung der Lichtbogenschweißung im praktischen Schiffbau gehalten hat, ist diese in den verflossenen 4 Jahren immer mehr in Aufnahme gekommen. Der Herr Vortragende berichtet uns nun über seine Erfahrungen mit dem elektrischen Schweißverfahren, die sich im allgemeinen als so günstig erweisen, daß wir wohl damit rechnen müssen, das Schweißen wird nach und nach im Schiffbau schon wegen seiner Gewichtersparnis gegenüber der Nietung mehr in Aufnahme kommen. Für die Bekanntgabe seiner Erfahrungen möchte ich Herrn Obermarinebaurat Lottmann den Dank der Versammlung aussprechen.

X. Die Lentz-Einheits-Schiffsmaschine; Entstehung, Entwicklung, Vorteile und gesammelte Erfahrungen.

Von Direktor Ing. Wilhelm Salge, Berlin.

Im Jahre 1911 wurden gelegentlich der Tagung der Schiffbautechnischen Gesellschaft zum ersten Male von dem im Kriege gefallenen Ingenieur Lichtensteiner Mitteilungen über die Vorschläge und Entwürfe des Baurat Dr. Hugo Lentz gemacht, die Ventilsteuerung in den Schiffsmaschinenbau einzuführen und dadurch Vereinfachungen im Aufbau von Schiffsdampfmaschinen und Verbesserung ihrer Wirtschaftlichkeit zu erstreben. Wohlwollendes Interesse brachte die deutsche Marineleitung den angestrebten Verbesserungen der Schiffsdampfmaschinen entgegen. Sie bestellte für den Tender „Drache“ die Hauptmaschinen mit Ventilsteuerung nach den Vorschlägen von Lentz. Meines Wissens wurde damit zum ersten Male die Ventilsteuerung im deutschen Schiffsdampfmaschinenbau ausgeführt. Um den Stand der heutigen Ausführungen an Hand der nachfolgenden Bilder über die Lentz-Einheits-Schiffsmaschine besser verfolgen zu können, bringe ich zunächst mit Abb. 1 die Maschinen vom Tender „Drache“. Es waren dem damaligen Stande der Technik entsprechend durchgebildete Heißdampfmaschinen, und zwar einfache Verbundmaschinen, dreikurbelig, wobei der H.D.-Zylinder in der Mitte und zwei N.D.-Zylinder seitlich angeordnet waren. Jeder Zylinder hatte seine gesteuerten Ein- und Auslaßventile. Der Antrieb erfolgte durch Exzenter, welche, am vorderen Wellenende angeordnet, die mit Hohlwellen ineinander geschachtelten Steuerwellen betätigten. In den Exzentern lag die Zahnstangen-Umsteuerung, welche bereits damals einfach durch Handrad erfolgte. Die Hauptmaschinen hatten eine mittlere Leistung von je 800 PS_i. Mit Erlaubnis der Marineleitung kann ich bekanntgeben, daß die seit dem Jahre 1908 im Betriebe befindlichen Maschinen sich bewährt haben und ihre Steuerung heute noch einwandfrei arbeitet.

Wesentliche Unterstützung fanden die damaligen Arbeiten von Lentz durch die Firma Heinrich Lanz, Mannheim, welche als ersten Versuch den Umbau der Antriebsmaschine an Bord der Yacht „Lensahn“ Sr. Kgl. Hoheit des Großherzogs von Oldenburg unter gleichzeitigem Einbau von Dampfüberhitzern nach System Schmidt mit Erfolg durchführte.

Leider kann ich über die Maschine von der Yacht „Lensaahn“, welche im Jahre 1924 nach Amerika verkauft wurde, und die sich bis dahin auch bestens bewährt hatte, keine neuen Mitteilungen mehr machen, da diese Yacht bei dem Seebeben im Jahre 1926 bei Florida vernichtet wurde.

Jedenfalls ist zu erkennen, daß bereits die ersten Versuche mit Ventilmaschinen im Schiffbau zu einem Erfolge führten, welcher die Aufmerksamkeit der Fachwelt erregte. Diese fand ihren Ausdruck darin, daß bis zum Jahre 1914 bereits 66 Maschinen mit rund 80000 PS_i als Lentz-Schiffsdampfmaschinen in Betrieb genommen wurden. Alle diese Maschinen sind, soweit die Schiffe nicht im Kriege oder anderweitig verlorengegangen sind, nach meiner kürzlich eingezogenen Informationen noch heute im Dienst.

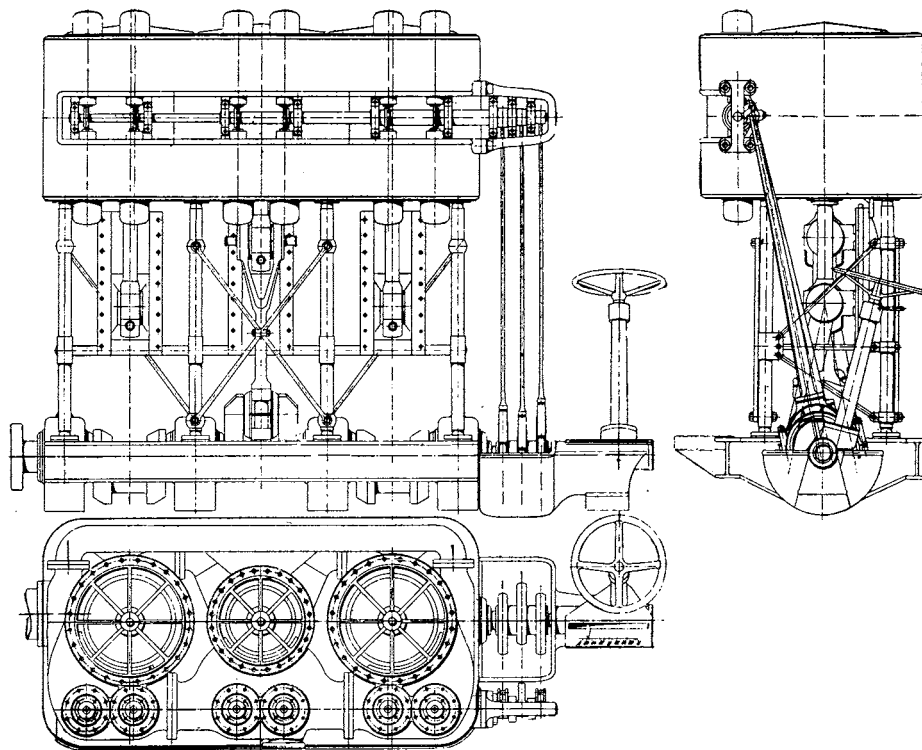
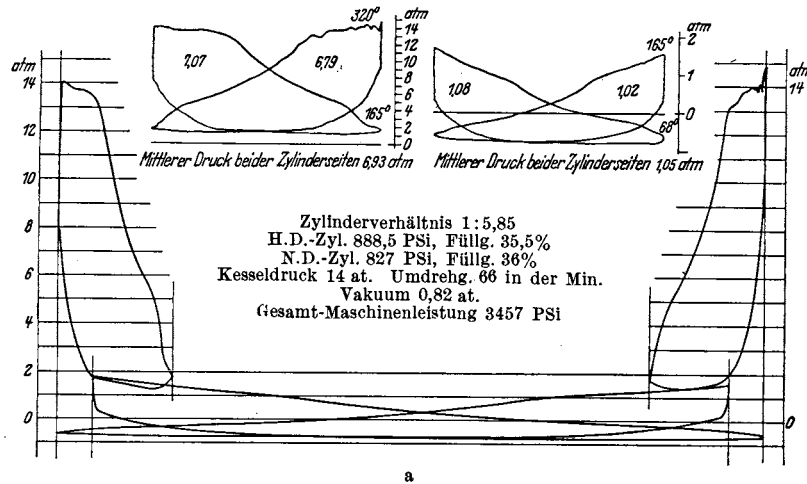


Abb. 1. Hauptmaschine Tender „Drache“, erbaut 1908.

Auch unsere großen Reedereien u. a. Hapag, Norddeutscher Lloyd, Levante-Linie und Hugo Stinnes-Linie verwendeten bereits seit 1910 Lentz-Ventil-Schiffsmaschinen mit Erfolg, welche größtenteils vom Bremer Vulkan, Vegesack, und Ottensener Eisenwerken A.-G., Altona, gebaut wurden, und die bereits in einzelnen Fällen, nach mir zur Verfügung gestellten Auszügen aus den Bordprotokollen Kohlenverbrauchszahlen von 0,6 kg PS_i-st. ergaben. Die Abb. 2a und b zeigt die Originaldiagramme und die rankinisierten Diagramme von der Hauptmaschine des Dampfers „Fürst Bülow“. Diese Diagramme sind insofern für die nachfolgenden Erklärungen interessant, als Dampfer „Fürst Bülow“ nach Dampfer „Answald“ die zweite Doppelverbundmaschine erhielt, aber nicht nach dem Woolfschen Prinzip, wie die heutige LES, sondern mit 4 Ventilen für jeden Zy-

linder, also mit vollkommen getrennten Dampfein- und -auslaßorganen. An dieser Stelle ist hinzuweisen auf die Spannungs- und Temperaturunterschiede in den Diagrammen, als Folgeerscheinung der verschieden langen Dampfwege für den Frischdampf. Der Dampf für die vordere Maschine tritt vom Absperrventil direkt in diese ein, für die hintere Maschine geht aber der Dampf am ganzen Zylinderkomplex entlang zum betreffenden H.D.-Zylinder.

S. S. „Fürst Bülow“ $2 \cdot \frac{655 \cdot 1585}{1370}$. 5. Ausreise am 5. Mai 1913, Maschine I.



S. S. „Fürst Bülow“ $2 \cdot \frac{655 \cdot 1585}{1370}$. 5. Ausreise am 5. Mai 1913, Maschine II.

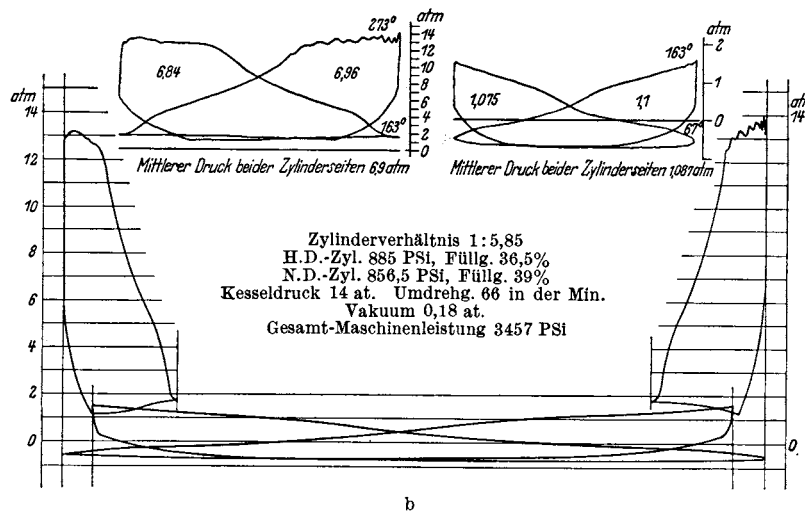


Abb. 2 a u. b. Diagramme der Hauptmaschine Dampfer „Fürst Bülow“, erbaut 1910.

Um die Einführung der Schiffsventilmaschine hat sich Herr Direktor Nottholt von der Oldenburg-Portugiesischen-Dampfschiffs-Reederei, Hamburg, besonders verdient gemacht. Wie er mit Wagemut und richtiger Voraussicht den ersten Dampfüberhitzer nach System Schmidt in den Handelsschiffbau einführte, so verwendete er auch zuerst die Ventildampfmaschine für Handelsschiffe. Die erste Maschine seiner Bestellungen gelangte auf dem Dampfer „Lisboa“ im Jahre

1909 zum Einbau und ist noch heute anstandslos im Betriebe. Über diese Maschine, welche als Dreifachexpansionsmaschine vom Ottensener Eisenwerk A.-G., Altona, geliefert wurde, äußerte sich die Reederei noch jetzt nach 18 Jahren außerordentlich zufriedenstellend. Sie erklärt insbesondere, daß an dem Steuerungsmechanismus irgendwelche Störungen nicht vorgekommen sind, trotzdem das Schiff bis heute etwa 600000 Seemeilen zurückgelegt hat. Ich habe von dieser Maschine im Anfang August, gelegentlich einer Anwesenheit des Dampfers „Lisboa“ im Hamburger Hafen, ein H.D.-Einlaßventil mit Spindel und Sitz sofort nach dem Ausbau, ohne jegliche Reinigung, photographieren lassen, und die nächste Abb. 3a gibt diese Photographien ohne irgendwelche Retuschen wieder. Es ist in der Vergrößerung Abb. 3b deutlich zu erkennen, daß

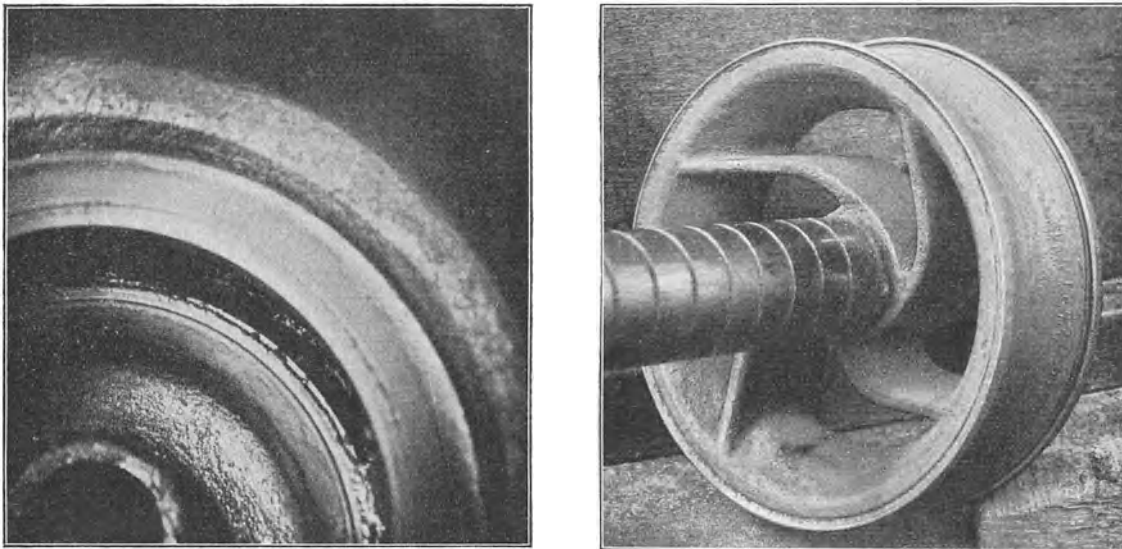


Abb. 3 a. Ventilsitz und Ventil-Hochdruck-Einlaß Hauptmaschine Dampfer „Lisboa“, erster Ausbau nach 18 jährigem Betrieb.

die an und für sich sehr schmalen Sitzflächen sowohl des Ventilkegels als auch des Ventilsitzes während der langen Betriebszeit sehr gut gearbeitet haben, bei einer Überhitzung von etwa 290°C . Nach Angabe der Reederei sind weder an dem Ventil noch an dem Ventilsitz irgendwelche Nacharbeiten vorgenommen. Auch die Ventilspindeln, welche mit Labyrinthdichtung ausgeführt sind, haben sich als dauernd dicht erwiesen, und auch das Lichtbild läßt erkennen, daß sie gut gearbeitet haben.

Die Jahre 1914 bis 1918 brachten selbstverständlich einen Stillstand in der Entwicklung der Ventilschiffsdampfmaschinen. Die in den letzten Kriegsjahren einsetzende Bewegung zur Standardisierung von Handelsschiffen wurde die Veranlassung für Lentz, an den Plan der Vereinheitlichung der Schiffsventilmaschine heranzutreten. Unter Wiederaufnahme bereits früher aufgestellter Pläne reiften dann die Entwürfe für eine Doppelverbunddampfmaschine Woolfscher Bauart, d. h. ohne Receiver im Gegensatz zu den bereits erwähnten Maschinen auf Dampfer „Answald“ und „Fürst Bülow“.

In dankenswerter Weise entsprachen die maschinentechnischen Leiter großer deutscher Reedereien sowie die Ottensener Eisenwerke A.-G., Altona, welche bis dahin die meisten Ventilschiffsmaschinen ausgeführt und dementsprechende Erfahrungen gesammelt hatten, der Bitte, gemeinsam ein Bauprogramm für

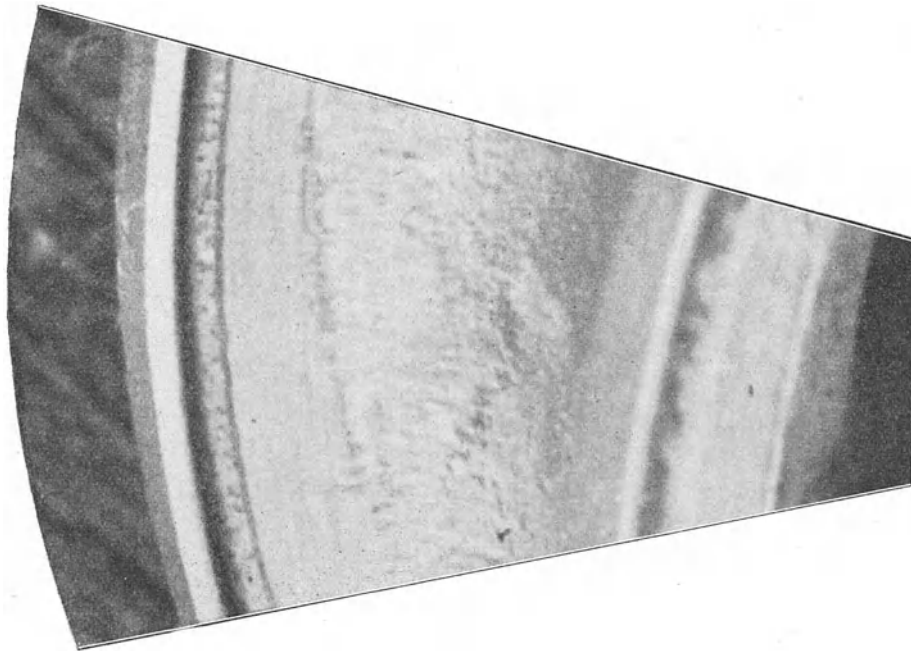
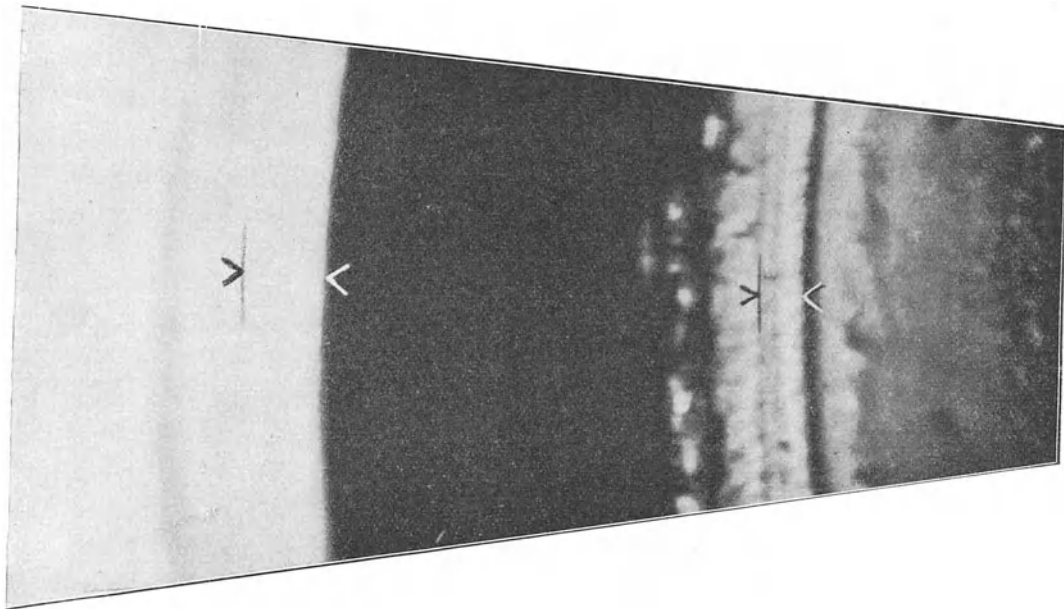


Abb. 3 b. ca. 5 fache Vergrößerung eines Ausschnittes von Ventilsitz und Ventilkegel.



eine Einheits-Ventilschiffsdampfmaschine aufzustellen. In ausgedehnten Fachsitzungen in Hamburg wurden die jahrelangen praktischen Erfahrungen dieser Herren verarbeitet, und von vornherein wurde auf Normalisierung und Typisierung weitestgehend Rücksicht genommen. Die erst im Werden begriffenen

HNA- und DI-Normen fanden bereits Anwendung, und als die Firma Borsig in den Kreis der Lizenznehmerinnen trat und ihre weitgehenden Werkstatt-erfahrungen und Einrichtungen zur Verfügung stellte, war ein Kreis von Fachleuten gebildet, der erhoffen ließ, etwas Nutzbringendes für den deutschen Schiffsmaschinenbau zu schaffen. Der erste Gedanke der heute zum Schlagwort gewordenen Rationalisierung entstand in diesem Kreise, insofern, als bereits vorgeschlagen und angestrebt wurde, um wirtschaftliche Höchstleistung zu erzielen, die Arbeiten für den Schiffbau auf die Werften und für Kessel und Maschinen auf die gut eingerichteten Spezialfabriken entsprechend zu verteilen. Wir Dampfmaschineningenieure mußten einsehen, daß eine neue Schiffsdampfmaschine höchster Wirtschaftlichkeit geschaffen werden mußte. Es trieben auch die außerordentlichen Erfolge der deutschen Motorenindustrie dazu, ihr nachzueifern und eine Schiffsdampfmaschine herauszubringen, die in möglichst weiten Grenzen bei bester Wirtschaftlichkeit mit wenigen Modellen ein gutes Anwendungsgebiet sicherte. Die günstigste Überhitzung und der günstigste Dampfdruck für den Betrieb von Schiffsmaschinen für Handelsdampfer mußten zur Anwendung gelangen, und dabei durfte die zu erwartende Entwicklung zum hohen Dampfdruck und zu hoher Überhitzung nicht außer acht gelassen werden. Es mußte auf diese Weise dafür gesorgt werden, den Beweis zu bringen, daß die so häufig gehaltenen Nachrufe auf die sterbende Kolbendampfmaschine reichlich verfrüht waren. Die Überlegungen der an dem Bauprogramm beteiligten Herren führten dazu, eine Doppelverbundmaschine mit Ventilsteuerung für etwa 14,5 atü Kesseldruck bei 350° C Überhitzung am Kessel, also etwa 13,5 bis 14 atü und 325° C an der Maschine mit getrennt aufgestellter Oberflächenkondensation zu schaffen. Die theoretischen Ermittlungen ergeben, daß bei diesen Dampfverhältnissen, d. h. gerade im Gebiete höherer Überhitzung bei diesen niedrigen Dampfdrücken unter Berücksichtigung der im Handelsschiffbau bevorzugten Großwasserraumzylinderkessel und der gebräuchlichen Überhitzer, in der Doppelverbundmaschine die beste Ausnutzung des Wärmegefälles stattfindet.

Weiter entschloß man sich, die Oberflächenkondensation getrennt aufzustellen, um die Möglichkeit zu schaffen, den Aufbau der Maschine zu vereinfachen, durch den Fortfall der angehängten Pumpen den mechanischen Wirkungsgrad zu erhöhen und dann vor allen Dingen den für den Pumpenantrieb der getrennten Kondensation benötigten Dampf wirksamst als Abdampf zur Vorwärmung des Speisewassers auszunutzen. Als Anwendungsbereich wurden die Leistungen von 500 bis 5000 PS_i mit Umlaufzahlen von etwa 70 bis 125 minutlich bestimmt. Es entstand der Gedanke der Lentz-Einheits-Schiffsmaschine, der heute wohl allgemein bekannten LES. Ihnen, meine Herren, zu zeigen, inwieweit es gelungen ist, die gestellten Anforderungen zu erfüllen und Ihnen einiges meist noch nicht Bekanntes über Konstruktion, Ausführung und Ergebnisse mit der LES zu sagen, soll der Zweck meiner heutigen weiteren Darlegungen sein.

Nachdem das Bauprogramm für das Maschinensystem der LES festgelegt war, wurden eine Reihe von Entwürfen für die Gesamtanordnung der Maschine ein-

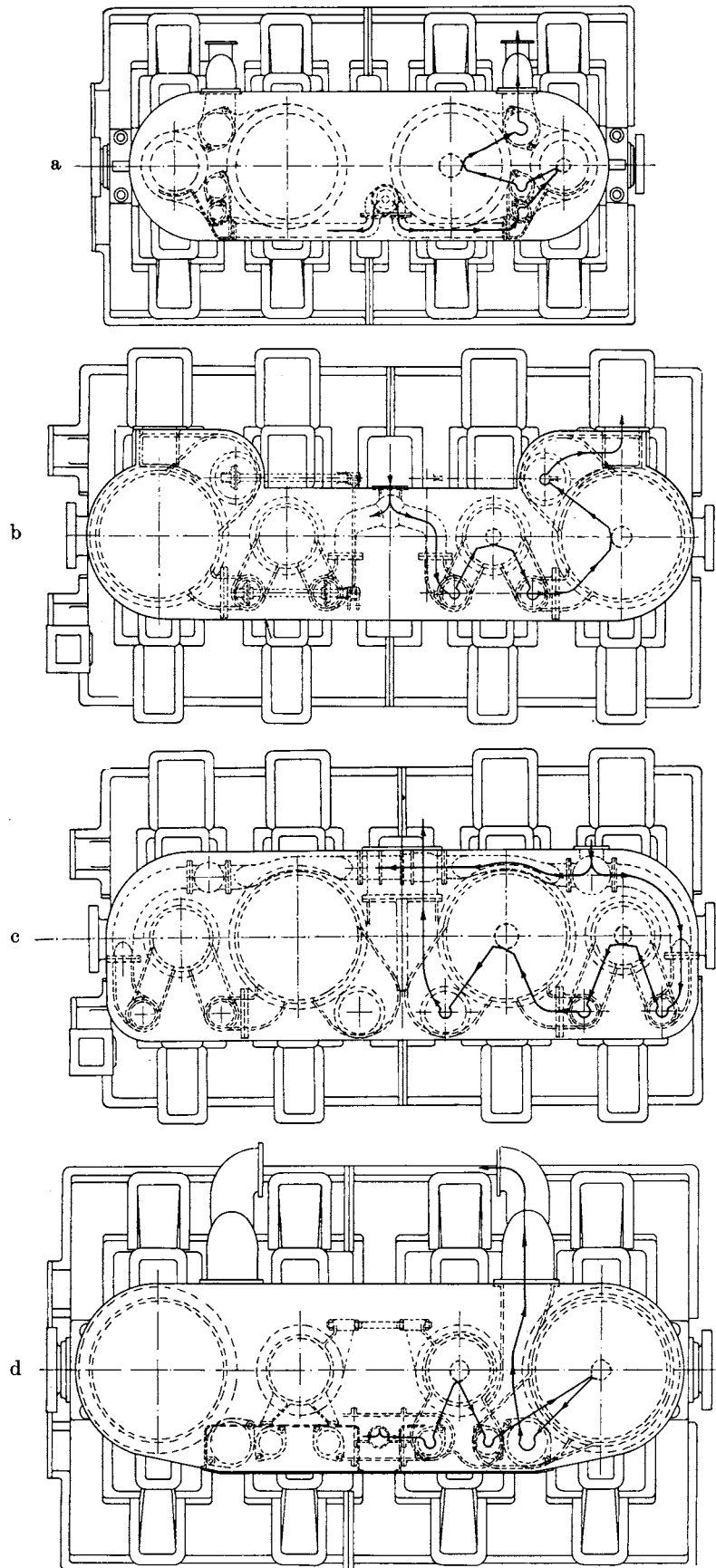


Abb. 4 a bis d. Verschiedene Entwürfe über die Anordnung der Ventile an den Zylindern, die Lage der Zylinder untereinander und Dampfwege. Die Entwürfe gelangten nicht zur Durchführung.

gehend durchgearbeitet. Es mußte zunächst festgestellt werden, wie am zweckmäßigsten die Anordnung der Steuerung und der Umsteuerung, als der wichtigsten Teile für den weiteren Aufbau der Maschine, zu treffen seien. Dabei sollten als Hauptgesichtspunkte kürzeste Dampfwegen, geringste Wärmeverluste, gute

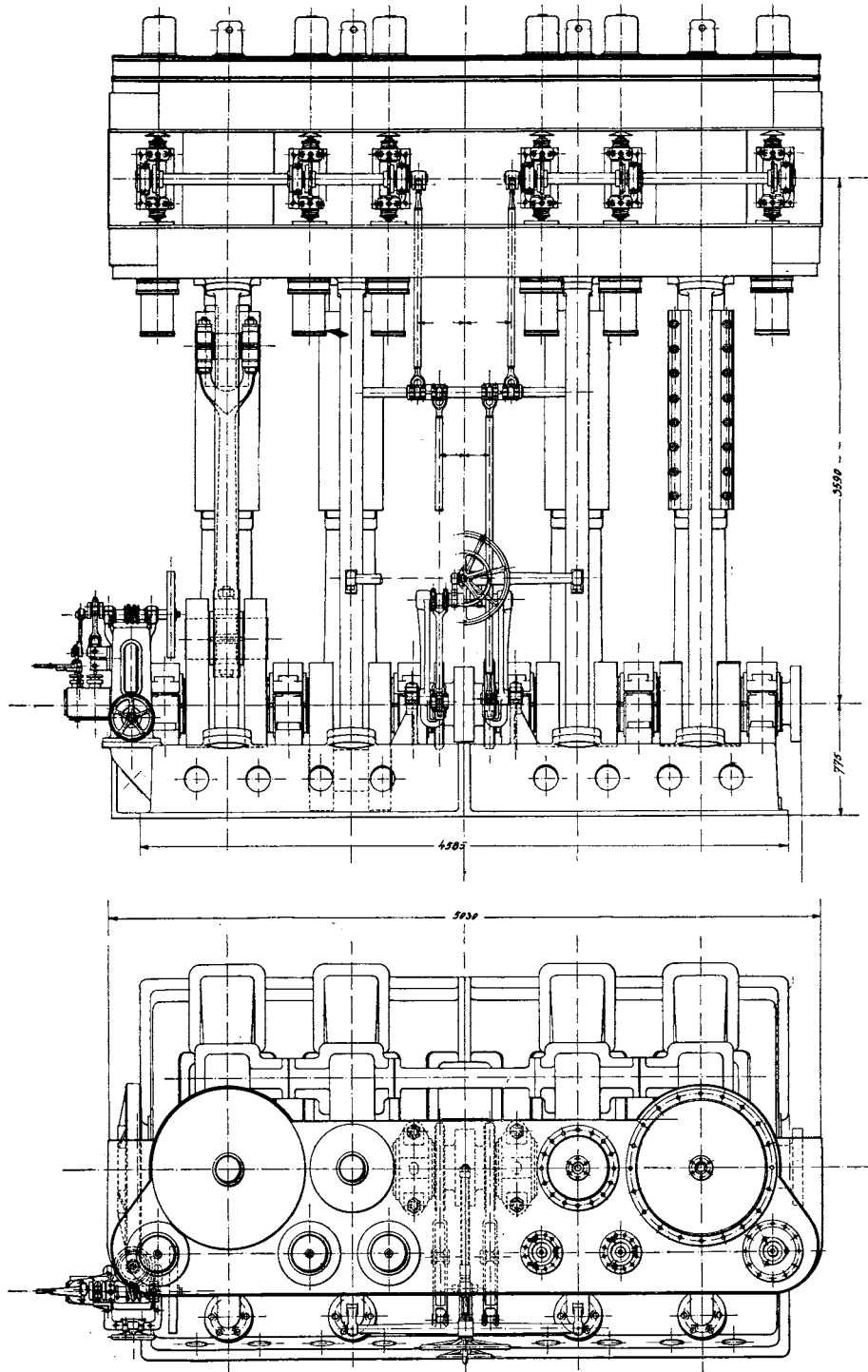
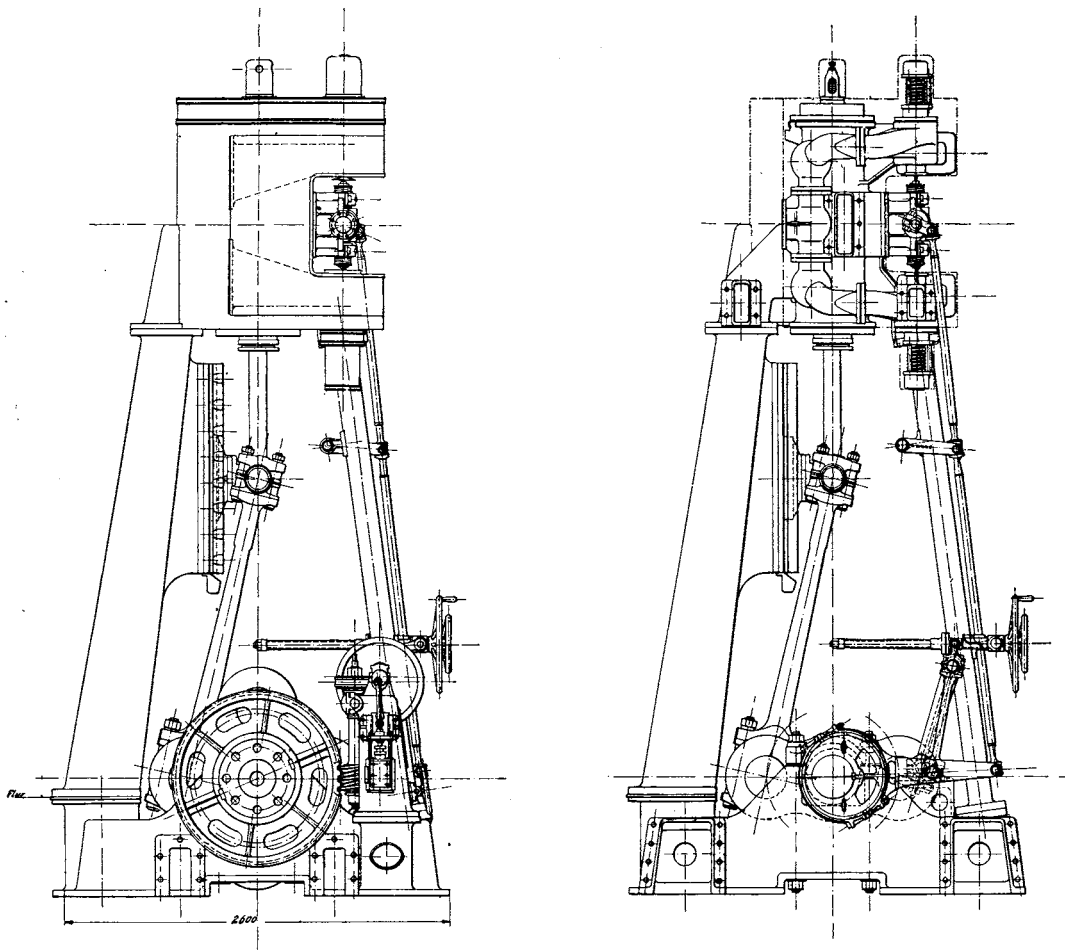


Abb. 5. Zusammenstellung LES neun, 1000 bis 1500 PSI.

Übersichtlichkeit und leichte Bedienbarkeit vom Stande des Maschinisten aus, Geltung haben. Das Verlangen nach guter Übersichtlichkeit und leichter Bedienbarkeit zwang dazu, die gesamte Steuerung vorn anzuordnen, obwohl eine Verlegung des N.D.-Auslaßventils nach hinten, wie sich bei den Untersuchungen und



Zu Abb. 5.

Entwürfen zeigt, eine kürzere Baulänge des oberen Teiles der Maschine ergeben hätte. Der betreffende Entwurf, welcher gewissen Anreiz zur Ausführung bot, wurde verlassen, weil die Praktiker in den Sitzungen für die Steuerungsanordnung vorn an der Maschine plädiert hatten. Es wurde auch erwogen, wegen der besseren Ausbalancierung die Niederdruckzylinder in die Mitte der Maschine zu legen und die H.D.-Zylinder nach außen, wie Abb. 4a und 4c zeigt. Mit Rücksicht auf die günstigere Lage betreffs Wärmeausstrahlung und kurze Dampfwege für die zur Arbeitsleistung heranzuziehenden Dampfmenen wurden trotzdem die H.D.-Zylinder in die Mitte gelegt. Wie die Praxis gelehrt hat und wie im besonderen das Beispiel der langen Dampfwege bei der „Fürst Bülow“-Maschine zeigt, erfolgten diese technischen Entscheidungen zu Recht.

Die Abb. 4a bis d zeigt Ihnen schematisch in vier Grundrissen verschiedene Entwürfe über die Anordnung der Ventile an den Zylindern und die Lage der

Zylinder untereinander. Diese Entwürfe wurden seinerzeit aus den angegebenen Gründen verlassen.

Die Abb. 5 zeigt Ihnen nun die endgültige Anordnung, das Hauptmerkmal und den anerkannten Vorzug der LES: die vorn gelagerte, ohne Demontage der Ventile, Ventildfedern, Verkleidung usw. leicht zugängliche Lentz-Steuerung mit je

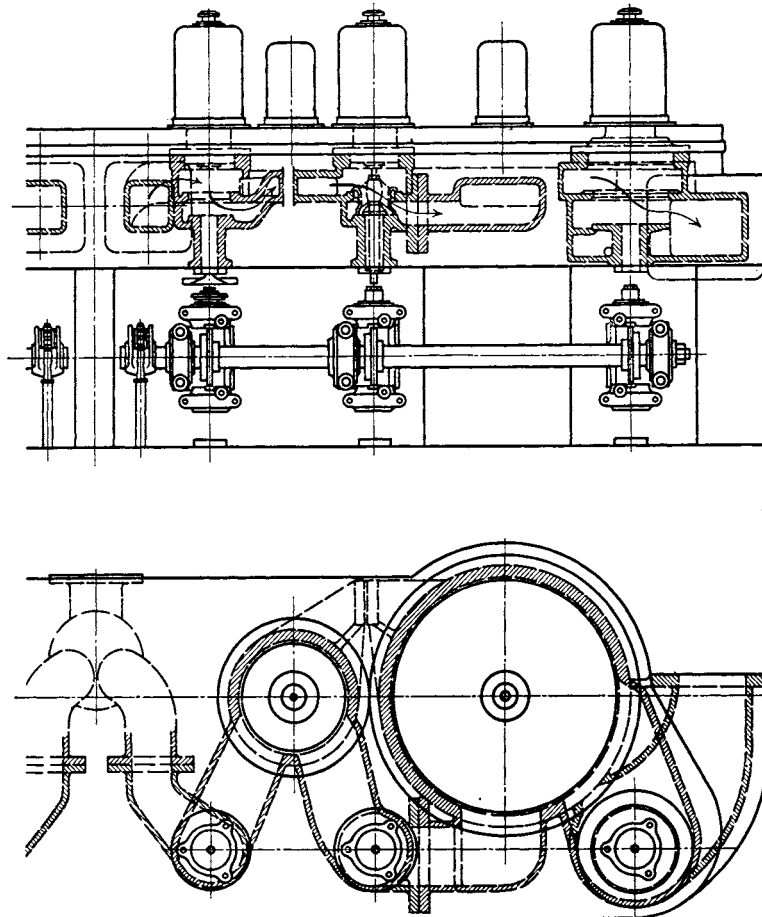


Abb. 6. Endgültige und charakteristische Anordnung der Ventile und der Zylinder sowie der Dampfwege bei der Lentz-Einheits-Schiffsmaschine.

einer Steuerwelle für jede Maschinenseite und einer in der Mitte angeordneten Umsteuerung von Hand. Um die Gesamtanordnung der Ventile an der Maschine und die Dampfführung in der Maschine zu zeigen, gebe ich noch die recht deutliche Abb. 6.

Beim ersten Entwurf hatte man sich mit Rücksicht auf beste Dampfverteilung und ihre Einfachheit für die Hackworth-Steuerung entschlossen, welche auch entsprechend der nächsten Abb. 7 zur Ausführung gelangte und noch heute an LES 10 auf Dampfer „Bilbao“ im Betriebe ist. Der einseitige Angriff an der Kulisse verursachte jedoch Abnutzungen, obwohl der Kulissenstein in Walzenform ausgeführt wurde. Durch technische Vorkehrungen waren diese Abnutzungen leicht auszugleichen. Trotzdem wurden Untersuchungen angestellt, ob nicht die Klug-Steuerung mit ihrer in betriebstechnischer Hinsicht günstigen

Arbeitsweise, in Durchführung mit einem einzigen Umsteuerrahmen für beide Maschinenseiten eine gleichgute Dampfverteilung wie bei der Hackworth-Steuerung herbeiführen würde. Die erfolgten Ausarbeitungen führten zu einer Konstruktion mit besonders langer Schwinge, welche die Abb. 8 zeigt. Die Steuerung ist zum ersten Male auf Dampfer „Fritz Schoop“ im Besitze der Poseidon-Reederei A.-G., Königsberg, bei einer LES 8 mit etwa 900 PS_i ausgeführt. In diesem Bilde sehen Sie die Steuerung, bei welcher gleichzeitig die Dampfverteilungsdaten und die Diagramme von Dampfer „Fritz Schoop“ zur Darstellung gelangen.

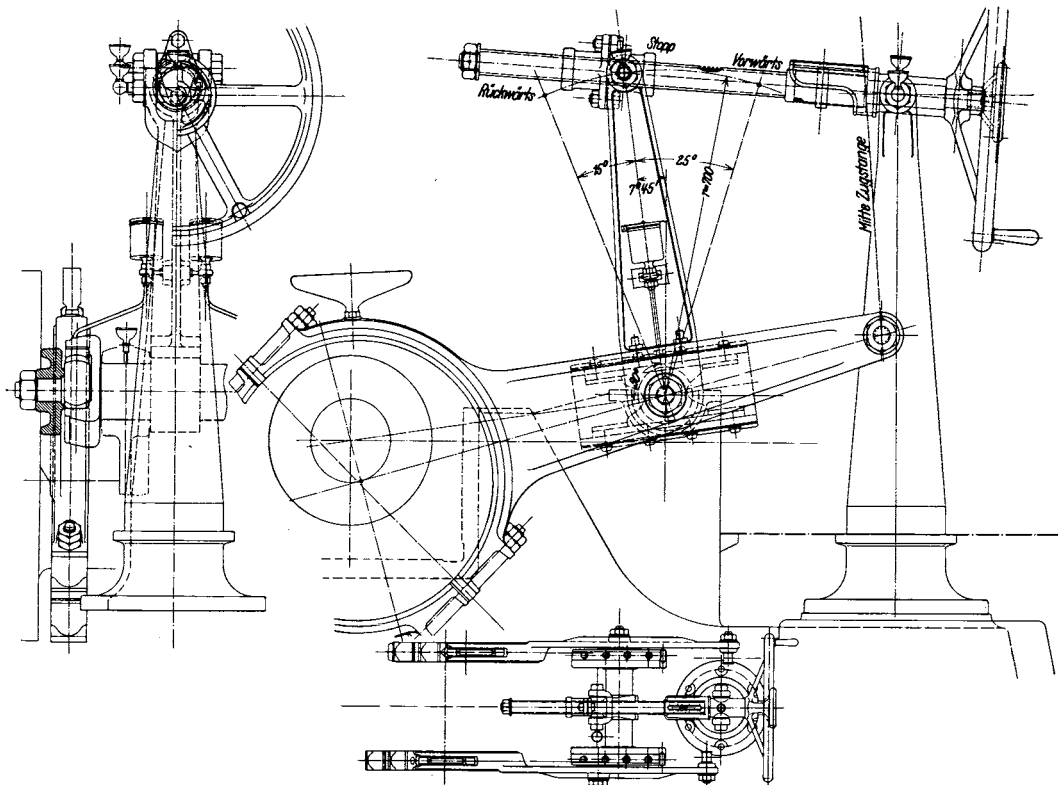
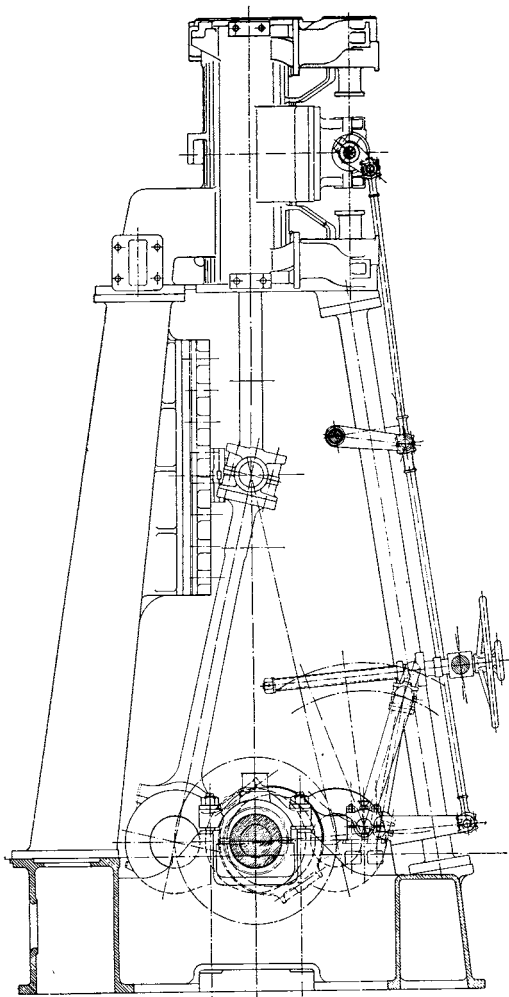
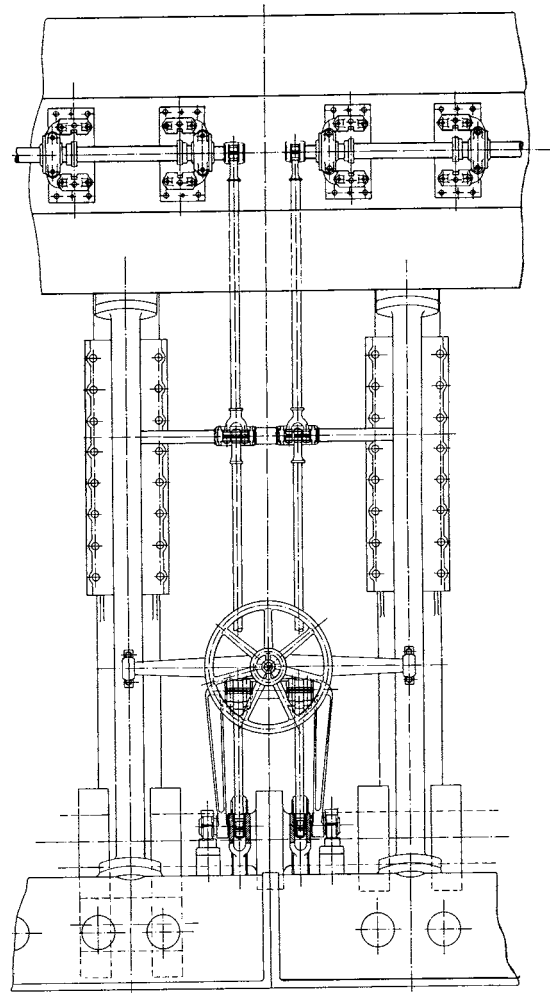


Abb. 7. Hackworth-Umsteuerung. Einzige Ausführung Dampfer „Bilbao“ 1921.

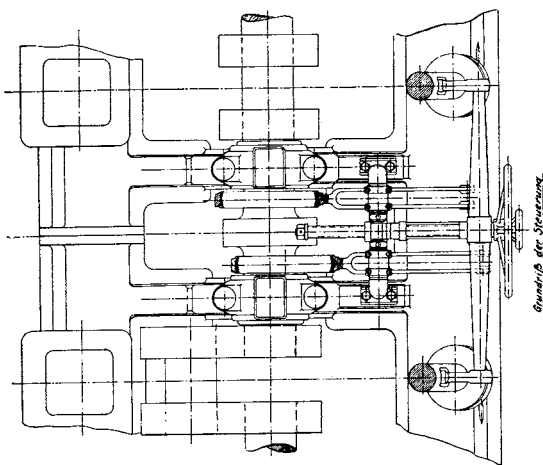
Auf Grund von bei Dampfer „Fritz Schoop“ gesammelten Erfahrungen versuchte die Firma Borsig noch eine Verbesserung in der Dampfverteilung und eine Vergrößerung der Füllung auf der Bodenseite herbeizuführen. Sie benutzte hierzu einen Vorschlag von Dipl.-Ing. Schnaas. Hierfür wurde der Einbau eines Doppellenkers erforderlich, wie er in Abb. 9 gezeigt wird. Auch dort sind gleichzeitig die Steuerungsanordnung, die Dampfverteilungsdaten und die Diagramme von Dampfer „Italia“ dargestellt, und es ist wohl deutlich zu erkennen, daß auch mit dieser geänderten Umsteuerung nach System Schnaas eine gute Dampfverteilung erfolgt. Nach den Angaben der betreffenden Reedereien: Poseidon und Svenska Lloyd, arbeiten beide Maschinen gut, und ich bin ermächtigt, bekanntzugeben, daß die Poseidon-Reederei bei Verwendung von Ruhrkohle bei einem Wärmegehalt von etwa 6800 WE 0,52 bis 0,54 kg PS_i-st mit



Blick auf die Steuerung von hinten gegen die rechte Maschinenhälfte

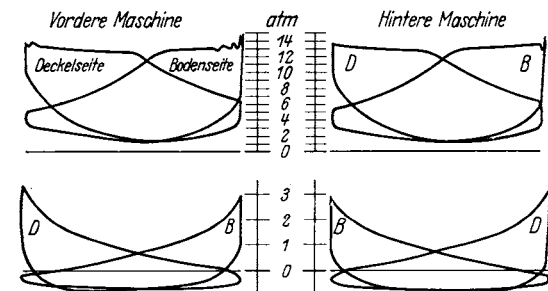
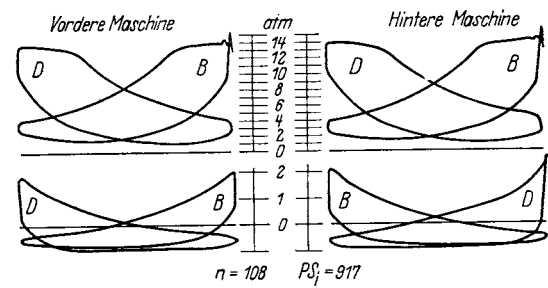


Ansicht der Umsteuerung vom Maschinenstand



Grundriß der Steuerung

Abb. 8. Umsteuerung nach Klug, I. Ausführung, Steuerungsdaten und Diagramme (D. „Fritz Schoop“).



Steuerung voll ausgelegt, 25° $n = 122$, $PS_i = 1304$

2800 PS_i auf Dampfer „Boskoop“ für die Koninklijke Nederlandsche Stoomboot Maatschappij, Amsterdam, erbaut von der Rotterdamsche Droogdok My.,

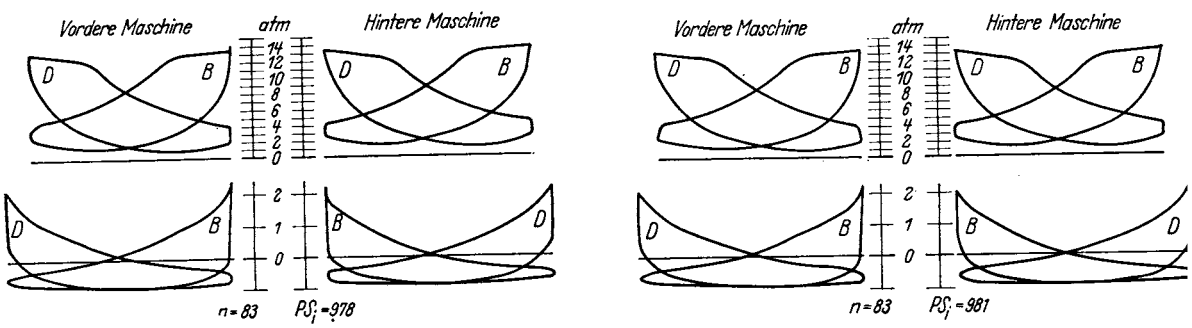
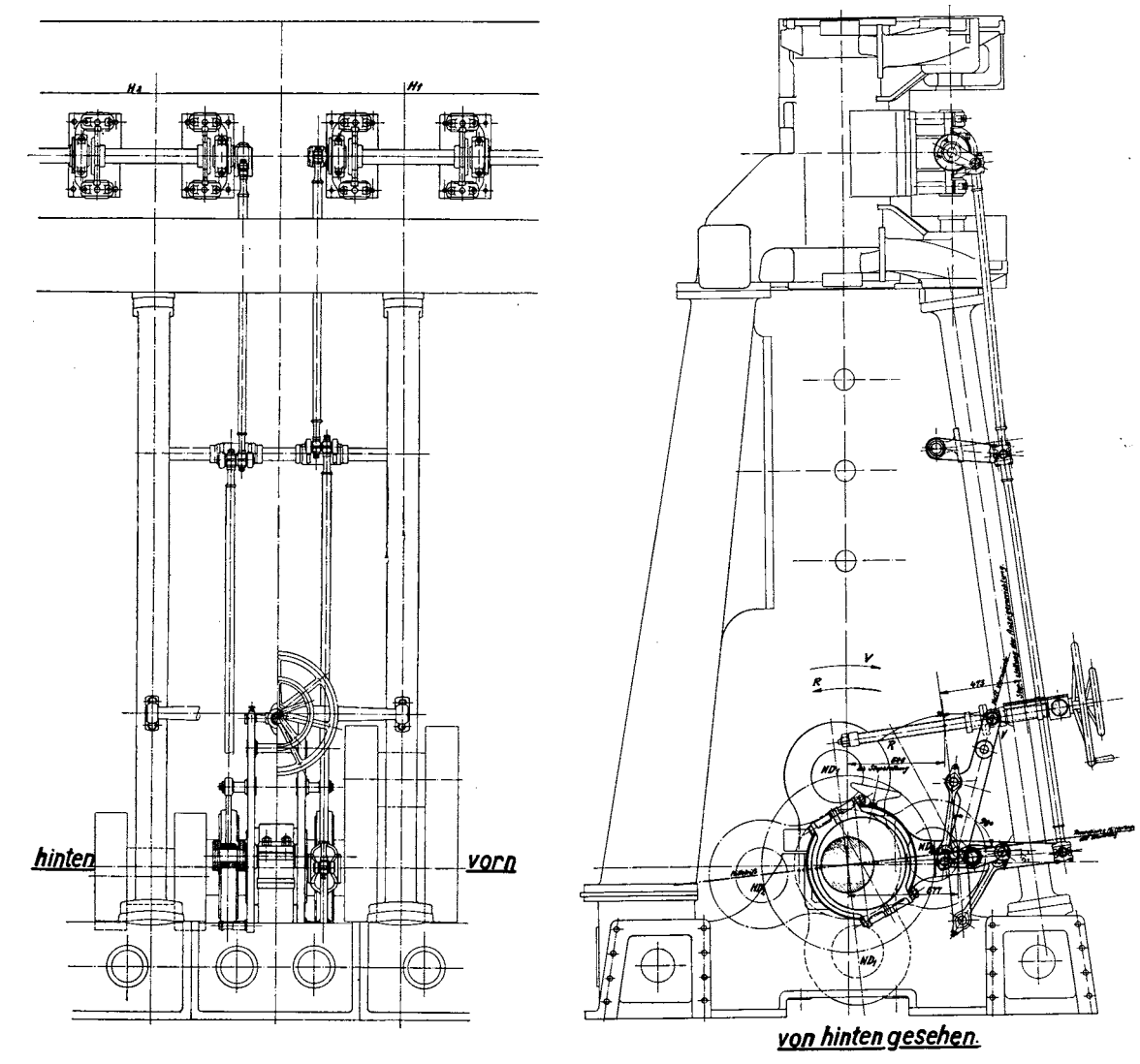


Abb. 9. Umsteuerung nach Klug mit Verbesserungen nach Schnaas, Steuerungsdaten und Diagramme (D. „Italia“).

Rotterdam, wiederum auf die Hackworth-Steuerung zurückgegriffen. Man versuchte, die bei Dampfer „Bilbao“ aufgetretenen Abnutzungen an der Kulisse

durch eine doppelseitige Führung des Kulissensteines zu vermeiden. Die Konstruktion, Abb. 10a u. 10b, gab eine gute Lösung, und man erreichte tatsächlich hiermit wieder durch die

Hackworth-Steuerung eine an und für sich etwas bessere Leistungsverteilung. Die Hackworth-Steuerung ist für die Herstellung aber teurer, und es muß zunächst eine gewisse Betriebszeit abgewartet werden, um endgültig

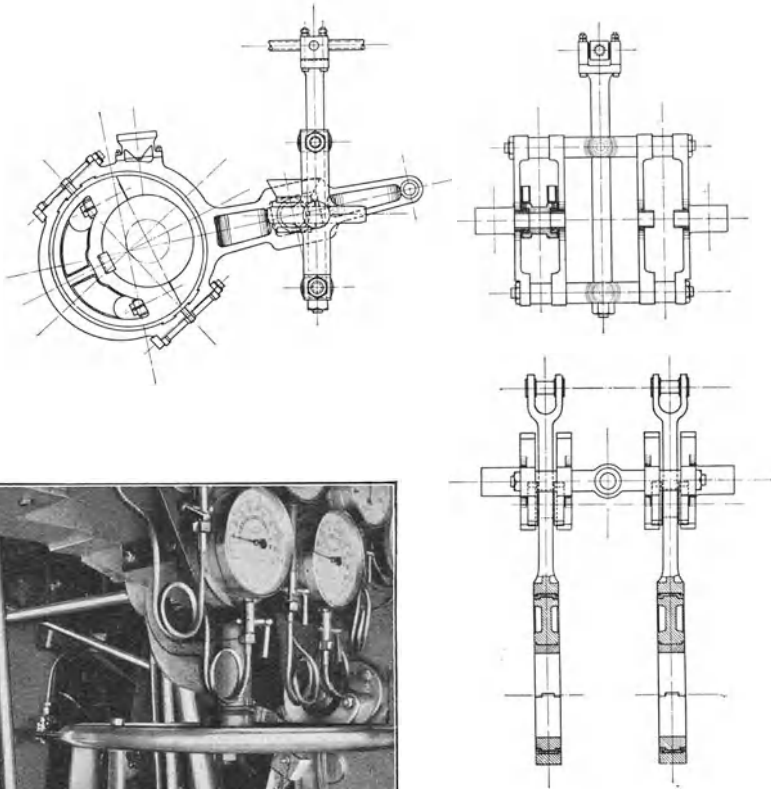


Abb. 10a. Hackworth - Umsteuerung, zweite Ausführung mit zweiseitigem Angriff des Kulissensteines, Ausführung Droogdok My., Rotterdam.

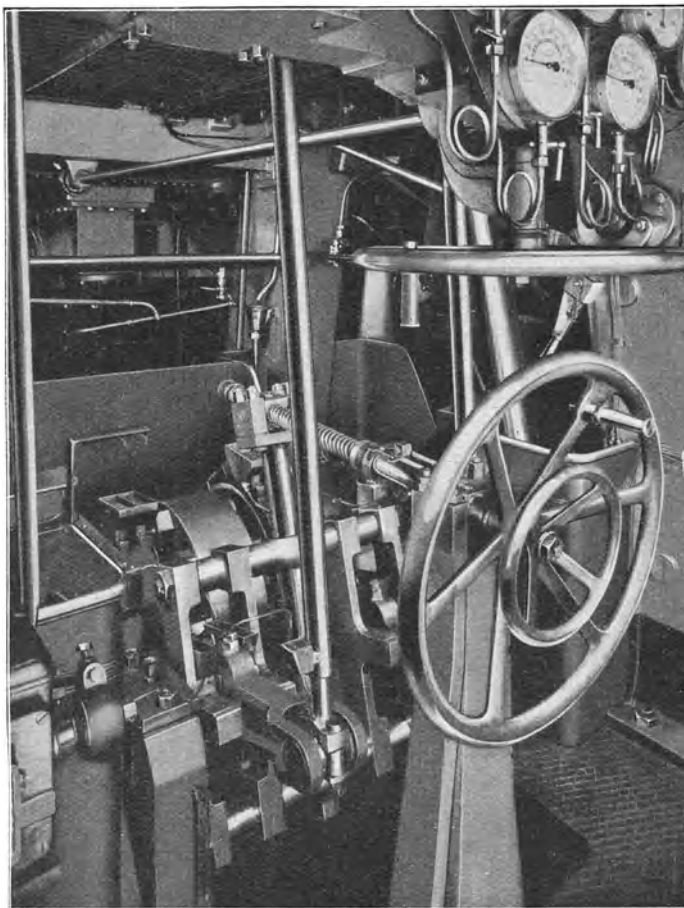


Abb. 10b. Hackworth-Umsteuerung nach Abb. 10a an Bord Dampfer „Boskoop“.

wesentliche Unterschiede nicht festzustellen waren. Eine der wichtigsten Fragen, die Bedienung der Umsteuerung lediglich von Hand durchzuführen, wurde ein-

festzustellen, welche Umsteuerung, sei es nach Hackworth mit doppelseitigem Angriff an der Kulissee, sei es nach Klug-Originalentwurf der Salge-Gesellschaft, oder nach Borsig durch Verbesserung Schnaas, sich betriebswirtschaftlich am besten bewährt. Jedenfalls muß erwähnt werden, daß bei allen drei Steuerungsarten in Betracht kommende

gehend studiert. Mit Rücksicht auf die durch die Lentz-Ventil-Steuerung stark herabgesetzte Reibungsarbeit der Steuerungsteile und die daher geringen Kräfte am Umsteuerhandrad standen die Konstrukteure von vornherein auf dem Standpunkte, die Dampfumsteuermaschine fortzulassen. Die in beiden Steuerungsstangen zusammen auftretenden größten Kräfte erreichen im Vergleich mit dem gesamten Schieberstangendruck bei Schiebermaschinen die verhältnismäßig geringe Höhe:

LES	7	8	9	10	11	12	14
etwa	750	800	850	950	1050	1150	1350 kg.

Bei der günstigen Kräftezerlegung und Übertragung durch die Klug-Steuerung mit der am Umsteuerrahmen direkt angreifenden Handradspindel stellt sich die erforderliche Kraft am Umfange des Handrades nur auf 5 bis 6 kg, und zwar bei Umsteuerung unter vollem Dampfdruck. Dieser Kraftaufwand tritt jedoch nur in den Grenzlagen der Umsteuerbewegung auf und verringert sich stark in der mittleren Lage. Trotzdem konnten die Herren vom praktischen Bordbetrieb sich mit dem Gedanken nicht befreunden, die Dampfumsteuermaschine fortzulassen; sie kannten aus ihren Erfahrungen heraus den bei Schieber- und Kolbenschiebersteuerung erforderlichen hohen Kraftaufwand. Da man früher vorsichtshalber die Dreifach-Expansions-Maschinen mit Lentz-Ventilsteuerung mit Dampfumsteuermaschine ausgerüstet hatte, war es schwierig, mit dem Vorschlag durchzudringen. Man bezweifelte auch in der notwendigen kurzen Zeit im Falle der Gefahr die Durchführbarkeit schneller Manöver. Trotzdem hat man sich entschlossen, die Dampfumsteuerung fortfallen zu lassen, und die erste Ausführung mit Handumsteuerung auf Dampfer „Bilbao“ führte betreffs leichter und schneller Manövrierung zu einem voll befriedigenden Erfolg. Noch bei keiner der bisher abgelieferten LES, selbst bei Größen bis zu 3400 PS_i, sind Dampf- oder andere Umsteuermaschinen zur Anwendung gelangt. Die Leichtigkeit und Exaktheit der Manövrierung wird allgemein von den Besitzern der LES besonders anerkannt. Die Forderung, Umsteuermaschinen zu verwenden, ist daher nicht mehr gestellt worden. Die Durchbildung der Lentz-Ventilsteuerung mit der günstigsten Anordnung der Umsteuerung mußte naturgemäß die Hauptaufmerksamkeit für den Konstrukteur beanspruchen. Auch bei der Konstruktion aller anderen Teile der LES waltete eingehendste Überlegung. Mit Dankbarkeit wird anerkannt, daß Herren wie Klock, Notholt, Goos, Müller, Ofterdinger, Molkenbuhr, Teschen u. a. aus ihren vielen praktischen Erfahrungen heraus bei den Vorarbeiten manche Anregung gegeben haben. Daher konnte auch selbst der geringste Einzelteil der LES vom Standpunkt der Einheitlichkeit, der Normung und der Betriebssicherheit behandelt werden. Ich möchte davon absehen, auf Einzelheiten bezüglich der Durchbildung von Kolben, Gestänge, Lagerung, Welle usw. einzugehen, halte es aber für wichtig, etwas Näheres zu sagen, wie die Dampfzylinder als solche und in Verbindung mit der Steuerung für hohen Druck und hohe Überhitzung durchgebildet sind. Fußend auf den Versuchen, die Lentz bei Verbundmaschinen Woolfscher Bauart bereits im

Jahre 1910 bei Drücken bis zu 28 atü und einer Temperatur bis zu 450° C im Verein mit der Fa. Heinrich Lanz, Mannheim, durchführte, wurden die Zylinderkonstruktionen entwickelt. Sie sollten keine Schwierigkeiten für die Modelltischlerei und Gießerei bereiten. Es mußte aber die größte Einfachheit der Konstruktion mit Rücksicht auf Wärmeausdehnung und dadurch hervorgerufene Spannungen angestrebt werden, selbst wenn dieses nur auf Kosten größeren Lohnaufwandes in den angegebenen Werkstätten zu erreichen war. Die Betriebssicherheit als Heißdampfmaschine hatte den Ausschlag zu geben.

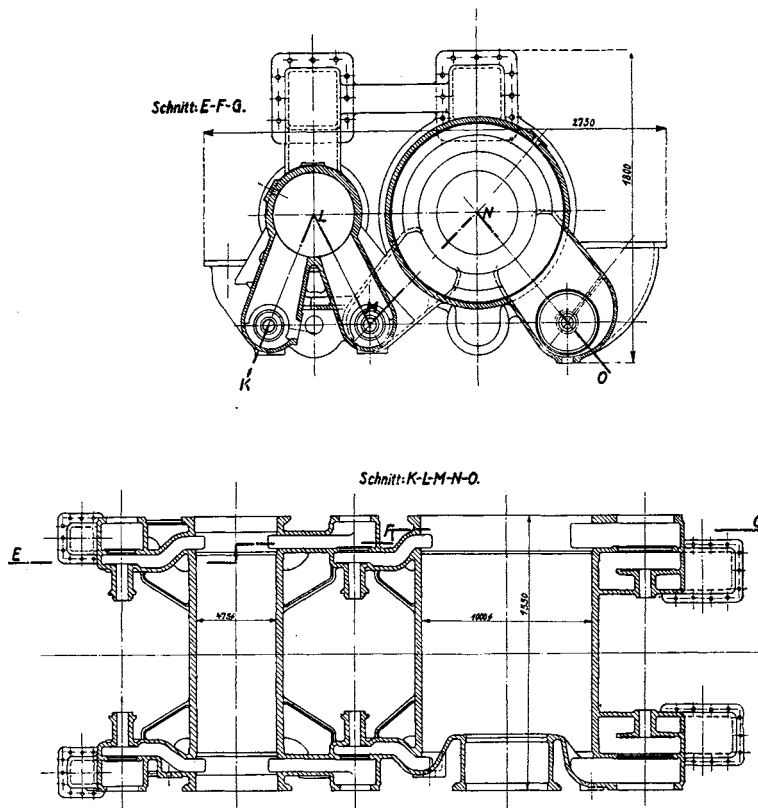


Abb. 11. LES 10, Zylinderblock in einem Stück gegossen.

Wie die Abb. 11 zeigt, war anfangs beabsichtigt, bei den Modellen bis LES 10, also etwa 1500 PS_i insgesamt und je 750 PS_i für jede Maschinenseite, den H.D.- und N.D.-Zylinder in einem Block zu gießen. Das Gewicht eines solchen Zylinderblockes der LES 10 beträgt etwa 5400 kg bei den Abmessungen von 2750 : 1550 : 1800 mm. Ich selbst bin auf Grund gesammelter Erfahrungen an kurz gebauten Lentz-Tandem-Maschinen, bei denen die beiden Zylinder stets und mit bestem Erfolge aus einem Stück gegossen wurden, wodurch sich außerordentliche Vorteile für die exakte Bearbeitung und Montage ergeben, für diesen Vorschlag mit Nachdruck eingetreten. Bemerken möchte ich hierbei, daß Hanomag z. B. auch heute noch den obenerwähnten Maschinentyp in gleicher Weise bis zu sehr großen Leistungen bei schnelllaufenden Heißdampfmaschinen ausführt. Trotz des hohen Standes der deutschen Gießereitechnik, und ob-

wohl das erste Modell einer LES 10 mit den Zylindern in einem Stück bei Borsig bereits formbereit war, konnte man sich doch nicht zu einer Einförmigkeit entschließen. Die nicht einwandfreie Beschaffenheit der Rohmaterialien kurz nach dem Kriege und die Bedenken der Reedereiingenieure, wegen des schlechten Materiales keine guten Zylinderlaufflächen und Ventilsitze zu erhalten, ließen im letzten Augenblick den Plan scheitern. Ich glaube aber, daß heute die Fabrikationsfirmen für die LES sich wohl mit dem Gedanken befreunden könnten, die Zylinder bis zu Modell LES 10 aus einem Stück zu gießen, wenn auch von den Reederei-Ingenieuren, auf Grund der jetzt vorliegenden Erfahrungen, die früheren Bedenken zurückgestellt würden.

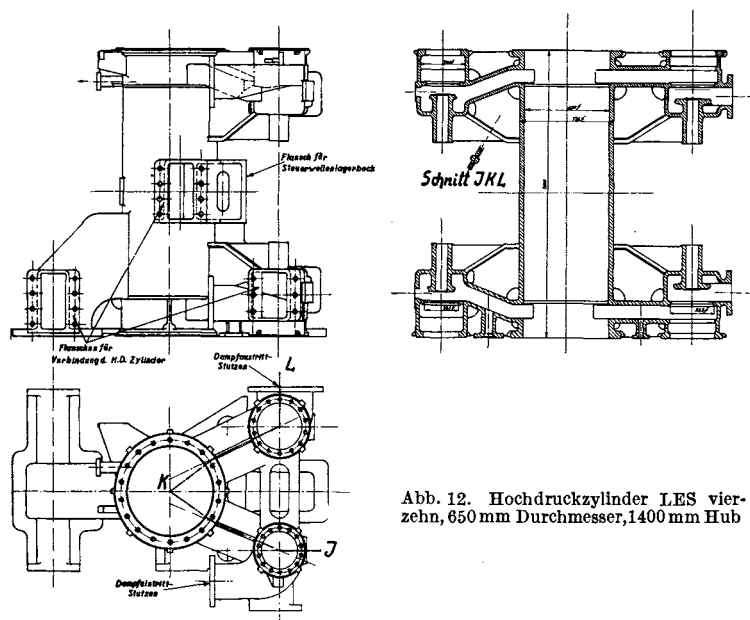


Abb. 12. Hochdruckzylinder LES vierzehn, 650 mm Durchmesser, 1400 mm Hub

In der nächsten Abb. 12 zeige ich Ihnen einen Normalzylinder, den H.D.-Zylinder für die größte LES, und zwar Modell LES 14 mit einer Leistung bis zu 5000 PS_i; ein einfaches Rohrstück, ohne jeden Einsatz, als Lauffläche, an welchem oben und unten die Dampfkanäle mit den Ventilkästen direkt angegossen sind. Durch die Wärmeausdehnung in der Längs- und Seitenrichtung tritt eine Verschiebung der Mitten, welche die Arbeitsweise der Kolben und der Steuerung beeinträchtigen könnte, nicht auf. Es ist auch zu erkennen, daß die Bearbeitung, auf welche bei derartig großen Stücken besondere Rücksicht zu nehmen ist, keine Schwierigkeiten bieten kann. Es ist, je nach den Einrichtungen der Fabrikationsfirmen, möglich, alle Arbeitsvorgänge in Richtung der Zylinderachse, parallel oder senkrecht dazu, ohne Umspannen des Zylinders auszuführen. Die nächsten beiden Abb. 13 u. 14 zeigen zwei vollständig bearbeitete Zylinderkomplexe für eine LES 12 von 2800 PS_i, aus den Werkstätten der Droogdok-My., Rotterdam, für Dampfer „Boskoop“, wobei der H.D.-Zylinder bereits fest mit dem N.D.-Zylinder verschraubt ist. Die Ventilkästen und Dampfwege sind gut zu erkennen. Die verwendeten Ventile sind an ihrem Arbeitsplatz aufgestellt.

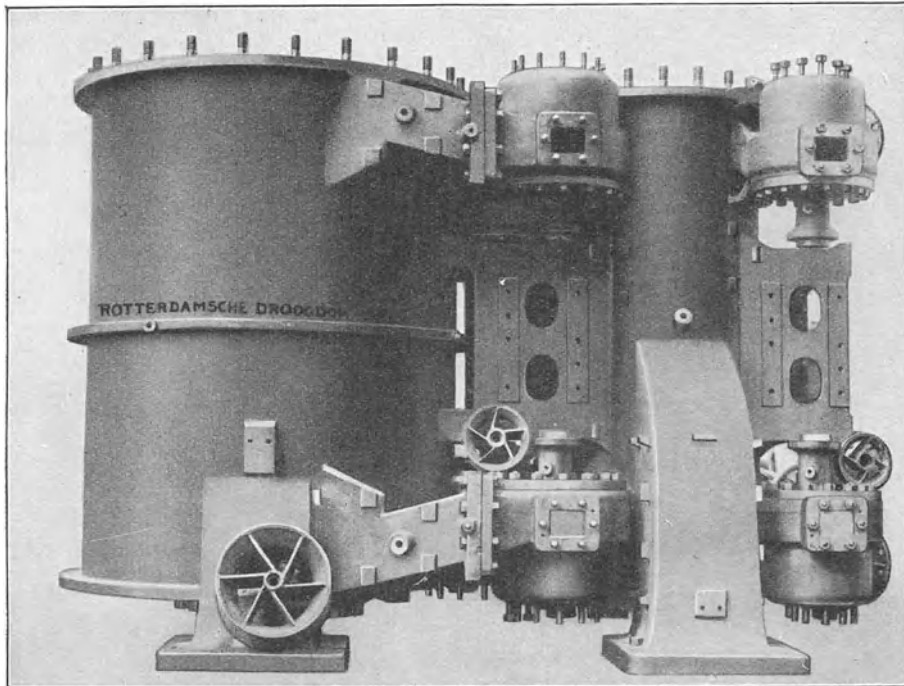


Abb. 13.

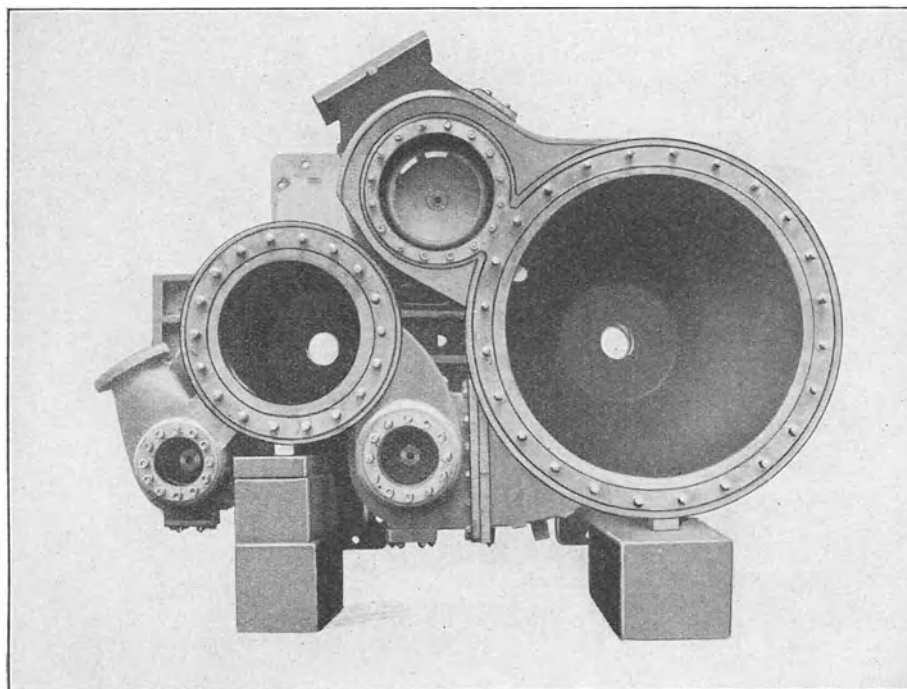


Abb. 14.

Abb. 13 und 14. Hoch- und Niederdruckzylinder LES 12 ,Dampfer „Boskoop

Über das Material der Zylinder sind eingehende Untersuchungen in Deutschland von den Firmen Borsig und Wumag und in Holland von Werkspoor, Amsterdam, und Gebr. Stork & Co., Hengelo, vorgenommen. Eine für die Zwecke der LES-Zylinder, wie überhaupt für hohe Temperaturen, besonders günstige Gußeisengattung zeigt die nächste Abb. 15, welche uns von der Schiffswerft

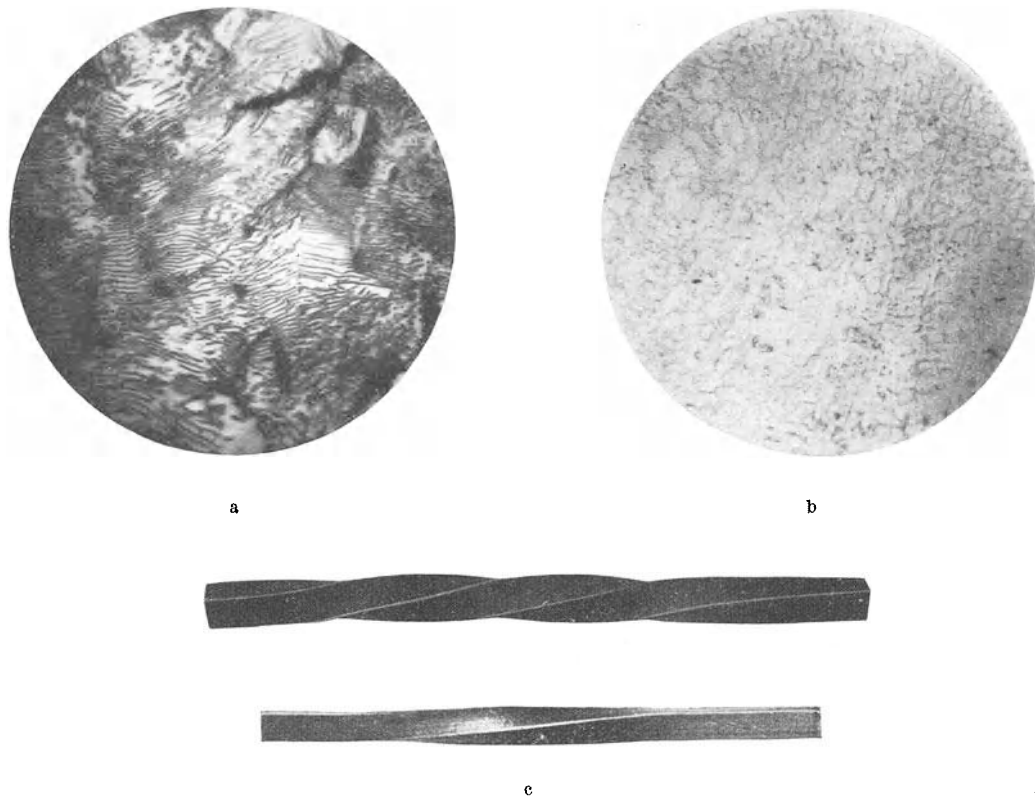


Abb. 15a bis c. Daten für Heißdampf-Spezial-Gußeisen nach Versuchen Wumag.

Heißdampfspezialgußeisen, niedrig gekohlt, mit einer Mindestfestigkeit von 30 kg/mm² und einer Biegefestigkeit von über 55 kg bei hoher Durchbiegung, eignet sich infolge seines niedrigen Graphitgehaltes und der äußerst feinen gleichmäßigen Verteilung desselben ganz besonders für alle hohen Temperaturen ausgesetzten Teile wie Turbinengehäuse, Leiträder, Dampfmaschinenzylinder und Laufbüchsen, Einsatzventile, Kolben usw., sowie infolge seines gleichmäßig feinen Kornes selbst in den stärksten Querschnitten in hohem Grade für säure- und alkalibeständige Gußteile.

Gußmaterialzusammensetzung
für Heißdampfzylinder.

Kohlenstoff	C	2,8—3,0% ges.
Silizium	Si	1,2—1,0%
Mangan	Mn	0,8%
Phosphor	P	0,25—0,15%
Schwefel	S	0,12%
Eisen	Fe	94,83—94,93%

Eigenschaften.

Zug K_2	29—33 kg/mm ²
Biegung K_b	57—61 kg/mm ²
Brinellhärte	200—220

Durchbiegung bei 600 mm Auflage und 30 mm Durchmesser am Normalstab gleich 10 bis 13,5 mm. Die Unempfindlichkeit gegen Wachsen bei Dauerversuchen mit 500°C ist zurückzuführen auf geringen Si-Gehalt. Höchste Widerstandsfähigkeit gegen gleitende Reibung ist erreicht, und evtl. Spannung im verarbeiteten Heißdampf-Gußstück wird durch einen Glühprozeß bei 400°C ausgelöst.

Uebigau zur Verfügung gestellt ist. Die Zylinder zeichnen sich durch sehr dichtes und zähes Gefüge bei bester Lauffläche aus, wie aus den Materialproben im Lichtbild erkenntlich ist. In Holland hat die K.P.M. bei einigen der letzten

Maschinen derartige Zylinder aus Perlitguß bei Krupp oder aus einem perlitähnlichen Material bei Werkspoor ausführen lassen. Wegen der Kürze der Zeit, welche die Schiffe mit diesen Maschinen im Betriebe sind, können heute noch keine Angaben darüber gemacht werden, ob die Betriebsergebnisse gegenüber dem bereits erwähnten gußeisernen Material es rechtfertigen, die zur Zeit nicht unbeträchtlichen Mehrkosten für den Perlitguß aufzuwenden.

War bei den Zylinderkonstruktionen schon alles getan, zu verhüten, daß durch die Ausdehnungen der einzelnen Teile der Zylinder Störungen eintraten,

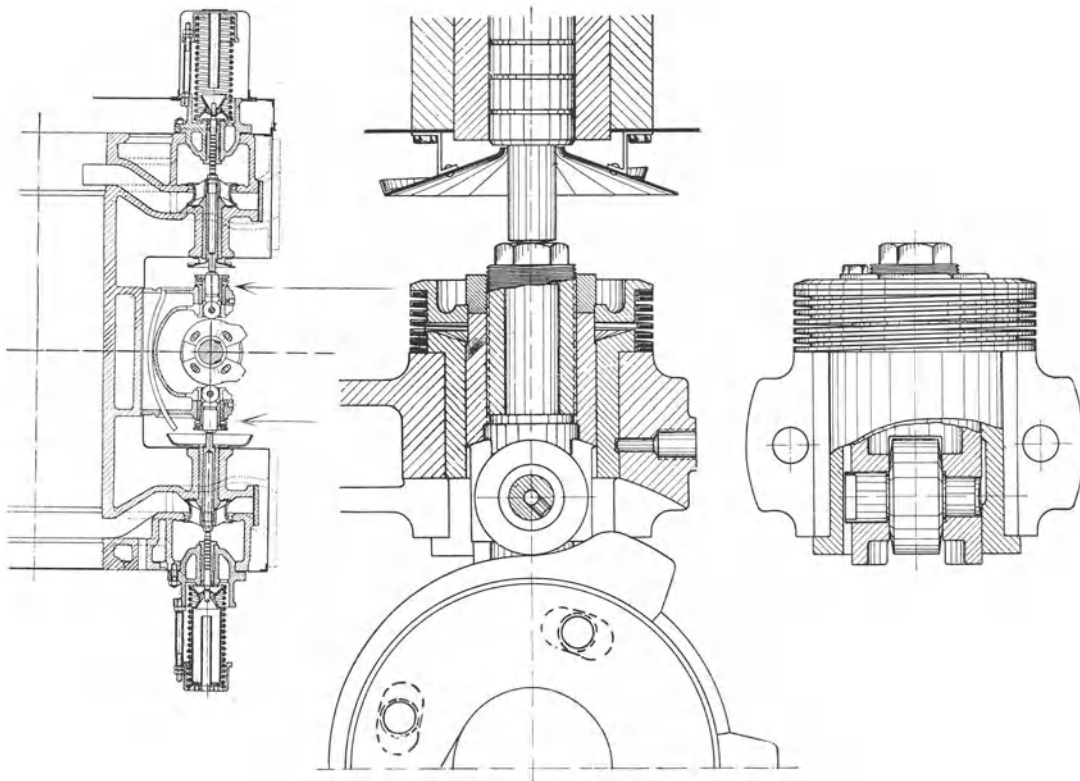


Abb. 16. Ausgleicher.

so mußte bei der LES als Heißdampfmaschine besondere Vorsorge getroffen werden, um ein Hängenbleiben der Ventile durch derartige unerwünschte Ausdehnungen unter allen Umständen zu vermeiden. Vorfälle an älteren Lentz-Ventilmaschinen aus den Jahren vor 1914 mahnten hier zur Vorsicht. Außerdem war beabsichtigt, die Ventildfedern, um keine zu große Belastung auf die Umsteuerung zu erhalten, nicht zu stark zu machen. Es kam also der Federdruck für die Überwindung hängengebliebener Ventile nicht in Frage. Man suchte die Lösung durch Anwendung eines für den Dampfmaschinenbau neuen Maschinenelementes, den sog. Ausgleicher, zu finden, den Sie in der nächsten Abb. 16 dargestellt sehen.

Dieser Ausgleicher sitzt zwischen der Ventilspindel und dem Steuerungsdaumen und trägt in sich die Rolle, welche auf der Daumenkurve abläuft. Der

Körper des Ausgleichers arbeitet in einer Führungsbüchse, frei beweglich nach oben und unten und wird durch eine Schraubenfeder stets mit dem Ende der Ventilspindel in kraftschlüssiger Verbindung gehalten. Oben trägt der Ausgleicher eine starke Stellschraube mit feinem Gewinde, durch welche es möglich ist, eine sehr genaue Einstellung des Ausgleichers in seiner Lage zu der Ventilspindel vorzunehmen. Es ist also möglich, die Längenunterschiede zwischen Ventilsitz und Mitte Steuerwelle, die an der betriebswarmen Maschine erheblich anders ausfallen als bei der Vormontage und Einstellung der Steuerung in kaltem Zustande, auf das feinste während des Betriebes einzustellen und somit stets dicht schließende Ventile bei sanftem Aufsetzen derselben zu erhalten. Auch die seitlichen Drücke auf die Ventilspindeln fallen fort, da trotz der Verschiebungen von Mitte Ausgleicher zu Mitte Ventilspindel die Übertragung des Druckes durch die Abrundungen am Ventilspindelende und Stellschraube stets axial erfolgt.

Dieser Ausgleicher hat sich außerordentlich gut bewährt, und vor allen Dingen dem Maschinisten die Möglichkeit an Hand gegeben, die Feineinstellung der Steuerung an der vollkommen betriebsheißen Maschine selbst während der Fahrt, wie dieses bis dahin nicht möglich war, vorzunehmen.

Bei den Zylindern haben wir, wie aus der vorher gezeigten Abb. 12 hervorgeht, die früher so beliebten Einsätze fortgelassen, in der Hauptsache, weil die Materialkunde und die Gießereitechnik so große Fortschritte gemacht haben, daß gute und dichte Laufflächen im Zylinder mit Sicherheit zu garantieren sind. Durch diese, früher vielleicht auch mit Rücksicht auf schlechtes Zylinder- und Kolbenringmaterial, sowie schlechtes Schmiermaterial unvermeidliche Einrichtung, entsteht mit der Vergrößerung der Baumaße eine Verschiebung der Ventilmitten, infolgedessen eine Vergrößerung des schädlichen Raumes. Ferner bedeutet sie eine erhebliche Verteuerung der Maschine. Vor dem Entschluß, den Einsatz fortzulassen, wurde durch eine Rundfrage festgestellt, daß das Auswechseln derartiger Zylindereinsätze in der Praxis so selten vorgekommen ist, daß es selbst alten und sehr erfahrenen Marineingenieuren nur vom Hörensagen bekannt war. Allerdings werden von vornherein die Wandstärken der LES-Zylinder genügend stark gewählt, um für alle Vorkommnisse gerüstet zu sein. Es ist möglich, die Zylinder, falls wirklich einmal Beschädigungen eintreten sollten, an Bord auszubohren, was mit den heutigen Arbeitsvorrichtungen ohne besondere Schwierigkeiten, ohne hohe Kosten und in kurzer Zeit durchführbar ist.

Um die schädlichen Räume und Flächen möglichst klein zu halten, und Störungen der Dampfströmung durch die Vertikalrippen bei Ventilkörpern zu vermeiden, sind die Ventilkörper fortgelassen. Ursprünglich war vorgesehen, die Ventilsitze direkt in das Gußeisen des Zylinders einzuarbeiten. Dieser Vorschlag, der an stationären Maschinen zu Hunderten, an Lanzschen Lokomobilen zu Tausenden ausgeführt wurde, und der auch bei Verbrennungsmotoren — trotz der ganz erheblich höheren Drücke und Temperaturen und vielfach höheren Umlaufzahlen — bei kleineren Maschinen wohl noch stets, bei größeren noch teilweise üblich ist, fand für die Schiffsdampfmaschine keine Gegenliebe. Man

beschritt daher einen Mittelweg und setzte, wie aus der nächsten Abb. 17 ersichtlich ist, in das Fleisch des Zylinders einfache gußeiserne Ringe aus gleichem Material von großer Dichtigkeit ein. Unter Vermeidung der schäd-

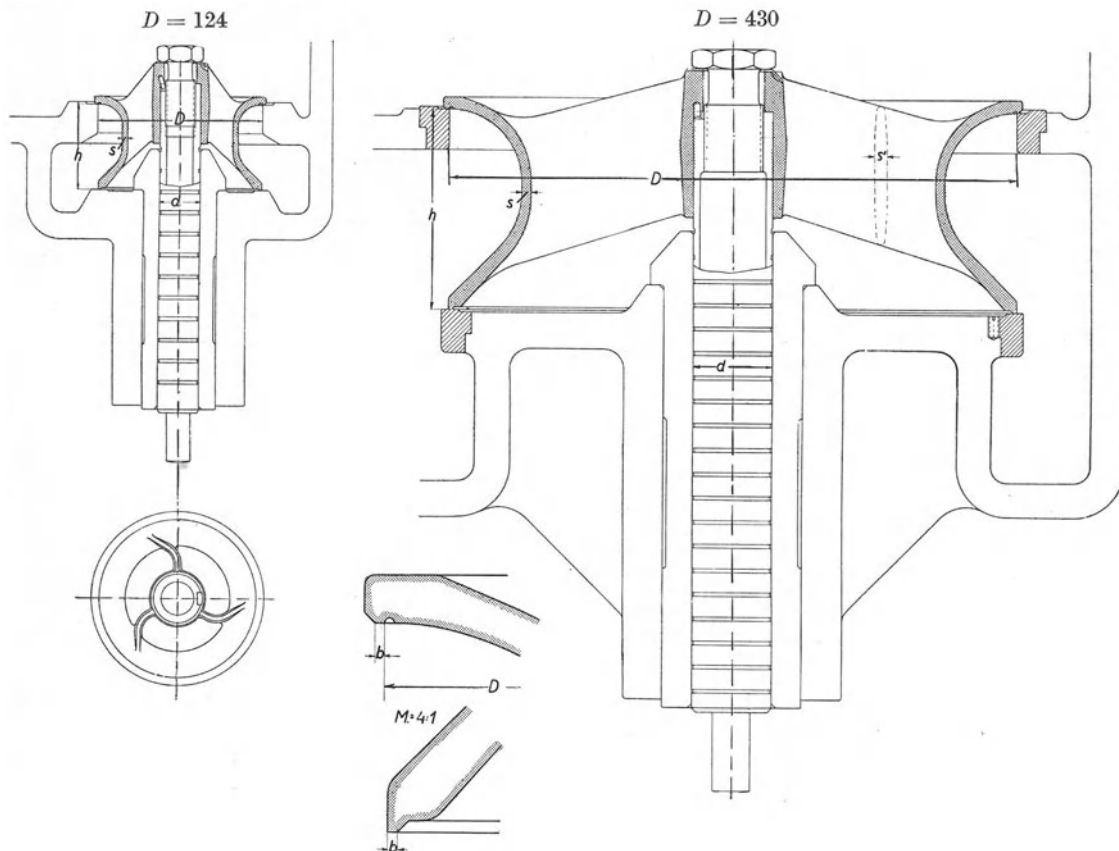


Abb. 17. Steuerungsventile, Hoch- und Niederdruck, eingesetzte Ventilsitze.

	H.D.-Ein- und Auslaßventil						N.D.-Auslaßventil							
	7	8	9	10	11	12	14	7	8	9	10	11	12	14
Maschinengröße	7	8	9	10	11	12	14	7	8	9	10	11	12	14
Ventildurchmesser in mm D . .	125	140	155	170	185	200	230/300	230	260	290	320	340	370	430
Ventilhöhe „ „ h . .	65	74	75	74	82	85	90/115	100	108	100	122	120	135	150
Wandstärke „ „ s . .	4	4	4,5	4,5	5	5	5	4,5	4,5	5	5	5	6	6
Rippenstärke „ „ s' . .	6	6	6	7	7	8	8/9	7	7,5	8	7	8	10	10
Spindeldurchmesser „ „ d . .	31	35	35	40	45	50	50	31	35	35	40	45	50	60
Anzahl der Rippen i . .	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
Ventilgewicht kg	2,1	2,5	3	3,1	3,5	4	5,5/9	5,8	7,5	9	10,3	12	15	21
Spindelgewicht kg mit Schraube	1,3	1,5	1,6	1,9	2,2	3	3,6	1,3	1,5	1,6	1,9	2,2	3	4,5
Ventilhub in mm	18	18	20	22	22	22	24/32	28	30	34	38	40	42	48
Dampfgeschwindigkeit m/sec. . .	28	30	32,5	33	35	40	50/38	35	37,5	39	40	43	47,5	50
Bei Steuer.-Ausl. f. 42% Fllg. u. n.	140	130	120	110	105	100	90	140	130	120	110	105	100	90
Breite der Sitzfläche mm b . . .				1			1,5		1,5			2		

lichen Nachteile der Ventilkörbe ist vollkommene Betriebssicherheit und eine Verbilligung in der Herstellung erreicht. Die Sitzbreiten für die Ventile sind bei den H.D.-Ventilen auf 1 bis 1,5 mm, bei den N.D.-Ventilen 1,5 bis 2 mm gehalten. Das kleinste Ventil, welches bei der LES zur Verwendung gelangt, hat

einen Durchmesser von 125 mm und eine Höhe von 65 mm. Das Gewicht desselben beträgt etwa 2,1 kg. Das größte zur Anwendung gelangende N.D.-Auslaßventil von LES 14 hat einen Durchmesser von 430 mm und eine Höhe von 150 mm. Das Gewicht beträgt etwa 21 kg. Die Abmessungen und Gewichte der übrigen Ventile gehen aus der dem Lichtbild beigefügten Tabelle hervor. Sehr oft werden Bedenken gegen die Haltbarkeit der Ventile geäußert, obwohl ja eigentlich die Tatsache, daß bereits über 800 Ventile als Steuerungsorgane an Lenz-Schiffs-Dampfmaschinen und etwa 100 000 allein an stationären Lenz-Ventilmaschinen im Betriebe sind, diese Bedenken nicht aufkommen lassen sollte. Die Ventile bestehen aus Gußeisen, in letzter Zeit in Holland versuchsweise auch aus Perliteisen.

Wichtig ist, die Ventile bei der Verwendung in Heißdampf von Gußspannungen zu befreien; daher ist man in den Kreisen der Lizenznehmerinnen zu einer besonderen Wärmebehandlung bzw. einem Vergütungsverfahren übergegangen. Dieses besteht darin, daß die Ventile, nachdem sie vorgeschruppt sind, geglüht oder im Ölbad längere Zeit erwärmt werden, langsam zu natürlicher Abkühlung gelangen und erst dann fertig bearbeitet werden. Sehr wesentlich scheint die ausgeführte Ventilbetätigung zu sein, welche es ermöglicht, daß sich das Ventil nach jedem Hub etwas auf dem Sitz dreht. Etwa am Ventilsitz zur Ablagerung gelangende Ölkrusten oder Kesselsteinteilchen sollen dadurch zerrieben und durch den Dampfstrom beseitigt werden.

Auch der Schmierung ist bei Heißdampfmaschinen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden, und ich möchte auch hierüber einiges mitteilen, da vielfach auch heute noch abgelehnt wird, überhitzten Dampf zu verwenden, weil bei der vermuteten stärkeren Schmierung das Mitreißen von Öl nach den Kesseln befürchtet wird. Das Heißdampföl — und hier sollte nur das allerbeste und vollkommen asphaltfreie verwendet werden — wird dem Dampf direkt vor dem H.D.-Zylinder zugeführt, und damit ist die ganze Schmierung der Zylinder erledigt. Der feine Ölschleier verteilt sich derartig allgemein und gleichmäßig, daß er vollkommen ausreichend ist. Der Zylinderölverbrauch wird mit etwa 0,05 bis 0,07 g/PSi-st angegeben. Der Dampf für die Zylinder wird durch automatische Preßschmierung geölt und ebenso die Kolbenstangendichtungen, Kreuzkopf, Gleitflächen, Steuerungsteile und Kurbellager. Die übrigen Teile haben teilweise Wälzlager oder Abstreifschmierung, alles automatisch, so daß der Maschinist lediglich seine Schmierapparate zu füllen hat. Die Reedereien geben auf Nachfrage den Verbrauch an Maschinenöl mit etwa 0,6 bis 0,8 g/PSi-st für die ganze Maschinenanlage an. Außerdem wird bestätigt, daß bei den üblichen Reinigungs-vorrichtungen bisher über Störungen an den Kesseln durch mitgerissenes Öl keine Klagen gekommen sind.

Die Ventilspindeln werden nicht direkt geschmiert. Anstände haben sich nicht ergeben. Eine Schmierung scheint jedoch auf Grund praktischer Überlegung mit Rücksicht auf die dauernd steigenden Dampftemperaturen angebracht zu sein, und zwar derart, daß die Spindeln bei den ersten Fahrten und bis zum Erreichen der vorgesehenen höchsten Dampftemperatur, und stets beim Anfahren

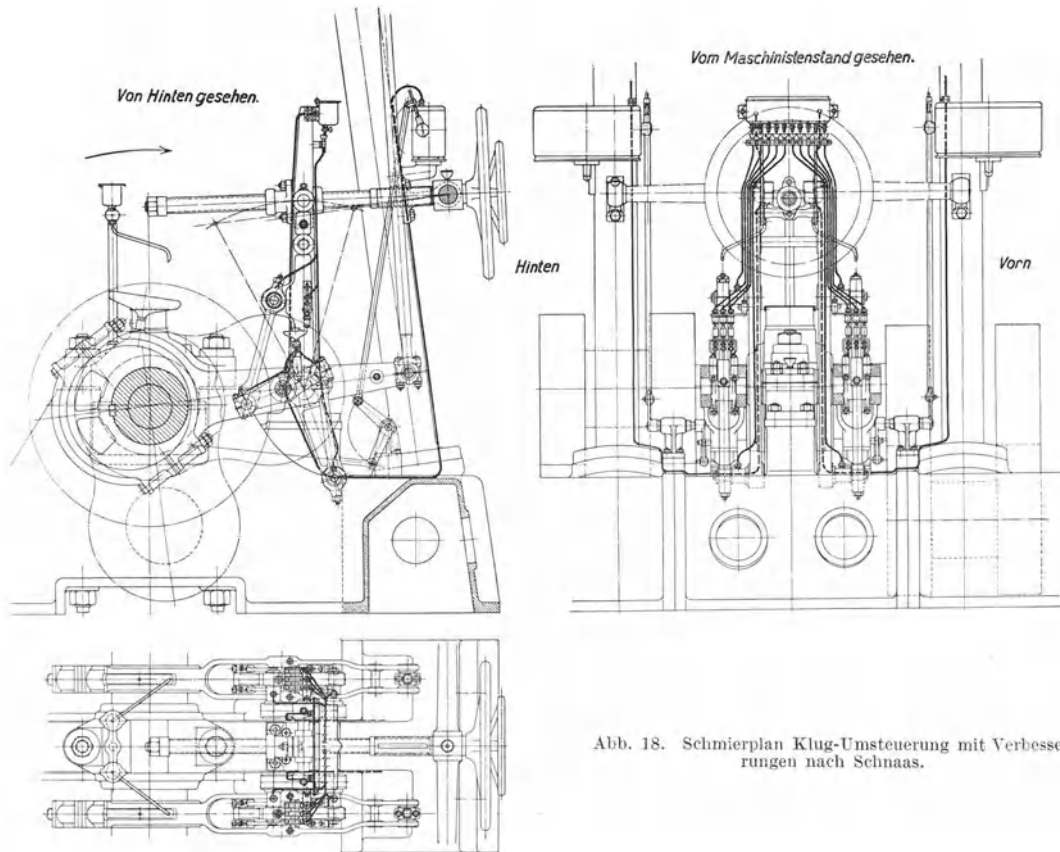


Abb. 18. Schmierplan Klug-Umsteuerung mit Verbesserungen nach Schnaas.

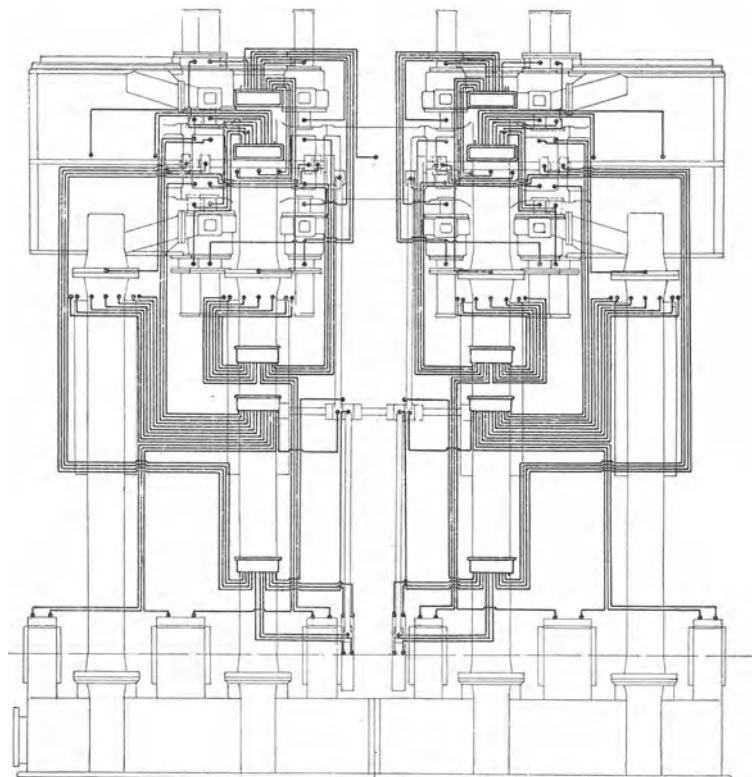


Abb. 19. Schmierplan LES 12 auf Dampfer „Boskoop“.

der Maschine nach längerem Stillstande, unter Druck bestes, asphaltfreies Heißdampföl erhalten. In Abb. 18 sehen Sie die Gesamtanordnung der Schmierung für eine Umsteuerung ausgeführt von Borsig, wobei Bauchöler Verwendung fanden. Abb. 19 zeigt den Gesamtschmierplan für eine LES 12, ausgeführt von der Droogdok-My., Rotterdam. Die Öler für die Zylinder und Steuerung befinden sich oben, vorn an der Maschine mit zwangsläufigem Antrieb durch die Steuerwelle. Für die Triebwerksteile, teilweise auch noch Steuerungsteile, sind sie unten am Maschinistenstande, an den vorderen Säulen oder gußeisernen Ständern angeordnet; der Antrieb erfolgt durch das Steuerungsgestänge. In Holland sind

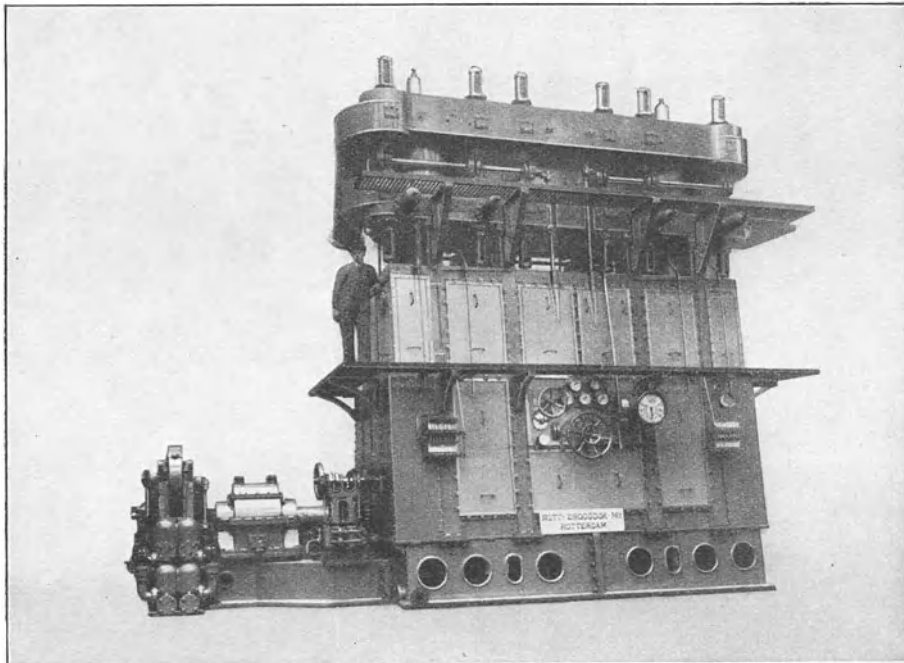


Abb. 20. LES 10, gekapselt Normal-Modell K.P.M., Amsterdam, nach Entwurf Oberinspektor Mueller.

fast alle für die K.P.M. nach den Entwürfen ihres Oberinspektors Mueller gebauten Maschinen, wie in nachfolgender Abb. 20 dargestellt, gekapselt ausgeführt. Die Schmierung aller Maschinenteile erfolgt unter Druck. Das Öl wird gesammelt, gereinigt und wieder verwendet.

Ich hoffe, daß es mir gelungen ist, Ihnen mit dem Vorgetragenen und den gezeigten Lichtbildern eine kurze Übersicht über die Entstehung, Entwicklung und Vorteile der LES gegeben zu haben. Es wird aber auch interessieren, wie sich die eingeführten Neuerungen und Verbesserungen bewährt und die angestrebten Vorteile verwirklicht haben. — Aus den Veröffentlichungen in deutschen und ausländischen Fachzeitungen ist bekannt, daß der wirtschaftliche Erfolg der LES ein guter ist. Die Dampfverbrauchs- und damit in Verbindung auch die Kohlenverbrauchszahlen sind günstig; sie liegen für die indiz. PS-st im Schiff, d. h. also einschließlich aller Hilfsmaschinen, zwischen 0,48 bis 0,55 kg Kohle, bei einer guten Bunkerkohle von i. M. etwa 7300 WE/kg. Die Ergebnisse,

die uns zur Veröffentlichung freigegeben sind, wurden in einer Liste zusammengestellt, welche ich in nebenstehender Tabelle wiedergebe.

Daß die einzelnen Ergebnisse bei den gleichen Maschinenmodellen nicht immer übereinstimmen, liegt daran, daß die Hilfsmaschinen und die Kessel-einrichtungen nicht die gleichen sind. Es hat sich erwiesen, daß der gewählte Dampfdruck von 13,5 atü an der Maschine und hohe Überhitzung von mindestens 325° C sich am günstigsten in der Doppelverbundmaschine auswirken.

Es hat sich herausgestellt, daß — außer den sich durch die Konstruktionsmaßnahmen ergebenden Vorteilen — die bei der Aufstellung der Richtlinien für die LES als Doppelverbundmaschine praktisch und theoretisch erwarteten Vorteile im Gebiete der heute als niedrig zu bezeichnenden Dampfdrücke und bei höherer Temperatur eingetreten sind. Diese Vorteile liegen zunächst in der Anwendung von Ventilen als Dampfverteilungsorganen für Heißdampf überhaupt. Die abschließenden Dichtungsflächen arbeiten nicht unter Reibung, sondern sie setzen unter verzögerter Bewegung sanft auf, wodurch sich die bewiesene, lange, ungestörte Betriebsfähigkeit der Ventile im Heißdampf erklärt. Wichtigere Vorteile bietet jedoch die LES als Doppelverbundmaschine nach dem Woolfschen Prinzip ohne Receiver auf wärmetechnischem Gebiete.

Die von uns mit 325° C an der Maschine angewendete Überhitzung liegt in einer praktisch erprobten Höhe, welche gegeben ist durch die Forderung nach wirtschaftlichem Betriebe der heute noch bevorzugten

Tabelle. Versuchsergebnisse verschiedener im Betriebe befindlicher Dampfer mit LES.

Nr.	Name des Schiffes	Maschine		Schiffsart	Dienst	Kohlenverbrauch pro PSi/st in kg	Wärmeinhalt der Kohle in WE	Bemerkung	Kohlenverbrauch umgerechnet auf 7500 WE
		Type	PSi						
1	Bilbao . . .	X	1400	1922	Frachtdampfer	Hamburg/Mittelmeer	7500	einschl. Hilfsmaschinen für Kondensat.	0,48
2	Fritz Schoop	VIII	850	1925	Frachtdampfer	Nordsee	6800	einschl. aller Hilfsmaschinen	0,475
3	Eliane . . .	X	1650	1925	Frachtdampfer	Dünkirchen/Schwarzes Meer	6329	einschl. Hilfsmaschinen für Kondensat.	0,497
4	Merak . . .	X	1800	1925	Fracht- u. Passagierdampfer	Niederländisch Indien	7400	ohne Hilfsmaschinen	0,542
5	D. van Twist	VII	700	1926	Fracht- u. Passagierdampfer	Niederländisch Indien	7700	ohne Hilfsmaschinen	0,50
6	Italia . . .	IX	950	1926	Fracht- u. Passagierdampfer	Schweden/Mittelmeer	6920	einschl. aller Hilfsmaschinen	0,482
7	Las Palmas	X	1200	1926	Frachtdampfer	Hamburg/Mittelmeer	7350	einschl. aller Hilfsmaschinen	0,48

Schiffszylinderkessel bei möglichst geringer Temperatur der abziehenden Verbrennungsgase.

Theoretisch stellt sich die Gesamtarbeitsleistung gleich, ob man das Gesamt-diagramm bei Heißdampf in zwei Stufen teilt, wie bei der LES, oder in drei Stufen, wie bei der Dreifachexpansionsmaschine. Die Volumenvergrößerung durch die Überhitzung, also der, gegenüber gesättigtem Dampf bei gleichem Wärmeaufwand erreichte, Arbeitsgewinn wird jedoch zum größten Teil bereits während der Expansion im ersten Zylinder aufgezehrt. Der Rest dieses Arbeitsgewinnes geht bei Dreifachexpansionsmaschinen im zweiten Zylinder mit vor- und nachgeschaltetem Receiver ganz oder fast ganz wieder verloren, so daß er im Niederdruckzylinder bei Dreifachexpansionsmaschinen nicht mehr zur Geltung kommt. Es ist bei Heißdampfbetrieb vorteilhaft, möglichst wenig Räume während der Gesamtarbeitsleistung zu verwenden. Dieses ist bei der LES mit zwei nicht durch Receiver verbundenen Arbeitszylindern erstrebt und auch wohl gut erreicht. Dabei ist der Gesamtexpansionsgrad ein höherer als bei Dreifachexpansionsmaschinen. Im Leistungsbereich der LES von 30 bis 42% Füllung des H.D.-Zylinders ist ein Expansionsgrad vom etwa 11,5- bis 16fachen vorhanden. Die untere Grenze stellt also bereits die höchsten Werte dar, die bei Dreifachexpansionsmaschinen erreicht werden.

Die Dreifachexpansionsmaschine hat drei, die LES dagegen allerdings zweimal 2 Zylinder. Das Gewicht wird jedoch — wie die später zu zeigenden Schaubilder in Abb. 23 beweisen werden — reichlich, der Bearbeitungsumfang nahezu aufgewogen, durch die kleineren Zylinderdurchmesser, den Fortfall der Receiver, die Verkleinerung der Dampfverteilungsräume, die Vereinfachung und Verminderung der Steuerungsorgane und die Verkürzung der Maschine überhaupt.

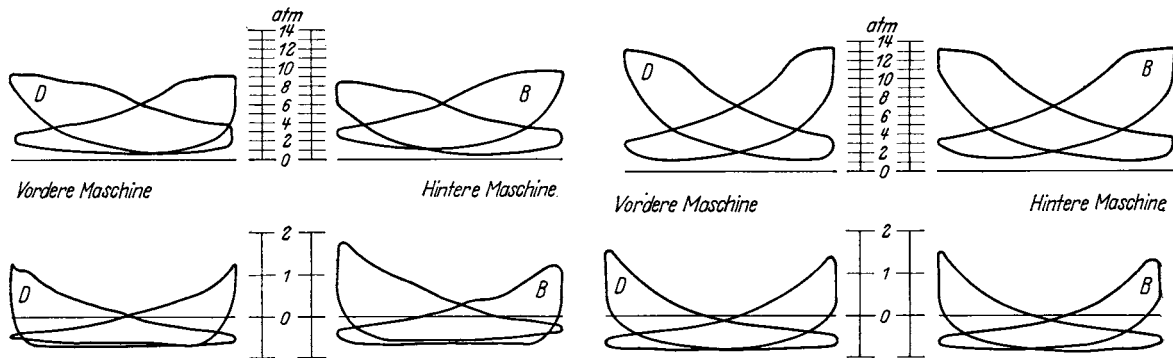
Im Zusammenhang mit Druck und Temperatur steht das Verhalten der Zylinder und Ventile. Klagen hierüber sind nicht zu unseren Ohren gekommen. In zwei Fällen zeigten H.D.-Kolbenringe übermäßige Abnutzung; die Untersuchung ergab, daß die Ringe zuviel Spannung hatten, und daß durch Kolbenringe mit geringerer Spannung der Fehler beseitigt wurde. Beanstandungen an den Laufflächen der Zylinder, die — bis auf holländische Maschinen — sämtlich ohne Einsatz ausgeführt sind, kamen nicht vor. In einem Fall, der gemeldet wurde, lag der Fehler, — soweit es festzustellen war — scheinbar an nicht ganz genauer Bordmontage. Der Übelstand wurde mit den bereits früher gekennzeichneten Hilfsmitteln an Bord beseitigt. Die eingebauten einfachen Ventilsitze haben sich bewährt; man sollte allgemein dazu übergehen, die teuren, die schädlichen Räume vergrößernden, und die Dampfströmung ungünstig beeinflussenden Ventilkörbe zu verlassen.

Ventile und Ventilspindeln erfüllten die Erwartungen. Trotz der Ihnen gezeigten leichten Konstruktion der Ventile aus Gußeisen sind keine Meldungen über schlechtes Arbeiten oder Defekte eingegangen. Bei einer LES 9 ergaben sich bei einer Werkprobefahrt eigentümliche Diagramme, und bei Ausbau des in Frage kommenden Ventiles — es war ein H.D.-A-Ventil — zeigte es sich, daß ein Stück herausgesprungen, und ohne irgendwelche Beschädigungen durch Ventilsitz und

Zylinder in den Kondensator gelangt war, wo das Bruchstück gefunden wurde. Eine präzise Feststellung des Grundes konnte nicht mehr stattfinden; es ist anzunehmen, daß das Ventil beim Transport oder Einbau beschädigt wurde, da die Maschine vor ihrem Einbau ungewollt sehr lange lagern mußte. Auch die Ventilspindeln haben in allen Fällen den hohen Überhitzungsgraden standgehalten. Sie haben dieses auch in Abb. 3a, wo das Ventil mit Spindel vom Dampfer „Lisboa“ gezeigt wurde, beobachten können. Daß die Ventile im Heißdampf so gut gearbeitet haben, ist auf die zuvor geschilderte Vergütung des Materials zurückzuführen.

Diagramme nach der werkstattmäßigen Einregulierung.
LES 7. 550 PS_i/n = 105.

Diagramme nach der Einregulierung im betriebswarmen
Zustande.



Überlastungs-Diagramme bei Freiarbeiten aus schwerem
Eisgang in der Ostsee.

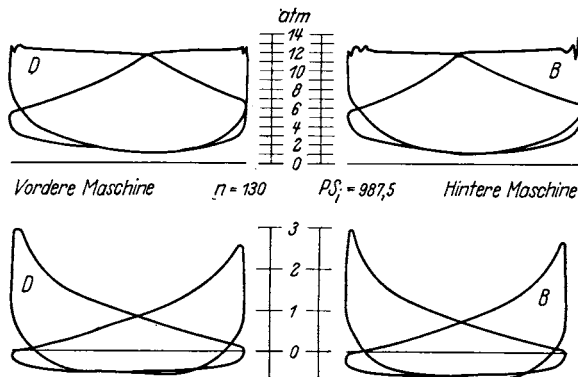


Abb. 21.

Die geschliffenen Ventilspindeln müssen sehr sauber mit einer Toleranz von 0,07 bis 0,08 mm am H.D.-Zylinder und 0,05 bis 0,07 mm am N.D.-Zylinder eingepaßt werden. Beim Anfahren unter Heißdampf hat eine allmähliche Steigerung der Temperatur zu erfolgen. Wo in zwei Fällen bei den Werkproben ein Hängenbleiben der Ventilspindeln erfolgte, zeigte es sich, daß in dem ersten Falle die Temperatur unbeabsichtigt sofort beim Anfahren 340° C betrug, und im zweiten Falle eine Beschädigung beim Eintreiben der Führungsbüchse entstanden war.

Besonders interessant sind die Erfahrungen über die Möglichkeiten der Feineinstellung der Steuerung an der betriebswarmen Maschine. Die Mittel hierzu

sind bei Abb. 16 näher angegeben. Es hat sich herausgestellt, daß bei Heißdampfmaschinen die Werkstatteinstellung der Steuerung nicht mit derjenigen übereinstimmt, welche sich bei der im Betriebe angewendeten Heißdampf-temperatur ergibt. Ich zeige Ihnen in der vorstehenden Abb. 21 ein besonders drastisches Beispiel mit dem Bemerkten, daß die Verbesserung der Diagramme lediglich mit den gekennzeichneten Mitteln — verschiebbare Daumen und veränderliche Spindellänge — während des Betriebes erfolgte.

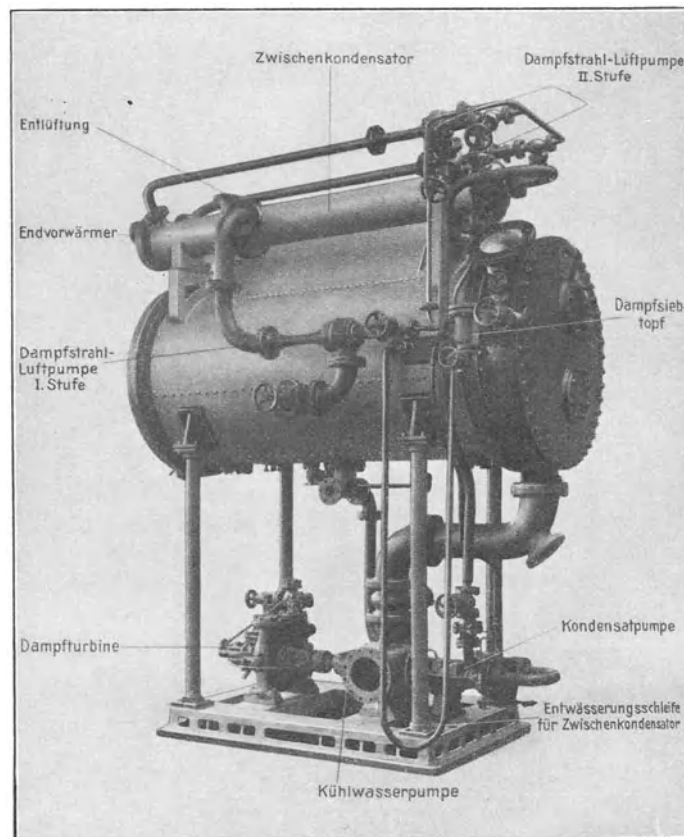


Abb. 22. Einheits-Kondensation nach Ausführung Balcke A.-G. in Bochum.

Die Manövrierung der LES von Hand kann — nachdem nun auch die im Betriebe befindlichen Maschinen bis 3400 PS ein Urteil zulassen — als muster-gültig bezeichnet werden. Sie folgt prompt dem Willen des Maschinisten, ohne Betätigung von Hilfsschieber und ohne Drosselung des Hauptventils.

Wie bekannt, wurde bei der LES getrennt aufgestellte Kondensation angestrebt, wie sie auch bei den meisten Maschinen durchgeführt ist. Die Entwürfe hierfür stammen — wie die größte Zahl der Ausführungen — von der Firma Balcke A.-G., Bochum. Das sofort vorhandene Vakuum unterstützt vorteilhaft die Manövrierung, und der Fortfall angehängter Pumpen erhöht den mechanischen Wirkungsgrad der Maschinen. Der für die getrennt aufgestellten Pumpen benötigte Wärmearaufwand wird im Abdampf für die Speisewasser-

vorwärmung nutzbar gemacht. Der Zugang zu der Maschine von der Rückseite wird frei gemacht, wodurch die Zugänglichkeit zur Maschine eine anerkannt besonders gute ist.

Abb. 22 zeigt die Einheitskondensation für eine von Borsig an die Howaldts-Werke, Kiel, gelieferte LES 11. Sie sehen die Zirkulations- und Kondensatpumpe mit Antrieb durch eine kleine Dampfturbine. Das Vakuum wird durch zwei Dampfstrahlpumpen erzeugt. Der Abdampf der Strahlpumpen dient zum Vorwärmen des Kondensates, derjenige der Turbine für das Vorwärmen des Speisewassers. Die erste — allerdings bereits 1921 gelieferte Anlage — gab zu Beschwerden wegen des hohen Dampfverbrauches der Turbine Veranlassung. Der Abdampf war daher erst restlos nach Einbau eines zweiten Vorwärmers unterzubringen. Heute sind die Turbinen wesentlich verbessert, und der wirtschaftliche Erfolg daher ein guter. Der durch die getrennte Kondensation bedingte Mehrpreis ist durch den wirtschaftlichen Nutzen aufgewogen.

Ich möchte nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, daß die LES in ihrem an und für sich einfachen Aufbau und mit ihrer einfachen Lentz-Ventil-Steuerung auch sehr geringe Abnutzungen aufweist. Dadurch ist das Reparaturkonto gering. Auch der günstige Dampfverbrauch bleibt auf lange Dauer, ohne Nacharbeit an der Steuerung, beibehalten. Auf Anfrage wurde von einer Reederei erklärt, daß z. B. an einer seit 5 Jahren im Betriebe befindlichen LES 10 mit 1250 PSi nur etwa Mark 435.— Instandhaltungskosten aufgelaufen sind.

Zusammenfassend kann daher wohl mit Recht gesagt werden, daß die mit der Konstruktion der LES angestrebten Verbesserungen erreicht sind, und daß sich der Maschinentyp als eine einfache, betriebssichere und sehr ökonomisch arbeitende Schiffskolbendampfmaschine mit bester Manövrierfähigkeit erwiesen hat.

Auch wirtschaftlich hat die LES gegenüber Schiffskolbendampfmaschinen anderer Bauart Vorteile gebracht. Ihr Gewicht ist gering und auch die Raumabmessungen sind günstig. Die Präzision der Werkstattausführung erfordert jedoch einen etwas höheren Lohnaufwand, der den Preis der Maschine, auf die Gewichtseinheit bezogen, erhöht. Der Liebenswürdigkeit einiger Maschinenfabriken und Werften verdanke ich wertvolles Vergleichsmaterial, alles auf vollkommen zeitgemäße, wirtschaftliche Schiffsdampfmaschinen bezogen. Dieses Material, welches internationalen Ursprungs ist, habe ich in Abb. 23 zusammengestellt. Es ergibt fast durchweg eine Überlegenheit der LES, und wo kleine Nachteile vorhanden sind, werden sie sicherlich durch den besseren Dampfverbrauch der LES ausgeglichen. Der Ordnung wegen muß aber hinzugefügt werden, daß die gekapselten Maschinen teurer und schwerer werden, und deren Preis und Gewicht in den Kurven entsprechend höher liegen würden. Auch die offenen Maschinen werden im Ausland schwerer und teurer, da die Vorschriften der zuständigen Stellen stärkere Wellen und teilweise auch größere Wandstärken erfordern.

Die im Juli und August 1927 zur Ablieferung gelangten Dampfer der verschiedensten Werften haben eine gute Durchgestaltung des maschinentechnischen Teiles erhalten, um eine gute Gesamtwirtschaftlichkeit des Schiffes zu erzielen. Bei fast allen ist außer der LES-Maschine auch den Nebenanlagen die größte

Aufmerksamkeit gewidmet. Z. B. hat der Dampfer der K.P.M., Amsterdam, „Op ten Noort“, der nach den Plänen des Oberinspektor Mueller dieser Reederei von Werkspoor, Amsterdam, ausgeführt wurde, Wasserrohrkessel System Babcock-Wilcox mit Ölfeuerung, elektrischen Antrieb aller Hilfsmaschinen, weitgetriebene Speisewasservorwärmung und Luftvorwärmer. Der elektrische Strom wird während der Fahrt von zwei Dampfturbinen von Gebr. Stork & Co.,

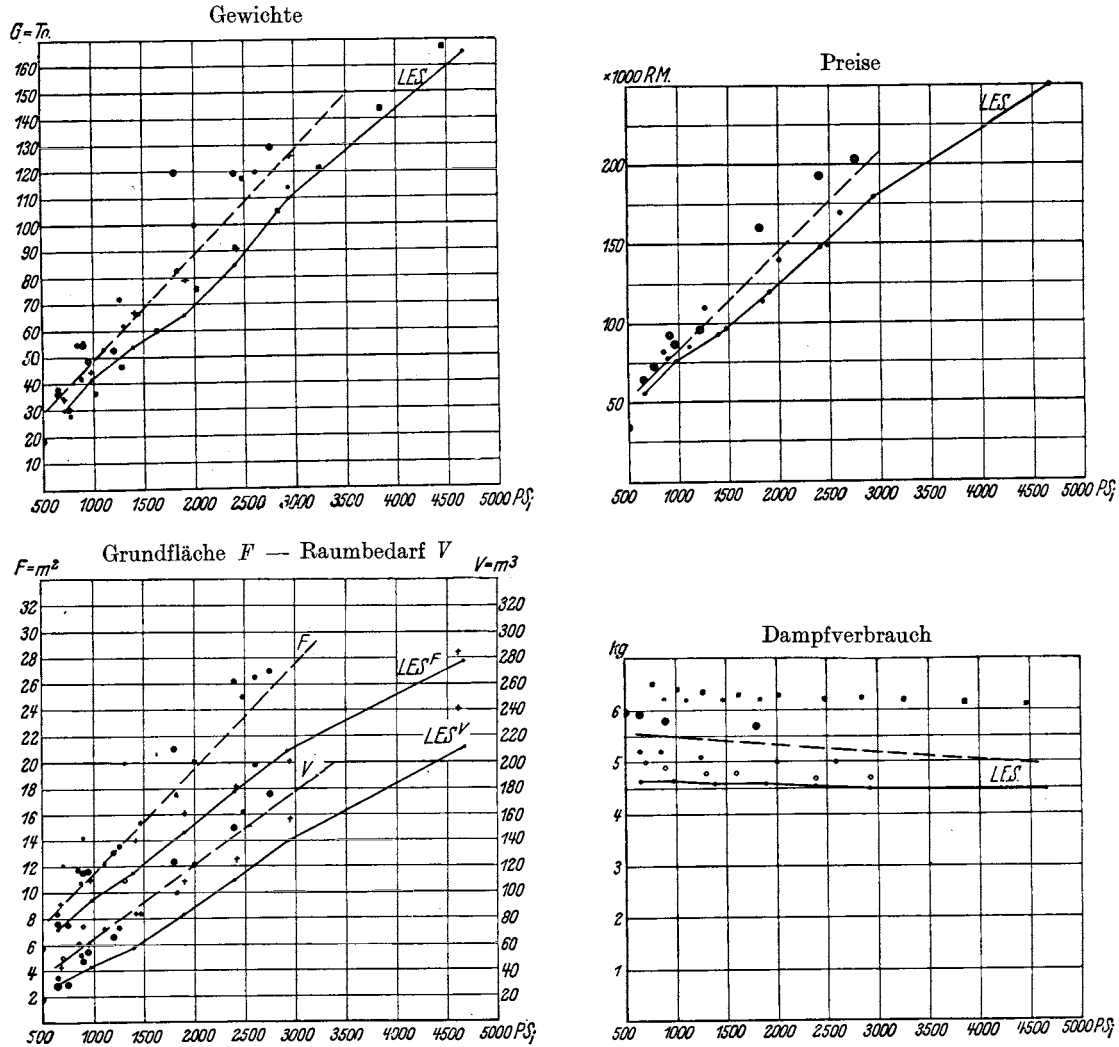


Abb. 23. Vergleichskurven LES in Gegenüberstellung mit Schiebermaschinen gleicher Leistung.

Hengelo, erzeugt, während für den Hafenbetrieb und als Reserve ein Werkspoor-Dieselmotor vorhanden ist. Die Antriebsmaschinen sind 2 LES 12 mit einer Leistung von je 3400 PSi in gekapselter Ausführung, wie sie von der K.P.M. aus betriebstechnischen Gründen bevorzugt werden, und die Abbildungen 24, 24 a u. b zeigen Ihnen diese Maschine. Die Reederei hatte die Liebenswürdigkeit, den Plan der gesamten Maschinenanordnung zur Verfügung zu stellen, welchen ich Ihnen in Abbildung 25 a u. b vorführe.

Die Firma F. Schichau, Elbing, lieferte den unter Bauaufsicht der Herren Dr. Tillmann und Dipl.-Ing. Renner, Hamburg, erbauten Doppelschrauben-

dampfer „Carl Hoepcke“ ab. Ergebnisse stehen hier leider noch nicht zur Verfügung. Die Maschinen sind 2 LES 7 von je 750 PS_i. Dieser Dampfer war eine Nachbestellung, da die Reederei C. Hoepcke jr., Florianopolis (Brasilien), bereits im Jahre 1909 zwei Lentz-Ventilschiffsmaschinen von je 300 PS_i in Betrieb nahm.

Die Danziger Werft und Eisenbahnwerkstätten A.-G. Danzig, erbaute für die Stavangerske Dampskibsselskab., Stavanger (Norwegen) den Dampfer „St. Svithun“. Er besitzt eine LES 9 für etwa 1000 PS_i-Leistung und ist in jeder Weise modern durchgebildet. Elektrischer Antrieb sämtlicher Hilfsmaschinen, größtmögliche Speisewasservorwärmung und hohe Luftvorwärmung — es fand

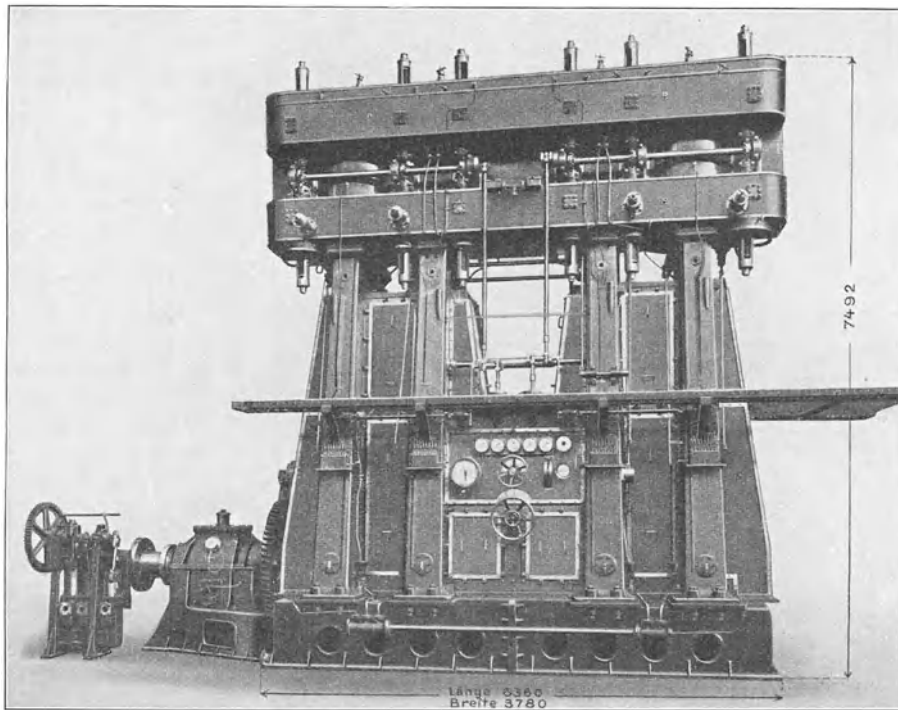


Abb. 24. LES zwölf 3400 PS_i gekapselt, Entwurf Oberinspektor Mueller, Dampfer „Op ten Noort“.

hier wohl zum erstenmal eine solche nach Dr. Friedr. Münzinger Anwendung — sind seine besonderen Kennzeichen. Die Speisewasservorwärmung erfolgt stufenweise. Das Kondensat der Antriebsmaschine wird zuerst durch die Dampfstrahl-luftpumpe vorgewärmt, dann durch den Abdampf der Saugzugturbine und zuletzt durch den Abdampf der Turbine des Kondensatorpumpwerkes erhitzt.

Für die Kgl. Stoomboot My., Amsterdam, lieferte die Rotterdamsche Droogdok My., Rotterdam, den 9000 t großen Frachtdampfer „Boskoop“, dessen LES 12 von etwa 2800 PS_i nach dem Vorschlag des Inspektor Lambrechtsen der Stoomboot My. einige Abänderungen erhielt. In Abb. 13/14 konnte ich Ihnen bereits die Zylinder dieser Maschine zeigen, und hier lasse ich noch mit Abb. 26 ein Bild der vollkommenen Maschine folgen. Es ist die erste in Holland gebaute offene Maschine. Sie besitzt wieder die Hackworthsteuerung, worüber ich Ihnen die Abb. 10 a und b vorführte, und es ist bei dieser Maschine das Hochdruckaus-

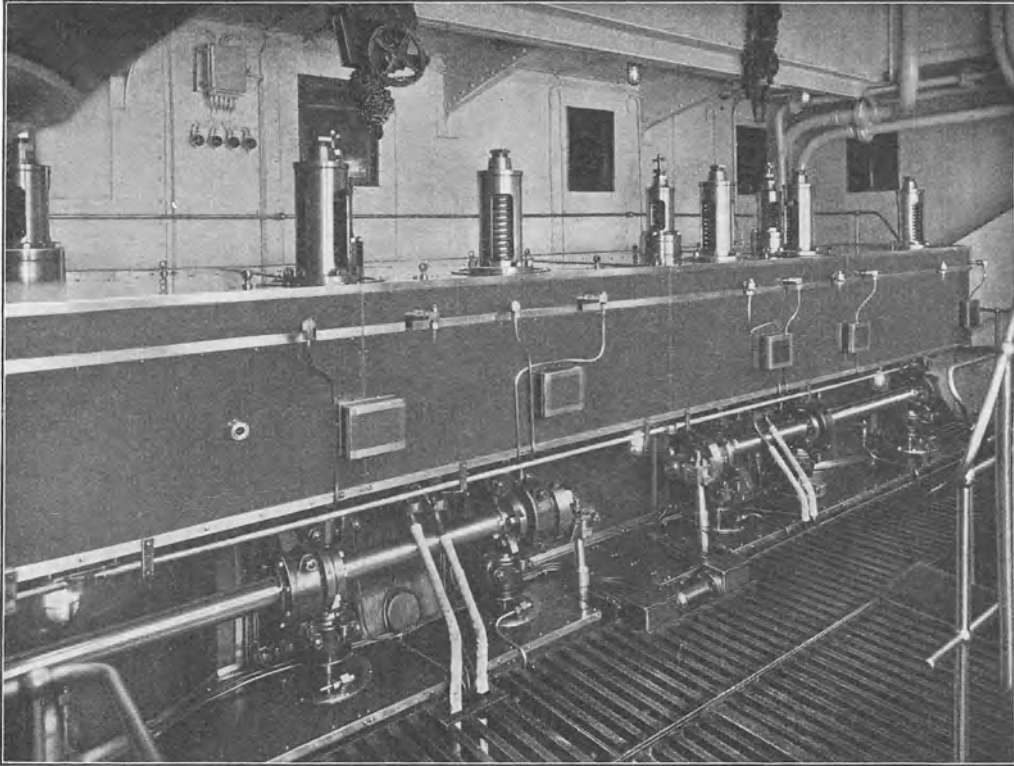


Abb. 24a. LES 12, Dampfer „Op ten Noort“, Zylinder mit Steuerung.

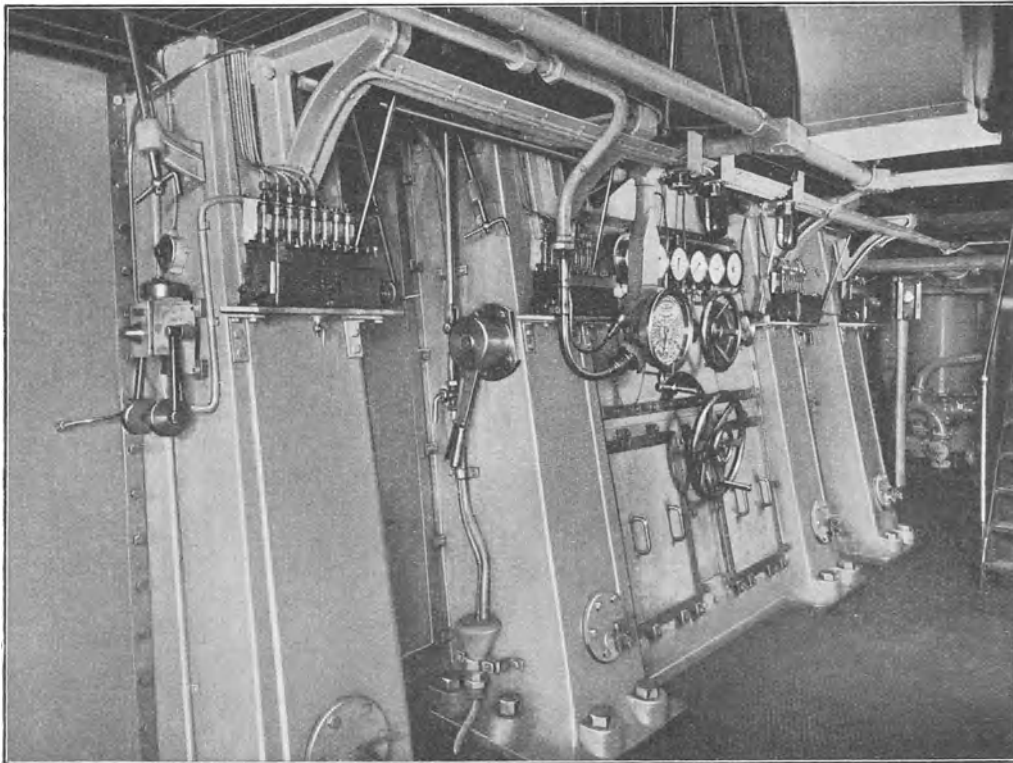


Abb. 24b. LES 12, gekapselt. Dampfer „Op ten Noort“, Maschinenstand.

laßventil nicht dem Hochdruckeinlaßventil, wie es aus Normalisierungsgründen sonst geschieht, gleichgemacht, sondern vergrößert. Das Niederdruckauslaßventil liegt, entsprechend dem bereits im Jahre 1918 aufgestellten, aber aus verschiedenen Gründen verlassenen Entwurfe, hinten. Da das Schiff erst Anfang August in Dienst gestellt wurde, muß abgewartet werden, ob die an dieser Maschine getroffenen Abänderungen derartige wirtschaftliche Verbesserungen bringen, daß es sich lohnt, sie teilweise oder ganz auf die LES zu übernehmen.

Wenn der nach fast zehnjähriger nicht leichter Arbeit eingetretene Erfolg auch eine gewisse Befriedigung gibt, und mich mit großer Dankbarkeit gegen Baurat Dr. Lentz als den Urheber der LES, gegen meine Mitarbeiter, die Lizenznehmer und Abnehmer erfüllt, so ist er ein um so größerer Ansporn vorwärts zu streben. Die dauernde Preissteigerung aller schweren Treib- und Brennöle in Verbindung mit der Tatsache, daß fast 80 % aller europäischen Tonnage auf eine gute, preiswerte Kohlenbasis zurückgreifen können, zwingt, weitere technische und wirtschaftliche Verbesserungen auch für Kolbenschiffsdampfmaschinen in ihrem gegebenen Anwendungsgebiet bis zu etwa 5000 PS_i anzustreben.

Ein Mittel ist in der Anwendung der Abdampfturbine Bauer-Wach gegeben, und ich zeige Ihnen eine Abb. 27 über eine kombinierte Maschine von etwa 4000 PS_i. Die Kombination der LES mit der Abdampfturbine bringt insofern gegenüber der Dreifachexpansionsmaschine einen großen Vorteil, als die LES als Verbundmaschine eine große Überlastung, also Arbeiten mit großen Füllungen, zuläßt. Dabei steigt allerdings der Dampfverbrauch in der Dampfmaschine, der aber dann in der Abdampfturbine entsprechende zusätzliche Arbeit leistet und dadurch ergibt sich — trotz weitgehendster Leistungsausnutzung der LES — eine sehr gute Gesamtwirtschaftlichkeit.

Besonders wichtig ist die Anwendung von Höchstdampfdruck und höchster Überhitzung, worüber Dir. Hartmann der Schmidtschen Heißdampf-Ges. m. b. H., Ihnen im Vorjahre berichtete, und die gründlichste Ausnützung aller Abdampfwärme zur Speisewasservorwärmung, auf welchem Gebiete zur Erreichung höchster Wirkung, Zusammenarbeit mit den Atlas-Werken A.-G., Bremen, besteht.

Auch die Einführung mechanischer Feuerungen an Bord von Dampfschiffen und — soweit Kohle als Brennstoff in Frage kommt — die Verwirklichung der Kohlenstaubfeuerung an Bord von Schiffen werden ganz besonders die Verbesserung der Wärmewirtschaft fördern. Mit befreundeten Firmen sind sehr ernste Prüfungen und Überlegungen im Gange, alles dieses zu erreichen, und es scheint sicher, in absehbarer Zeit unter Verwendung der Lentz-Schiffsmaschine mit Höchstdampfdruck und höchster Überhitzung, Abdampfausnutzung, weitgetriebener Speisewasser- und Luftvorwärmung eine Ziffer von weniger als 2500 WE/PS_i-st einschließlich aller Hilfsmaschinen zu erreichen. Dann werden auch die Leichenreden auf die Kolbendampfmaschine verstummen, und diese wird wieder als zuverlässige, in weiten Grenzen anwendbare Schiffsantriebsmaschine die ihr wirtschaftlich zukommende Stelle, als zwar ältere, aber immer sich wieder verjüngende und daher auch begehrenswerte Schwester der Dampfturbinen und Dieselmotoren mit Erfolg behaupten.

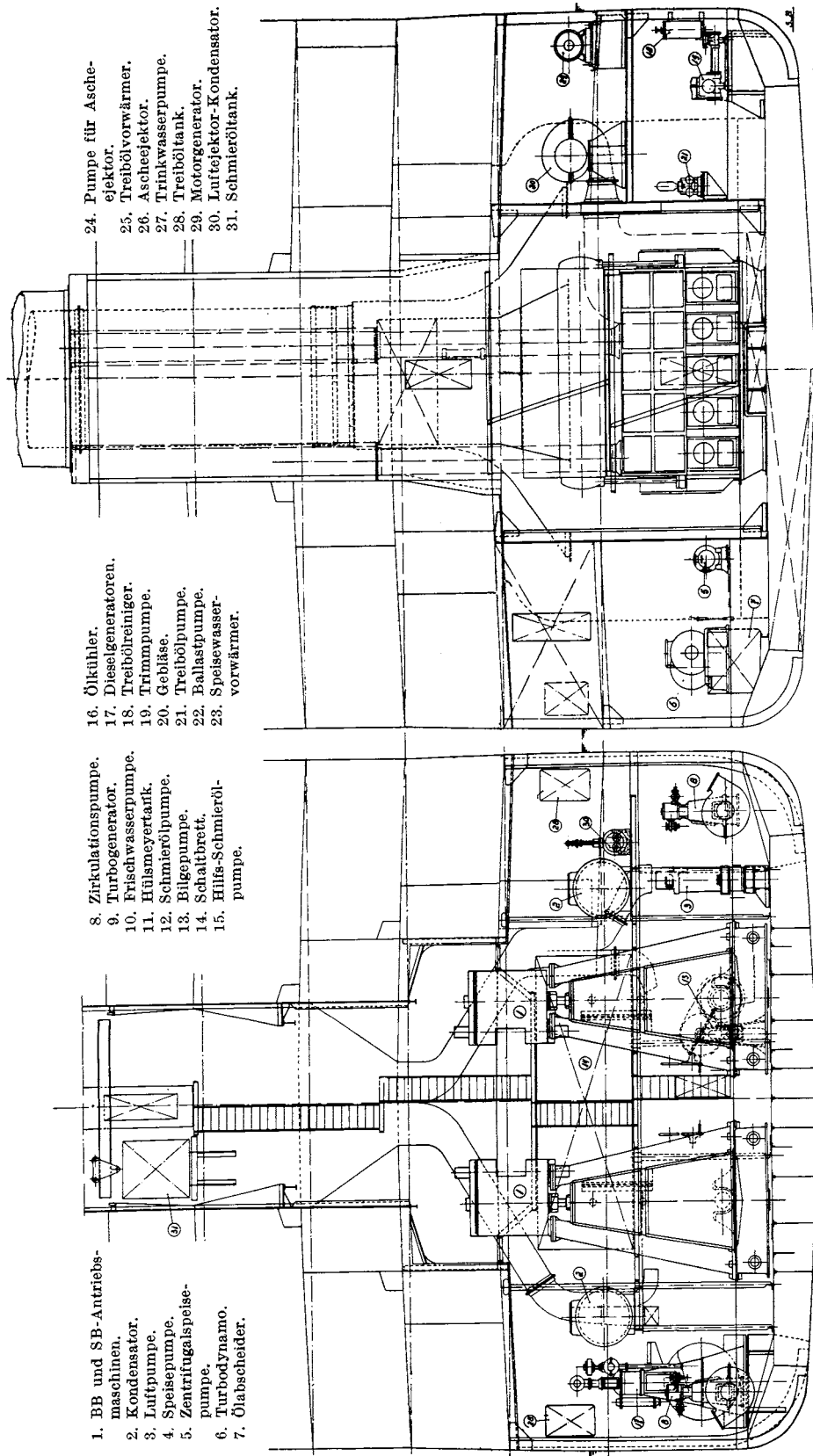


Abb. 25 a.

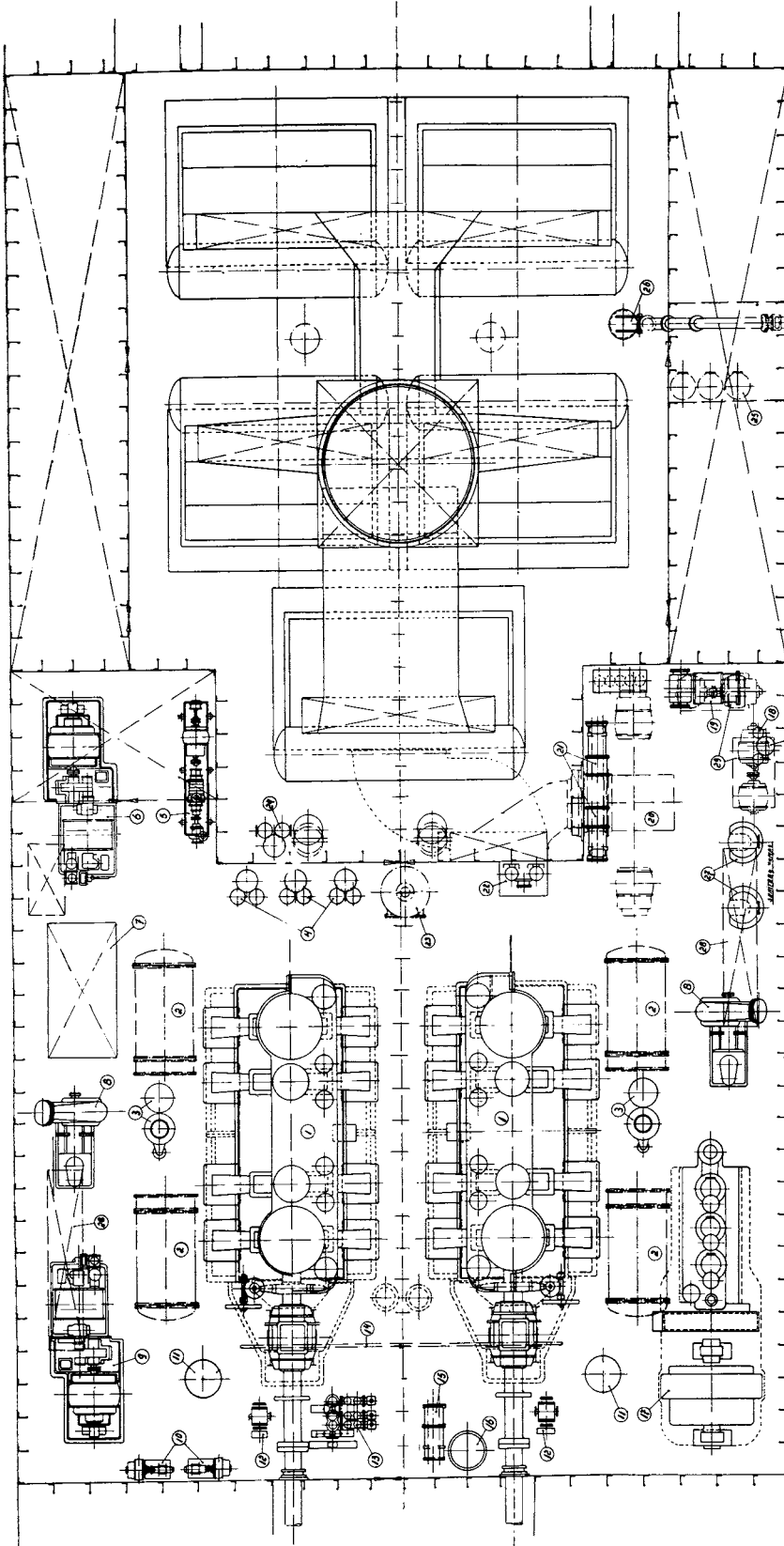


Abb. 25 b.

Abb. 25 a und b. Maschinenanordnung, Dampfer „Op ten Noort“.

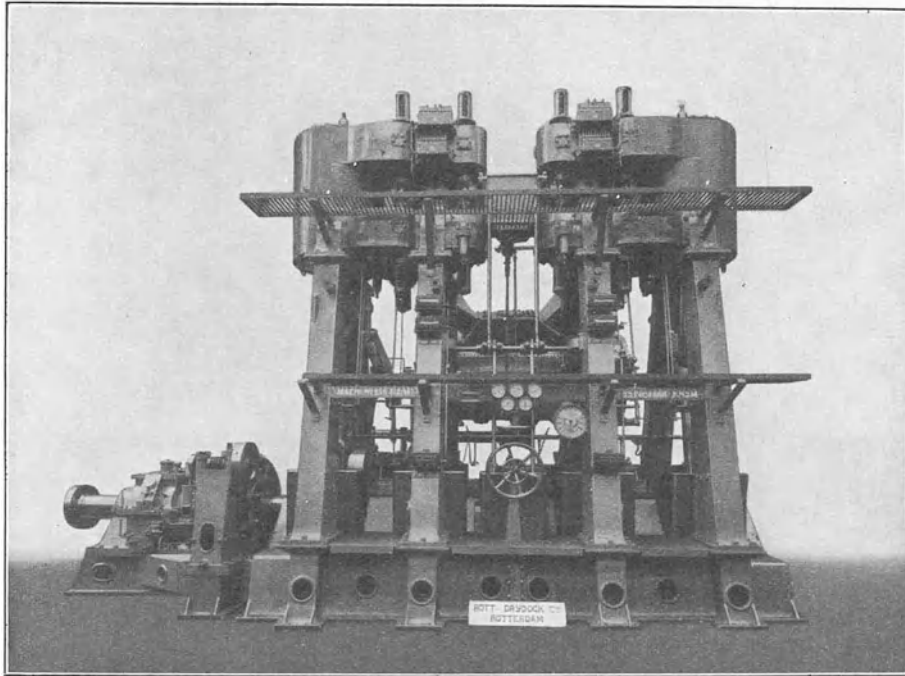


Abb. 26. LES 12, 2800 PS, offene Bauart. Dampfer „Boskoop“.

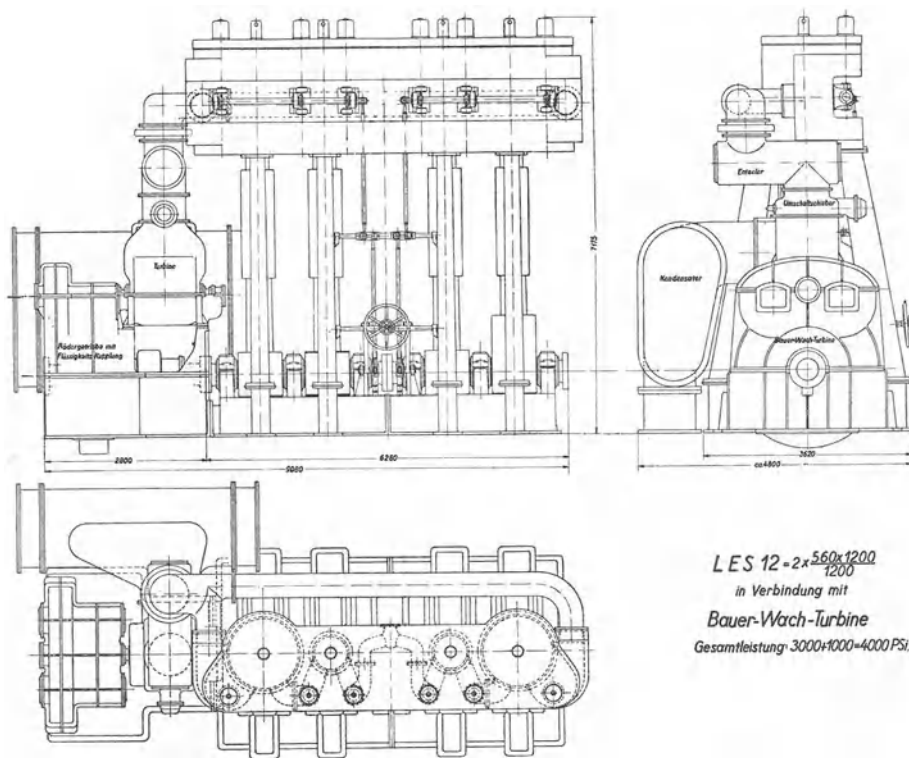


Abb. 27.

Erörterung.

Herr Fabrikant Christiansen, Harburg a. E.:

Meine Herren! Ich möchte Ihre Aufmerksamkeit ganz kurz auf eine andere 4-Zylindermaschine, ebenfalls in Doppelverbund-Anordnung, lenken, die aber an Stelle der Ventilsteuerung eine Kolbenschiebersteuerung hat.

Der Grundgedanke, von dem wir ausgegangen sind, ist ja sehr naheliegend. Es hat sich allgemein in letzter Zeit die Ansicht durchgesetzt, daß für Kolbenmaschinen eine so große Unterteilung des Druckgefälles, wie sie früher vorgenommen wurde, nicht erforderlich ist. Die einfache Teilung in zwei Stufen ist wohl das Rationellste, und für die Schiffsmaschine ergibt sich daraus mit Rücksicht auf gleichmäßige Drehmomente, auf Anspringen usw. ganz von selber die Doppelverbundanordnung, wie sie ja schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts für Naßdampfmaschinen in Gebrauch war.

Wenn wir zu dem Kolbenschieber gegriffen haben, so haben wir die Lösung nur auf dem Wege erzielt, daß wir die bekannten Auslaßschlitze, die bei Gasmaschinen, aber auch bei der Stumpfschen Gleichstrommaschine weiteste Verbreitung gefunden haben, für den Niederdruckzylinder hier angewendet haben. Nun ergibt sich eine verhältnismäßig außerordentlich einfache Steuerung, die durch die Pfeile hier auf

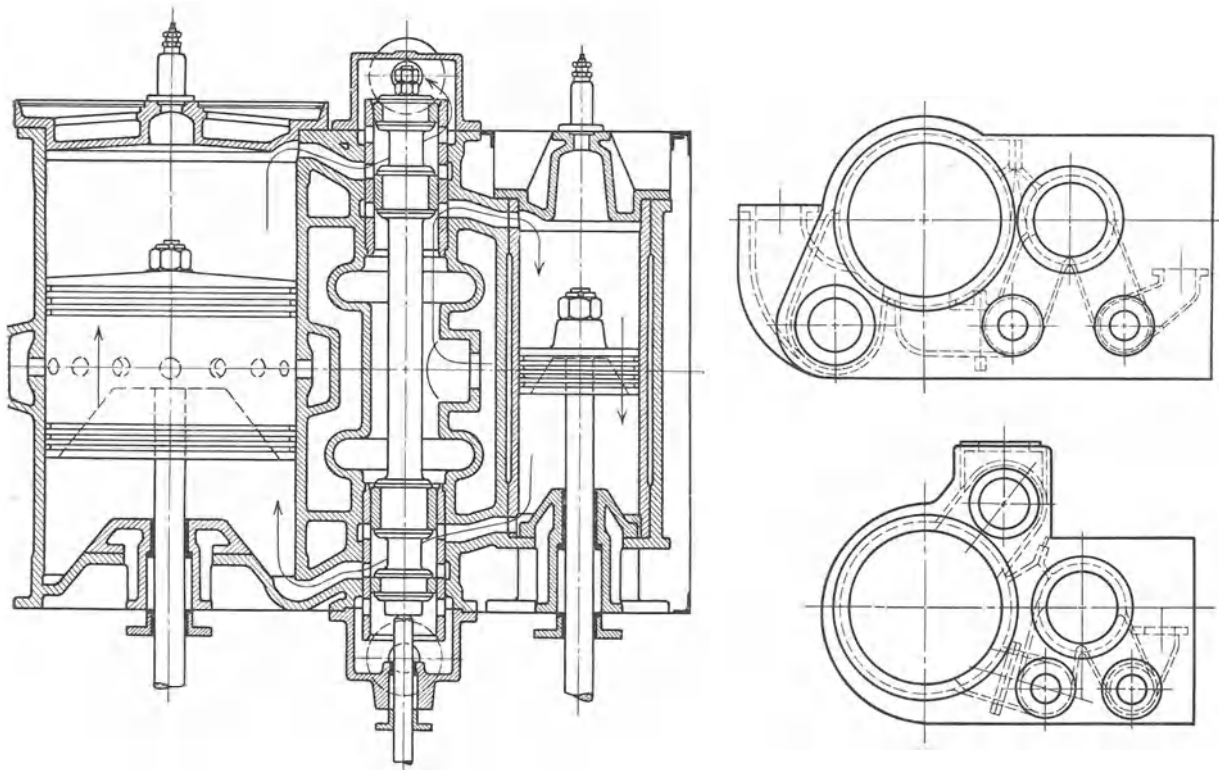


Abb. 1.

Abb. 2.

Abb. 1 gezeigt ist. Der Dampf, der in die Mitte des Schieberkastens eintritt, tritt in den Hochdruckzylinder über. Nachdem er seine Arbeit dort getan hat, öffnet der Schieber mit dem Zwischenraum direkt den Hochdruckzylinder zum Niederdruckzylinder, daß der Übertritt durch fast ganz gerade Kanäle sehr kurz mit sehr kleinen Flächen erfolgen kann. Gibt der Niederdruckkolben die Schlitze in der bekannten Weise frei, so entweicht der größte Teil des Dampfes daraus. Aber beim Rückgang geht noch ein weiterer Teil, wie oben der Pfeil zeigt, durch den Kolbenschieber zurück in die kleinen Hauben, die oben und unten auf dem Schieberkasten aufgesetzt sind. Auf diese Weise erreichen wir, daß die Kompression sich genau in den Grenzen hält, wie sie im allgemeinen üblich ist; und das ist gerade für diese Maschine deshalb von besonderer Wichtigkeit, weil die Maschine außerordentlich kleine schädliche Räume hat. Jeder Zylinder ist mit dem Schieberkasten nur durch einen Kanal verbunden, der ganz gerade gehalten ist, nicht untergeteilt ist, wie bei den früheren Schiebermaschinen, und auch nicht sehr breit ist. Die schädlichen Räume werden daher recht klein.

Wenn ich zum Vergleich ein Bild einer Ventilmachine zeigen darf, was vorhin schon der Herr Vorredner zeigte (die obere Zeichnung, Abb. 2), so sehen Sie dort, wie groß sich diese schädlichen Flächen und Räume auswirken im Vergleich zu unserer Konstruktion, und selbst wenn man bei einer Ventilmachine die Niederdruckauslaßventile auf die Rückseite legt, ebenso wie der Herr Vorredner eben ausführte, wodurch natürlich diese Flächen und Räume erheblich kleiner werden, so sind immer noch ein recht großer Platz zum Abkühlen und recht große schädliche Räume da. Die Schiebermaschine hat eigentlich nur das, was der Überströmung entspricht, an schädlichen Räumen und Flächen — alles, was das

Hochdruckeinlaßventil und das Niederdruckeinlaßventil mit sich bringen, fällt vollständig fort. Dies zeigt sich dann auch im Diagramm (Abb. 3). Sie sehen, daß sowohl auf der Hochdruckseite wie auf der Niederdruckseite fast ganz genau die Kompressionskurve zum Eintrittsdruck ansteigt. Wir haben auch

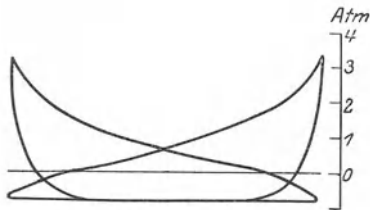
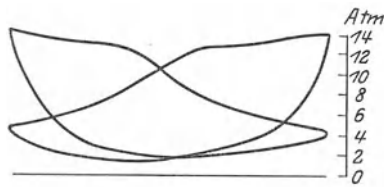


Abb. 3.

manche Diagramme, die eine kleine Schleife gezeigt haben. Das ist im allgemeinen nur möglich, wenn die schädlichen Räume recht klein sind. Die Diagramme, die Ihnen vorhin gezeigt wurden, weichen fast alle im wesentlichen darin ab, daß diese Kompressionskurven erheblich unter der Eintrittsspannung enden. Dann kommt das bekannte charakteristische senkrechte Stück am Ende des Diagramms, das zeigt, daß die Voreinströmung das tun muß, was die Kompression nicht vollständig erfüllt hat, d. h. daß die Dampfspannung bis auf den Admissionsdruck hochgebracht werden muß.

Aus diesem Grunde liegt auch ein großer Wert darin, daß wir nicht nur den Niederdruckdampf durch die Schlitze des Niederdruckzylinders auslassen, sondern noch durch den Kolbenschieber so viel zurückführen, daß die Kompression auf etwa 40% vermindert wird. Will man sich damit begnügen, was ja an und für sich auch durchaus denkbar ist und was auch von anderer Seite vorgeschlagen worden ist, nur die Auslaßschlitze im Niederdruckzylinder vorzusehen, so muß man letzten Endes wohl oder übel die schädlichen Räume entsprechend vergrößern, damit die Kompression nicht zu groß wird, wenn man nicht ein ganz besonders großes Vakuum hat, das ja bei großen Schiffen mit gesonderten Kondensationsanlagen erzielbar ist, das aber immerhin im An-

fahren, beim Inbetriebsetzen usw. meistens doch nicht in dem Maße vorhanden ist.

Diese wohl sehr einfache Steuerung zeigt nachher auch im Bau der ganzen Maschine ein sehr einfaches Bild (Abb. 4). Außer den vier Kolbenstangen führen nur die beiden einfachen Schieberstangen

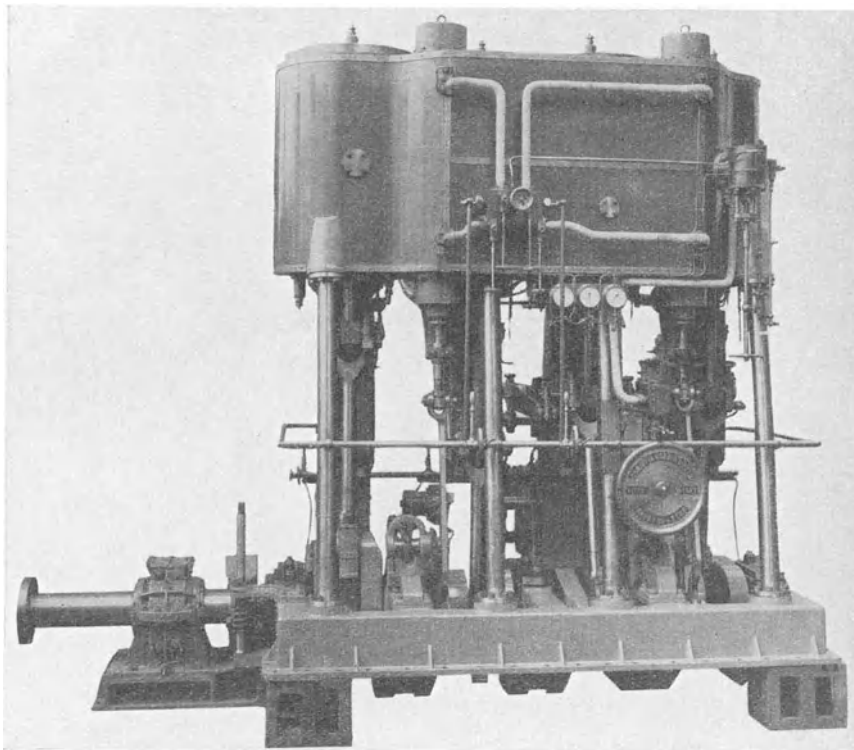


Abb. 4.

zu den beiden Kolbenschiebern empor. Sie sehen die Hauben oben und unten auf den Zylindern, durch die nachher der Restdampf austritt, ein paar kleine Hilfsschieber zum Anlassen der Maschine, und im ganzen weicht das Bild von der bekannten 3-Zylindermaschine sehr wenig ab.

Hervorzuheben ist auch, daß wenig Grätings beim Einbauen erforderlich sind, denn die Ventilmachine verlangt immerhin die Zugänglichkeit der unteren Ventile der in der Mitte liegenden Ventilschrauben mit der Steuerwelle und der oberen Ventile, was doch eine recht reichliche Anordnung von Grätings bedingt.

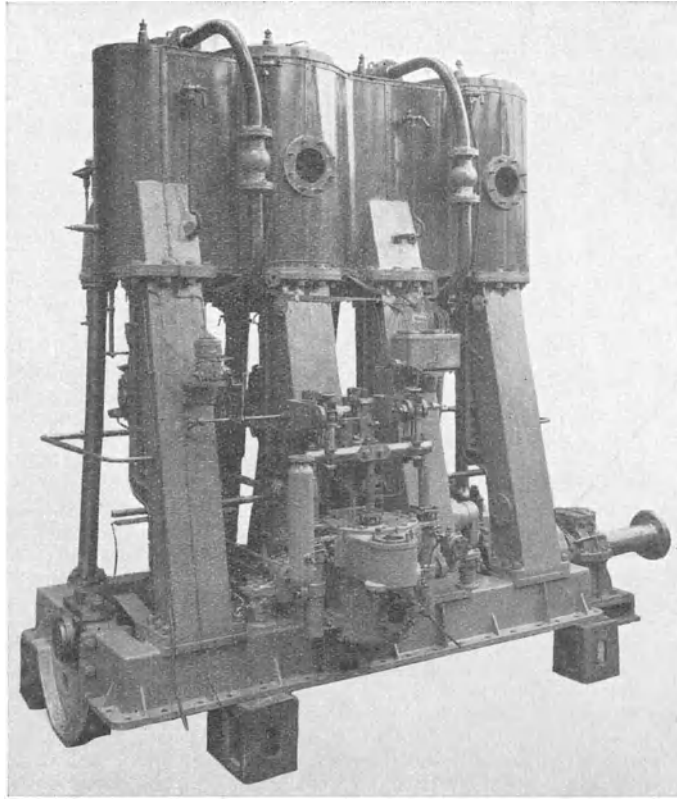


Abb. 5.

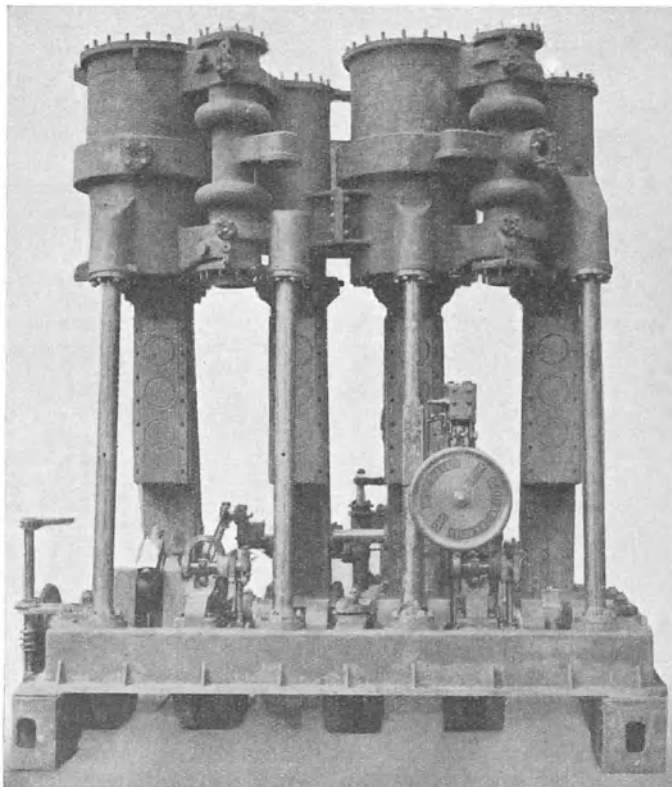


Abb. 6.

Die kleine Umsteuerungsmaschine ist hier beibehalten, sie stört weiter nicht. Die Ausführung war für einen Fischdampfer bestimmt. Wer einmal im Maschinenraum gesehen hat, wenn so ein kleiner Fischdampfer selber ohne Schlepperhilfe sich in seinen Hafen hineinzwängen oder herauswinden muß, und weiß, wie unaufhörlich die Umsteuerungskommandos kommen, der wird zugeben, daß die kleine Umsteuerungsmaschine da hängen kann.

Die Rückseite (Abb. 5) zeigt den einfachen Übertritt des Restdampfes. Sie sehen die Hauben oben und unten an den Zylindern. Durch einige Eingangsrohre wird der Restdampf einfach in denselben Ringraum geführt, der die Auslaßschlitze umgibt, so daß nur zwei Rohre von den Zylindern zu dem Kondensator führen. Die Kondensation ist hier in der üblichen Weise so ausgeführt worden, daß die Luftpumpe angehängt wurde. Die Kühlpumpe wurde gesondert ausgeführt. Ob man das nun so machen will oder mit Strahlkondensation, hat mit der eigentlichen Bauart der Maschine nichts zu tun.

Aus diesem Bilde (Abb. 6) ist zu ersehen, daß die beiden Zylinder in einem Stück gegossen sind. Das ist Gießereitechnik, vielleicht ein kleines Wagestück, denn der Kolbenschieberraum erhält hier ja eine sehr hohe Temperatur, weil die ganze Länge desselben zwischen den Kanälen mit Heißdampf erfüllt ist und daher die Temperatur des Heißdampfes annimmt. Dieser Schieberkasten muß aber direkt mit dem Niederdruckzylinder, der ja nur eine geringe Temperatur hat, zusammen gegossen werden, so daß recht erhebliche Ausdehnungsdifferenzen übertragen werden müssen. Wir haben uns lange überlegt, ob wir die Ausführung so wählen wollen oder mit einem Kompensationsstück. Schließlich haben wir es doch getan. Der Erfolg hat uns wohl recht gegeben, denn die erste Maschine läuft jetzt etwas über ein Jahr, die zweite einige Monate. Anstände sind nicht gekommen. Die Ausbildung ist aber natürlich kräftig. Wir haben mehrere Wandungen übereinander von dem Niederdruckzylinder an das Gehäuse gezogen. Der Kanal füllt hier nur einen Teil des Verbindungsstückes aus, so daß eine sehr feste Verbindung geschaffen ist. Ich muß aber hervorheben, daß die Ausführung dieses Gußstückes nicht durch uns erfolgt ist, sondern durch die bekannte Firma R. Wolf in Magdeburg-Buckau, die mit ihren Lokomobilzylindern ähnliche Stücke, wenn auch nicht gleiche, schon gegossen hat und die mit uns darin einig war, daß man ohne weiteres wagen dürfte, solche Zylinder herzustellen.

Bei einer weiteren Ausführung, die wir jetzt in Arbeit haben und die etwas größere Dimensionen hat, haben wir allerdings diese Konstruktion verlassen. Wir haben eine Kompensation eingeschoben, weil wir letzten Endes schließlich sagten, etwas mehr Vorsicht kann hier nichts schaden.

Der ganze Aufbau ist einfach. Der Platzbedarf der Maschine ist gering. Der Dampfverbrauch ist ein sehr günstiger, da die Wirkung genau dieselbe wie in der Lentz-Maschine ist, nur daß durch die Schlitze eine noch schnellere Anpassung an die Kondensatorspannung hier erfolgt, so daß wir wohl hoffen dürfen, daß auch diese Maschine sich noch ein weiteres Feld erobern wird. (Lebhafter Beifall.)

Herr Direktor O. H. Hartmann, Kassel-Wilhelmshöhe:

Meine Herren! Ich habe im vorigen Jahre hier an gleicher Stelle der Einführung höchster Dampfspannungen im Schiffsbetriebe das Wort geredet. Es hat sich aber wiederum gezeigt, daß es nicht leicht ist etwas Neues einzuführen, denn es ist uns bisher nur gelungen eine Werft zu veranlassen, ein kleineres seegehendes Schiff auf eigenes Risiko auf Stapel zu legen, das für Hochdruckdampfbetrieb mit einem Kesseldruck von 65 Atmosphären bestimmt ist. Ich hoffe, vielleicht im nächsten Jahre darüber Betriebsergebnisse mitteilen zu können.

Es besteht nun aber schon jetzt die Möglichkeit, ohne den Schritt zu hohen Dampfspannungen ausführen zu müssen, die Wirtschaftlichkeit des Dampfbetriebes durch höhere Frischdampftemperaturen bis zu 400° zu verbessern. Der Herr Vortragende hat vorhin die Lentz-Einheitsmaschine als für höchste Dampftemperaturen besonders geeignet bezeichnet. Ich habe den gleichen Eindruck, nur bin ich auf Grund meiner Erfahrungen mit sehr hohen Dampfdrücken und Dampftemperaturen der Ansicht, daß die Ventile nicht in der einfachen Form, in welcher die Ventilsitze unmittelbar am Zylinderkörper angebracht sind, werden ausgeführt werden können, sondern da wird man wahrscheinlich zu einer Ventilkonstruktion mit Ventilkörpern übergehen müssen, die sich bei Heißdampf besonders bewährt hat, wie sie früher von der Ascherslebener Maschinenfabrik auf Vorschlag unseres verstorbenen Obergeringieurs Thomsen viele Jahre ausgeführt worden ist. Ich habe ein solches Ventil in meinem Vortrag „Hochdruckdampf“ auf der Hauptversammlung des V.D.I. in Kassel im Jahre 1921 beschrieben.

Was nun den wärmewirtschaftlichen Gewinn der hohen Überhitzung anbetrifft, so brauche ich nur daran zu erinnern, daß eine Überhitzung von je 10 Grad eine Wärmeersparnis von etwa 1 v. H. bringt. Die jetzigen Schiffsmaschinen arbeiten meistens, wie Ihnen ja bekannt ist, im Höchstfalle mit Dampftemperaturen von etwa 300—330° am Kessel. Es ist also bei einer Steigerung der Dampf Temperatur auf 400° demnach bei 70—100° höherer Frischdampf Temperatur auch eine 7—10 v. H. größere Wärmeersparnis möglich. Es bestand bisher nur die Schwierigkeit, derartig hohe Dampftemperaturen zu erzeugen. Mit den üblichen Schmidtschen Rauchrohrenüberhitzern, die in Schottische Zylinderkessel eingebaut sind, sind etwa 330° nicht zu überschreiten. Meine Firma hat daher auf Anregung der Salge-Maschinen-Gesellschaft die Frage erwogen, in welcher Weise man bei Schottischen Kesseln höhere Überhitzungstemperaturen erzielen kann und daraus ist eine neue Überhitzerkonstruktion entstanden, die ich Ihnen, meine Herren, zeigen will. Was nutzt schließlich eine Maschine für hohe Überhitzung, wenn kein Dampf von hoher Temperatur zur Verfügung steht.

In den Abbildungen 1—3 ist ein 2-Flammenrohr-Kessel dargestellt. Der Überhitzer ist ein Verbundüberhitzer, der aus einem Rauchrohrenüberhitzer als Vorüberhitzer und einem Flammrohrüberhitzer als Nachüberhitzer besteht. Die Rauchrohre sind, wie aus der Abb. 1 zu ersehen ist, mit den üblichen Schlangenrohren besetzt. Der Dampf durchströmt zuerst den Rauchrohrüberhitzer und dann den Flammrohrüberhitzer. Auf diese Weise ist es möglich, jede beliebig hohe, praktisch in Betracht kommende Überhitzung zu erhalten. Die Ausmündung der Flammrohre wird in der Rauchkammer durch eine Klappe absperrbar eingerichtet, so daß beim Anheizen keine Rauchgase durch die Flammrohre strömen. Der

Flammrohrüberhitzer liegt auf diese Weise geschützt. Ferner kann man mit Hilfe der Klappe auch die Höhe der Überhitzung regeln. Beide Überhitzerbauarten sind in der Praxis vielfach erprobt, so daß die Ausführung eines solchen Verbundüberhitzers durchaus keinen Sprung ins Dunkle bedeutet.

Der Schmidtsche Rauchrohrenüberhitzer ist heute auf etwa 3500 Schiffen in Betrieb. Der Flammrohrüberhitzer, der aus dem Jahre 1897 stammt und somit die erste Entwicklungsstufe eines Schiffskesselüberhitzers darstellt, ist in etwa 130 Schiffe eingebaut und hat sich dort so bewährt, daß er von einigen Stellen auch heute noch benutzt wird.

Über den Schmidtschen Rauchrohrenüberhitzer brauche ich nichts weiter zu erwähnen, er ist ja allgemein bekannt. Sein Vorteil besteht darin, daß er in jeden vorhandenen Schiffskessel eingebaut werden kann. Die Flammrohrüberhitzer haben diesen Vorteil nicht, sondern bei ihrer Anwendung müssen die Kessel entsprechend gebaut werden. Bei den ersten Ausführungen des Flammrohrüberhitzers hat sich seinerzeit der Nachteil gezeigt, daß die Überhitzerrohre infolge ungenügender Ausdehnungsmöglichkeit

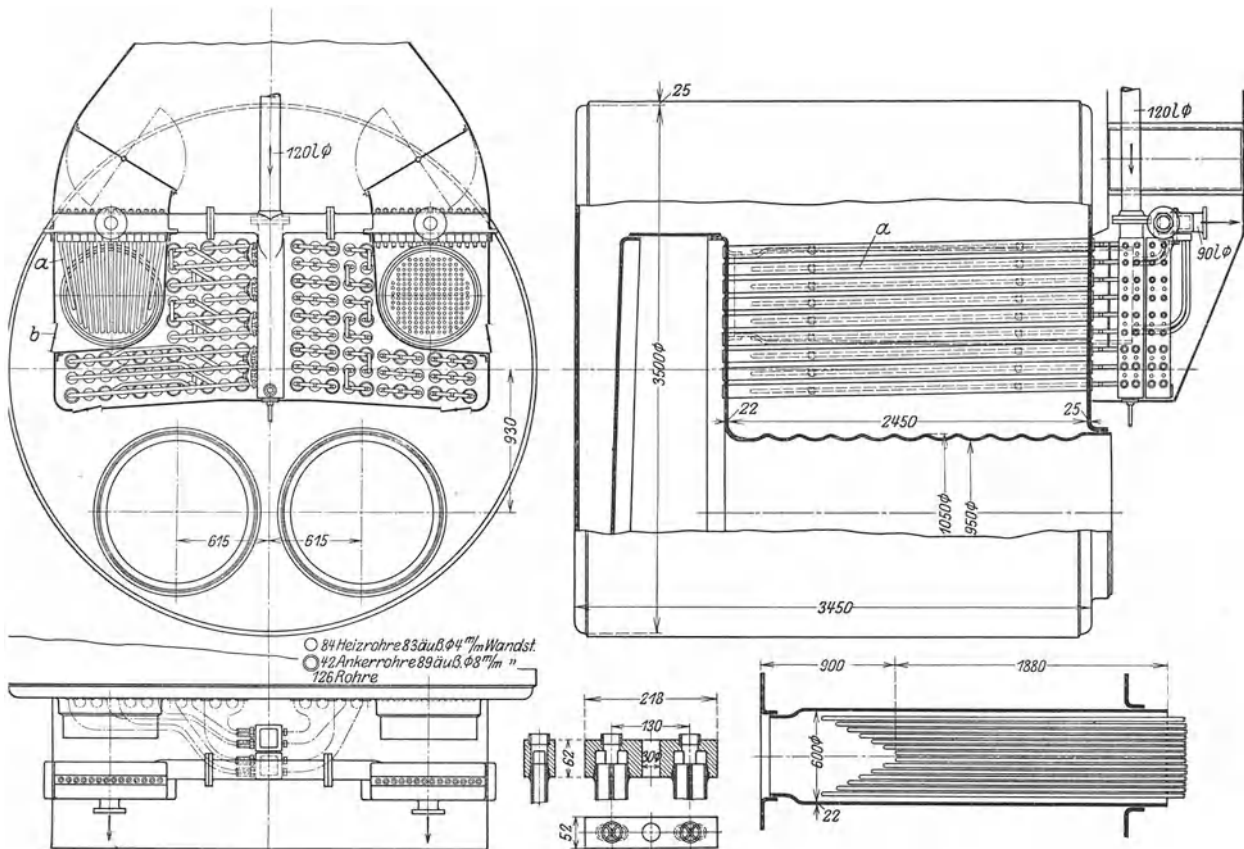


Abb. 1-3.

zerstört wurden, und da eine Regelungsmöglichkeit beim Anheizen für den Durchschnitt der Rauchgase durch die Flammrohre nicht bestand, so sind bei einigen die nach der Feuerkammer zu liegenden Umkehrstellen verbrannt. Wir haben die mittleren Schlangen, wie aus Abb. 4 zu ersehen ist, gekürzt, so daß sie nicht mehr stichflammenartig beheizt wurden, und dadurch wurden alle Schwierigkeiten behoben.

Es fragt sich nun, ob eine Erhöhung der Dampftemperatur überhaupt erwünscht ist. In Reedereien hört man oft klagen, daß die jetzige Überhitzung bereits zu hoch sei; die Kolben- und Schieberringe hielten nicht und dergleichen mehr. Wenn man den Klagen auf den Grund geht, so liegt das immer an unrichtiger Konstruktion oder Bedienung, an schlechtem Material oder am schlechten zur Verwendung gelangenden Schmieröl, alles Ursachen, die sich beseitigen lassen.

Für die bessere Ausnutzung des Druckgefälles in hohe Luftleere, wie es jetzt bei Kolbenmaschinenanlagen mit Hilfe der Bauer-Wach-Abdampfturbine angestrebt wird, ist es jedoch unbedingt notwendig, eine höhere Frischdampftemperatur als bisher üblich war, anzuwenden, wenn man nicht zur Zwischenüberhitzung übergehen will.

Der neue Schmidtsche Verbundüberhitzer ist meiner Ansicht nach das beste Mittel, hohe Frischdampftemperaturen in Schiffskesseln zu erzeugen, und ich glaube, daß die Lentz-Einheitsmaschine bei den üblichen Dampfspannungen durchaus geeignet ist, Heißdampf bis zu 400° zu verarbeiten. Sie wird

sich wahrscheinlich auch bei höchsten Dampfspannungen und höchsten Überhitzungen als Oberstufe für Schiffskraftanlagen mit Abdampfturbinen sehr gut eignen, wenn sie entsprechend durchgebildet wird.

Der Weg, durch höhere Frischdampftemperaturen und durch die Einführung der Ventilmaschine im Schiffsbetriebe bessere Wärmeverbrauchsahlen zu erhalten, ist aber ebenfalls nur ein kleiner Schritt vorwärts zu dem Endziele, höchste Dampfdrücke einzuführen. Nur mit ihrer Hilfe wird es möglich sein die Dampfmaschine so zu verbessern, daß sie im Wettbewerb mit dem Ölmotor das Feld behaupten kann. Kohlenverbrauchsziiffern bis zu 0,36 kg/PS_e h, wie sie heute mit höchsten Dampfdrücken und höchsten Dampftemperaturen zu erhalten sind, sollten auch die Reedereien veranlassen, das mit ihrer Einführung verbundene Risiko nicht den Werften allein zu überlassen, sondern auch ihrerseits daran teilzunehmen. (Lebhafter Beifall.)

Herr Direktor Björklund, Göteborg:

Meine Herren! Im Anschluß an den sehr interessanten Vortrag des Herrn Direktor Salge möchte ich noch erwähnen, daß wir bei uns in Schweden einige Umbauten gemacht haben, indem wir die Hochdruckzylinder von Dreifachexpansionsmaschinen mit Schiebersteuerung durch solche mit Ventilsteuerung ersetzten. Gleichzeitig haben wir Schmidtsche Überhitzer in die Kessel eingebaut und für gute Speisewasservorwärmung gesorgt. In all den Fällen, wo dies gemacht wurde, haben wir sehr gute Kohlenersparnisse gehabt. So wurde z. B. bei „August Leffler“, einem Frachtdampfer von 3085 Tonnen d. w., eine durchschnittliche Kohlenersparnis von 5 Tonnen pro 24 Stunden festgestellt, und bei dem 5000 Tonnen großen „Abisco“ eine Kohlenersparnis von 6,5 Tonnen pro 24 Stunden.

Bei solchen Umbauten kann man unter Beibehaltung der gleichen Geschwindigkeit des Schiffes mit einer Kohlenersparnis von 30—35% rechnen. Wir haben noch einige solche Umbauten in Arbeit, und die Kosten für derartige Umbauten sind im allgemeinen in 3 Jahren vollständig amortisiert. In gewissen Fällen, bei größeren Dampfmaschinen mit längerer Fahrzeit, beträgt die Zeit für die Amortisation nur 1½ bis 2 Jahre. Es hat sich auch gezeigt, daß man in einigen Fällen, wo man 3 Kessel in Betrieb hatte, nach dem Umbau mit nur 2 Kesseln zu fahren brauchte, wodurch auch gewisse Ersparnisse in der Bedienung erzielt wurden.

Die Ersparnisse, die wir mit der Lentz-Einheits-Schiffsmaschine gemacht haben, sind sehr zufriedenstellend, und es sieht aus, als ob die Maschine bei uns in Schweden eine gute Zukunft und Entwicklung verspricht. (Lebhafter Beifall.)

Herr Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Stumpf, Berlin:

Meine Herren! Die Ausführungen des Herrn Direktor Salge waren mir besonders interessant. Ich selbst singe ja jedes Jahr in meinen Vorlesungen das Loblied von Herrn Geheimen Baurat Lentz. Seine Konstruktionen sind wirklich beachtenswert. Es ist ein Vergnügen, seinen Konstruktionen nachzuspüren und die Grundgedanken herauszulesen, die in diesen Konstruktionen liegen. Es ist eine gute Maschine. Wenn man eine gute Maschine dieser Konstruktion mit der Abdampfturbine von Bauer-Wach kombiniert, so kombiniert man etwas Gutes mit etwas Gutem, und dann muß wieder etwas Gutes entstehen.

Nun ist meines Erachtens ein einfacherer Weg möglich, der zum Ziele führt, womit aber keine böseartige Kritik gegenüber der Lentz-Maschine und der Abdampfturbine von Professor Dr. Bauer-Dr. Wach ausgesprochen sein soll. Es ist lediglich ein anderer Weg. Natürlich, als alter Gleichstromer komme ich wieder auf meine Gleichstromdampfmaschine zurück, die Gleichstromdampfmaschine, die man als Schiffsmaschine in Deutschland vollständig totgemacht hat. Sie ist aber nicht tot. Zunächst zeige ich ein Bild (Abb. 1) von einer dreizylindrigen Schiffsmaschine, die in 3 Exemplaren von der Firma Burmeister & Wain in Kopenhagen ausgeführt worden ist und seit 15 Jahren im Betrieb ist und womit die Erbauer sowohl wie die Reeder sehr zufrieden sind.

Eine weitere Abbildung (Abb. 2a, 2b) zeigt Ihnen eine Gleichstromschiffsmaschine, gebaut von der Firma Sulzer. Diese Maschine läuft auf dem Genfer See. Es ist das eine liegende Gleichstromdampfmaschine mit 3 Zylindern und Tellerventilen, wie ich sie vor einiger Zeit besonders warm empfohlen habe. Diese Tellerventile sind hydraulisch gesteuert. Die Tellerventile geben ja besonders gute Dichtung. Deshalb sind sie hier von der Firma Sulzer angewandt. Ich habe eine Raddampfermaschine dieser Art vor etwa 15 Jahren für eine russische Firma durchkonstruiert. Die Maschine ist seit der Zeit im besten Betriebe. Alle diese Maschinen haben einen geringeren Dampfverbrauch ergeben als der Dampfverbrauch von gleich großen Dreifach-Expansions-Schiffsmaschinen ist. Von diesen Maschinen hört man gar nichts. Sie tun ganz still ihren Dienst. Sie sind mit den Frauen zu vergleichen, von denen man am wenigsten spricht. (Heiterkeit.) Diese Maschinen, einstufig ausgebildet, führen auf großen Kolbendruck und damit auf die Notwendigkeit, einen großen Zylinder am Ende der Expansion abzuschneiden. Das führt auf einen großen Verlust an unvollständiger Expansion. Dem tritt man durch die Verbundwirkung entgegen. Das mache ich auch wie Herr Christiansen mit einem gemeinschaftlichen Kolbenschieber für Hoch- und Niederdruckzylinder. (Abb. 3—5.) Allerdings gehe ich doch in manchen Punkten ganz andere Wege als Herr Christiansen. Zunächst ist der Niederdruckzylinder ein reiner Gleichstromzylinder. Hier einen zusätzlichen Auslaß anzuwenden ist total falsch. Man soll hier reine Gleichstromwirkung zur Anwendung bringen, weil im zweiten Zylinder der Dampf immer gesättigt ist und unter Umständen schon Nässe haben kann. Auf den Schiffen wird im allgemeinen immer noch eine gewisse Skepsis den allzu hohen Dampftemperaturen entgegengebracht. Wenn das aber der Fall ist und infolge der Expansion im Hochdruckzylinder die Sättigung schon ziemlich weit vorgerückt ist, so daß also tatsächlich Nässe im Niederdruckzylinder vorhanden ist, dann liegt allerdings jede Begründung dafür vor, diesen Zylinder möglichst als reinsten Gleichstromdampfzylinder durchzuführen. Die Kompressionen sind nicht zu fürchten. Das werde ich Ihnen an den Diagrammen nachweisen. Eine Konstruktion dieser Art ist im Ausland in Ausführung, und wir werden bald über die entsprechenden Resultate Kenntnis bekommen. Die Zylinderverhältnisse sind 1 : 5 bei normaler Expansion und 1 : 7 bei weitgehender Expansion. Letzteres bei einem Enddruck von etwa 0,5 ata. Wir sehen den

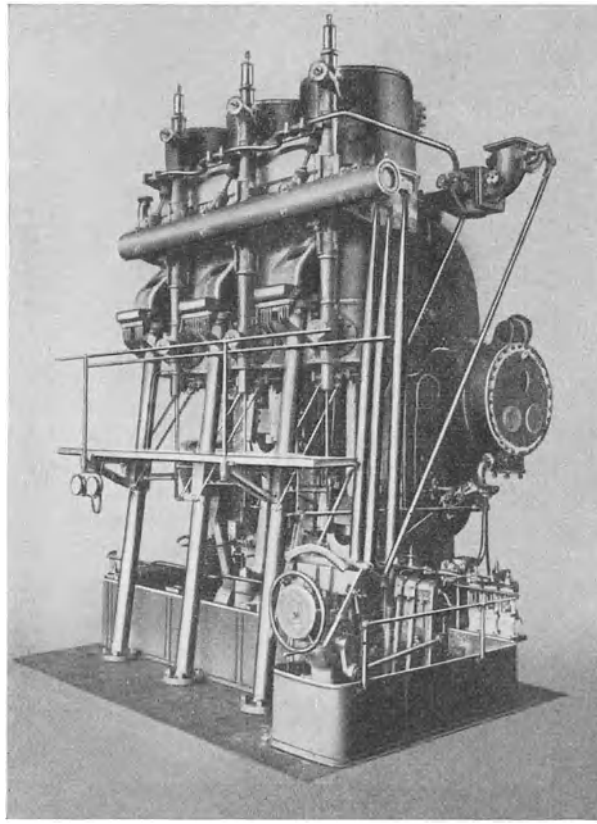


Abb. 1. Ansicht.

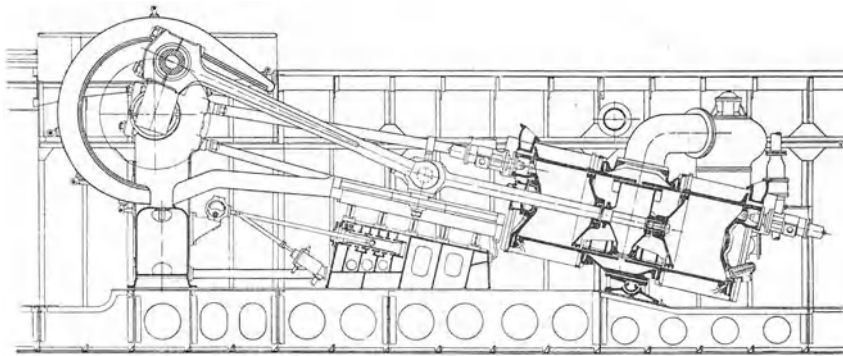


Abb. 2a.

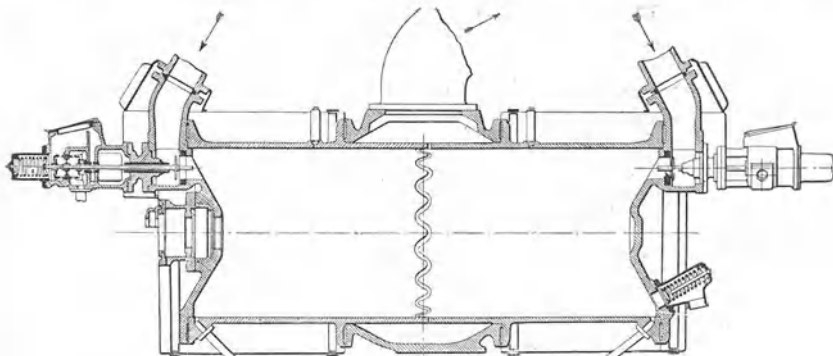


Abb. 2b.

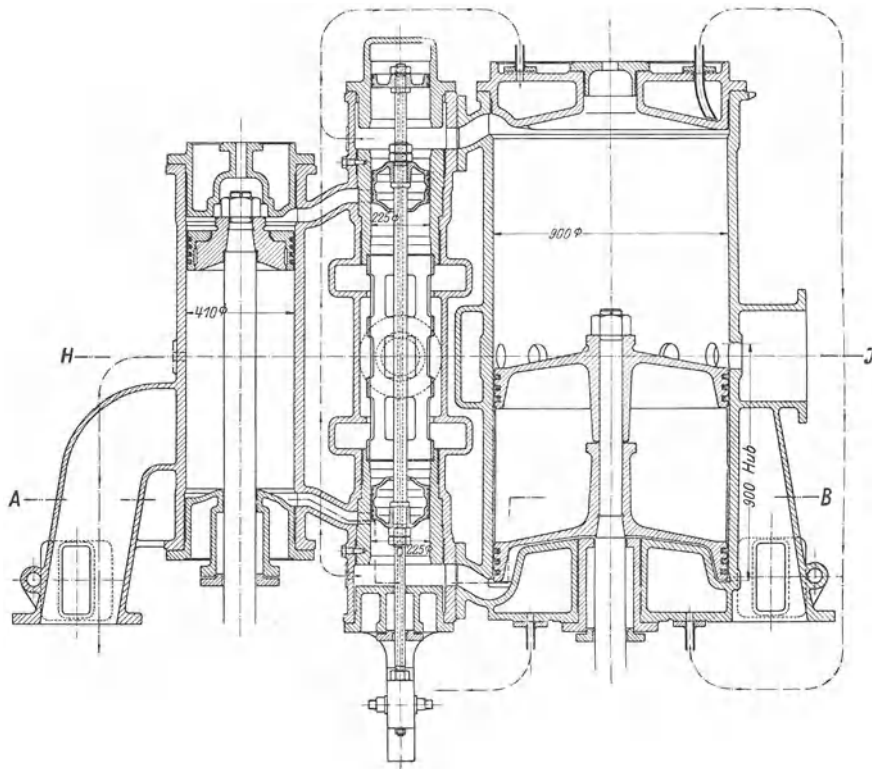


Abb. 3. Schnitt C, D, E, F, G. Doppel-Verbund-Schiffsdampfmaschine $2 \cdot \frac{410 \cdot 900}{900}$, $n = 90$.
 $N_i = 1250$ PSi bei etwa 35% Füllung, mittlerer indizierter Druck 2,7 at, schädlicher Raum: HD 8%, ND 6%.

Abb. 4. Schnitt H, J.

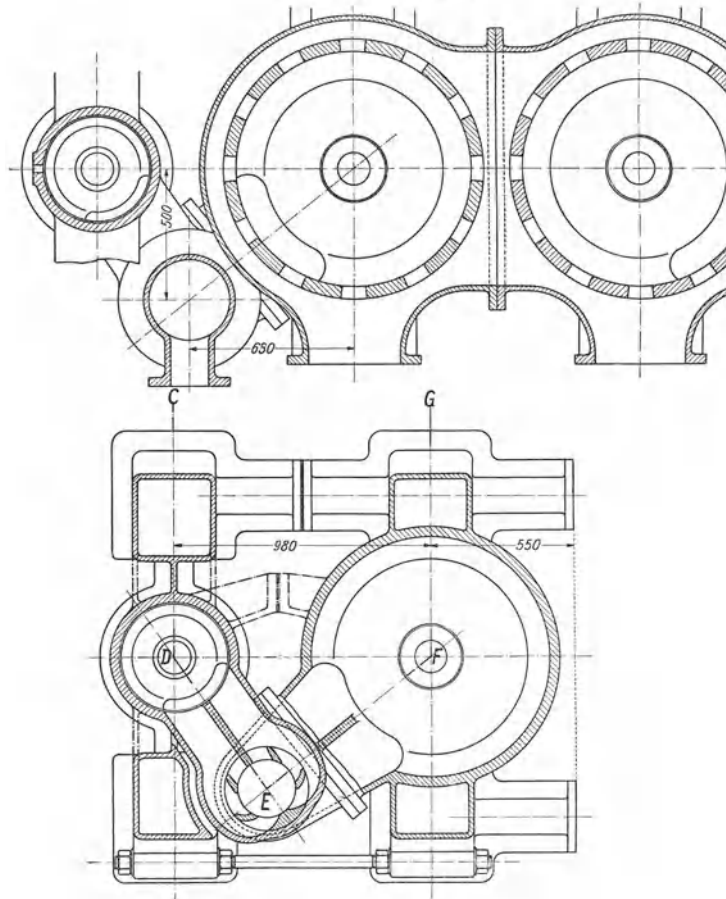


Abb. 5. Schnitt A, B.

Kolbenschieber, der sich ohne weiteres für hohe Temperaturen eignet, zwischen den Hochdruckzylinder, der als Wechselstromzylinder ausgeführt ist, und den langgestreckten Gleichstromzylinder dazwischengesetzt. Hier haben wir nun eine Steuerung des Hochdruckzylinders, welche den Einlaß von innen und für den Auslaß von außen steuert. Der obere Kolben dient lediglich dazu, eine Entlastung für den Antriebsmechanismus dieses Schiebers herbeizuführen. Der Niederdruckanlaßkanal ist überhaupt nicht gesteuert. Er ist stets offen, so daß an dieser Stelle eine ganz geringfügige Drosselung entsteht. Hier haben wir eigentlich nur zwei Drosselstellen. Das ist bei der Einströmung in und bei der Ausströmung aus dem Hochdruckzylinder. Die Niederdruckeinlaßdrosselung kann außer Betracht bleiben. Die Folge ist, daß hier der Dampf außerordentlich glimpflich behandelt wird, dies besonders auch deshalb, weil im Niederdruckzylinder ein Schlitzauslaß von einem gewaltigen Querschnitt angewandt ist. Ich führe hier Querschnitte von dem Vierfachen der Ventile einer Lentz-Schiffsmaschine aus.

Wenn das aber der Fall ist, dann bin ich in der Lage, hier Vakua von 96—97% zu gebrauchen mit der Sicherheit, dieses Vakuum in den Niederdruckzylinder einzulassen. Die Flächenverhältnisse sind so außerordentlich günstig, um das ohne weiteres zu gestatten. Riesige Rohre gehen von den beiden Niederdruckzylindern, die in der Mitte der vierzylindrigen Maschine angeordnet sind, nach dem Kondensator hinüber. (Abb. 6—9.)

Die Kurbeln des Hochdruck- und Niederdruckzylinders sind bei dieser Maschine um rund 150 Grad versetzt. Die Lentz-Maschine und die Maschine von Christiansen leiden nämlich an einem großen Übelstande. Durch die 180-Grad-Versetzung sind die Voreinströmung des Niederdruckzylinders und die Vorausströmung des Hochdruckzylinders miteinander verknüpft. Wenn ich also 1—2% Voreinströmung im Niederdruckzylinder habe, so ist damit auch die Vorausströmung aus dem Hochdruckzylinder auf 1—2% festgelegt. Das ist zu wenig. Jeder Dampfmaschinenkonstrukteur weiß, daß man mit solcher Vorausströmung nicht auskommen kann, namentlich wenn da, wie hier, größere Spannungsunterschiede zu überbrücken sind. Wenn größere Spannungsabfälle durchgeführt werden müssen, dann muß hier eine größere Vorausströmung angeordnet werden, und die ist nur möglich, wenn ich die 180-Grad-Versetzung verlasse und zu etwa 150-Grad-Versetzung übergehe. Dann kann die Vorausströmung aus dem Hochdruckzylinder mit 10—12% durchgeführt werden. Im toten Punkt ist der ganze Kanal vollauf offen, und dann steckt in den übrigen Kanaleröffnungen über die ganze Füllung des Niederdruckzylinders hinweg dieser Betrag der Vorausströmung als Plus drin, d. h. als konstanter Mehrbetrag geht die Strecke der Vorausströmung im toten Punkt in die späteren Kanaleröffnungen ein, und dann ergibt sich eine Überströmung, die außerordentlich glimpflich vor sich geht, ohne Spuren zu hinterlassen in Gestalt eines Querstreifens horizontal durch das Diagramm hindurch. Diese Verluste sind außerordentlich groß bei den 180-Grad-Kurbelversetzungen der Lentz- und Christiansen-Maschine.

Die 150-Grad-Kurbelversetzung hat den weiteren Vorzug, daß die Kompression im Hochdruckzylinder wesentlich zurückgesetzt wird. Die Folge davon ist eine wesentliche Verminderung des schädlichen Raums. Bei der im Bau befindlichen Maschine habe ich einen schädlichen Raum im Hochdruckzylinder von nur 8% und im Niederdruckzylinder von nur 6% gegen etwa 20% im Hochdruckzylinder und gegen etwa 9% im Niederdruckzylinder der Lentz-Maschine. Das ist ein gewaltiger Unterschied. Der Raumschaden ist demgemäß ein erhebliches Stück kleiner.

Deshalb werden die Dampfverbrauchsergebnisse, die ich hier erwarte, außerordentlich günstig sein, namentlich im Zusammenhang mit einem guten Vakuum und mit der Möglichkeit, dieses gute Vakuum auch bis in den Niederdruckzylinder hinein Platz greifen zu lassen. Es ist falsch wenn behauptet wird, daß bei Kolbenmaschinen ein Vakuum über 85% hinaus nicht angewandt werden sollte. Diese Grenze kommt nur in Betracht für die gewöhnlichen Wechselstromdampfmaschinen, die gewöhnliche Auslaßorgane, sei es Schieber, sei es Ventil, benutzen. Geht man aber zum Schlitzauslaß über, dann ist ohne weiteres ein Vakuum von 96%, 97% verwendbar.

Es kommt hier dazu, daß ich ja nicht darauf angewiesen bin, das vorgewärmte Wasser der Kondensation als alleinige Wärmequelle zu betrachten, die mir zur Verfügung steht. Wir haben ja sonstigen Auspuffdampf. Ich kann auch Dampf aus der Maschine abzapfen. Auch habe ich die Dampfabsaugung der Luft aus dem Oberflächenkondensator als Abwärmequelle zur Verfügung. Die abgesaugte Luft hat in sich den Dampf, der zum Betrieb dieser Absaugeapparate dient und diesen Dampf kann man durch Vorwärmer herauskondensieren — und dies zweimal bei zweistufiger Absaugung. Kurz, es sind genügend Wärmequellen gegeben, um die Flüssigkeitswärme zu ersetzen, die durch das weitgehende Vakuum zu ersetzen nötig ist. Hier oben sehen Sie in Abb. 10 die eigentümliche Kurbelversetzung; die Niederdruckkurbel eilt der zugehörigen Hochdruckkurbel um rund 150 Grad nach. Hierdurch ergibt sich ein wundervolles Tangentialdiagramm, welches einen wesentlich schöneren Verlauf zeigt als das darunter gezeichnete Tangentialdiagramm bei 180 Grad Versetzung. Diese 180-Grad-Versetzung gibt regelmäßig wiederkehrende Höcker. Hier wird im Tritt marschiert, während ich das Kommando befolge: ohne Tritt! (Heiterkeit.) Wenn man ohne Tritt marschiert, dann kommt man aus der Gefahr der Resonanz heraus. Die Resonanz ist bei solcher Kurbelversetzung ausgeschlossen. Sie ist aber sehr naheliegend, wenn man nicht aufpaßt, bei der 180-Grad-Versetzung.

Wir sehen in Abb. 9 die Diagramme bei normaler Expansion und das gestrichelte Diagramm bei Umkehrung des Drehsinns. Da kommt natürlich ein Höcker in das Niederdruckdiagramm hinein, was bei Rückwärtsbetrieb zulässig ist.

Nun können wir die Expansion viel weiter treiben. Wir können die Expansion bis auf 0,5 ata treiben. Wenn ich so weit expandiere, dann komme ich auf Dampfverbrauchszahlen, die denjenigen der üblichen Dreifach-Expansions-Schiffsmaschine mit Abdampfturbine vollkommen gleichkommen. Es ist auch aus anderen Veröffentlichungen und aus anderen Dampfverbrauchsergebnissen die Richtigkeit dieser Behauptung nachzuweisen. (Abb. 11 u. 12.)

Hier, meine Herren, sehen Sie in Abb. 12 die Kompression im Niederdruckzylinder. Hier, wo die Voreinströmung ansetzt, ist die Endkompressionsspannung bei 96% Vakuum. Daß hier die Kom-

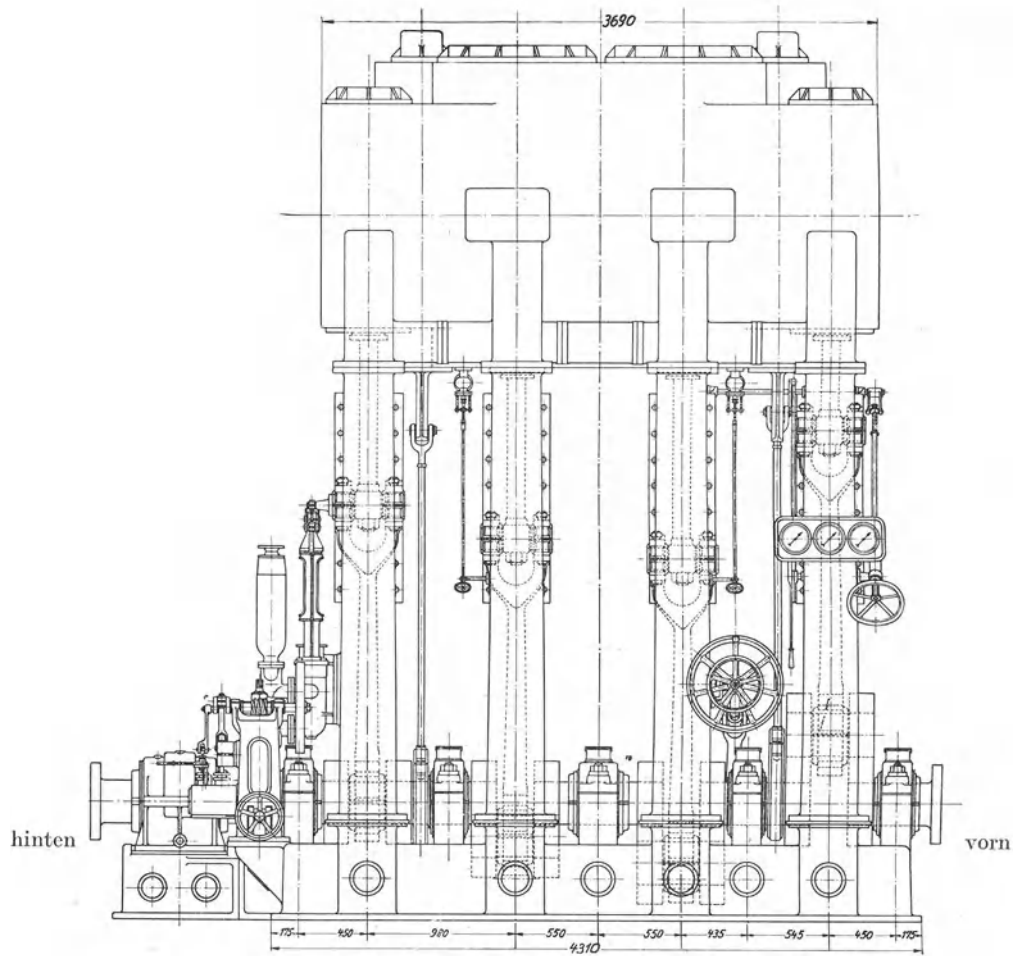


Abb. 6. Doppel-Verbund-Schiffsdampfmaschine 2 · $\frac{410 \cdot 910}{900}$,

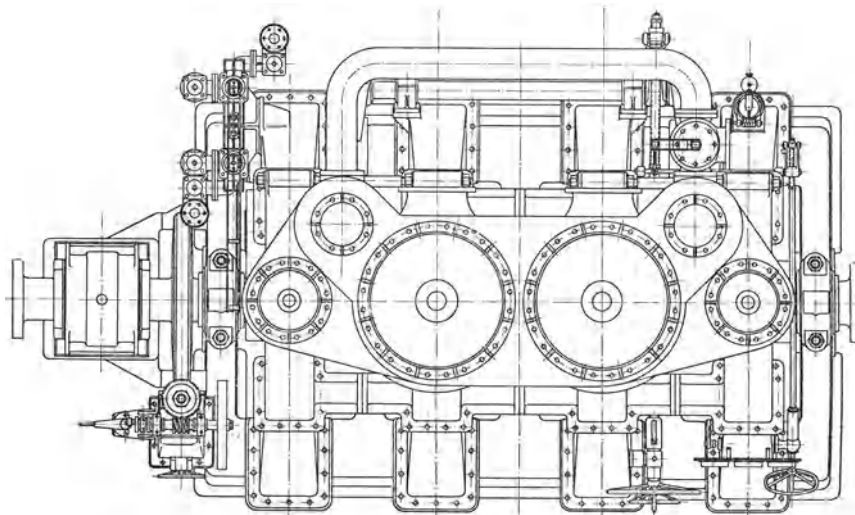
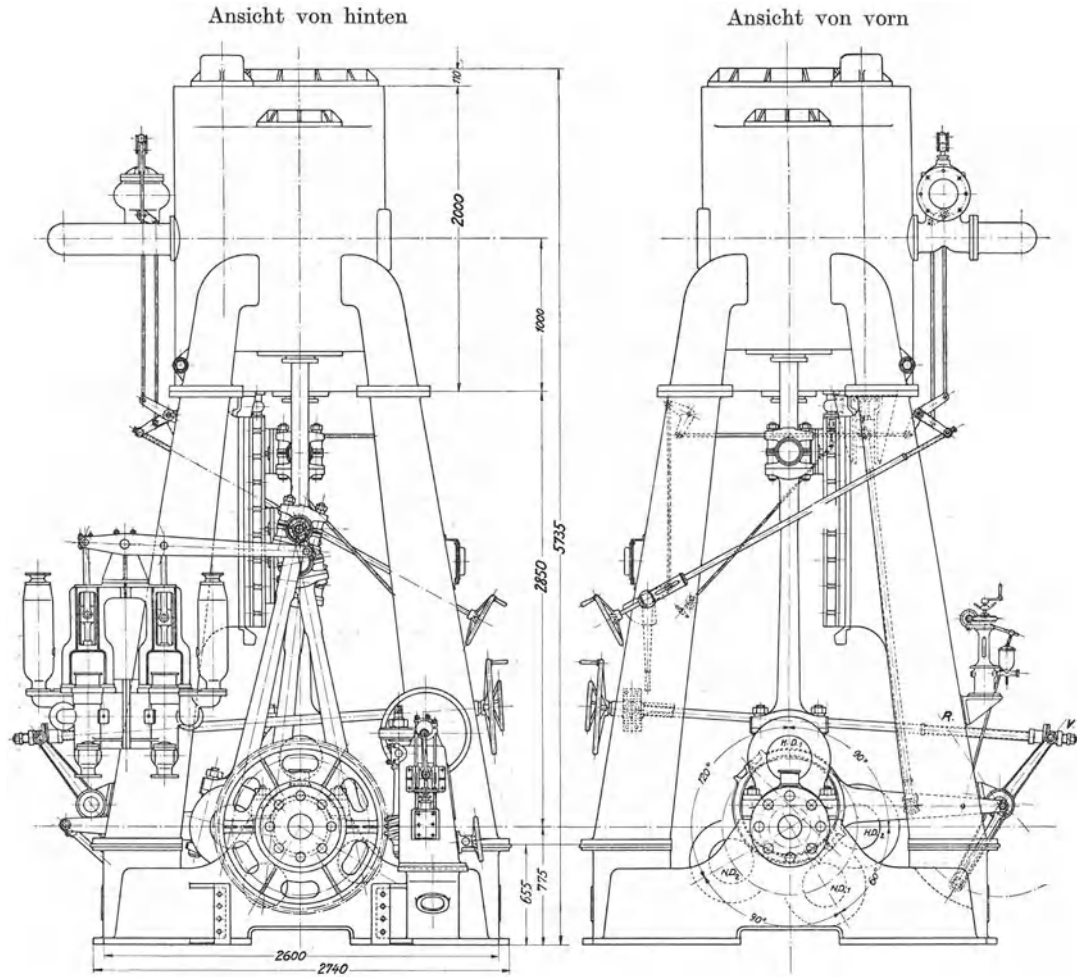


Abb. 7. Grundriß für Doppel-Verbund-Schiffsdampfmaschine (System Stumpf).



$N_i = 1250$ PS; bei etwa 35% Füllung, $n = 90$.

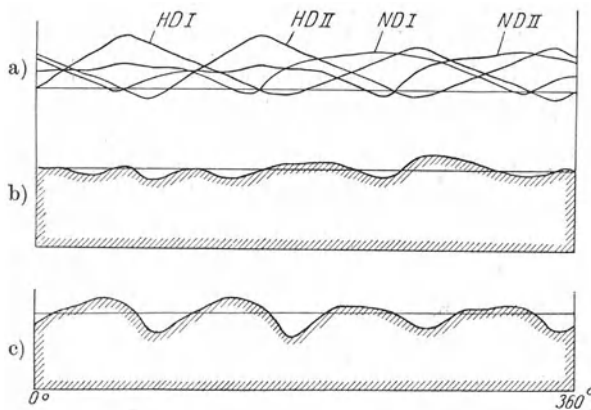


Abb. 8.

- a) Einzelne Drehkraftdiagramme nach Stumpf,
- b) summarisches Drehkraftdiagramm nach Stumpf (150°).
- c) „ „ „ „ (180°).

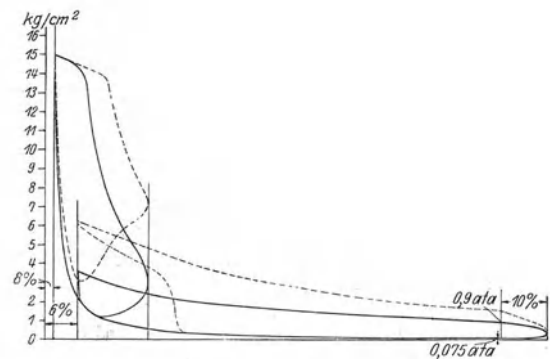


Abb. 9. Konstruktionsdiagramme der Doppel-Verbund-Schiffsdampfmaschine nach Stumpf. Zylinderverhältnis 1 : 5.

— vorwärts - - - - - rückwärts

pression zu hoch wäre, das kann man wirklich nicht behaupten. Sie könnte im Gegenteil wesentlich höher sein.

Wir sehen weiter, daß infolge der 150-Grad-Versetzung der Kurbeln die Ausschublinie im Hochdruckdiagramm ziemlich tief heruntersinkt. Wir haben hier ein Diagramm, das geradezu nach Überhitzung

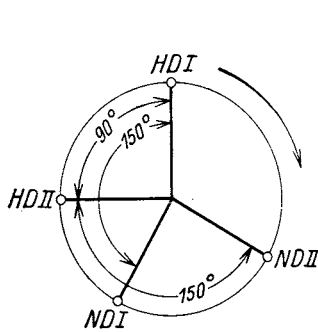


Abb. 10. Kurbelversetzung.

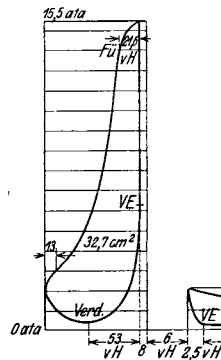


Abb. 11. Konstruktionsdiagramm der Doppel-Verbund-Schiffsdampfmaschine nach Stumpf. Zylinderverhältnis 1:7.

schreitet. Hier kann man 350—400 Grad Überhitzung einladen, soviel, wie mir die Kesselanlage irgendwie gestattet. Die weitgehende Expansion verarbeitet die Überhitzung glattweg. Und nun haben wir ein geringes Gefälle im Niederdruckzylinder und damit die Möglichkeit einer guten Ausnutzung in diesem Niederdruckzylinder, der als reiner Gleichstromzylinder ausgeführt ist.

Nun, wir werden ja bald Näheres über diese Konstruktion hören. Die gewöhnliche Dreifach-Expansionsmaschine ist ja eine Dampfmißhandlungsmaschine ausgeprägtester Art. Jeder Zylinder steuert die Einströmung und die Ausströmung. Das sind 6 Steuerungen durch 6 Steuerkanten und damit hätten wir 6 Dampfmißhandlungen. Hier haben wir nur zwei ausgesprochene Mißhandlungen, eine oben am Einlaß und eine weitere an der Überströmung. Im übrigen geht es außerordentlich glimpflich zu.

Nun bitte ich die Herren Vorredner, meine Ausführungen nicht weiter zu verübeln. Ich schlage die Lösung vor: wir wollen getrennt marschieren und vereint schlagen. (Lebhafter Beifall.)

Herr Goos, Direktor des Maschinenwesens der Hamburg-Amerika-Linie, Hamburg:

Meine Herren! Die Ausführungen der Herren Diskussionsredner, insbesondere des Herrn Christiansen und vor allem des Herrn Geheimrat Stumpf, werden sicherlich das weiteste Interesse der Reedereien finden. Ich möchte mich nur gegen eine Äußerung von Herrn Geheimrat Stumpf wenden, als ob in Reedereikreisen eine gewisse Skepsis gegenüber hohen Dampftemperaturen herrsche. Das ist durchaus nicht der Fall. Das mag früher der Fall gewesen sein, ist es aber heute nicht mehr. Und wenn das früher der Fall war, so lag das einerseits an der falschen Konstruktion der Kolbenringe und andererseits

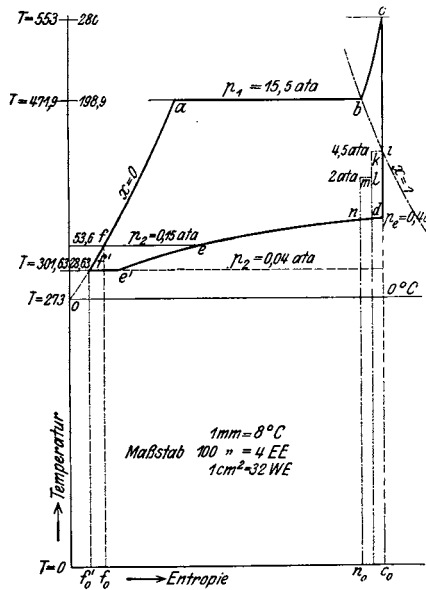


Abb. 12. TS-Diagramm für Zylinderverhältnis 1:7.

an der unrichtigen Schmierung der Hochdruckzylinder insbesondere. Seitdem man aber nach dem Vorbilde der Diesel-Motore gelernt hat, die Zylinder richtig zu schmieren, sind keinerlei Anstände bei der Verwendung selbst von hoch überhitztem Dampf mehr aufgetreten. Früher hat man bekanntlich den Dampf geschmiert, was meines Erachtens durchaus falsch war. Ich wundere mich nur, daß man diese fehlerhafte Methode solange beibehalten hat. Von dem großen Dampfquantum, das den Zylinder durchläuft, ist doch nur ein ganz geringer Teil derjenige, der mit der Wandung in Berührung kommt. Man schmierte aber den Dampf und fand nachher das Öl im Kondensator und in den Kesseln wieder. Aber heute führen wir das Öl mittels der Preßpumpe den Zylinderwandungen direkt zu, und seitdem man dies macht, sind auch alle die Übelstände, die früher vielfach auftraten, verschwunden. Ich kann nur empfehlen, da, wo bisher diese Methode noch nicht angewendet worden ist, dieses jetzt zu tun. Ich bin überzeugt, man wird dann auch mit hoch überhitztem Dampf gute Erfahrungen machen. (Lebhafter Beifall.)

Herr Direktor Ing. Wilhelm Salge, Berlin (Schlußwort):

Meine Herren! Ich danke Ihnen dafür, daß Sie so liebenswürdig waren, in der Diskussion das Wort zu ergreifen. Ich danke insbesondere auch Herrn Geheimrat Professor Dr. Stumpf und Herrn Christiansen; haben doch ihre Ausführungen gezeigt, daß das, was Baurat Dr. Lentz und wir mit der Doppelverbunddampfmaschine erstreben wollten, auch von diesen Herren anerkannt wird. Ich stimme auch der Aufforderung des Herrn Professor Dr. Stumpf zu, getrennt zu marschieren und vereint zu schlagen,

da ich der Ansicht bin, daß rein national-wirtschaftliche Gründe uns deutsche Ingenieure unbedingt zwingen, der Ausnutzung unserer einheimischen Kohle und damit auch wiederum der Dampfwärme usw. unsere allergrößte Aufmerksamkeit zu schenken.

Herr Direktor Hartmann hat hier etwas von seinem neuen Verbundüberhitzer gesagt. Es hat mich das außerordentlich interessiert, und ich würde es wirklich sehr begrüßen, wenn ein derartiger Vorschlag einmal ausprobiert würde. Ich habe bei den vielfachen Versuchen für die Abnahme von Lentz-Maschinen, denen ich beiwohnen konnte, leider immer feststellen müssen, daß, wenn die Kessel eine hohe Überhitzung hatten, der Dampfverbrauch der LES¹ wohl gesunken, aber meistens der Kohlenverbrauch gestiegen war. Die Abgase verließen den Kessel mit viel zu hohen Temperaturen, weil es notwendig war, die Gebläsemaschine mit einem zu hohen Druck arbeiten zu lassen. Vielleicht ging dadurch auch ein Teil der nicht immer guten Kohle als Grus durch den Schornstein verloren usw. Wenn wir tatsächlich erreichen können, daß mit der Verminderung des Dampfverbrauchs bei höherer Überhitzung durch geeignetere Überhitzerkonstruktionen auch die Verminderung des Kohlenverbrauchs gleichen Schritt hält, so würde das unbedingt ein außerordentlicher Vorteil sein.

Meine Herren! In Anbetracht der Kürze der Zeit, glaube ich, wird es keinen Zweck haben, jetzt noch auf technische Äußerungen einzugehen. Ich bin hocheifrig darüber, daß es Herrn Professor Dr. Stumpf nach seiner außerordentlich intensiven und langen Arbeit ebenfalls gelungen ist, mit seiner Verbundmaschine in den Schiffbau hereinzukommen. Es ist wirklich zu begrüßen, daß auch über diese Maschine bald Erfahrungen vorgelegt werden können. Herr Geheimrat Stumpf hat von einer schönen Frau geredet, die immer am besten und am nettesten ist, wenn man nicht von ihr spricht. Ich stehe auf genau demselben Standpunkt. Aber Sie wissen, die Frauenbewegung hat sich leider auch bei uns in Deutschland etwas verschoben, man ist zu anderen Ansichten übergegangen. Wir haben über die Lentz-Einheits-Maschine in der ersten Zeit unserer Ehe auch nicht gesprochen. Wir hatten eine schöne Frau, von der wir uns sagten, wir müssen sie zunächst einmal in unserem eigenen Heim genau beobachten, ob sie auch das alles hält, was uns die Schwiegereltern versprochen haben. (Heiterkeit.) Und so sind wir dann, nachdem wir 4 Jahre daran gearbeitet haben (große Heiterkeit), mit unserer schönen Frau, mit der Lentz-Einheits-Maschine, in die Öffentlichkeit gegangen, denn nach meiner Überzeugung verlangt eine schöne Frau auch, daß sie ausgeführt wird. (Sehr richtig! Heiterkeit und lebhafter Beifall.)

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Infolge der von dem Vortragenden und seinen Mitarbeitern eingeführten Verbesserungen ist die durch Jahrzehnte bewährte alte Verbundkolbenmaschine wieder zu neuem Leben an Bord erwacht. Schmidts Heißdampf, Lentz-Ventilsteuerung und getrennte Kondensation haben neben gründlicher Durcharbeitung aller Konstruktionsteile im jahrelangen Betriebe einen stündlichen Kohlenverbrauch von nicht viel über 0,52 kg pro PS und Stunde ergeben. Die alte Kolbenmaschine ist damit wieder in den Wettbewerb der Dampfturbine und der Dieselmachine getreten. Wir können dem Herrn Vortragenden zu diesem Erfolge nur beglückwünschen und ihm dafür danken, daß er uns diese Tatsachen zur Kenntnis gebracht hat.

¹ „LES“ lies Lentz-Einheits-Schiffsmaschine.

XI. Die Lukenverschlüsse und die Sicherheit der Schiffe.

Von Geh. Marine-Baurat a. D. Tjard Schwarz.

Die Erörterungen über die Sicherheit der Schiffe auf See haben in den letzten Jahren in steigendem Maße zugenommen, nachdem die Totalverluste im besonderen von leichttrimmenden Frachtdampfern durch Kentern oder Verlassen auf See wegen übermäßiger Schlagseite bedenklich angewachsen sind. Konnte doch der britische Board of Trade feststellen, daß in den Jahren 1922—1925 allein 45 Schiffe mit Kohlenladungen verlorengegangen sind. Diese Zahlen werden durch die Statistiken der Schiffsunfälle des Jahres 1926 sowie im besonderen des ersten Quartals 1927 erheblich übertroffen.

Totalverluste von Dampf- und Motorschiffen.

Art der Schiffsunfälle	1926	1. Quartal 1927
Strandung	77	36
Kollision	23	14
Feuer und Explosion	18	13
Gesunkene Schiffe	22	44
Vermißte Schiffe	9	11
Durch Wetterschäden	1	—

Da die Frachtdampfer noch nicht durchweg Radioapparate führen, so ist die Zahl der vermißten Schiffe, d. h. der mit Mann und Maus untergegangenen Schiffe beachtenswert, so daß die Ursache des Verlustes nicht immer einwandfrei festgestellt werden konnte. Glücklicherweise mehren sich jedoch die Fälle, in denen in Seenot befindliche Schiffe durch SOS-Signale in der Nähe fahrende Schiffe herbeirufen, so daß die Mannschaft vielfach gerettet und zugleich die Ursache des Totalverlustes festgestellt werden konnte. Gegen Totalverluste durch Strandung und Kollisionen kann der Schiffsrumpf nicht stark genug gebaut werden, auch verbietet sich eine größere Unterteilung des Schiffsraumes bei Frachtdampfern aus wirtschaftlichen Gründen. Dagegen sollten nach Möglichkeit Mittel und Wege gefunden werden, um ein Kentern der Frachtschiffe sowie ein Verlassen derselben infolge gefährlicher Schlagseite einzuschränken. Diese Schiffsverluste haben nach der vorstehenden Statistik eine bedenkliche Zunahme erfahren und sogar die in den Jahren 1872—1880 festgestellten Schiffsverluste durch Sinken und Vermissten von Frachtdampfern, die mit Ge-

treide von Montreal nach Europa befrachtet waren, überstiegen. Der Verlust dieser Schiffe wurde schon damals zum Teil den unzureichenden Verschlüssen der Öffnungen im Wetterdeck sowie dem Übergehen der Getreideladung zugeschrieben. Die jüngsten Schiffsverluste durch Kentern erstrecken sich vorwiegend auf die leichttrimmenden Frachtdampfer, deren Ladeluken in ihren lichten Abmessungen ständig vergrößert wurden, um ein künstliches Nachtrimmen der Ladung nach den Ecken der Laderäume hin möglichst zu ersparen, und deren wasserdichter Abschluß durch eine große Anzahl von hölzernen Lukendeckeln mit primitiver Persenning-Verschalkung seit Einführung des Eisenschiffbaues keine wesentliche Änderung erfahren hat. Ein typisches Beispiel für ein Kentern von Frachtdampfern bildet der Untergang des leichttrimmenden Kohlendampfers „Hartley“, welcher auf seiner zweiten Reise am 27. XI. 1924 durch Versagen seiner Lukenverschlüsse in der zweiten Nacht nach dem Verlassen des Hafens im Kanal zum Kentern gebracht wurde. Vgl. Anhang A 1. Für das Verlassen des Schiffes auf See nach Einschlagen der Luckendeckel bieten die Schiffsverluste der Frachtdampfer „Antinoe“ und „Alkaid“ lehrreiche Beispiele, deren Besatzungen auf SOS-Signale von den Passagierdampfern „President Roosevelt“ und „Thuringia“ gerettet werden konnten. Vgl. Anhang A 10 u. 11. Aber auch den hochbordigen Passagierdampfern brachten die schweren Winterstürme auf dem Atlantischen Ozean durch Einschlagen der Luken ernste Gefahren. Vgl. Anhang B 2 bis 4.

Die im Anhang zusammengestellten Schiffsunfälle der letzten Jahre infolge Beschädigung oder Einschlagen der Lukenverschlüsse lassen klar erkennen, daß die zur Zeit gebräuchliche Lukeneindeckung den Beanspruchungen durch schwere Wetter in keiner Weise gewachsen ist. Wie stellen sich nun die Schiffsklassifikations-Gesellschaften und die Aufsichtsbehörden für die Seeschifffahrt zu diesen tatsächlichen Mängeln der Lukenverschlüsse? Der britische Board of Trade setzte nach dem Untergang des Dampfers „Hartley“ eine Untersuchungskommission ein, welche über die Brauchbarkeit des gebräuchlichen Lukenverschlusses ein Gutachten abgeben sollte. Das Schlußergebnis dieser Untersuchung war, daß die Lukenverschlüsse, gutes Material und sorgfältige Bedienung vorausgesetzt, in jeder Hinsicht ausreichend seien; die Kommission empfahl jedoch, bei großen Luken die Lukendeckel durch Stahlseile zu sichern und für die Persenning bestes Material, frei von Jutebeimengungen, vorzuschreiben. Ferner sollte jedes Schiff mindestens 6 Reservelukendeckel mitführen. Nach dem Untergang der „Antinoe“ wurden vom Board of Trade im März 1926 neue Bestimmungen über die Lukenverschlüsse der Kohlenfrachtschiffe herausgegeben, welche sich an die Vorschläge der Kommission eng anschließen und zugleich die Beamten des Board of Trade anweisen, der Sicherung der Lukenverschlüsse und anderer Öffnungen auf dem Wetterdeck besondere Aufmerksamkeit zu schenken und dafür Sorge zu tragen, daß die Lukendeckel und ihre Auflagerungen sich in gutem Zustande befinden. Für neue Schiffe wird empfohlen, den Quersüllen eine Decksbucht oder eine dachförmige Schräge zu geben. Auch in dem Jahresbericht 1924/25 des Norske Veritas wird von Direktor Dr. Bruhn darauf hingewiesen, daß man

auf die Lukendeckel und Persenninge besonders achten sollte, da deren mangelhafter Zustand schon manchen Schiffsverlust verursacht habe. Auch die Seebereifungsgenossenschaft hat in ihren Unfallverhütungsvorschriften von 1925 für die Lukenverschlüsse ähnliche Bestimmungen wie der Board of Trade erlassen und hat die Auflage der Lukendeckel an den Säulen und Balken von 40 mm auf 65 mm bzw. 75 mm vergrößert, um ein Hinabfallen der Lukendeckel in den Raum zu verhindern.

Nach dem Annual Report of the Mercantile Marine Association, Liverpool, über Verluste von Kohlenschiffen ist der Vorstand der Ansicht, daß der Verlust dieser Schiffe mit den unverhältnismäßig großen Luken einiger dieser Schiffe sowie mit der Schwierigkeit verbunden ist, diese Luken sicher einzudecken. Das Übergehen der Ladung ist nicht so gefährlich wie die ständig wachsende Größe der Luken.

Die Schiffs-Klassifikationsgesellschaften sind im Laufe der Jahre dazu übergegangen, die Lukensäule allmählich bis auf 800 mm zu erhöhen, um die Luken-eindeckung möglichst frei von Deckwasser zu halten und damit gewissermaßen einen Reservefreibord für die am meisten gefährdeten Stellen des Wetterdecks zu schaffen. Gleichzeitig sollen die hohen Luksäule die Schwächungen im Längs- und Querverband des Schiffsrumpfes, die durch die großen Lukenöffnungen entstehen, ausgleichen; doch haben sich diese Anschauungen als irrig erwiesen. Denn die hohen, an ihrer Oberkante nur durch ein Lukenprofileisen mangelhaft versteiften Lukensäule sind nicht geeignet, die hohen Zug- und Druckspannungen der oberen Gurtung des Schiffsträgers sowie die Spannungen und Deformationen, welche von dem Verdrehungsmoment hervorgerufen werden, sicher aufzunehmen. Auch entstehen in den Lukenecken aus der horizontalen Durchbiegung des ganzen Schiffslängsverbandes und durch die Verteilung der Längsspannungen im Deck vor und hinter der Luke auf die volle Breite der Decksbeplattung gefährliche Spannungssteigerungen, die bekanntlich durch eine starke Abrundung der Lukenecke herabgesetzt werden können. Eine größere Abrundung ist aber für Lukensäule, die durch eine große Zahl hölzerner Lukendeckel eingedeckt und durch eine Persenning dicht gemacht werden, wenig zweckmäßig, da die Persenning an den abgerundeten Ecken nur unsicher verschalkt werden kann. Schwerwiegender ist jedoch die Tatsache, daß die langen, hohen Luksäule bei Belastung durch den seitlichen Wasserdruck und Seeschlag einwärts federn und die Lukendeckel gegeneinander verschieben und zum Herausspringen bringen¹. Alle diese Gefahren lassen sich jedoch vermeiden, wenn man die Lukensäule möglichst niedrig gestaltet und dieselben durch einen eisernen Lukendeckel abdeckt, der mit den Säulen wasserdicht verschraubt wird, so daß die Luken-eindeckung eine Ergänzung der Deckbeplattung bildet. Bei dieser Anordnung kann das Eindringen von Leckwasser in den Schiffsraum von oben verhindert werden und können zugleich die auf das Wetterdeck kommenden Seen, ohne an den hohen Luksäulen zum Brechen zu kommen, ungehindert ablaufen. Denn das

¹ Dr. W. Dahlmann: Zur Verdrehungsfestigkeit des Schiffes. Werft-Reederei-Hafen v. 7. VI. 1927, S. 230.

lose Wasser im Schiffsraum und die auf dem Wetterdeck durch ein festes Schanzkleid festgehaltenen Wassermengen bilden eine ernste Gefahr für die Stabilität und Sicherheit des Schiffes. Die Unzweckmäßigkeit der jetzigen Lukenverschlüsse sowie des festen Schanzkleides kommt daher erst zur vollen Geltung, wenn man ihren Einfluß auf die Stabilität des Schiffes näher untersucht.

Für die Feststellung der Stabilität des Schiffes für einen bestimmten Belastungszustand und Tiefgang, welche letzten Endes in der Größe der metazentrischen Höhe MG sowie in der Aufzeichnung der Hebelsarmkurve der statischen Stabilität ihren Wertgrad findet, wird nach überliefertem Brauch die Annahme gemacht, daß die errechnete oder durch einen Krängungsversuch festgestellte Höhenlage des Systemschwerpunktes in der Symmetrieebene bei allen Neigungslagen des Schiffes unverändert bleibt. Dies setzt aber voraus, daß die Beplattung des Schiffsrumpfes in seinen Außenwandungen wasserdicht ist und mit seinen

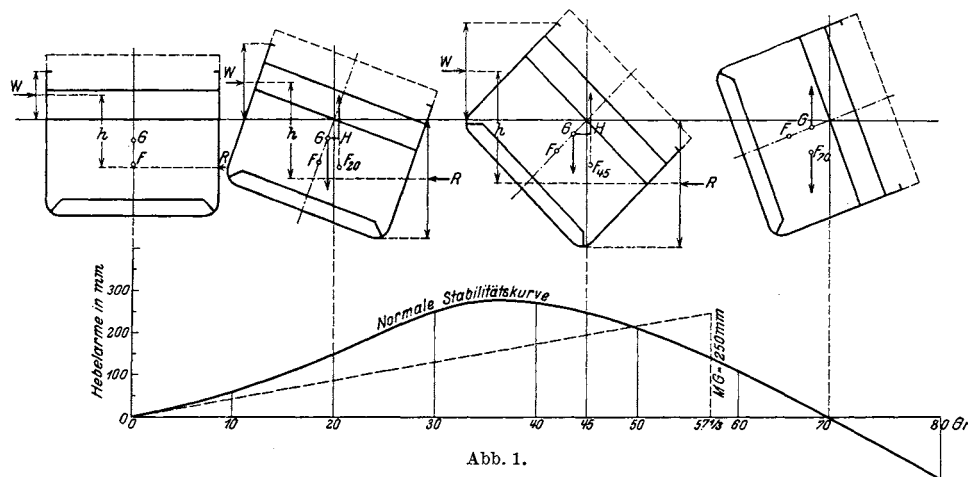


Abb. 1.

geschlossenen Öffnungen an Seitenporten und Ladeluken wasserdicht erhalten bleibt und daß alle Gewichte an Bord gegen Überschießen gesichert sind (Abb. 1)¹. Ist eine dieser Voraussetzungen in See nicht mehr erfüllt, so tritt nach eingetretener Schlagseite des Schiffes durch seitlichen Winddruck eine Verschiebung des Systemschwerpunktes nach Lee ein, wodurch die Werte der Hebelarme der statischen Stabilität verkleinert werden. Die von der Bauwerft entworfene Hebelsarmkurve kann dann nicht mehr als Richtmaß für die Sicherung der Stabilität des Schiffes gelten. Auch mit dem Auftreten einer Schlagseite durch seitlichen Winddruck stehen dem Schiff nicht mehr die ursprünglichen aufrichtenden Stabilitätsmomente zur Verfügung, da ein Teil derselben in Anspruch genommen wird, um die Winddruckmomente auszugleichen. Die Stabilität des Schiffes nimmt daher auf See ständig neue Werte an, welche kurz als Betriebsstabilität gekennzeichnet werden können. Der Kernpunkt der Stabilitätsfrage liegt daher in der vollen Würdigung der auf See sich einstellenden Betriebsstabilität. Es soll daher versucht werden, den bisher noch wenig beachteten Einfluß der Betriebsstabilität des Schiffes in Fahrt auf den Verlauf der Hebelsarmkurve

¹ Vgl. W. H. White: Manual of Naval Architecture; J. J. Welck: A Text Book of Naval Architecture; T. B. Abell: Stability and Seaworthiness of Ships.

näher zu untersuchen, um einen einwandfreien Aufschluß über die sich mehrenden Schiffsverluste durch Kentern zu gewinnen.

Die Abwandlung der von der Bauwerft berechneten und aufgezeichneten Hebelsarmkurve in die durch die Betriebsstabilität in See bedingte praktische Hebelsarmkurve ist in erster Linie auf eine durch seitlichen Winddruck verursachte Schlagseite des Schiffes zurückzuführen. Zwar kann das Schiff den Hafen schon mit einer Schlagseite verlassen, wenn die Stauung der Ladung nicht sachgemäß, d. h. mit Bezug auf die Symmetrieebene des Schiffes ungleichmäßig verteilt, erfolgt ist. Eine solche Stauung, bei welcher der Systemschwerpunkt von Schiff und Ladung schon von Beginn der Fahrt an aus der Symmetrieebene herauswandert, kann und sollte unter allen Umständen vermieden werden, da hierdurch die Schlagseite, veranlaßt durch seitlichen Wind, wenn derselbe auf See von der ungünstigen Seite querein weht, vermehrt werden kann. Nicht zu vermeiden ist jedoch eine Schlagseite des Schiffes, welche sich bei langen Kursen auf See mit Wind und Seegang querein dadurch einstellt, daß das Winddruckmoment durch das Stabilitätsmoment ausgeglichen werden muß. Für die folgenden Untersuchungen ist eine Hebelsarmkurve für Frachtdampfer gewählt, wie solche als Grenzkurve für mittelgroße Frachtdampfer in England viel benutzt wird; sie weist als Mindestwerte bei 30° und bei 45° Neigung Hebelsarmwerte von 250 mm auf mit einer metazentrischen Höhe der Anfangsstabilität von $MG = 0,25$ m. Der Verlauf dieser Kurve für das vollbeladene Schiff stellt sich günstiger wie der Verlauf einzelner Kurven von Frachtdampfern, die durch Kentern verloren gegangen sind (Abb. 1). Alle diese Kurven haben jedoch zur Voraussetzung, daß ihre Stabilitätsmomente noch vollkommen frei und ungebunden sind, daß also weder äußere oder innere neigende Kräfte auftreten, die durch entsprechende aufrichtende Momente ausgeglichen werden müssen. In Wirklichkeit lassen sich jedoch diese neigenden Kräfte nicht ausschalten. Fährt z. B. das Schiff auf längerem Kurs mit starkem seitlichem Wind, so stellt sich alsbald durch den seitlichen Winddruck auf die Seitenfläche des Überwasserschiffes und durch den nach Beendigung des Leeweges auftretenden seitlichen Widerstand ein Winddruckmoment ähnlich wie bei den Segelschiffen ein. Während aber bei letzteren die Winddruckmomente bei Zunahme der Krängung mit dem Quadrat des Kosinus des Neigungswinkels abnehmen, wachsen die Winddruckmomente bei den Frachtschiffen mit Zunahme der Neigungen bis etwa $50\text{--}60^\circ$ um ein Mehrfaches, bei den Passagierdampfern mit hohen Deckaufbauten nur um ein Geringes bis 30° Neigung, worauf die Winddruckmomente allmählich wieder abnehmen, wie dies aus nachstehender Tabelle hervorgeht.

Zu- bzw. Abnahme der Winddruckmomente (Wert bei 0° gleich 1).

Neigungswinkel °	Frachtschiffe (Galleon)	Passagierschiffe (Kap Arcona)	Segelschiffe
0	1,0	1,0	1,0
10	1,63	1,10	0,97
20	2,35	1,28	0,88
30	2,98	1,33	0,75
40	3,52	1,30	0,587
50	3,95	1,19	0,113

Vgl. auch Abb. 1, 2 und 3. Infolge der Zunahme der Winddruckmomente bei Neigungen des Schiffes bis 30° bzw. 50° schneidet die Winddruckmomentenkurve die Stabilitätsmomentenkurve bei etwa $5-6^\circ$, und wird die Arbeitsfläche der freien Stabilitätsmomente des Schiffes um die Fläche der Winddruckmomente vermindert, so daß der gebräuchliche Kenterpunkt von dem Schnittpunkt der Hebelsarmkurve mit der Abszissenachse nach dem Schnittpunkt der Winddruckmomentenkurve mit der Kurve der Stabilität nach links verschoben wird, wodurch bei einer Schlagseite ein Kentern schon früher als bei der Lage des Schiffes in See ohne Seitenwind eintritt. Ferner wird durch die Schlagseite der Freibord auf der Leeseite verringert und kommt das lose Wasser im Schiff zum Über-

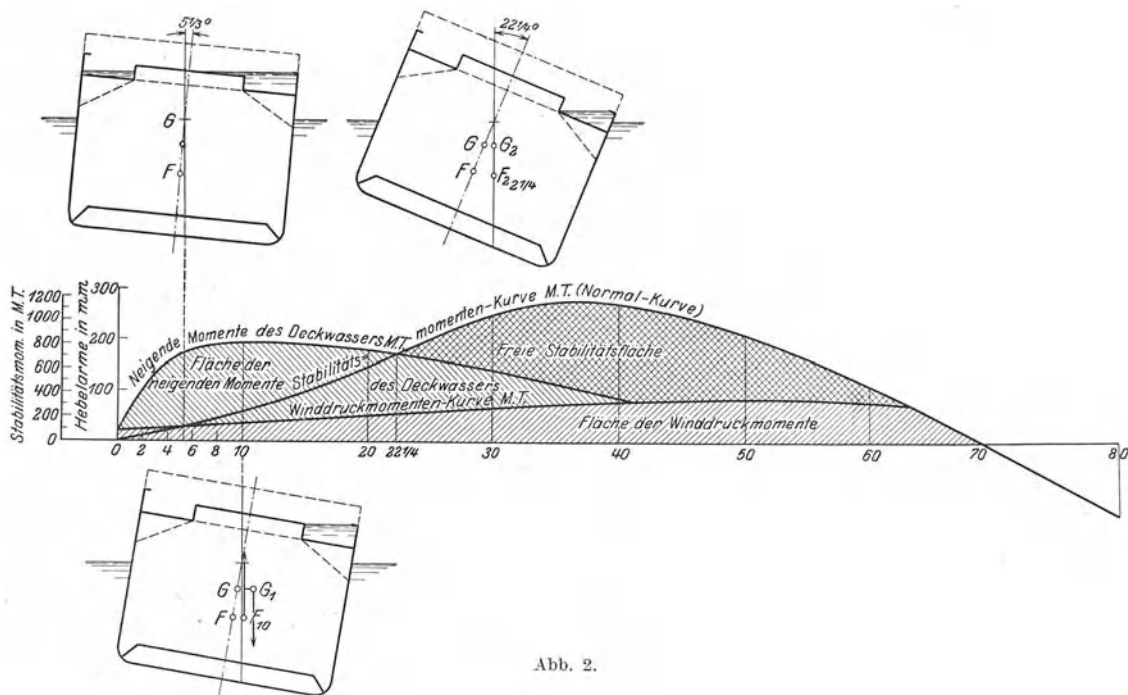


Abb. 2.

laufen nach Lee. Durch die Verringerung des Freibords in Lee wird ferner ein Überkommen der See auf das Wetterdeck erleichtert. Zwar vergrößert sich gleichzeitig der Freibord des Schiffes auf der Luvseite, doch weist die geneigte Schiffswand auf dieser Seite die heranrollende See nicht mehr so wirkungsvoll ab als wie eine senkrechte Schiffswand, so daß auch von Luv her die See auf das Wetterdeck gelangen kann. Wird aber das Wetterdeck durch aufeinanderfolgende Seen und entsprechende Brecher überflutet und kann das übernommene Wasser bei vorhandenen festen Schanzkleidwandungen nicht sofort wieder abfließen, so lagert es sich bei häufigem Überfluten des Wetterdecks in der Ecke zwischen Schanzkleid und Wetterdeck auf Lee ein und vermehrt die Neigung des Schiffes erheblich, da der Systemschwerpunkt durch das Hinzukommen des Deckwassers hoch oben und zur Seite nach oben und zur Seite auswandert und den aufrichtenden Hebelsarm verringert. Da die freien, noch nicht gebundenen aufrichtenden Stabilitätsmomente das krängende Moment des Deckwassers aus-

gleichem müssen, so wird die Fläche der freien Stabilitätsmomente weiter verringert und nähern sich die Nullwerte der Stabilitätsmomente auf der Stabilitätskurve mehr und mehr (Abb. 2). Der Umfang der Stabilität schrumpft daher wesentlich zusammen. Nun wird alsbald eine Neigung des Schiffes erreicht, bei welcher die Deckskante und dann die Lukenstütze zu Wasser kommen, so daß die Lukenabdeckung von der See bespült wird. Jetzt tritt der kritische Punkt ein, da einmal der Hebelsarm der Stabilitätskurve fast sein größtes Maß erreicht hat, andererseits das Wetterdeck mit seinen unsicheren Lukenverschlüssen anfängt, die Rolle der Schiffsaußenhaut zu übernehmen. Hält die gebräuchliche Lukenabdeckung beim Bespülen durch die See nicht mehr dicht, was zu erwarten ist, oder werden gar die Lukendeckel durch schwere Brecher verschoben und herausgespült, so dringt von oben Wasser ins Schiff ein, welches als loses Leckwasser im Schiffsraum durch sofortiges Überschießen die Stabilität des Schiffes weiter verringert und die Schlagseite vermehrt. Das Schiff nimmt dann eine so große Neigung auf, daß die Schüttladung anfängt zu rutschen. Dieses Rutschen der Ladung findet sogar schon bei einem kleineren Winkel, als der natürliche Böschungswinkel der Ladung angibt, statt, wenn die Ladung von oben naß geworden ist. Unter diesen Umständen beginnt die Ladung schon zu rutschen, wenn das Schiff sich dauernd über 20° überlegt. Das durch das Übergehen der Ladung auftretende weitere Kentermoment nimmt naturgemäß von der bereits stark verminderten Reservefläche der Stabilität zum Ausgleich ein weiteres aufrichtendes Stabilitätsmoment in Anspruch. Die Reservefläche der Stabilitätskurve schrumpft daher zusehends zusammen und droht das lose Leckwasser und die überschießende Ladung den verbliebenen Rest der Stabilität ganz zu vernichten. Denn die übergegangene Ladung kann durch kein aufrichtendes Moment in ihre alte Staulage wieder zurückgebracht werden, d. h. das Schiff kann sich nicht mehr wieder aufrichten, auch wenn der Kapitän im letzten Augenblick der Not versucht, das Schiff zur Entlastung von dem seitlichen Winddruck vor den Wind zu drehen, ein Manöver, das meist das Schicksal des Schiffes besiegelt, da durch das plötzliche Hartlegen des Ruders nach Lee das Schiff eine weitere bedenkliche Neigung nach Lee erhält, so daß der Rest der Reservefläche der freien Stabilitätsmomente ganz aufgezehrt wird. Das Schiff ist dann im labilen Gleichgewicht und muß unweigerlich kentern, da ständig weitere Teile der Ladung nach Lee übergehen werden und ein Wiederaufrichten des Schiffes zur Unmöglichkeit wird. Der Kenterpunkt liegt daher in diesem Fall nicht, wie die ideale Hebelsarmkurve vermuten läßt, im Schnittpunkt derselben mit der Abszissenachse, bei etwa $60\text{--}80^\circ$ Neigung, sondern in der Nähe des Scheitelpunktes der Hebelsarmkurve bei $30\text{--}40^\circ$ Neigung. Die Hebelsarmkurve behält zwar auch unter dem Einfluß der Betriebsstabilität ihren berechneten Verlauf bei, doch nimmt die Fläche der freien Stabilitätsmomente mit Zunahme der durch äußere und innere Kräfte erzeugten neigenden Momente dauernd ab, bis die Kurve der neigenden Momente an den Scheitelpunkt der Stabilitätskurve heranreicht und damit die Arbeitsfläche der freien Stabilitätsmomente zum Verschwinden bringt. Nimmt daher ein Frachtschiff durch anhaltenden starken Seitenwind eine dauernde Schlagseite auf und kann sich

ferner durch ungünstige Wetterlagen Wasser auf dem Wetterdeck in Lee ansammeln, kann ferner durch die der See mehr zugänglichen Lukenverschlüsse Leckwasser in den Schiffsraum eindringen und nach Lee überlaufen und gleichzeitig die naß gewordene Schüttladung frühzeitig zum Rutschen bringen, so genügen schon geringe, weitere äußere neigende Kräfte, um das Schiff im Scheitelpunkt der Hebelsarmkurve zum Kentern zu bringen. Für Passagier- und Frachtdampfer tritt diese Gefahr nicht so leicht ein, da diese Schiffe einen größeren Freibord besitzen, kleinere Lukenöffnungen haben und meist sicher gestaute Stückgutladung führen. Auch fehlt bei diesen Schiffen meist das bei Frachtschiffen vorherrschende feste Schanzkleid, für welches ein Stangengeländer verwendet wird, so daß das übergenommene Deckwasser ohne Behinderung schnell wieder ablaufen kann. Daß Frachtschiffe unter ungünstigen Wetterverhältnissen schon im Scheitelpunkt der Hebelsarmkurve zum Kentern kommen können, geht aus den im Anhang erläuterten Schiffsverlusten klar hervor. Bei den transatlantischen Passagierdampfern fehlen die notwendigen Voraussetzungen für ein frühzeitiges Kentern. Zwar nehmen diese Schiffe bei anhaltendem, steifem Seitenwind wegen ihrer hohen Decksaufbauten sofort eine unbequeme Schlagseite auf, aber das Wetterdeck bleibt hierbei immer beträchtlich über Wasser, so daß schwere Seen nur ausnahmsweise auf das Wetterdeck gelangen. Daß aber bei diesen Schiffen mit großem Freibord trotzdem schwere überkommene Seen die Lukeneindeckung zerstören und dadurch die Stabilität auch dieser Schiffe durch loses Wasser im Schiff herabsetzen können, geht gleichfalls aus dem Anhang über Schiffsunfälle hervor. Andererseits kann bei diesen Schiffen die durch Seitenwind verursachte Schlagseite bereits im Anfangsstadium durch vorsichtiges Gegenfluten von Doppelbodenzellen ohne Gefahr für das Schiff verringert werden. Für Frachtschiffe dagegen mit mäßiger Anfangsstabilität, minimalem Freibord und geringerem Umfang der Stabilität kann ein Gegenfluten der Doppelbodenzellen leicht gefährlich werden, da die Menge des Ballastwassers im Verhältnis zur Gesamtverdrängung wesentlich größer ist, auch ist eine Unterteilung der Doppelbodenzellen für diese Schiffe nicht durchweg gebräuchlich, und kann durch das Füllen der Doppelbodenzellen der Freibord des Schiffes ungünstig verringert werden. Die Hebelsarmkurve der Fracht- und Fischdampfer erläutern, heißt daher darauf hinweisen, daß bei den verhältnismäßig flach verlaufenden Hebelsarmkurven dieser Schiffe, d. h. mit einem Scheitelpunkt bei einer Neigung des Schiffes von $30\text{--}40^\circ$ und dem gebräuchlichen Kenterpunkt bei $50\text{--}70^\circ$, der tatsächliche Kenterpunkt bei ungünstigen Wetterverhältnissen nicht am Ende der Kurve der positiven Hebelsarme, sondern in der Ordinate des größten Hebelsarmes zu erwarten ist, da die Annahmen, auf welchen die Hebelsarmkurve aufgebaut ist, d. h. das Verbleiben des Systemschwerpunktes in seiner berechneten Lage in der Symmetrieebene unter Berücksichtigung der praktischen Betriebsstabilität nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Die Hebelsarmkurve für Fracht- und Fischdampfer gibt daher nicht, wie der Germanische Lloyd nach der Denkschrift zu der Stabilitätsvorschrift der Seeberufsgenossenschaft zum Ausdruck bringt¹,

¹ Carl Müller: Der Vorschlag der amerikanischen Stabilitätskommission. Hansa v. 8. I. 1927.

„allein ein zuverlässiges Kennzeichen der Stabilität, da nicht die metazentrische Höhe, d. h. die Anfangsstabilität, sondern der Umfang der Stabilität maßgebend ist“. Nach den vorangegangenen Ausführungen kann die Hebelsarmkurve nur ein ideelles Bild über die Stabilität des Schiffes geben, das wirkliche Bild kommt jedoch erst zur Erscheinung, wenn die Fläche der freien Stabilitätsmomente nach der auf See sich einstellenden Betriebsstabilität auf das tatsächliche Maß reduziert wird. Die gebräuchliche Hebelsarmkurve für Fracht- und Fischdampfer ist daher nur zutreffend für ruhiges Wetter, bei welchem dem Seeschiff bezüglich der Stabilität und Beschädigung der Lukeneindeckung so gut wie keine Gefahren drohen. Bei ruhigem Wetter kann aber auch ein Flußschiff über See fahren. Ein Seeschiff muß aber imstande sein, allen Wettern und Seen zu trotzen, da es nicht jederzeit bei plötzlich hereinbrechenden schweren Wettern einen geschützten Hafen aufsuchen kann. Die Betriebsstabilität spielt daher für die Erhaltung der Seefähigkeit der Frachtdampfer und Fischdampfer eine Hauptrolle; den Einfluß derselben vernachlässigen, heißt daher die Sicherheit der Schiffe in Frage stellen.

Nach Vorstehendem drängt sich nun unwillkürlich die Frage auf, was muß geschehen, um die Gefahren der Betriebsstabilität, d. h. das Kentern der Frachtschiffe, zu umgehen? Den Freibord der Frachtschiffe erhöhen, hieße die Rentabilität derselben in Frage stellen. Auch würde das Kentermoment des sich in Lee ansammelnden Wassers hierdurch nur zunehmen. Die Hauptgefahren bei der Betriebsstabilität bilden die ständig an Größe zunehmenden Lukenöffnungen des Wetterdecks mit ihren primitiven Verschlüssen sowie das feste Schanzkleid zur Seite des Wetterdecks.

Als anfangs der siebziger Jahre des verflossenen Jahrhunderts zum erstenmal durch sich häufende Schiffsuntergänge eine gewisse Unruhe in den britischen Schifffahrtskreisen entstand und Mr. Plimsoll seinen Warnruf über die zunehmende Unsicherheit in der Schifffahrt erschallen ließ, war man vorwiegend der Ansicht, daß die Zunahme der vermißten Schiffe auf eine Überladung derselben zurückzuführen sei. Nach den neueren Erfahrungen über die Schiffsunfälle erscheint es kaum zweifelhaft, daß die mangelhaften Verschlüsse der Luken durch hölzerne Lukendeckel mit dem primitiven wasserdichten Abschluß durch eine Persenning schon damals den Untergang der Schiffe befördert haben. Denn die gleich darauf einsetzenden Verluste von Getreidedampfern wurden bereits auf den ungenügenden Schutz der Maschinen- und Kesselraumöffnungen sowie der Ladeluken zurückgeführt, und wies schon damals, 1880, Scott Russel darauf hin, die Sicherheit der Schiffe durch Einführung von eisernen Lukendeckeln zu erhöhen¹. Trotzdem hat man sich bis zur Gegenwart mit den primitiven hölzernen Lukendeckeln beholfen und nur an Mittel gedacht, die Lukeneindeckung gegen die Brecher der Seen besser zu schützen, einmal dadurch, daß man das Wetterdeck mit einem hohen, festen Schanzkleid umgürtete und eine scheinbare Schutzwand für die Luken gegen den vollen Seeschlag schuf, des ferneren dadurch, daß man die eisernen

¹ B. Martell: On causes of Unseaworthiness in merchant Steamers (Diskussion). Transactions of the Institution of Naval Architects. 1880.

Lukensäule mehr und mehr erhöhte, damit die Lukeneindeckung bei schwerer See nicht dauernd unter Wasser stand. Man ist sogar dazu übergegangen, die Luken auf besonderen kofferartigen Aufbauten auf dem Wetterdeck, den Trunks, anzuordnen, um sie dem Seeschlag und der dauernden Überflutung weiter zu entziehen (vgl. Abb. 12). Alle diese Maßregeln haben jedoch, wie dies aus der Zusammenstellung der jüngsten Seeunfälle im Anhang einwandfrei hervorgeht, mehr Schaden als Nutzen gebracht und dementsprechend die Sicherheit der Schiffe nicht erhöht. Denn das hohe feste Schanzkleid hält, wie bereits hervorgehoben wurde, die auf das Wetterdeck übergekommenen Seen längere Zeit fest, da die Sturzpforten im Schanzkleid zu geringen freien Querschnitt besitzen und überdies die Klappen derselben von der Besatzung aus Unkenntnis der Sachlage vielfach festgeriegelt werden, um ein trockenes Deck bei mäßigem Seegang zu sichern. Vgl. Anhang A 9. Die auf diese Weise auf dem Wetterdeck festgehaltenen losen Wassermassen

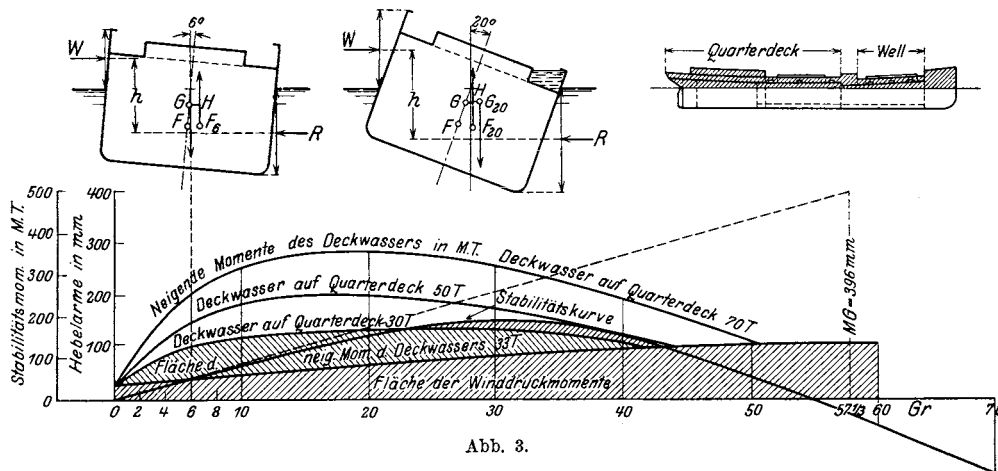


Abb. 3.

können aber die berechnete Stabilität des Schiffes bedenklich verringern und selbst ganz vernichten. Weist doch schon C. W. Merrifield 1880 in der Diskussion zum Vortrage von Martell darauf hin, „daß bei einem Schiff mit einer Hebelarmkurve bis zu etwa 50° schon geringe Wassermengen an Deck sowie ein geringes Übergehen der Ladung das Schiff zum Kentern bringen können. Dies trifft besonders für Schiffe mit einem Well zu, bei welchen sich Wasser an Deck ansammeln kann. Das Wetterdeck sollte nicht in wenigen Minuten, sondern schon in wenigen Sekunden vom übernommenen Wasser befreit werden, um ein Überholen des Schiffes zu vermeiden.“ Bei Schiffen mit langem Quarterdeck und festem Schanzkleid liegen die Verhältnisse noch ungünstiger, wie dies der Untergang des Küstendampfers „Galleon“ bestätigt hat. Bei diesem Schiff kann das Quarterdeck mit seinem 1,2 m hohen Schanzkleid 100 t Wasser aufnehmen. Verbleiben hiervon bei einer Schlagseite durch seitlichen Winddruck 30—40 t auf dem Quarterdeck in Lee, so kommen die hierdurch sich ergebenden neigenden Momente den größten aufrichtenden Momenten bei etwa 30° gleich, so daß mit Berücksichtigung des Deckwassers auf dem Woldeck das Schiff kentern muß (Abb. 3)¹.

¹ Dr.-Ing. C. Commentz: Praktische Stabilitätsfragen. Werft-Reederei-Hafen v. 7. I. 1927, S. 1.

Das feste Schanzkleid mag für den Laien, ebenso wie der Scheinschornstein der Passagierdampfer und der Motorschiffe, ein Gefühl der Kraft und der Sicherheit erwecken, für den Fachmann ist dasselbe jedoch ein gefahrbringendes und daher schädliches Glied der Schiffskonstruktion, und sollte es daher schleunigst abgeschafft und durch ein offenes Geländer ersetzt werden. Auch die Erhöhung der Lukensäule bis zu 800 mm hat, wie bereits erörtert, zu ähnlichen Enttäuschungen geführt. Schließlich zeigt die jetzige Lukeneindeckung mit bis zu 100 Stück einzelnen Lukendeckeln für größere Lukenöffnungen für den Hafenbetrieb insofern ernste Mängel, als das Abheben, Transportieren und Verstauen der vielen Lukendeckel bei Beginn der Arbeitszeit, sowie das Zulegen der Luken beim Schluß der Arbeitszeit eine für die Mannschaft nicht ganz ungefährliche Arbeitsleistung bedeutet und überdies eine geraume Zeit in Anspruch nimmt, welche völlig unproduktiv verstreicht. Auch lassen die großen Lukenöffnungen nur wenig freien Deckraum übrig zum Verstauen der zahlreichen Lukendeckel beim Öffnen der Luke¹.

Alle diese Mißstände und Gefahren für Schiff und Mannschaft, welche die jetzigen Lukenverhältnisse mit sich bringen, konnten daher den praktischen Schiffbauingenieuren und Schiffsoffizieren nicht verborgen bleiben und haben dazu beigetragen, den Vorschlag von Scott Russel von 1880 wieder aufleben zu lassen, d. h. die Luken durch eiserne Lukendeckel ebenso zuverlässig und wasserdicht zu schließen, wie schon seit Langem die Seitenpforten in der Bordwand dicht gemacht werden. Bei einer Lukenanordnung mit wasserdicht schließenden eisernen Deckeln können aber die hohen und gefährlichen Luksäule entbehrt werden, ja selbst der Freibord spielt dann keine so wesentliche Rolle mehr. In dieser Beziehung mag auf die nachstehenden Ausführungen von Prof. T. B. Abell in seinem Buch „Stability and Seaworthiness“ hingewiesen werden, worin es heißt:

„Bei Festsetzung eines minimalen Freibordes muß auf die Größe und Form sowie auf den Charakter der Überwasserteile des Schiffes Rücksicht genommen werden. Das offene Boot und das U-Boot bilden hierfür zwei extreme Beispiele. Das erstere erfordert großen Freibord, damit der Reserveauftrieb über der Stillwasserlinie reichlich ausfällt, um das Boot im Seegang schnell genug zu heben und dadurch ein Überfluten desselben zu verhüten. Das U-Boot kann vollkommen sicher mit praktisch keinem Freibord fahren, da sein Deck bzw. seine obere Außenhaut vollkommen wasserdicht abgeschlossen ist. Obwohl die See frei über das Deck laufen kann, so kann sie nicht durch die Luken oder durch den Eingang zum Kommandoturm ins Innere des Bootes dringen, da alle Öffnungen wasserdicht abgeschlossen sind. Beide Beispiele illustrieren deutlich den Einfluß des wasserdichten Abschlusses der Luken auf den Freibord. Auch für Handelsschiffe wären kleine Luken wichtiger, da man diese leichter wasserdicht eindecken kann, und wäre es dann rationell, den Freibord zu verringern. Dieses erfordert jedoch einen besonderen Schutz der Decksmaschinen und besondere Einrichtungen zum Schutz der Besatzung, damit dieselbe das Schiff in See sicher führen kann. Aber die großen Luken, welche zum Übernehmen der Ladung aus ökonomischen

¹ M. J. Dodsworth: Loading and unloading Facilities on Board Ship and on Land. Transactions of the N. E. Coast Institution Nr. 6. 1927.

mischen Rücksichten möglichst groß gemacht werden, können nur mit dem gegenwärtigen Lukenverschluß entsprechend geschützt werden, welcher sich nach den Erfahrungen als genügend erwiesen hat, wenn man für einen ausgiebigen Freibord auf die ganze Länge des Schiffes sorgt.“

Diese Ausführungen sind durchaus zutreffend und logisch bis auf den Schlußsatz, der deutlich erkennen läßt, daß auch Abell die gefährvollen Schwächen des jetzigen Lukenverschlusses nicht unterschätzt. Diese Auffassung wird durch

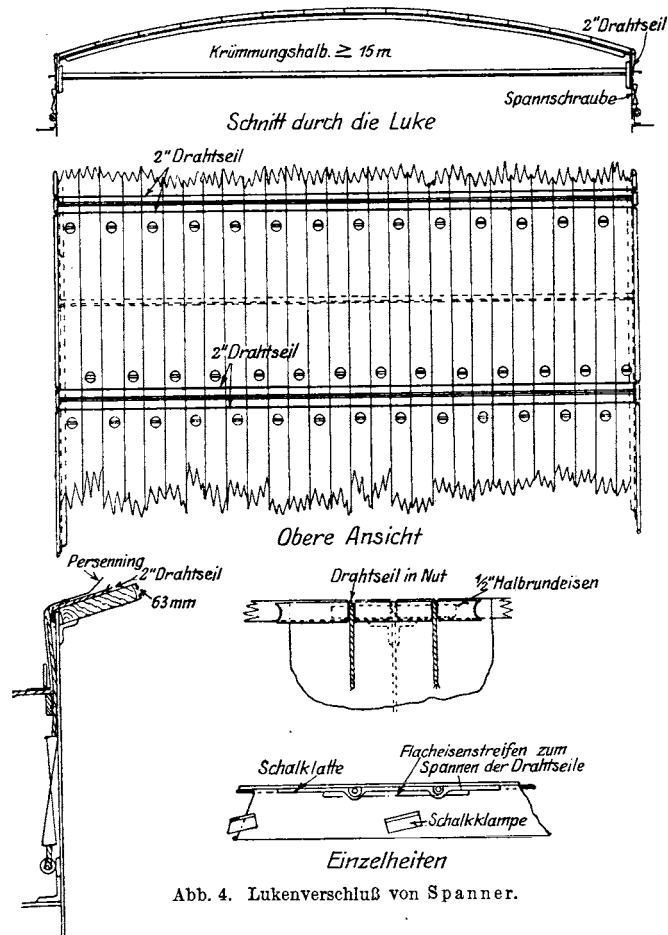


Abb. 4. Lukenverschluß von Spanner.

die weiteren Ausführungen von Abell in dem Abschnitt Reserveauftrieb bestätigt, wo es heißt:

„Ein großer Reserveauftrieb ist daher nicht notgedrungen der Hauptfaktor für die Freibordbemessung eines reinen Frachtdampfers neueren Typs, weil es möglich ist, das Schiff auch ohne großen Reserveauftrieb und mit geringem Freibord seefähig zu machen; dann ist es aber notwendig, die Luken und die Ladung entsprechend zu schützen.“

Daß die jetzigen Lukenverschlüsse diesen notwendigen Schutz noch nicht aufweisen, beweisen auch die zahlreichen Vorschläge und Patente zur Verbesserung der Lukenverschlüsse. Ein großer Teil derselben hält an den hölzernen Lukendeckeln fest und zurt sie durch Stahllinien seefest — Spanner (Abb. 4) —

oder vereinigt sie zu größeren Tafeln — A. E. Dunn (Abb. 5) und E. E. von Tell (Abb. 6). Der Kardinalfehler bei diesen Lukenverschlüssen ist, daß bei

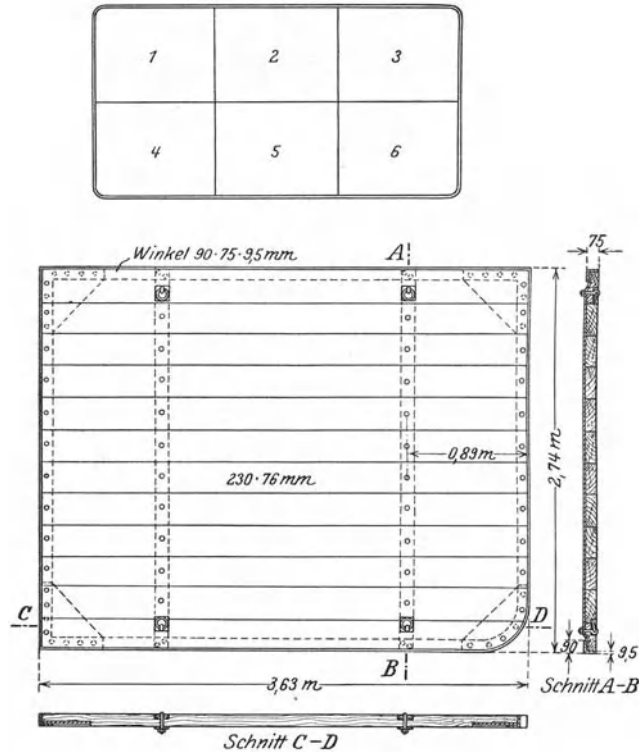


Abb. 5. Lukenverschluß von Dunn.

denselben der wasserdichte Abschluß erst durch Persenninge erzielt werden muß, welche den Angriffen schwerer Seen nicht gewachsen sind. Auch der verbesserte eiserne Lukendeckel von v. Tell sowie der eiserne Lukenverschluß von Isher-

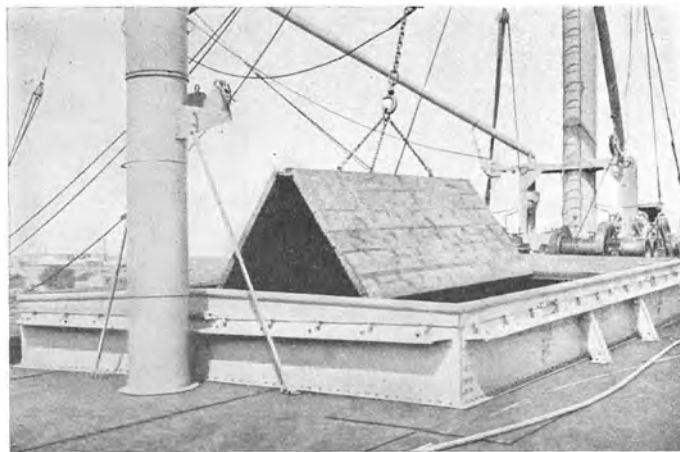


Abb. 6. Lukenverschluß von v. Tell.

wood (Abb. 7) erfordern zum wasserdichten Abschluß eine Persenning und können daher leicht zu Undichtigkeiten Veranlassung geben. Einen sicheren wasser-

dichten Abschluß gewähren die eisernen Lukendeckel von Hogg-Carr (Abb. 8), von Knutsen (Abb. 9) und von Kapitän J. S. Wood (Abb. 10), da diese eiser-

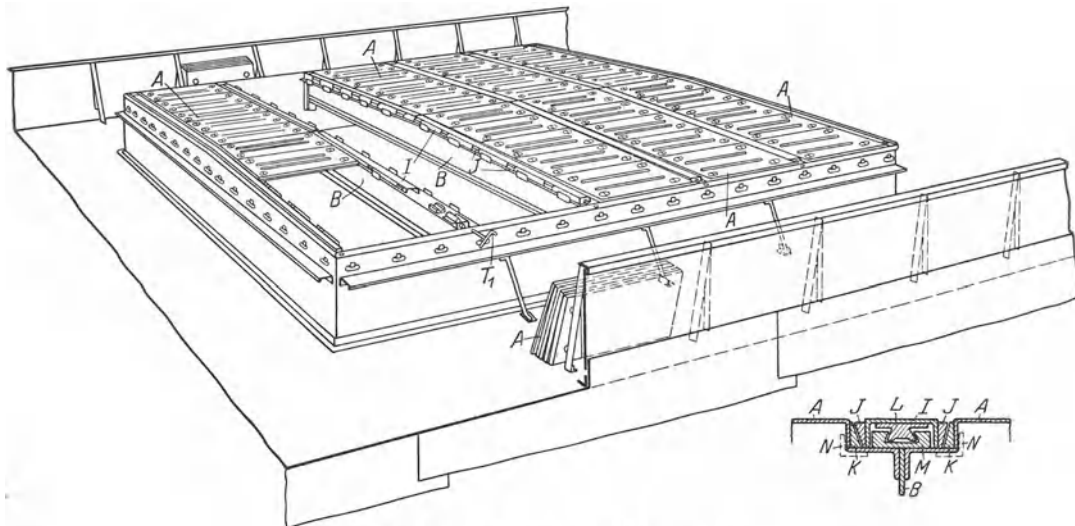


Abb. 7. Lukenverschluß von Isherwood.

nen Lukendeckel mit dem Luksüll teilweise unter Einschaltung einer Gummichtung wasserdicht verschraubt werden. Die Lukendeckel von Hogg-Carr, welche bereits in mehreren Schiffbauländern Eingang gefunden haben, bestehen

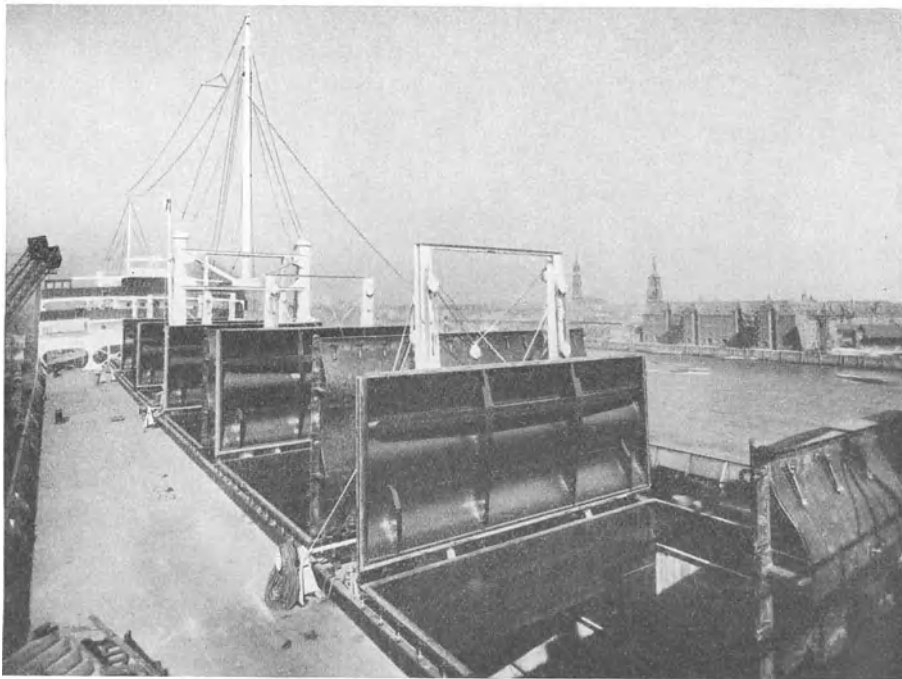


Abb. 8. Lukendeckel von Hogg-Carr.

aus gewellten Blechen mit Randwinkel, sie werden in Scharnieren an den Quersäulen befestigt und mittels Taljen aufgeklappt. Ihre Anwendung empfiehlt sich

nur bei Spezialschiffen, wo mit Greifern gearbeitet wird (Abb. 11). Der eiserne Deckel von Knutsen ist als Einheitskonstruktion durchgebildet und nach oben in Wellenform dachförmig ausgebildet und an der unteren Seite durch Gitter-

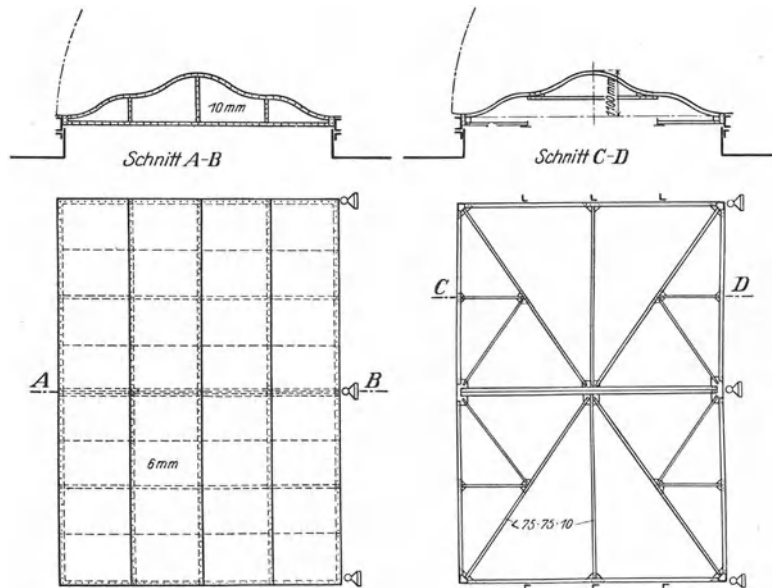


Abb. 9. Lukendeckel von Knutsen.

träger versteift. Der Deckel ist noch nicht praktisch erprobt. Der Lukendeckel von Wood eignet sich nur für die Lukenverteilung auf den amerikanischen Frachtschiffen der großen Seen.

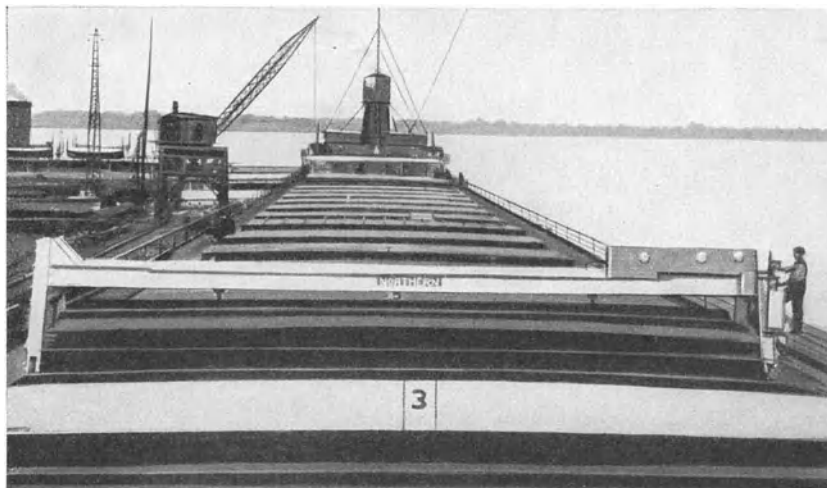


Abb. 10. Lukenverschluß von Wood.

Für die Konstruktion eines dauerhaften und wasserdichten Lukenverschlusses müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

1. solide Eisenkonstruktion, welche den großen Beanspruchungen des dynamischen Seeschlages gewachsen ist,

2. wasserdichte Verbindung des eisernen Lukendeckels mit dem Luksüll durch Schrauben ohne Heranziehung einer schützenden Persenning,

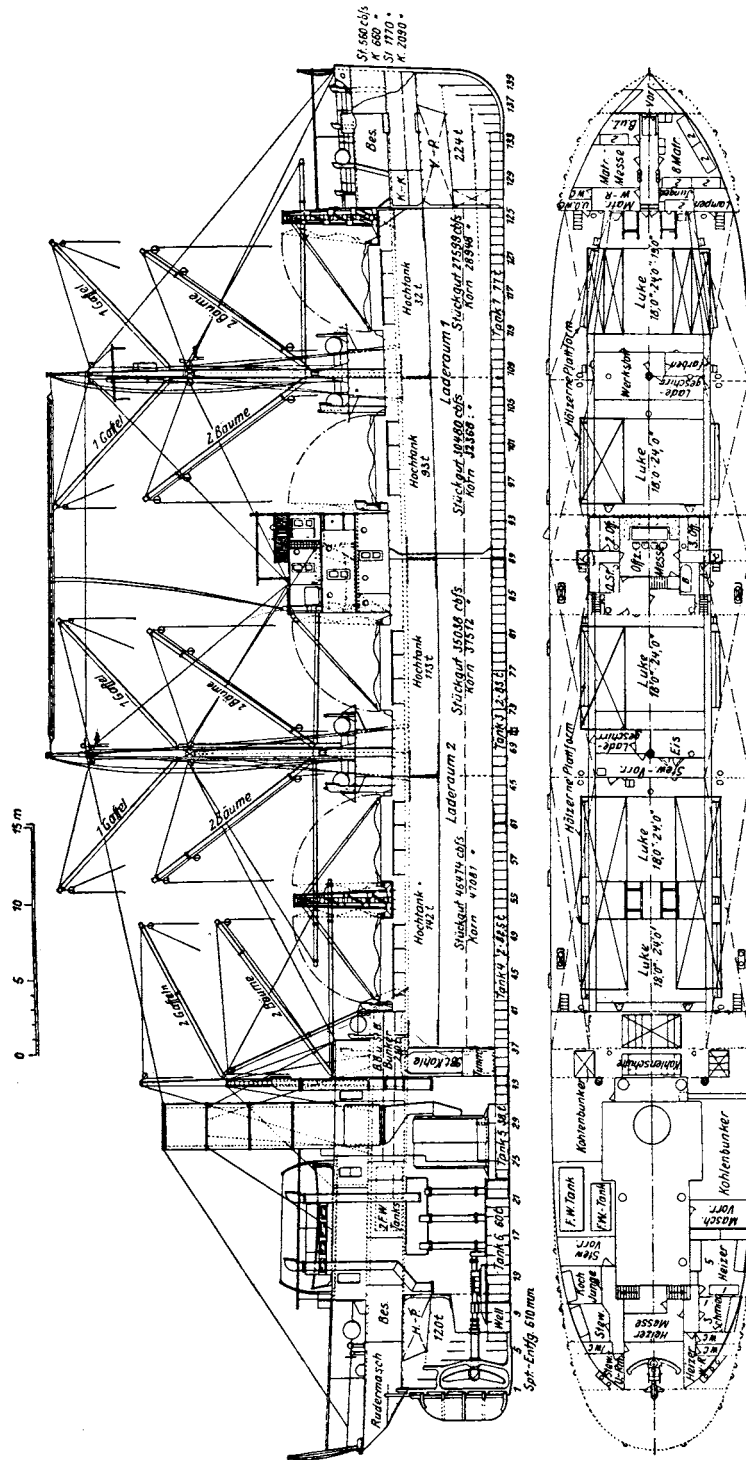


Abb. 11.

- 3. einfacher, sicherer und schneller Transport des Lukendeckels beim Öffnen und Schließen der Luke ohne Gefährdung für die Bedienungsmannschaft,
- 4. bequemes Verstauen des Lukendeckels an Deck ohne Behinderung der Arbeiten beim Laden und Löschen.

Nach diesen Grundsätzen ist von mir ein eiserner Lukenverschluß entworfen. Der einheitliche Lukendeckel (Abb. 12) besteht aus einem mittleren, durch Schweißung zusammengefügt Teil, der unterhalb durch Bulbwinkel versteift ist, die auf den Schiebebalken bzw. auf Längsbalken aufrufen, sowie einem federnden Randteil, von S-förmiger Wölbung, der mit dem niedrigen Luksüll durch Klappschrauben wasserdicht verschraubt wird. Der mittlere Teil trägt Laufrollen, die mittels Preßschrauben vertikal gesenkt und gehoben werden können. Beim Öffnen werden die Laufrollen nach unten bewegt; sobald sie sich auf die Schiebebalken bzw. Längsbalken aufsetzen, wird beim Weiterdrehen der Aufsteckschlüssel der Lukendeckel vom Süll abgehoben und kann dann, auf den Laufrollen ruhend,

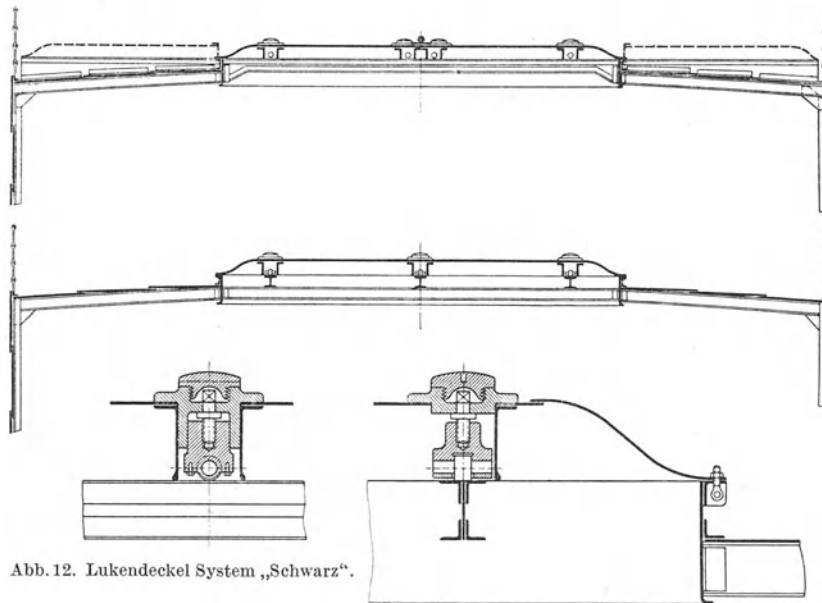


Abb. 12. Lukendeckel System „Schwarz“.

mittels Taljen zur Seite verfahren werden. Zu diesem Zweck sind auf der Decksfläche neben der Lukenöffnung in Verlängerung der quer- bzw. längsschiffsverlaufenden Schiebebalken bzw. Längsbalken Laufbalken befestigt, deren Oberkante ebenso wie die der Schiebebalken bzw. Längsbalken mit Oberkante Luksüll abschneidet, so daß für die Laufrollen eine horizontale Bahn geschaffen wird. Ist der Lukendeckel von der Lukenöffnung freigekommen, so wird er durch einen Knaggen gehemmt und durch Hinaufschrauben der Laufrollen auf den Laufbalken niedergesetzt. Das Verfahren des Lukendeckels kann daher je nach der Breite und Verteilung der Luken entweder querschiffs oder längsschiffs erfolgen. Das Schließen der Luke erfolgt in umgekehrter Reihenfolge. Bei besonders großen Luken muß der Lukendeckel unter Hinzufügung weiterer Laufrollen längsschiffs oder querschiffs geteilt werden, damit die schmälere oder kürzeren Lukenhälften nach beiden Seiten der Luke verfahren und gelagert werden können. Beim Schließen der Luke werden die Deckelhälften durch Randwinkel mit Klappschrauben und Gummidichtung wasserdicht verbunden.

Der neuartige Lukendeckel bildet durch seine Einheitskonstruktion und durch die Auflage seiner Versteifungswinkel auf den Schiebebalken bzw. Längsbalken

ein gegen den Anprall von Sturzseen widerstandsfähiges Konstruktionsglied des Wetterdecks, während der federnde Rand einen zuverlässigen wasserdichten Abschluß des Deckels gegen das Luksüll gewährleistet, da derselbe sich bei Aufnahme des Wasserdruckes sowie der Schlagwirkung der brechenden Seen eng an den Randwinkel des Luksülls anschließt. Der Lukendeckel bietet ferner durch seinen S-förmig gekrümmten Rand im Verein mit einem Luksüll von minimaler Höhe der Schlagwirkung der überbrechenden Seen nur eine sehr geringe Angriffsfläche dar und gestattet ein fast widerstandsloses Hinübergleiten der überkommenden Seen über den Lukendeckel und das Deck. Die See kann daher weder dem niedrigen und durch die Schiebebalken gesicherten Luksüll noch dem fest gelagerten Lukendeckel ernststen Schaden zufügen. Auch mit Bezug auf die Sicherung des Längs- und Querverbandes des Schiffsrumpfes bietet das niedrige und ohne scharfe Ecken ausgebildete Luksüll einen beachtenswerten Fortschritt. Die Längs- und Quersülle haben keine Veranlassung einwärts zu federn, auch wird der Querverband durch die günstige Lage der Schiebebalken zu den halben Balken sowie der Längsverband durch die Längsbalken besser gewahrt als bei der normalen Lukenkonstruktion mit hohen Lukensäulen. Die Bedienung des als Einheitskonstruktion ausgeführten und dementsprechend zwar ziemlich schweren Lukendeckels gestaltet sich dennoch außerordentlich sicher und einfach, denn es genügen wenige Matrosen, um mit Handbetrieb den Deckel vom Süll abzuheben, zu verfahren und auf den Laufbalken abzusetzen. Während dieses Transportes wird der Lukendeckel stets gleichmäßig unterstützt, so daß ein Vertrimmen desselben hierbei ausgeschlossen ist und daher auch nach längerem Gebrauch ein sauberes Passen auf dem Luksüll gewährleistet wird. Die Staulage an Deck kann ohne Schwierigkeiten so getroffen werden, daß die Lade- und Löscharbeiten in keiner Weise behindert werden. Dabei gestattet der Lukendeckel wegen des niedrigen Lukensäulls eine Gewichtsparsnis gegenüber dem normalen Lukendeckel von 12—15 %, was für größere Deckel etwa 1200 kg pro Luke ausmacht, so daß die geringen Mehrkosten kaum ins Gewicht fallen, zumal die teuren Instandsetzungskosten des alten Lukenverschlusses fortfallen. Da ferner bei dem sicheren wasserdichten Abschluß der Luken ein festes Schanzkleid entbehrlich wird, so ergeben sich weitere nutzbringende Gewichtsparsnisse. Die Hauptsache ist aber, daß die Sicherheit der Schiffe bei dem neuen Lukenverschluß wesentlich gesteigert wird, da Wassereinbrüche in den Schiffsraum infolge Zerstörung der Lukeneindeckung durch schwere Sturzseen vermieden werden und ein Ansammeln von losem Wasser auf dem Wetterdeck durch das Fortfallen eines festen Schanzkleides entfällt.

Bei Verschiebung des ein- oder zweiteiligen Lukendeckels querschiffs werden keine einschneidenden Veränderungen in dem Aufbau des Wetterdecks sowie der Lade- und Löscheinrichtungen erforderlich. Diese Anordnung empfiehlt sich vornehmlich für leichttrimmende Frachtdampfer mit Schüttladungen. Bei Stückgutladungen, wo leicht schwere Stückgüter an Deck gestaut werden müssen, so daß der Decksraum zur Seite der Luken nicht immer freigelassen werden kann, wird der ein- oder zweiteilige Lukendeckel zweckmäßig längsschiffs zu ver-

schieben sein und müssen alsdann die Deckseinrichtungen entsprechend geändert werden durch Aufstellung von Doppelmasten in Entfernung der Lukenbreiten und durch Montage der Ladewinden auf besonderen Podesten zwischen den Masten, damit die Lukendeckel unterhalb derselben bei geöffneter Luke gelagert werden können. Diese hohe Aufstellung der Winden ist auch insofern vorteilhaft, da hierdurch die Seen unbehindert über das Deck laufen können. Eventuell

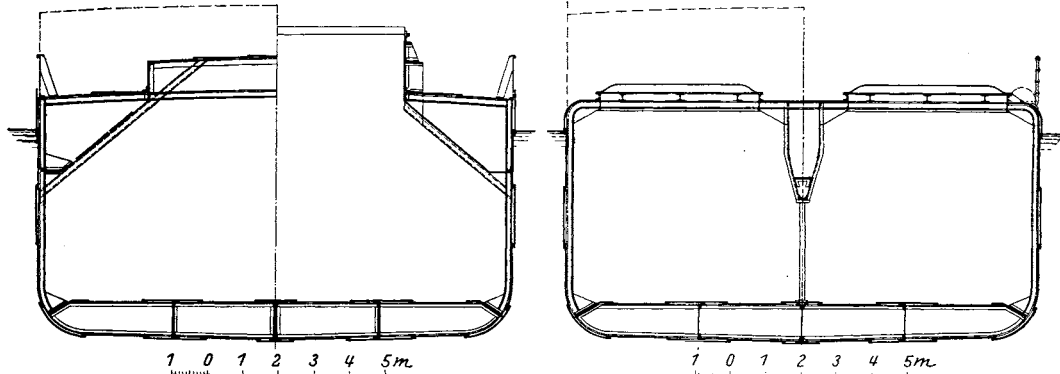


Abb. 13.

müssen bei den Decksaufbauten Taschen vorgesehen werden, in welche die benachbarte Hälfte des Lukendeckels hineingefahren wird.

Eine besonders günstige Lösung der Lukenanordnung bietet die Teilung der Lukenöffnungen querschiffs derart, daß zwischen den so geschaffenen zwei schmälere Lukenöffnungen ein Gang mittschiffs auf dem Wetterdeck erhalten bleibt. Hierdurch kann die effektive lichte Öffnung der Luken ohne Schädigung des

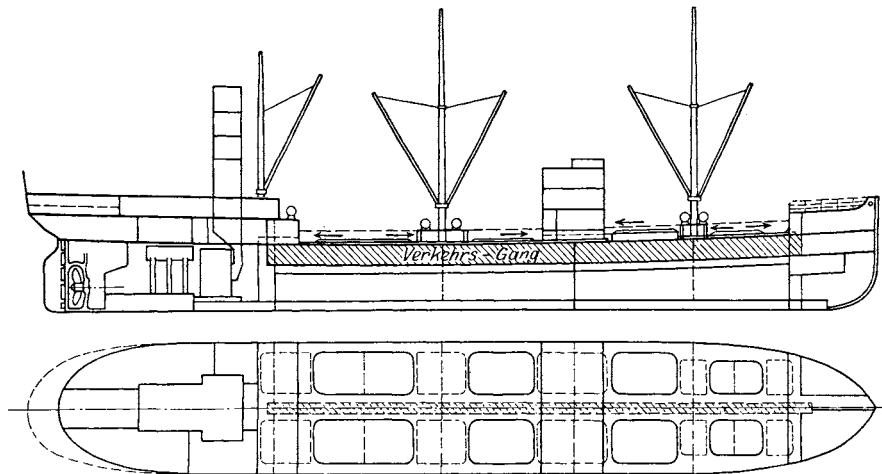


Abb. 14.

Schiffsverbandes weiter vergrößert und damit das Beschütten der Schiffsräume mit Einheitsladung verbessert werden, da die Lukenöffnungen weiter an die Bordwand heranrücken und die ein Übergehen der Ladung begünstigenden freibleibenden Ecken an den Bordwänden unter Deck eingeschränkt werden (Abb. 13 und 14). Diese Anordnung, welche bereits auf den brasilianischen Dampfern Itapagé, Itaimbé und Itahité zur Ausführung gekommen ist, behindert das Laden kaum, wenn der schmale Gang zwischen den Luken beim Beladen durch eine Winkel-

platte abgedeckt wird, so daß beim Beschütten des Laderaumes direkt vom Eisenbahnwagen aus die Ladung sich selbsttätig auf die beiden Lukenöffnungen verteilen kann. Der mittlere Decksgang bringt ferner den Vorteil mit sich, daß die Decksbeplattung mitschiffs und an den Bordwänden durchlaufend angeordnet werden kann, wodurch eine günstigere Verteilung der Zug- und Druckspannungen im Wetterdeck ermöglicht wird. Vor allem gestattet aber der mittlere Decksgang, unterhalb des Decks einen Mittelgang anzuordnen, wie er sich als geschützter Verkehrsgang und zur geschützten und zugänglichen Verlegung von elektrischen Kabeln und Rohrleitungen auf den deutschen Kampfschiffen vorzüglich bewährt hat. Ordnet man diesen Mittelgang von der Brücke bis zur Back bzw. bis zur Poop in den Laderäumen an, so brauchen die Mannschaften bei schwerem Wetter nicht mehr über das von der See überflutete Wetterdeck zu laufen. Hierdurch wird der von Abell geforderte besondere Schutz für die Mannschaft geschaffen und ergeben sich ähnliche Verhältnisse wie bei den U-Booten. Bei grundsätzlicher Einführung des Schanzkleidgeländers wie bei den Torpedobooten kann dann die See über Deck rollen, ohne die Stabilität des Schiffes zu gefährden, so daß damit der Freibord, wie Abell ganz richtig andeutet, seinen ausgesprochenen Wert verliert. Daneben übernimmt der Mittelgang die Rolle eines Schlingerschottes, so daß die an und für sich schon günstiger verteilte Ladung im Schiffsraum kaum eine Gelegenheit zum Übergehen findet, so daß eine Verminderung der Stabilität durch ein Übergehen der Ladung so gut wie ausgeschlossen ist. Da ferner die an Fläche kleineren Lukenöffnungen durch die neuzeitlichen eisernen Lukendeckel wasserdicht geschlossen werden können und selbst bei schwerstem Wetter auch wasserdicht erhalten bleiben, so kann auch durch das Wetterdeck kein Leckwasser ins Schiff mehr gelangen und kommt daher auch die Herabsetzung der Stabilität durch loses Wasser im Schiffsraum nicht in Frage. Es verbleibt daher nur die Herabsetzung der Stabilität durch Schlagseite des Schiffes durch seitlichen Winddruck. Aber auch diese Wirkung wird dadurch merklich abgeschwächt, wenn das feste Schanzkleid fortfällt, da dieses eine wirksame Winddruckfläche an der Oberkante der Schiffskontur über Wasser schafft und das Winddruckmoment hierdurch ungünstig vergrößert wird. Berücksichtigt man ferner, daß der Mittelgang ebenso wie bei den Kriegsschiffen nicht nur als Verkehrsgang, sondern auch zum Verlegen von Dampfrohren und elektrischen Kabeln für den Betrieb der Decksmaschinen, für die Ruderanlaßleitung sowie von Lenzrohrleitungen und Gasfeuerlöschleitungen in geschützter und sicherer Lage ausgenutzt werden kann, so daß das Wetterdeck vollkommen frei von Rohren, Leitungen und Kabeln bleiben kann, die jetzt bei schwerem Wetter ständigen Beschädigungen ausgesetzt sind, so muß es einleuchten, daß diese Lösung der Lukenfrage in Verbindung mit einem Mittelgang unter Deck den berechtigten Bestrebungen, die Sicherheit der Schiffe sowie der Mannschaft auf See zu fördern, in weitestem Maße gerecht zu werden verspricht. Aber auch in wirtschaftlicher Beziehung bringt der Mittelgang dem Reeder beachtenswerte Vorteile, da der von demselben in Anspruch genommene Schiffsraum bei der Schiffsvermessung in Abzug gebracht werden kann, da er für den Schiffsbetrieb und die Sicherheit der Mannschaft

dient. Dieser Abzug des Mittelganges von dem Bruttoreumgehalt der Schiffsvermessung ist um so erfreulicher, als er zugleich der Sicherheit von Schiff und Mannschaft zugute kommt, während der in der Schiffsvermessungsordnung gestattete Abzug von sog. offenen Räumen in Aufbauten und im Zwischendeck, sobald diese an sich wasserdichten Räume mutwillig und in einer für die Sicherheit des Schiffes gefährlichen Art durch Anbringung der vorgeschriebenen, nicht wasserdicht sein dürfenden Verschlüsse für die Zugangsöffnungen zu diesen Räumen, Vermessungsöffnung und Vermessungsluke, undicht gemacht worden sind, nur auf Kosten der Sicherheit des Schiffes erkaufte werden kann. — Verlust des Dampfers Emil Berenz¹.

Schließlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß durch eiserne Lukendeckel für alle Öffnungen in den einzelnen eisernen Decks die wasserdichte Unterteilung der Schiffsräume ohne Vermehrung der Zahl der wasserdichten Schotte gesteigert werden kann, so daß bei Wassereintrich von unten die Ausbreitung der Überflutung erfolgreich eingeschränkt werden kann, wodurch die Schwimmkraft des Schiffes bei Kollisionen mindestens so lange erhalten bleibt, bis alle Mannschaften gerettet sind.

Besonders ungünstig wirken die normalen Lukenverschlüsse mit hölzernen Lukendeckeln und Persenningverschaltung bei ausbrechendem Feuer, da dieselben leicht verbrennen können und dann den Rauchgasen einen bequemen Abzug nach oben freigeben und die freigewordenen übereinanderliegenden Lukenöffnungen für den Feuerherd einen wirksamen Schornsteinzug schaffen. Für die Bauten an Land schreibt die Baupolizei für Magazingebäude, Speicher und Theater eiserne Feuertüren in den Brandmauern und eiserne Vorhänge vor, um den Feuerherd zu begrenzen und den Brand leichter dämpfen zu können. Bei dem eisernen Schiffsrumpf wäre es daher das Gegebene, die einzelnen Decksräume durch eiserne Lukendeckel gegeneinander abzuschließen, um die Brände der Schiffsladung zu lokalisieren und dieselben durch Gase wirksam zu ersticken, wozu wasserdicht schließende eiserne Lukendeckel wohl geeignet sind. Denn das Bekämpfen des Feuers mit Wasser bringt dem Schiff neue Gefahren, da das eingepumpte Löschwasser ebenso wie das Leckwasser im Schiffsraum leicht überschießen und dadurch die Stabilität des Schiffes gefährden kann. Auf das eingepumpte lose Löschwasser sind allein die Schiffsverluste der Dampfer „Ayrshire“, „Fontainebleau“ und „Galileo“ zurückzuführen (siehe Anhang C, 1, 2, 3), während der transatlantische Passagierdampfer „Amerika“, auf welchem während des Umbaus auf der Werft von Newport News Feuer ausbrach und welcher durch das Löschwasser eine Schlagseite von etwa 15° erhielt, nur dadurch vor dem Untergang gerettet werden konnte, daß er am Kai vertäut lag. Der deutsche Dampfer „Essen“ erhielt sogar durch das Löschwasser am Kai in Antwerpen eine Schlagseite von 28°; vgl. Anhang A 9. Ebenso erhielt der mit Braunkohlenbriketts beladene französische Dampfer „André Thomé“, welcher mit Feuer in Dublin eintraf, durch das Löschwasser eine so schwere Schlagseite, daß er wegen Zunahme seines Tiefganges nicht mehr verholt werden konnte. Als dann in kurzen Zwischenräumen weitere fünf mit Braunkohlenbriketts beladene Schiffe

¹ Dr. E. Waldmann: Einfluß der Schiffsvermessung auf die Stabilität der Schiffe. Berlin 1911.

mit Brand im Raum in Dublin einliefen (siehe Anhang D 3—8), hielt man es für richtig, diese Schiffe zunächst auf Grund zu setzen und dann mit Löschwasser zu füllen, damit sie durch das lose Wasser nicht zum Kentern gebracht wurden. Das Löschen eines Feuers im Schiff mit Wasser ist daher immer ein für die Sicherheit des Schiffes gefährliches Manöver, da das Löschwasser leicht zum Überlaufen kommt und dem Schiff eine gefährliche Schlagseite verleiht oder gar dasselbe zum Kentern bringt. Die Abb. 15, welche den brennenden Dampfer Northern Pacific in der Nähe von Kap Delaware wiedergibt, spricht für sich selbst. Man sollte daher nur Löschmittel anwenden, welche derartige Gefahren für das Schiff nicht nach sich ziehen. Als solche kommen daher nur chemische oder gasförmige Löschmittel in Frage, deren Wirkung jedoch bei den jetzigen Lukenverschlüssen zweifelhaft ist, da diese keinen luftdichten Abschluß bieten. Bei wasserdicht und dem-

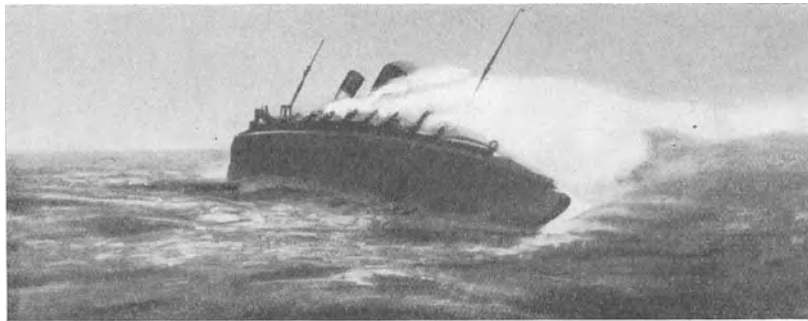


Abb. 15. Dampfer „Northern Pacific“ brennend.

nach auch luftdicht schließenden eisernen Lukendeckeln ist nicht nur das Erstickten des Feuers durch Gase leichter durchführbar, man kann sogar zu Bränden neigende Ladungen, wie Jute, Kohlen, feucht gewordene pflanzliche Stoffe, vorübergehend mit Gasen tränken und damit den Ausbruch eines Brandes verhüten.

Der eiserne, wasserdicht und auch luftdicht schließende Lukendeckel leistet daher eine fast unbegrenzte Gewähr dafür, daß die Sicherheit und die Seefähigkeit des Schiffes nicht zu leiden braucht und daß die dem Schiff von dem Erbauer einverlebte Stabilität innerhalb voraussehender Grenzen erhalten bleibt. Die Bestrebungen, den zur Zeit gebräuchlichen und als unzureichend erwiesenen Lukenverschluß durch einen wetterfest gebauten und wasserdicht schließenden sowie bei allen Wetterlagen auf See auch wetterfest und wasserdicht bleibenden Lukenverschluß zu ersetzen, sollten daher nicht unterschätzt und nach Möglichkeit gefördert werden. Die Ausführungen des Herrn Geheimrat Dr. Cuno in seinem vor dem Deutschen Schifffahrtstag 1926 gehaltenen Vortrag, „ein gewisser Überfluß der Welttonnage bietet den fundierten und eingefahrenen Reedereien einen verstärkten Anreiz zur Vervollkommnung und Verbesserung ihres Schiffsparks und damit dem Kaufmann und dem Assekuradeur die Gewähr, daß alles Menschenmögliche getan wird, um die Ladung sicher und in tadellosem Zustand über See zu bringen“, können im besonderen mit Bezug auf die Verbesserung der Lukenverschlüsse nur unterstrichen werden.

Anhang.

Schiffsverluste und Schiffsunfälle,

veranlaßt durch Lukenbeschädigungen und durch Löschwasser bei Feuer im Schiff in den letzten 3 Jahren, nach den Berichten der Fachzeitschriften ohne Gewähr für Vollständigkeit zusammengestellt.

A. Schiffsverluste durch Lukenbeschädigungen.

1. Kentern des Dampfers „Hartley“. Dieser im Jahre 1924 als Leichttrimmer erbaute Dampfer kenterte mit einer Ladung Kohlen auf seiner zweiten Reise am 25. 11. 1924 bei stürmischem Wetter im Kanal und ging mit 18 Mann der Besatzung unter. Das Schiff war beim Verlassen des Hafens in seefähigem Zustande. Es besaß zwei Laderäume, die durch ein hölzernes Schott geteilt waren, und für diese 4 Luken. Die Luken waren vorschriftsmäßig durch je eine doppelte Persenning verschalkt sowie durch im Zickzack geschorene Leinen gesichert. Trotzdem die Lukeneindeckung ganz neu war, wurden die Persennungen der Luke 3 von der See zerrissen und weggespült, worauf sich die hölzernen Lukendeckel verschoben, so daß Wasser in den Schiffsraum eindrang. Das Schiff nahm hierauf eine gefährliche Schlagseite auf und kam alsbald zum Kentern. Nach der Ansicht des Gerichts hätte der Untergang vermieden werden können, wenn der Kapitän, um die Luke 3 besser vor der See zu schützen, das Schiff durch Ruderlegen vor Wind und See gebracht hätte. Auch wäre es günstiger gewesen, wenn an Stelle der hölzernen Querschotte zwischen Raum 1 und 2 bzw. 3 und 4 eiserne wasserdichte Schotte eingebaut gewesen wären. Die Persennungen wären besser durch eiserne Riegelbalken als durch Stahlleinen gesichert gewesen. Auch hätten in den Ecken der Laderäume oben zwischen Außenhaut und Deck eiserne Wandungen eingebaut sein müssen, um das Übergehen der Ladung einzuschränken.

Schlußfolgerung. Die erste Ansicht des Gerichts ist abwegig, da beim Hartlegen des Ruders, um das Schiff vor Wind und See zu bringen, der plötzlich einsetzende Druck auf die Ruderfläche das Schiff sofort zum Kentern gebracht hätte (vgl. Kentern des Dampfers „Thor“, A. 9). Es wurde nicht zur Sprache gebracht, daß es besser gewesen wäre, wenn die Lukenöffnungen durch eiserne Lukendeckel wasserdicht verschlossen gewesen wären. Syren and Shipping v. 28. 1. 1925.

2. Kentern eines Küstendampfers (Name wird aus naheliegenden Gründen nicht genannt, doch dürfte derselbe identisch sein mit dem Dampfer „Galleon“) von 61 m Länge, 9 Kn. Geschwindigkeit und 1000 t dw. mit Back-, Well- und Quarterdeck sowie überall festem Schanzkleid. Nur ein Laderaum mit hölzernem Querschott und 2 Luken. Das Schiff ging auf der Fahrt von Northumberland nach der Themse bei NO.-Sturm mit Mann und Maus unter. Nach Beobachtung der Führung eines in der Nähe fahrenden 2500 t dw. Frachtdampfers kam die See von achtern auf das Quarterdeck, schlug das Maschinenoberlicht ein und überflutete den Heizraum. Der Well konnte bis Oberkante Schanzkleid 55 t Wasser, das Quarterdeck entsprechend etwa 100 t Wasser fassen. Die Fläche der Sturzpforten betrug 4% der Schanzkleidfläche. Der Wert von GM. betrug 0,38 m, der Hebelarm verschwindet bei 55° Neigung. Bei etwa 30 t Wasser auf dem Quarterdeck kann das Schiff

sich leicht über den größten Hebelarm neigen, die übergehende Ladung besiegelt dann das Schicksal des Schiffes. Das Gericht hält das feste Schanzkleid für unzweckmäßig, auch war der Umfang der Stabilität nicht genügend. Der Kapitän hatte keine Aufklärung über die Stabilität seines Schiffes. *The Journal of Commerce* v. 27. 1. 1927. Vgl. auch Dr.-Ing. C. Commentz: „Praktische Stabilitätsfragen“. *Werft Reederei Hafen* v. 7. 1. 1927.

3. Verlust eines leichttrimmenden Frachtdampfers von 2500 t dw. ohne Nennung des Namens (vgl. A. 2). Das Schiff besaß Back, Brücke und Poop mit 1,07 m hohen Trunks zwischen Back und Brücke sowie Brücke und Poop mit Luksüllen auf den Trunks von 254 mm Höhe. Das feste Schanzkleid war in Höhe der Trunks mit Öffnungen ohne Klappen angeordnet. Das Schiff besaß zwei Laderäume, durch je ein hölzernes Querschott getrennt und 4 Luken, deren Gesamtlänge etwa $\frac{1}{2}L$ und deren Breiten gleich $\frac{2}{3}B$ waren. Das Schiff ging auf der Reise von der Tyne nach Hamburg bei WSW-Sturm von 9—10 Windstärke verloren. Bei einer Neigung von $13\frac{1}{2}^\circ$ kommen die Sülle der Schanzkleidöffnungen zu Wasser. Das Schiff besaß keinen Decksprung. Die Kohlenladung war in den Schiffsräumen nicht bis in die Ecken getrimmt, auch verblieben an den Enden der Laderäume oben freie Räume. Die Lukendeckel waren durch je zwei Persenningen mit gebräuchlicher Schalkung gedichtet. Bei einem Schwesterschiff wurde die vordere Persenning im Kanal zerrissen, wodurch Wasser in den Schiffsraum eindrang und das Schiff nach vorne trimmte, so daß der Freibord am vorderen Well vermindert wurde. Das Schiff konnte mit Mühe Plymouth erreichen. Ähnliche Vorgänge scheinen den Verlust des Schiffes herbeigeführt zu haben. Das Gericht entschied, daß jede Länge der Lukendeckel durch Stahlseile gesichert werden sollte. *The Journal of Commerce* v. 3. 2. 1927.

4. Verlust eines Frachtdampfers von 2500 t dw. mit Back- und langem Quarterdeck. Name nicht genannt, vgl. A. 2. Der Well war durch einen 1,98 m hohen Trunk mit Luken geteilt. Well- und Quarterdeck waren mit einem festen Schanzkleid von 1,98 m bzw. 1,07 m Höhe umgeben. Die gesamte Lukenlänge betrug $\frac{1}{2}L$, die Lukenbreite $\frac{2}{3}B$. Das Schiff ging auf der Fahrt von der Tyne nach Amsterdam mit Kleinkohle bei SW- zu S-Wind mit Mann und Maus verloren. Auf einem Schwesterschiff wurden bei einem SW-Sturm zwei der eisernen Zurringsbalken der vordersten Luke weggerissen und hierdurch die Persenningen zerrissen, auch wurde das hintere Ende des Trunktops und des Lukensülls eingedrückt. Die Ladung füllte, bis auf $4\frac{1}{2}\%$ in den frei gebliebenen Ecken, die Schiffsräume. Die Möglichkeit des Überschießens der Ladung war daher gering, doch tritt sie in Erscheinung, wenn die Ladung naß geworden ist.

5. Kentern eines Frachtdampfers von 3500 t dw. nach dem Dreinseltyp mit 1,07 m hohen Trunks zwischen Brücke und Back bzw. Poop. Die Luken auf den Trunks hatten eine Süllhöhe von 0,3 m und eine Gesamtlänge von 80% der Länge der Trunks und eine Breite gleich $\frac{2}{3}B$. Die Lukendeckel, $3,0 \times 0,28$ m, waren durch Persenningen mit gebräuchlicher Schalkung abgedeckt und mit Stahlseilen gezurrt. Das 1,07 m hohe Schanzkleid besaß Sturzpforten mit Klappe gleich 10% der Schanzkleidfläche. Das in Wales mit Kohlen beladene Schiff ging im Kanal unter und konnten einige Mann der Besatzung gerettet werden, so daß die Ursache des Verlustes festgestellt werden konnte. Bei einer schweren SW-Bö von Windstärke 8 kamen schwere Seen vorne und achtern über Deck. Nachdem eine See die Luke 3 beschädigt hatte und auf derselben Reservelaschungen angebracht waren, riß die Persenning am StB.-Luksüll und wurde sie darauf an die Lukendeckel genagelt. Trotzdem wurde ein Lukendeckel herausgeschwenmt und drang Wasser in den Schiffsraum ein. Das Schiff krängte nach StB. und wurden weitere Lukendeckel weggeschwenmt, so daß Wasser in Massen in den Schiffsraum eindrang und das Schiff zum Sinken brachte unter Vermehrung der Schlagseite nach StB. Das Schiff hatte den vorschriftsmäßigen Freibord, es war in guter Trimmlage und steuerte gut mit Wind von vorne. Das Rollen war nicht heftig, so daß die Ladung nicht vor dem Wegwaschen der Lukendeckel übergegangen zu sein scheint, obwohl die Laderäume nur bis auf 10% des Raumes gefüllt waren. Die Ursache des Schiffsverlustes bildet das Reißen der Persenning, da diese nicht nur die Luken-

deckel festhalten, sondern auch den wasserdichten Abschluß erhalten soll. Die Stahlleinen konnten ein Aufschwimmen der Deckel nicht verhindern; sie wurden sogar gefährlich, da sie die Persenning leicht durchscheuern. Der Selbsttrimmer ist wegen seiner breiten Luken ein wenig seefähiges Schiff. Große Luken erfordern Sonderkonstruktionen. Die Lukendeckel sollten unter der Persenning durch Stahlleinen fest gezurrt werden. Die hohen Trunks und festen Schanzkleidplatten erschweren die Aufgabe der Wells, die Kraft der Seen zu brechen und dieselben schnell zum Abfließen zu bringen; das feste Schanzkleid sollte daher durch ein Geländer ersetzt werden. *The Journal of Commerce* v. 17. 2. 1927.

6. Kentern des Dampfers „Laleham“ im Atlantik 600 Meilen südöstlich von Halifax. Auf SOS-Signale und Funkspruch, daß das Schiff auf den Balkenenden schwimme, die Rettungsboote verloren habe und das Wasser in den Bunkern und im Raum ansteige, ändert die „Mauretania“ ihren Kurs, doch findet sie das Schiff nicht mehr. *The Journal of Commerce*, Seeunfall-Bericht.

7. Untergang des leichttrimmenden Dampfers „Elsdon“ von 2279 t dw. Das Schiff verließ am 18. 12. 1925 Immingham mit Kohlen. Es waren keine Shifting Boards oder Längsschotte vorhanden, ebenso keine Zurrbalken für die Lukendeckel, da solche damals noch nicht gebräuchlich waren. Es war kein Krängungsversuch gemacht worden und keine Radioeinrichtung an Bord. Ein Zeuge sagt aus, daß das Schiff seit 1914 alle Reisen unter seiner Führung gemacht und sich als gutes Seeschiff erwiesen habe. Bei gleichlastigem Schiff sind 6 Stunden erforderlich, um den Wasserballast auszupumpen. Er glaubt, daß die Luken undicht geworden seien. *The Journal of Commerce* v. 15. u. 16. 9. 1926.

8. Kentern des Dampfers „Eastway“ auf der Fahrt von Hampton Roads nach Pernambuco mit Kohlen. Das Schiff hatte bereits vor der Abfahrt eine Schlagseite von 3—4°. Im Oktober 1926 traf das Schiff bei den Bermudainseln auf einen Orkan, hierbei wurde der Bunker-Lukendeckel eingedrückt, so daß der Bunker und der Heizraum überflutet wurden. Der Kapitän wurde bei dem Versuch, den eingedrückten Lukendeckel zu ersetzen, über Bord gespült. Die Neigung des Schiffes nahm ständig weiter zu, so daß das Schiff verlassen werden mußte. Auf SOS-Signale rettete Dampfer „Luciline“ 12 Mann der Besatzung, welche nach dem Sinken des Schiffes in einem Schiffsboot trieben.

9. Kentern des Dampfers „Thor“. Der dänische Dampfer hatte im Juni 1924 mit voller Ladung Stückgüter, bestehend aus Zucker und Eisen, Kopenhagen mit etwas Schlagseite verlassen. Nach Passieren des Drogden-Feuerschiffes kam der Wind durch Kursänderung querein. Der Dampfer legte sich über und kam auf Lee Wasser an Deck. Da die Schlagseite nicht wegging, lief der Steuermann zu dem am Steuer stehenden Kapitän, um ihm zu sagen, daß es zweckmäßig sei, das Schiff vor den Wind zu legen, damit das Wasser abfließe und die Wasserpforten geschlossen werden könnten. Im Begriff dieses Manöver auszuführen, legte sich das Schiff ganz auf die Seite, so daß die in Lee stehenden Menschen ins Wasser fielen, während die luvwärts befindlichen über die Reeling auf die Schiffsseite klettern und sich dort festhalten konnten, bis sie treibendes Holz und Bänke erfassen konnten. Als das Schiff wegsackte, fielen wir alle ins Wasser und wurden von dem Rettungsboot eines in der Nähe befindlichen Dampfers gerettet. Der Kapitän fuhr das Schiff seit einem Jahr, nachdem er vorher lange Jahre sein Steuermann gewesen war. Rettungsboote und Schwimmwesten waren in Ordnung gewesen, doch kam das Unglück so plötzlich, daß davon kein Gebrauch gemacht werden konnte. (*Weser Zeitung* vom 2. 7. 1924.)

10. Verlassen des Dampfers „Antinoe“ wegen schwerer Schlagseite. Auf der Fahrt von New York nach Queenstown mit Getreide wurde durch einen Eisblock die Lenkstange der Steuereinrichtung verbogen, so daß das Schiff eine Zeitlang steuerlos war. Bei der Lage quorsees wurde die StB.-Bunkerluke leck. Als das Wetter sich verschlechterte, erhielt das Schiff Schlagseite nach StB. Am nächsten Tage wurde die Persenning der Luke 3 fortgerissen und die eiserne Schalklatte über Bord gespült. Die Persenning wurde ersetzt und neu geschalkt, doch gelangte trotzdem Wasser unter dieselbe und ins Schiff. Später am Tage wurde die Persenning nochmals weggespült und zugleich die Bunkerluke auf StB.

eingeschlagen, so daß Wasser in die Bunker lief. Die Schlagseite nahm zu, und als die Not aufs höchste stieg, wurden SOS-Signale gegeben, worauf der „President Roosevelt“ herbeieilte. Er traf die „Antinoe“ mit 50° Schlagseite an, im Kesselraum standen 2,5 m Wasser, desgleichen war durch das Wetterdeck Wasser in die Laderäume und Bunker sowie in den Maschinenraum eingedrungen, so daß das Schiff aufgegeben werden mußte. Bei der Untersuchung dieses Seeunfalls durch den Board of Trade wurde festgestellt, daß das Schiff beim Verlassen von New York in gutem seefähigem Zustande war. Die Getreideladung war sachgemäß getrimmt und gestaut und Maßregeln gegen Übergehen der Ladung getroffen. Alle Luken und Decksöffnungen waren sachgemäß geschlossen und gesichert, auch war das Schiff in gutem Trimm. Der Verlust des Schiffes ist daher allein den Schäden zuzuschreiben, welche durch die Seeefahrt bei besonders stürmischem Wetter auftreten können. Die Tatsache, daß die Luken eingeschlagen waren, wurde nicht erwähnt, sie entspricht den bei den Schiffsverlusten 3., 4. und 5. gemachten Erfahrungen. Daß das Schiff nicht sobald zum Kentern kam, wird seiner reichlichen Stabilität zuzuschreiben sein. *Syren and Shipping* v. 7. 4. 1926.

11. Verlassen des Dampfers „Alcaid“ wegen schwerer Schlagseite am 31. 1. 1926. Über den Verlust dieses Schiffes von 3028 Br.-Reg.-T. gibt der Bericht des Kapitäns des Passagierdampfers „Westphalia“ näheren Aufschluß. Am 31. 1. morgens wurde der Hilferuf des Dampfers „Alcaid“ aufgenommen und derselbe um 11¹/₄ Uhr vormittags erreicht. Die „Alcaid“ lag mit gestoppter Maschine quer zur See, die schweren Brecher gingen über das Schiff hinweg. Das Rettungswerk mußte bei Windstärke 10—11 verschoben werden. Erst am nächsten Tage konnte die Mannschaft von 27 Köpfen gerettet werden. Die „Alcaid“ mußte verlassen werden, da die Decksaufbauten eingeschlagen waren, die Luke 2 vollkommen offen war und das Ruder festgeklemmt war. Die Rettungsbote waren zertrümmert und das Schanzkleid im Vorschiff platt gelegt. Im Heizraum und im Maschinenraum stand Wasser bis über die Feuerung, die Pumpenleitungen waren durch Asche und Kohle verstopft. (*Telefunken-Zeitung* Oktober 1926, S. 66.)

12. Verlassen des Dampfers „Homestead“. Bombay, d. 21. 7. 1927. Laut Meldung des englischen Dampfers „Malakuta“ befindet sich der amerikanische H. des United Shipping Board in sinkendem Zustand an der Malabar-Küste. Dampfer „Homestead“ ist von Kalkutta nach Bombay bestimmt und hat 37 Mann der Besatzung an Bord. Mehrere Dampfer befinden sich in der Nähe des Havaristen. Die Beschädigungen des D. H. scheinen durch sehr stürmisches Wetter verursacht zu sein.

13. Kentern des Dampfers „Shahzada“. Der Verlust des Dampfers „Shahzada“ ist noch unaufgeklärt. Der Dampfer der Asiatic Steam Navigation Co., von 2246 Br.-Reg.-T. verließ am 13. 7. 1927 mit einer Ladung von 3200 t dw. und einer Besatzung von 71 Mann Kalkutta. Das Schiff war seefähig und das Wetter gut, aber am nächsten Tage nach der Abfahrt sank das Schiff so plötzlich, daß 21 Mann der Besatzung, vorwiegend Maschinenpersonal, mit dem Schiff untergingen. Unter diesen Umständen war eine Aufklärung des Schiffsunterganges dringend erwünscht. Das Seeamt, welches diesen Fall untersuchte, konnte denselben nicht aufklären. Es entschied nur, daß Wasser Zugang zum Schiffsinnern fand, daß aber die Ursache des Eindringens von Wasser nicht festgestellt werden konnte. Nach Ansicht des Seeamts war das Schiff mit Bezug auf Schiffsrumpf, Maschinenanlage und Ausrüstung in seefähigem Zustande, und waren alle Decköffnungen, wie Luken, sowie die Seitenpforten geschlossen, geschützt und gesichert. Ladung und Kohlen waren sachgemäß verstaat. Was war nun die Ursache des Schiffsunfalles? Der Kapitän war nicht sehr klar in seinen Aussagen. Er gab an, daß er von einer Erschütterung aufwachte, als wenn das Schiff einen Unterwassergegenstand getroffen hätte. Er lief an Deck und sah, daß sich die See über das Deck auf StB. ergoß und gab den Befehl „Hart StB.“. Der Erste Offizier kam zu gleicher Zeit aus dem Kartenhaus, um festzustellen, was geschehen sei. Die Schlagseite des Schiffes nahm dann sehr schnell zu. Während sie 4 Minuten früher, als er einen Stern beobachtet hatte, nicht abnorm war. Diese Aussage wurde von einem Mann der Besatzung bestätigt. Da der Neigungsmesser 15° Schlagseite anzeigte, befahl der Kapitän,

einen der StB.-Tanks zu lenzen. Der Erste Offizier ging zum Maschinenraum, weckte den Ersten Maschinisten und stellte fest, daß das Wasser im Maschinenraum bis über die Bilge an StB.-Seite reichte. Als er wieder an Deck kam, lag das Schiff auf den Balkenenden und sank kurz darauf. Das Seeamt bezweifelt, daß ein Unterwasserwrack getroffen sei und daß eine Ladepforte offen gelassen wäre, welche beim Rollen des Schiffes hätte zu Wasser kommen können. Trotzdem der Unfall nach allen Richtungen untersucht wurde, so ergab sich keine Aufklärung für das Kentern des Schiffes.

Dieser Fall bleibt nach „Syren and Shipping“ ebenso rätselhaft wie der Untergang der „Marie Celeste“. Man sollte daher annehmen, daß die in diesen Dingen erfahrenen Sachverständigen nicht verfehlen werden, ihren Verstand zur Aufklärung dieses Schiffsunfalles weiter zu schärfen.

Wenn man dies tut, so kommt man zu folgenden Schlußfolgerungen: Nach Eintritt einer mäßigen Schlagseite, da nicht abnorm, durch Seitenwind stürzt plötzlich eine schwere See an Deck, hiervon die Erschütterung im Schiff. Hierdurch nimmt die Schlagseite nach StB., da vermutlich festes Schanzkleid vorhanden, bis auf 15° zu. Durch Legen des Ruders hart nach StB., d. h. nach Lee, sowie durch Lenzen der Doppelbodenzellen auf StB., wodurch das Ballastwasser nach Lee überlaufen kann, muß die Schlagseite erheblich zunehmen, so daß die Kentergefahr unvermeidlich ist. (Syren and Shipping Sept. 1927.)

14. Untergang des Dampfers „Hermod“. Kopenhagen, d. 5. 10. 1927. Der dänische Dampfer „Hermod“, der mit einer Erzladung von Helsingfors nach Cardiff unterwegs war, ist bei dem gestrigen Sturm in der Nordsee mit Mann und Maus untergegangen. Gestern früh wurde die letzte Nachricht von dem Dampfer aufgefangen, der funkte, daß er sich in Seenot befinde, da Luken zertrümmert seien. Heute wurden Schiffsluken und anderes Wrackgut sowie 4 Rettungsboote, gezeichnet „Hermod“, bei Thorsminde an Land getrieben. Die Besatzung betrug 25 Mann. (Hamburger Correspondent und Fremdenblatt.)

B. Schiffsunfälle durch Lukenbeschädigungen.

1. Lukenbeschädigung auf dem Frachtdampfer „Frithjof“. Das frühere Küstenpanzerschiff „Frithjof“, ein 1700-Tonnen-Schiff, mit einer Ladung deutscher Kohle von Rotterdam nach Odense, berichtet beim Passieren der Schleusen folgendes über den in der Nordsee bei heftigem Sturmwetter erlittenen Unfall: Als bei Windstärke 10—11 durch überbrechende Seen die Luken beschädigt wurden, hat der Kapitän mit der gesamten Mannschaft die schwere und gefährvolle Arbeit des Abdichtens ausgeführt. Hierbei kam ein schwerer Brecher von StB. über, rollte nach BB., alles mit sich fortreißend. Der Erste und Zweite Offizier und ein Matrose fanden keinen Halt und wurden von der See über Bord gespült. Der Kapitän hielt sich an einem eisernen Poller fest. Eine zweite hohe See ging über die über Bord Gegangenen, welche nicht mehr zum Vorschein kamen. Nachdem das Schiff längere Zeit an der Unfallstelle trieb, ging „Frithjof“ nach Rotterdam zurück, um Ersatzmannschaften für die verlorenen einzustellen. (Kieler Zeitung vom 28. Dezember 1925.)

2. Lukenbeschädigung auf dem Passagierdampfer „Thuringia“. Auf der Fahrt von Hamburg nach New York im Januar 1926 wurde durch schwere Brecher, welche von vorn auf das Wetterdeck kamen, das vordere Quersüll der Luke 1 derart nach innen eingebault, daß die längsschiffs gelagerten Lukendeckel heraussprangen und durch die geöffnete Luke Wasser ins Schiff gelangte. Die beschädigte Lukeneindeckung konnte provisorisch wieder dicht gemacht werden. Bei der endgültigen Reparatur der Luke wurden die 800 mm hohen Lukensäule durch Stützbleche mit der Deckbeplattung versteift. Festgestellt durch Besichtigung an Bord.

3. Lukenbeschädigung auf dem Passagierdampfer „Westphalia“ am 29. 1. 1926. Die „Westphalia“ traf nach dem Verlassen von Queenstown am 29. 1. 1926 einen Orkan im Ozean an. Das Schiff arbeitete schwer und nahm viel Wasser über. Um 11½ Uhr abends brach eine schwere See über das Vorschiff, die Maschinenumdrehungen wurden

auf 66 verringert und konnte festgestellt werden, daß Luke 1 aufgeschlagen war. Das Schiff wurde daher vor den Wind gedreht, um den Schaden festzustellen und zu reparieren. Die Raumstütze von Luke 1 war verbogen und gebrochen, das vordere Quersüll war etwa 300 mm nach hinten gedrückt, das Schott des vorderen Aufbaues etwa um 460 mm eingedrückt, die Rohrleitungen zum Ankerspill waren gebrochen und der Ventilkasten für die Feuerlöschleitung zum Raum aus dem Deck herausgerissen und gebrochen. Wieviel Wasser in die Luke 1 von oben eingedrungen ist, läßt sich nicht abschätzen. Am 30. 1. morgens waren die Dichtungsarbeiten beendet und konnte wieder Kurs gesteuert werden. (Telefunken-Zeitung Oktober 1926, S. 66.)

4. Lukenbeschädigung des Passagierdampfers „Empress of France“. Das Schiff erhielt beim Einlaufen in New York schweren Seeschlag, als es gegen einen Wind von 46 Sek. Geschwindigkeit gegenandampfte. Die See brach durch die vorderste Luke durch und stürzte etwa 50 t Wasser in den Gepäckraum, die See zerbrach ferner die Fenster der Bibliothek und riß eine dritte Winde von Deck, verbog 12 m Schanzkleid und zerstörte die Scheiben der Brücke. Der Gesamtschaden wurde auf 20000 Pfund Sterling geschätzt. (Shipbuilding and Shipping Record v. 11. 2. 1926.)

5. Lukenbeschädigung des Dampfers „Balfour“. Dieser Dampfer lief am 23. 3. 1926 mit 10° Schlagseite Horta auf den Azoren an. Nach dem Zerreißen der Lukenpersenningen war durch die Spielräume zwischen den Lukendeckeln Wasser in die Laderäume 1, 2 und 5 gelaufen und hatte die Ladung angefeuchtet. Hätte das Schiff nicht rechtzeitig den sicheren Hafen erreicht, so hätte die Schlagseite auf See ständig zugenommen und das Schiff schließlich zum Kentern gebracht. (Schiffahrtszeitung.)

6. Lukenbeschädigung des Dampfers „Kashima Maru“. Der in Antwerpen von Ostasien angekommene japanische Dampfer hatte stürmisches Wetter zu bestehen gehabt. Schwere überkommene Seen verursachten Deckschäden, die Luken wurden an StB. beschädigt.

7. Der holländische Dampfer „Andijk“ lief am 17. 8. 1926 Perim an mit Deckschäden, die durch schweres Wetter veranlaßt waren. Luke 1 war aufgeschlagen und das Luksüll beschädigt. Bei Luke 3 waren die Schalklatten und die Persenning beschädigt, ebenso die Ventilatoren auf dem Vordeck. Die Ladung in den Räumen 1, 2 und 3 war durch Seewasser beschädigt. Es wurden keine Reparaturen notwendig.

8. Der deutsche Dampfer „Flottbeck“, von St. John nach Hull traf am 24. 8. 1926 mit Deckschäden in Hull ein. Die Persenningen der Luken 1 und 2 waren teilweise wegwaschen und waren 600 Sack Zucker durch Seewasser beschädigt.

9. Der dänische Dampfer „Niels“ ist am 19. 9. 1926 in Swinemünde angekommen, das Schiff scheint dicht zu sein, doch ist die Ladung in den Räumen naß. (Luken beschädigt?)

10. Dampfer „Vogtland“, Charleston, d. 22. 9. 1926. Der von Port Arthur nach Rotterdam bestimmte deutsche Dampfer ist mit übergegangener Ladung hier eingelaufen. Das Schiff hat außerdem durch schlechtes Wetter leichte Deckschäden erlitten. (Luken?)

11. Dampfer „Schleswig-Holstein“. Bremen, 23. 9. 1926. Der von Houston Galveston hier angekommene Dampfer hatte im Golf von Mexiko einen Orkan überstanden. Es entstanden verschiedene Deckschäden, die Luken 1, 2 und 4 wurden aufgeschlagen, so daß Wasser eindrang, wodurch die Ladung beschädigt wurde.

12. Dampfer „Overstone“. Baltimore, d. 3. 11. 1926. Auf den von London in Rotterdam angekommenen englischen Dampfer sind die Laderäume während der Überfahrt durch schlechtes Wetter voll Wasser gelaufen.

13. Der englische Dampfer „Aldworth“, von Norfolk nach Gravesend, ist in See-not gewesen und am 26. 11. 1926 in Falmouth angekommen. Das Schiff hat schwere Beschädigungen an Deck erlitten und die Rettungsboote verloren. In den Laderäumen stehen 2 Fuß Wasser, doch ist das Schiff dicht geblieben. (Auch die Lukenverschlüsse?)

14. Dampfer „Nauplia“. Antwerpen, d. 1. 12. 1926. Der von Mexiko angekommene deutsche Dampfer hatte während der Überfahrt stürmisches Wetter, er nahm schwere Seen

über, wodurch verschiedene Deckschäden entstanden. Auch ist Wasser in die Schiffsräume gedrungen, wodurch ein Teil der Ladung beschädigt wurde.

15. Dampfer „Skipton Castle“. Antwerpen, d. 5. 1. 1927. Der von Houston eingetroffene Dampfer hatte sehr stürmisches Wetter gehabt und wurden viele Deckeinrichtungen beschädigt, eine Lukendecke wurde eingeschlagen.

16. Dampfer „Canadian Hunter“. Antwerpen, d. 10. 2. 1927. Der von Kanada hier angekommene englische Dampfer hatte während der Reise sehr stürmisches Wetter gehabt, so daß in die beiden vorderen Schiffsräume Wasser eingedrungen ist. Auch an Deck sind verschiedene Schäden entstanden.

17. Dampfer „Cassel“. Antwerpen, d. 13. 2. 1927. Der von der Westküste Südamerikas kommende deutsche Dampfer hatte während der Überfahrt sehr stürmisches Wetter gehabt, wodurch verschiedene Deckschäden entstanden sind, auch Luke 1 wurde beschädigt. In diese Luke ist Wasser eingedrungen und hat einige Ballen der Ladung beschädigt.

18. Dampfer „Collingdale“. London, d. 13. 4. 1927. Das Schiff war vorn und hinten voll Wasser, alle Lukendeckel waren eingedrückt und alle Boote zerbrochen. Große Schlagseite nach StB.

19. Dampfer „Falke“. Antwerpen, d. 25. 6. 1927. Der deutsche Dampfer, von Svano kommend, hatte während der Reise sehr schlechtes Wetter. Man fand im Raum 3 etwa 2 bis 3 Fuß Wasser, das jedoch ausgepumpt werden konnte.

20. Dampfer „Trevider“. Der von Rotterdam nach Buenos Aires bestimmte englische Dampfer hatte auf der Überfahrt schweren Sturm, bei dem der Raum 3 voll Wasser gelaufen ist.

21. Lukenbeschädigung auf dem Dampfer „Tijkandi“. Hongkong, d. 20. 7. 1927. Auf der Reise von Balik Papan nach Japan ist der holländische Dampfer „Tijkandi“ hier eingelaufen. Das Schiff hatte auf See einen Taifun zu überstehen, wodurch beträchtliche Deckschäden entstanden sind. Verschiedene Luken sind eingeschlagen. Die Reparaturkosten werden etwa 40000 o betragen.

22. Lukenbeschädigung des Dampfers „El Uruguayo“. Montevideo, d. 20. 7. 1927. Auf dem britischen Dampfer „El \$,Uruguay“, von Liverpool nach Montevideo, wurden bei schwerem Wetter die Lukendeckel der Luke 1 eingedrückt. Die Ladung zeigt Wasserschäden.

23. Lukenbeschädigung des Dampfers „Athenée“. Landsend, d. 23. 9. 1927. Ein französischer Dampfer, anscheinend „Athenée“, wird auf 49° N und 6° W mit eingeschlagener Luke Nr. 2 in Seenot gemeldet. Ein Bergungsdampfer ist von Brest zur Hilfe ausgelaufen. (Schiffahrtszeitung.) „Athenée“, von Swansea nach Bordeaux, traf in Falmouth ein mit Leckage in Raum 2, begleitet von dem französischen Schlepper „Iroise“. (The Journal of Commerce.)

C. Schiffsverluste durch Löschwasser bei Feuer im Schiff.

1. Dampfer „Fontainebleau“. Perim, d. 20. 8. 1926. Der durch Feuer zerstörte Dampfer liegt jetzt auf der Seite, zum Teil unter Wasser.

2. Dampfer „Galileo“. The Nautical Gazette v. 25. 9. 1926. Kleine Ursachen, große Wirkungen. Der Ellermann-Wilson Liner „Galileo“ kam nach New York zurück mit Feuer in den Bunkern. Obgleich das Feuer gelöscht werden konnte, fiel das Schiff von 6287 Br.-Reg.-T. auf die Seite und ging verloren.

3. Dampfer „Ayrshire“. Colombo, d. 1. 12. 1926. Das Feuer im Raum 2 dehnt sich nach Raum 1 aus, da der untere Teil des Schottes glühend geworden; das Schiff erhielt eine Schlagseite von 15° nach BB. Da das Schiff unlenkbar war, mußte der Schleppversuch aufgegeben werden, das Schiff wurde später versenkt.

4. Dampfer „Sina“. Riga, d. 29. 6. 1927. Der auf der Reise von Windau nach Riga bestimmte lettische Dampfer ist in Brand geraten und später gesunken. Die Besatzung konnte gerettet werden.

D. Schiffsunfälle durch Löschwasser bei Feuer im Schiff.

1. Passagierdampfer „Amerika“. Auf dem Dampfer brach während des Umbaues desselben auf der Werft von Newport News im März 1926 Großfeuer aus. Infolge der Übernahme von Wasser zum Feuerlöschen erhielt das am Kai liegende Schiff eine starke Schlagseite. (Shipbuilding and Shipping Record v. 15. 4. 1926.)

2. Dampfer „Oakpark“. Bremen, d. 29. 10. 1926. Der auf der Reise von Savannah und Charleston nach Bremen befindliche amerikanische Dampfer erhielt in der Nähe von Bishops Rock Feuer im Raum 5. Der Raum wurde unter Wasser gesetzt, wodurch das Schiff schwere Schlagseite erhielt. Das Schiff hat Falmouth angelaufen und ist später die Ladung in Bremen gelöscht worden.

3. Dampfer „Ida Blumenthal“. Dublin, d. 26. 11. 1926. Der mit Feuer im vorderen Laderaum, Kohlenladung, angekommene deutsche Dampfer wurde auf Grund gesetzt, um das Feuer löschen zu können.

4. „André Thomé“. Dublin, d. 1. 12. 1926. Der mit Feuer in der Brikettladung hier angekommene französische Dampfer wurde von der Feuerwehr unter Wasser gesetzt. Feuer im Raum 1, 2 und 4. Das Schiff erhielt schwere Schlagseite, so daß es nicht verholt werden konnte. Das Heizraumschott leckt.

5. Dampfer „Acton Manor“. Dublin, d. 1. 12. 1926. Der von Hamburg mit einer Ladung Briketts angekommene englische Dampfer hatte Feuer im Laderaum. Das Schiff wurde auf Grund gesetzt und voll Wasser gelassen.

6. Dampfer „Günther Zelck“. Dublin, d. 6. 12. 1926. Der deutsche Dampfer ist mit Feuer in der Brikettladung angekommen. Das Feuer konnte schwer gelöscht werden und ist die Brücke bereits abgebrannt. Das Schiff wurde auf Grund gesetzt, um die Löscharbeiten zu fördern; alle Räume wurden überflutet.

7. Dampfer „Nils Gorthon“. Dublin, d. 8. 12. 1926. Der mit Brikettladung angekommene Dampfer hatte Feuer im Raum 1. Die Entlöschung des Schiffes mußte durch Ausbreitung des Feuers sowie infolge Explosionen unterbrochen werden. Das Schiff wurde auf Grund gesetzt und das Vor- und Achterschiff mit Wasser gefüllt. Später wurde das Schiff durch Lenzen flott gemacht.

8. Dampfer „Patria“. Dublin, d. 19. 12. 1926. Der deutsche, mit Briketts beladene Dampfer ist mit Feuer im Raum 2 hier angekommen. Das Schiff wurde auf Grund gesetzt und Raum 2 überflutet.

9. Dampfer „Essen“. Amsterdam, d. 18. 6. 1927. Gestern nachmittag brach auf dem im Hafen liegenden Dampfer der Deutsch-Australischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft, der mit Kopra und Kakaobohnen beladen war, Großfeuer aus in Raum 3. Infolge starker Rauchentwicklung konnte man an den Brandherd nicht herankommen. Infolgedessen mußte der Raum unter Wasser gesetzt werden. Darauf wurde Feuer in Luke 2, Spardeck, bemerkt, das unter Kontrolle gehalten werden konnte. Als die Pumpen einige Zeit gearbeitet hatten, bekam das Schiff starke Schlagseite nach StB. Der Raum wurde jetzt auch von unten geflutet. Alle Leinen und Drähte waren gut befestigt, und es wurden, um dem Schiff mehr Halt zu geben, sämtliche Windendrähte an Land befestigt und steif gehievt. Tank 3 und 9 wurden leergepumpt. Am nächsten Morgen war das Feuer gelöscht.

10. Dampfer „Ascot“. Gibraltar, d. 25. 8. 1927. Infolge ernstlicher Natur des Feuers auf dem in Gibraltar angekommenen Dampfer „Ascot“ wurde es für notwendig erachtet, das Schiff auf Grund zu setzen. Lukendeckel von Raum 2 war verbrannt. Ladung Ölkuchen und Getreide. Das Feuer konnte erst nach Wochen gelöscht werden.

11. Dampfer „Marienfels“. Der Dampfer „Marienfels“ der Hansa-Linie lief mit Feuer im Raum 3 in Aden ein. Zum Löschen des Feuers wurde das Schiff auf Grund gesetzt. Das Feuer hat mehrere Wochen gewütet. September 1927.

Erörterung.

Herr Geheimrat Dr. Riess, Neubrandenburg:

Meine Herren! Es ist außerordentlich dankenswert gewesen, daß der Herr Vortragende diese für die Sicherheit der Schiffe wichtige Frage uns vorgelegt und damit zur Diskussion gestellt hat. Es wird das eine von den vielen Fragen sein, die demnächst — und das ist wohl für die Herren, die mit der Schifffahrt und mit dem Schiffbau in Verbindung stehen, von großem Interesse — zur Verhandlung kommen werden, wenn eine neue Londoner internationale Schifffahrtskonferenz einberufen wird. Es ist der internationale Vertrag zum Schutze des menschlichen Lebens auf See. Vor kurzer Zeit hat die englische Regierung die Anfrage an die deutsche Regierung gerichtet, ob sie bereit wäre, auf eine Abänderung des Londoner Vertrages von 1914 einzugehen, und sie hat gleichzeitig auch schon gewisse Richtlinien für Abänderungsvorschläge des alten Vertrages vorgelegt. Die Sache wird von deutscher Seite vorbereitet werden, und bis Ende Februar wird die Antwort der deutschen Regierung voraussichtlich heraus sein, ob sie bereit ist, an dieser neuen großen internationalen Konferenz teilzunehmen. Es steht freilich noch nicht fest, ob allein die Sicherheit der Schiffe und der Menschen an Bord das Fundament für die Beratungen dieser internationalen Konferenz bilden wird. Was bis jetzt vorgeschlagen worden ist, bezieht sich nur auf diesen Punkt, ich habe aber das Gefühl, daß die Basis der Verhandlungen sehr verbreitert werden wird, wie ja auch schon am Schluß der Konferenz von 1914, wo ich Deutschland mit anderen Herren zu vertreten die Ehre hatte, angeregt worden war, durch Einbeziehung der Fragen über Deckladung, Stabilität usw. Wie gesagt, das steht zur Zeit noch nicht fest, aber die vorliegende Sicherheitsangelegenheit, die durch den Vortrag auch angeschnitten worden ist, wird sehr wahrscheinlich zur Besprechung kommen; sie hängt ja auch mit der unmittelbaren Sicherheit des Schiffes auf engste zusammen.

Nun hat der Herr Vortragende, um das Gewicht seiner Gründe stärker zu unterstreichen, in seiner Schilderung der Gefahren, die einem Schiffe drohen, wenn Wasser überkommt, durchweg extremes Scherwetter vorausgesetzt. Das haben wir ja nun, Gott sei Dank, nicht immer, sonst wäre die Schifffahrt kaum erträglich. Jedenfalls beziehen sich die Fälle, von denen er ausgegangen ist, wohl in der Hauptsache auf Windstärken zwischen 10 und 12; aber wir haben doch meist passables Wetter zwischen 3 und 9, wo die geschilderten Gefahren nicht oder nicht so häufig auftreten, und wo das feste Schanzkleid — um zunächst mal einen Punkt aus den Ausführungen des Herrn Vortragenden herauszugreifen — eine sehr große Rolle für die Mannschaft spielt. Es ist der Mannschaft außerordentlich angenehm, in der Freiwanne sich an Deck auch bei leichterem Seegang ohne Zug und ohne Unbequemlichkeiten einigermaßen geschützt aufhalten und bewegen zu können. Es kommt hinzu, daß es eine ganze Kategorie von Schiffen gibt, die Deckladungen fahren, vor allem die Schiffe, die Viehladungen fahren und die das feste Schanzkleid gleich für die Boxen mitbenutzen, in denen das Vieh an Deck untergebracht ist; auch andere Deckladungen sind natürlich durch das feste Schanzkleid besser geschützt als durch ein offenes. Unzweifelhaft hat Herr Geheimrat Schwarz recht, wenn er sagt, daß in dem festen Schanzkleid eine Gefahrenquelle liegt. Das in der Beziehung gefährlichste Schiff, das wir kennen, dessen Konstruktion zur Zeit allerdings nicht mehr so recht beliebt ist, ist das Welldeck-Schiff. Nun kann man die Berechnung so anstellen, wie der Herr Vortragende es eben getan hat, und sagen: soundso viele Tonnen Wasser gehen in den Brunnen (Well) hinein — und diese Menge muß das arme Schiff dann mitschleppen. Gott sei Dank ist es nicht so schlimm. Das meiste Wasser geht rechtzeitig vorher wieder über Bord. Wenn es vorkommt, daß die Leute im Moment der Gefahr die Wasserpforten schließen — und das ist leider eine ganz bekannte Unsitte —, dann hilft auch die Wasserpforte nichts, dann muß das Schiff natürlich verhältnismäßig große Wassermengen länger tragen. Ja, meine Herren, Vorschriften zu machen und Maßnahmen vorzusehen, hat nur Zweck, wenn sie auch wirklich befolgt und ausgeführt werden. Ich nehme also an, die Wasserpforten sind offen — dafür hat die Schiffsleitung zu sorgen —, dann ist das Wasser nur kurze Zeit in dem Well oder in sonstigen Vertiefungen und strömt in wenigen Sekunden wieder ab. Ich gebe dem Herrn Vortragenden ohne weiteres zu, daß oft wenige Sekunden entscheidend sein können, ob das Schiff durch überkommene Wassermassen zum Kentern gebracht wird, aber das sind seltene Fälle, und es erhebt sich immer wieder die Frage: Was sollen wir bei der Abfassung von Sicherheitsvorschriften tun? Den äußersten Fall berücksichtigen oder den Durchschnittsfall? Ich erinnere da an die Bootsfrage, die uns wahrscheinlich heftige Auseinandersetzungen in England bringen wird, nämlich um den Grundsatz: Bootsraum für Alle. Wir Deutsche haben seinerzeit gegen die Verkehrtheit dieser extremen Idee gekämpft; aber es spielten bei der Behandlung der Sache auch politische Momente hinein. Jeder soll nach Größe und Zahl der Boote unterkommen und jeder Passagierdampfer soll in der Lage sein, im Falle der Gefahr auch die Boote sicher zu Wasser zu bringen. Ich hoffe zuversichtlich, daß die neue Konferenz einen abweichenden Standpunkt von der Forderung „Bootsraum für Alle“ einnehmen wird. Die Boote sind derartig gedrängt aufgestellt, daß ihre Zuwasserbringung schwierig ist. Ich kenne eine Photographie von der „Vaterland“ mit Truppen aus Amerika kommend. Da hängen die Boote wegen Platzmangel auf Deck außen an Bord, zwei untereinander, und da sage ich, dann haben solche übertriebenen Sicherheitsmaßnahmen wenig Wert.

Nun das offene Schanzkleid! — Gewiß, wenn wir ein offenes Schanzkleid wählen, so ist damit natürlich die Gefahr der Wasseransammlung beseitigt, aber es erhebt sich dann die Frage: Wie sichern wir die Gänge? Wie hoch machen wir die Stüle? Was machen wir mit dem Maschinenlicht? Also eine Reihe von Fragen zeigen sich am Horizont, die überlegt werden müssen. Und nun, wenn bei Schiffen, die sich dafür eignen, ein offenes Schanzkleid gemacht werden kann, dann müßte auch der Unterdecksgang, den Herr Geheimrat Schwarz vorgeschlagen hat, eingeführt werden. Ich halte gerade diesen Gang für außerordentlich wertvoll für den Fall, daß mit offenem Schanzkleid gefahren wird — der Gang ergibt nämlich die Möglichkeit einer sicheren Verbindung des Vor- und Achterschiffs, wie sie als durchaus nötig vom Herrn Vortragenden geschildert worden ist. Auf die Laufstege von Deck zu Deck der Aufbauten möchte ich nicht gerade großen Wert legen, denn wer einmal bei schwerem Wetter auf einem solchen Laufsteg gestanden hat, der wird wissen, daß man sich eigentlich geradezu als Seiltänzer ausgebildet haben muß, um sich halten zu können. Die Mannschaft ist bei offenem Schanzkleid und schwerem Wetter

vom Obersteck abgesperrt, und ich glaube, es ist nicht hygienisch, auf einem solchen halben U-Bootschiff dauernd leben zu müssen; ich kann nur sagen, mir hat die Mannschaft immer recht leid getan, wenn sie unten sitzt und auf frische Luft so gut wie vollständig verzichten muß. Auch das Wohlbefinden der Mannschaft ist eine Sicherheitsvorschrift.

Mit meinen Ausführungen wollte ich lediglich zeigen, wie schwierig diese Fragen zu lösen sind. Dagegen teile ich vollkommen den Standpunkt des Herrn Vortragenden, daß die eisernen Luken eine große Sicherheit oder wenigstens eine Hilfe gegen Feuersgefahr bilden — ein Kapitel, das demnächst in England berührt werden wird. Ganz schafft natürlich auch die eiserne Luke die Feuersgefahr nicht aus der Welt. Die Herren, die mit diesen Dingen näher vertraut sind, werden mir zugestehen, daß bei großen Bränden die gestrichene eichene Holzterrasse unter Umständen das allersicherste ist, während alles andere sich verbiegen kann. Wer einmal die Brandruine eines großen Gebäudes gesehen hat, bei dem viel Eisen verwendet worden ist, der wird beobachtet haben, wie die eisernen Treppen manchmal die merkwürdigsten Bewegungen gemacht haben, wenn sie einer Hitze von 1000 bis 2000 Grad ausgesetzt gewesen sind. Jedenfalls bieten sie nur eine bedingte Sicherheit. Dagegen scheint es mir zweifelhaft, ob bei Unterteilung des Schiffs durch eiserne Luken auf jedem Deck eine erheblich größere Sicherheit gegen Wassereintritt von unten herbeigeführt wird. Diese Luken sind natürlich, weil man mit überkommendem Wasser rechnet, auf Druck von oben konstruiert, und ich glaube kaum — es müßte jedenfalls erst noch nachgerechnet werden —, daß eine solche Luke in dieser Form, wie sie jetzt üblich ist, einen erheblichen Druck von unten aushalten würde, denn dafür ist sie ursprünglich gar nicht gedacht. Zweitens scheint mir zweifelhaft, ob man, wenn wirklich eine Reederei sich entschließen könnte, auf jedem Deck eiserne Luken anzubringen, dann unten die Luken bei vollgestauten Decks in einer Form bewegen könnte, wie das oben auf dem Wetterdeck möglich ist — das wäre eine Frage der Konstruktion und der weiteren Überlegungen. Weiter aber. Sie glauben nicht, wie schwierig es ist, Bestimmungen gegen altgewohnte Einrichtungen zu erlassen. Der Seemann ist nun mal konservativ eingestellt, auch wenn es sich um Einführung einer Sache handelt, deren Vorzüge ohne weiteres einleuchten. Es ist nicht leicht, ihn an eine Neuerung heranzubringen und zu gewöhnen, sie müßte denn so überwältigend mit ihren Vorzügen sein, daß man sich beim besten Willen den Argumenten, die dafür sprechen, nicht verschließen kann. Ich möchte in der Beziehung nur an die Freibordvorschrift erinnern. Ihre Einführung war schwer. Große Passagierschiffsreedereien freilich konnten sich das leisten — ich brauche nicht die Reedereien zu nennen —; die Anbringung der Freibordmarke beschränkte den Nutzwert der Schiffe nicht, aber es war ein gutes Propagandamittel. Jetzt haben wir das Freibordgesetz. In dem Moment aber, wo wir das geschlossene Schanzkleid wegnehmen, ändern sich auch die Freibordbestimmungen, und damit wird gleichzeitig dieses ganze Gesetz wieder abänderungsbedürftig.

Ich habe mit alledem — von unwesentlichen Einzelheiten abgesehen, in denen ich von den Auffassungen des Herrn Vortragenden abweiche — nur zeigen wollen, wie schwierig es ist, die Anregung des Herrn Vortragenden zur Zeit gesetzlich zu erfassen; aber sie werden behandelt werden, und dann tritt für uns Deutsche noch eine weitere Schwierigkeit auf, mit der wir bei solchen Gelegenheiten immer zu rechnen haben. Wenn wir in England internationalen neuen Bestimmungen zustimmen, dann führen wir Deutsche sie im Bewußtsein, daß wir eine Verpflichtung übernommen haben, mit Hilfe der aufsichtführenden Organe auch tatsächlich durch, und die Reedereien müssen dabei Lasten übernehmen, die nicht leicht zu tragen sind. Jedenfalls, auf deutschen Schiffen ist, wenn einmal international solche Bestimmungen getroffen werden, alles in Ordnung; das wissen auch die anderen Nationen, und dieses angeborene Pflichtgefühl macht den deutschen Unterhändlern das Leben manchmal recht schwierig. Sie wissen, wenn sie Bestimmungen unterzeichnen sollen, die neue schwere Belastungen für die Reedereien bringen werden, daß es den Reedereien bei dem schweren Konkurrenzkampfe, den sie mit anderen schiffahrttreibenden Nationen führen müssen, die mit sozialen Lasten nicht so belastet sind wie die deutsche, nicht leicht ist, diese Lasten zu tragen. Natürlich, wenn wir sehen, daß eine Vorschrift durchaus notwendig ist, dann werden wir auch keinen Augenblick zögern, diese Lasten auf uns zu nehmen, und wir wissen im voraus, daß die neuen Vorschriften dann bei uns auch durchgeführt werden, zum Wohle der Besatzung und der Passagiere und zur Hebung des Ansehens der deutschen Schifffahrt in der Welt. (Lebhafter Beifall.)

Herr Ingenieur Benjamin, Hamburg:

Meine sehr geehrten Herren! Ich stimme mit dem Herrn Vorredner darin überein, daß, wenn der Herr Vortragende auf die Gefahren von Schanzkleid und Luken hingewiesen hat, er die extremen Fälle im Auge gehabt hat — extrem insofern, als es sich um Seegang und Wetter handelt. Ich möchte Ihnen aber zeigen, daß der Herr Vortragende nach der anderen Richtung hin, nämlich mit Bezug auf die im Schiff vorhandene Stabilität, nicht ins Extreme gegangen ist, daß er in dieser Beziehung vielmehr sehr bescheiden gewesen ist. Der Herr Vortragende geht bei Behandlung der Stabilität von einer Normalkurve aus, von der er sagt, daß sie in England allgemein üblich sei. Ob das zutrifft, ob sie tatsächlich in England allgemein üblich ist, möchte ich einstweilen noch bezweifeln; jedenfalls ist es aber dieselbe Kurve, die von Herrn Dr. Commentz im Anfang dieses Jahres in einem Aufsatz in „Werft, Reederei, Hafen“ und auch in der neuesten Auflage des Johow-Foersterschen Handbuchs vorgebracht worden ist. Wenn man diese Kurve integriert, so ergibt sich die ihr entsprechende dynamische Wegkurve, welche ich als Kurve A in dem Diagramm bezeichnet habe, das umstehend abgebildet ist. Im Jahre 1913 hatte ich die Ehre, an dieser Stelle einen Vortrag über „Das Maß der Stabilität“ zu halten, in welchem ich den Vorschlag machte, Minimalwerte für die dynamische Wegstrecke aufzustellen, und meinerseits Werte hierfür vorschlug, welche durch die Kurve B in diesem Diagramm erläutert werden. Sie sehen hier die nahe Übereinstimmung dessen, was ich Ihnen damals vorschlug, mit dem, was nach den Ausführungen des Herrn Vortragenden die Engländer jetzt als Normalkurve aufgestellt haben sollen. Damals wurde meine Idee, eine Minimalkurve aufzustellen, von einem der Herren Diskussionsredner sehr scharf angegriffen, im Anschluß an jene Diskussion aber im Januar 1914 durch Herrn Professor Flamm

in der Zeitschrift „Schiffbau“ angelegentlich verteidigt. In den englischen Zeitschriften hat mein damaliger Vorschlag seinerzeit viel Aufmerksamkeit gefunden, und ich bin überzeugt davon, daß die Kurve A, wie sie jetzt von den Engländern vielfach, wenn auch vielleicht nicht allgemein, als Normalkurve benutzt wird, lediglich auf meinen damaligen Vorschlag zurückzuführen ist. Doch das nur nebenbei! Nun

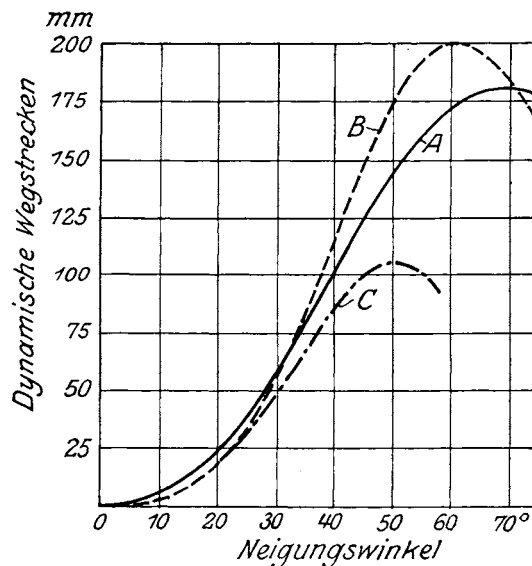


Abb. 1.

habe ich, meine Herren, seitdem ich Ihnen diesen Vorschlag machte, vielfach Gelegenheit gehabt, zu verfolgen, was andere Fachleute, beispielsweise in Seeamtsverhandlungen, in Gerichtsverhandlungen usw., als genügend stabil ansehen, und dadurch bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß mein damaliger Vorschlag vielleicht ein wenig zu weitgehend gewesen ist und daß dies natürlich auch von der englischen Normalkurve gilt. Wenn man von den vorhandenen Frachtschiffen ausgeht und die Beladungen zugrunde legt, mit welchen diese Schiffe im allgemeinen ihre Reisen sicher und gut zurücklegen, dann kommt man bei der großen Mehrzahl der Schiffe nicht über eine dynamische Wegkurve von etwa der Form hinaus, wie ich sie durch die Kurve C in meinem Diagramm angedeutet habe, das heißt: man erhält nur etwas mehr als die Hälfte von dem, was ich im Jahre 1913 als Minimalstabilität verlangt habe. Wenn man diese Stabilität auf die Kurve in Abb. 2 des Herrn Vortragenden überträgt, so wird sich der Verlauf der Stabilitätskurve sehr wesentlich niedriger gestalten, während die Kurven, welche die Beanspruchung der Stabilität durch Wind und loses Wasser an Deck darstellen, sich nicht ändern. Die „freie Stabilitätsfläche“ der Figur wird dadurch auf ein Minimum reduziert, wenn sie nicht ganz verschwindet oder negativ wird. Wenn das der Fall ist — und ich glaube, ich irre mich nicht, wenn ich annehme, daß die meisten bestehenden Frachtdampfer in der Regel keine größere Stabilität haben, als Kurve C zeigt —, wenn das also der Fall ist und wenn dann die extreme Beanspruchung eintritt, die der Herr Vortragende uns vorführt, so würde das betreffende Schiff unbedingt zum Kentern verurteilt sein. Meiner Ansicht nach liegen also bei den meisten Frachtdampfern die Stabilitätsverhältnisse tatsächlich noch ungünstiger, als der Herr Vortragende sie angenommen hat, und ich glaube, von diesem Standpunkte ausgehend, kann man nicht eindringlich genug das unterstreichen, was der Herr Vortragende über die Wichtigkeit dieser Frage ausgeführt hat. Meine Herren, ich habe im November vorigen Jahres in einem Aufsatz in der Zeitschrift „Schiffbau“ über „den Einfluß der Schlagseite“ gezeigt, daß schon eine geringe Schlagseite unter Umständen sehr erhebliche Gefahren mit sich bringen kann, wenn nämlich die Stabilität, dargestellt durch die dynamische Wegkurve des Schiffes, verhältnismäßig gering ist; je größer die Stabilität, um so geringer ist die Gefahr der Schlagseite. Hat man nun bei einem Schiff von geringer Stabilität ein hohes Schanzkleid und hohe Lukenstille, so wird schon bei noch geringerer Windstärke, als der Herr Vortragende sie angenommen hat, eine merkliche Schlagseite eintreten, und dasjenige, was der Herr Vortragende Betriebsstabilität genannt hat — ein neuer Ausdruck, der aber tatsächlich nichts anderes bedeutet als das, was man sonst einfach „Stabilität“ zu nennen pflegt —, also, diese Betriebsstabilität wird schon von vornherein auf ein bedenklich geringes Maß zurückgeführt; aus diesem Grunde möchte ich wiederholen: nach meiner Ansicht sind die Ausführungen, die der Herr Vortragende nach dieser Richtung hin gemacht hat, unbedingt zu unterstreichen. (Beifall.)

Herr Oberingenieur Winter, Hamburg:

Meine Herren! Ich werde Ihre Zeit nur 5 Minuten in Anspruch nehmen, und ich werde vor allem auf die technischen Einzelheiten des Herrn Vortragenden nicht näher eingehen. Es muß dem Reeder und dem Konstrukteur überlassen bleiben, ob sie von den konstruktiven Einzelheiten, die der Herr Vortragende angegeben hat, in der Praxis Gebrauch machen wollen. Sicherlich bringt das feste Schanzkleid und die Konstruktion der Luken mit Holzdeckeln gewisse Mißstände mit sich und bietet damit Anlaß zur Kritik, und deshalb ist jeder Versuch, auf diesem Gebiete etwas Besseres und Sichereres zu schaffen, nur mit Dank zu begrüßen. Wogegen aber meiner Meinung nach mit der allergrößten Entschiedenheit protestiert werden muß, ist, daß Herr Geheimrat Schwarz als Anhang zu seinem Vortrag eine 8 Seiten umfassende Liste von Schiffsunfällen bringt, durch die der Nachweis erbracht werden soll, daß diese Unfälle sich bei Anwendung der vom Herrn Vortragenden vorgeschlagenen Bauart ganz oder wenigstens zum größten Teil hätten vermeiden lassen. Dieser Beweis kann meines Erachtens durch die Liste in keiner Weise erbracht werden. Wir haben da z. B. eine Liste, die eine ganze Anzahl von Schiffen behandelt, auf denen Feuer ausgebrochen ist, das mit Wasser gelöscht werden mußte. Ich behaupte: kein einziger dieser Unfälle hätte durch eine andere Bauart des Schiffes vermieden werden können. Daß bei einer in Brand geratenen Ladung das Schiff im Hafen auf Grund gesetzt und mit Wasser vollgepumpt wird, ist eine ganz selbstverständliche und nicht zu umgehende Maßnahme. Dann werden weiter in der vorletzten Liste eine Anzahl von Unfällen aufgeführt, über deren Verlauf nicht die geringsten Einzelheiten bekannt geworden sind; man kann also in diesen Fällen erst recht nicht beweisen, daß diese Unfälle durch irgendwelche baulichen Maßnahmen hätten verhindert werden können. Weiter: die Unfälle, die zum Untergang geführt haben, kann man, wenn man sie als Material benutzen will, um zu be-

weisen, daß wirklich bauliche Mängel vorhanden gewesen sind, nur dann heranziehen, wenn sie restlos durch eine seeamtliche Verhandlung aufgeklärt sind. Zum Teil enthält aber die Liste auch Unfälle, über die nicht genügend Einzelheiten bekannt geworden sind, und man muß doch bei der Stellungnahme zu den Ursachen zum mindesten auf die Verhandlungen der Seeämter über die einzelnen Unfälle zurückgreifen. Ich will Ihre Zeit nicht dadurch in Anspruch nehmen, daß ich alle Unfälle, die hier angegeben sind, untersuche. Ein ganz merkwürdiger Unfall ist jedenfalls der unter 9 angeführte Fall des Dampfers „Thor“, eines kleinen dänischen Küstendampfers, der vor einiger Zeit gekentert ist, und zwar weshalb? Weil er unvernünftig beladen war — er hatte eine Menge Eisenbahnschienen an Deck und kam schließlich zum Kentern; dieser Unfall hätte unmöglich durch irgendeine Maßnahme, etwa durch eine Lukenänderung, verhindert werden können. Die Brandfälle habe ich bereits gestreift, und ich bleibe dabei: nicht ein einziger dieser Fälle hätte durch bauliche Maßnahmen und Änderungen verhindert werden können. Ganz besonders kraß in der Beziehung ist der Fall des Dampfers „Amerika“. Wenn das Schiff an der Werft liegt und in Brand gerät, und es muß, weil man kein anderes Löschmittel zur Verfügung hat, voll Wasser gepumpt werden, dann ist es ganz selbstverständlich, daß es Schlagseite annimmt und unter Umständen sogar untergeht. Ein anderer Fall, auf den Herr Geheimrat Schwarz besonderen Wert legt, ist der des englischen Dampfers „Shazada“ im Indischen Ozean. Dieser Unfall ist vom Herrn Vortragenden ganz besonders ausführlich behandelt worden, obwohl nach seinen eigenen Ausführungen eine englische Zeitung zum Schluß darüber gesagt hat, daß dieser Unfall gänzlich unaufgeklärt geblieben sei — folglich kann man ihn doch wohl nicht gut dazu benutzen, um dem Schiffbauer etwa einen Vorwurf zu machen, daß er irgend etwas versäumt habe. Ferner sind in der Liste eine ganze Anzahl von Fällen angegeben, die nur mit je drei oder vier Zeilen abgetan werden und bei denen nur kurz angegeben ist, das Schiff habe schweres Wetter angetroffen, es habe an Deck Schaden erlitten, oder die Lukendeckel seien beschädigt worden — so z. B. beim Dampfer „Cassel“ unter Nummer 17, wo einige Ballen der Ladung beschädigt sind, was aber wahrscheinlich nicht auf die Luken zurückzuführen ist, sondern auf die Ventilatoren, durch die etwas Wasser eindringen und die Ladung beschädigen konnte. So könnte ich noch eine ganze Reihe von Beispielen anführen, aber ich will Ihre Zeit nicht länger in Anspruch nehmen, und ich möchte nur nochmals betonen: mit solchen Beispielen läßt sich nichts beweisen, es läßt sich jedenfalls nicht beweisen, daß die Lukensicherung auf den Schiffen bisher verfehlt gewesen sei. (Beifall.)

Herr Oberingenieur Buchsbaum, Berlin:

Meine Herren! Herr Geheimrat Schwarz hat auf Seite 3 seines gedruckten Vortrags die von den Schiffsgesellschaften vorgeschriebenen Lukensülle erwähnt und kritisiert. Nur der Ordnung halber möchte ich hierzu das Wort ergreifen. Der Herr Vortragende sagt, die Ansicht, daß die Lukensülle als Teile des Längs- und Querverbandes einen Ausgleich herbeiführen sollen, habe sich als irrig erwiesen. Dazu möchte ich zunächst bemerken, daß nach meiner Kenntnis niemals jemand die Luksülle als Teile des Längs- und Querverbandes aufgefaßt hat. Die Luksülle sind Deckträger, und diese Deckträger müssen da sein, weil wir keinen anderen Ersatz dafür haben, besonders auf Schiffen mit breiten Luken und einer infolgedessen sehr schmalen Deckbeplattung neben den Luken. Diese Sülle sind nicht nur in ihrer Dicke genügend stark, sie haben an der Oberkante ein schweres Lukenprofileisen — beim Germanischen Lloyd ist sogar das größte und stärkste Profil vorgeschrieben — und außerdem 300 mm unter der Oberkante ein längslaufendes Wulstprofil, und dieses Wulstprofil ist gegen das Deck abgestützt durch Streben nach Art der Schanzkleidstützen. Die Sülle sind außerordentlich stark und gut an den Quersüllen befestigt, und ich muß sagen, daß in der zwanzigjährigen Praxis, die ich beim Germanischen Lloyd habe, mir eigentlich kein Fall vorgekommen ist, wo im normalen Schiffbetrieb so ausgeführte Luksülle als Deckträger versagt hätten. Die Luksülle haben sich durchaus bewährt, und sie müssen nach meiner Ansicht — und ich bin überzeugt, auch nach der Ansicht der meisten Fachgenossen — so ausgeführt werden wie bisher, solange große Luken angeordnet werden müssen.

Herr Zivil-Ing. Judaschke, Hamburg:

Gestatten Sie, wenn ich noch kurz wegen der drängenden Zeit zu den Erörterungen, die sich an den Vortrag über die Lukenverschlüsse anschlossen, folgendes bemerke: Auf meiner Studienreise, die ich in diesem Sommer über See machte, konnte ich in der Nordsee an kleinen Dampfschiffen von 800—3000 Tonnen, also bei Schiffen mit Back, kurzer Brücke bzw. Quarterdeck, beobachten, wie sie schwer gegen die See anstampften. Es war durchaus kein schweres Wetter, Windstärke 6—7. Wir fuhren mit dem Dampfer „Albert Ballin“ mit Wind und See völlig ruhig dahin, während diese uns entgegenkommenden Schiffe mit etwa 12—16 Doppelschwingungen in der Minute nach 4, 5 und 6 Doppelschwingungen immer erhebliche Mengen Wasser übernahmen. Es war gar nicht daran zu denken, daß sich die Mannschaft etwa auf dem Vordeck im Schutze des Schanzkleides aufhalten konnte. Die Wetterdecks dieser Schiffe waren auch tatsächlich wie ausgestorben. Bei diesem als durchaus für normal zu bezeichnenden Wetter hatte das Schanzkleid wenig positive Funktionen mehr zu erfüllen, nur bei Schiffen mit Decklast bot es noch eine Art bordliche Abgrenzung. Die tatsächlich erwiesenen Unfälle bei derartigen Schiffen lassen meines Erachtens doch die Frage berechtigt erscheinen, ob man nicht auf bessere Art als bisher die Decksluken schützt. Die hohe kastenartige Luke, auch dann, wenn sie für sich eine tragfähige Konstruktion bildet, paßt sich schlecht in die Gesamt-, Längs- und Querverbände ein. Bei Schiffen mit niedrigem Freibord liegt eben doch ein größeres Gefahrenmoment vor, dem durch andersgeartete Konstruktionen zu begegnen ist. Bewährt hat sich seit Jahren z. B. die Unterbrechung des festen Schanzkleides querab der Luken durch ein wegnehmbares Geländer. An diesen Stellen ist dann eine Möglichkeit geschaffen, das überkommende Wasser schnell loszuwerden. Es sind ja gerade die Nautiker gewesen, welche auf die Schwächen der Lukenabdeckung zuerst hingewiesen haben. Die vielseitig gemachten Verbesserungsvorschläge sind ein Beweis, wie brennend diese Frage ist. Es sollte darum auch auf der angekündigten internationalen Konferenz eingehend geprüft werden, inwieweit diesen Vorschlägen Raum zu geben ist.

Herr Geheimrat Schwarz (Schlußwort):

Meine Herren! Herr Geheimrat Riess hat zu Beginn seiner Ausführungen darauf hingewiesen, daß ich für meine Konstruktion der Luken und für die ganze Anordnung des Schiffsrumpfes schweres Wetter vorausgesetzt habe, daß es sich also dabei um verhältnismäßig seltene Fälle handele. Meine Herren! Demgegenüber möchte ich doch darauf hinweisen, wie allein durch die beiden Schiffsunfälle der „Elbe“ und der „Titanic“ — also doch ganz seltene Fälle — eine vollständige Umwälzung in der ganzen technischen Schifffahrtswelt mit Bezug auf Bootsraum und Schotten usw. hervorgerufen worden ist. Die Fälle, wo Schiffe zum Kentern gebracht wurden, sind durchaus nicht so außerordentlich selten, auch handelt es sich nicht nur darum, das Schiff selbst zu schützen, sondern auch seine Mannschaft, die Ladung usw., und da bin ich der Meinung: es mögen Kosten mit meinen Vorschlägen verbunden sein, aber wenn man das Schiff durch geeignete bauliche oder sonstige Maßnahmen gegen das Kentern schützen kann, dann sollte man dies doch unter allen Umständen tun. Meine Ausführungen, die Stabilität dadurch zu verbessern, daß man das Schanzkleid wegläßt, finden noch keine große Gegenliebe. Ich gebe zu, daß das Schanzkleid ein Windschutz sein kann — dann kann man aber auch ebensogut ein gewöhnliches Stangen- geländer nehmen und es mit einer Persenning bespannen, dann ist auch ein Windschutz vorhanden, und wenn eine schwere See auf Deck kommt, reißt die Persenning wieder ab, so daß das Wasser schnell ablaufen kann. Aber das Schanzkleid ist nicht immer fest genug. Sie können das in meinem Anhang nachlesen. So wurde bei der „Alkan“ das Schanzkleid einfach plattgedrückt; Sie sehen also, das Schanzkleid hat bei schwerer See auch nicht geholfen und da ist es schon besser, man wählt eine Konstruktion, welche den Wasserdruck aushalten kann, das heißt ein Stangengeländer.

Dann ist weiter darauf hingewiesen worden, daß natürlich auch allerhand andere Öffnungen vorhanden seien, die man schließen müsse. Selbstverständlich, meine Herren; aber ich habe mich hier zunächst auf die Luken beschränkt, weil das für mich der Hauptgedanke war; jedenfalls muß man, namentlich bei den Küstendampfern, mit allen Mitteln darnach trachten, daß man das Schiff wasserdicht abschließt, möglichst auch den Maschinen- und Kesselraum, so daß schließlich gewissermaßen nur der Schornstein als einzige Öffnung übrigbleibt. Im Zusammenhang hiermit möchte ich darauf verweisen, daß gerade in den letzten schweren Sturmtagen, die wir Ende Oktober erlebt haben, wo die „Kap Arkona“ ihre glänzende Probefahrt machte, in England allein vier Küstendampfer, die nur von einem Hafen zum anderen fahren sollten, einfach verschollen sind; bei der „Galleon“ ist auch das Wasser in den Maschinenraum eingedrungen, und dasselbe war der Fall bei der „Shahzada“ — man soll daher möglichst alles wasserdicht abschließen, nicht nur die Luken, sondern auch die sonstigen Öffnungen des Decks.

Wenn Sie meinen Anhang sich im einzelnen ansehen, so werden Sie, glaube ich, doch vielleicht eine kleine Freude an demselben haben, und nicht, wie Herr Winter, daran Anstoß nehmen. Sie werden aus demselben nämlich ersehen, daß von deutschen Schiffen kein einziges gekentert ist — es sind alles Ausländer, und sind nur einige deutsche Schiffe aufgeführt worden, welche Lukendeckelbeschädigungen erlitten hatten. Ich kann daher der Auffassung des Herrn Geheimrat Riess, daß wir in London gut bestehen werden, nur vollkommen zustimmen, und ich hoffe, es wird ihm gelingen, auch in dieser Beziehung meine Ideen den Engländern näherzubringen, damit auf diese Weise die Sicherheit der Schifffahrt weiter gefördert wird.

Den Ausführungen des Herrn Benjamin kann ich natürlich nur dankbar zustimmen. Er hat mir ja eigentlich nur entgegengehalten, daß ich die Stabilität noch zu günstig beurteilt habe. Aber ich habe doch auch den Fall der „Galleon“ angeführt, eines Schiffes mit sehr langem Quarterdeck, das schon bei 30 Grad zum Kentern kam, und welches eine Hebelsarmkurve aufweist, wie sie in England leider noch vielfach gebräuchlich ist. Ich habe an diesem Falle auch nachgewiesen, daß ein Kentern sogar schon eintritt, wenn das Wasser an Deck nicht schnell genug abfließen kann.

Dann ein Wort zu den Ausführungen des Herrn Winter. Herr Winter hat Anstoß daran genommen, daß ich meinem Vortrag eine Liste der Unfälle angehängt habe. Meine Herren, es wird Ihnen bekannt sein, daß es außerordentlich schwer ist, eine Statistik über Schiffsunfälle aufzustellen, daß vor allem das Bekanntwerden von Schiffsunfällen nach Möglichkeit hintertrieben wird, und das kann man ja verstehen, denn es ist natürlich einer Reederei nicht gerade angenehm, wenn in der Öffentlichkeit über Schiffsunfälle ihrer Schiffe viel geredet und geschrieben wird. Deshalb habe ich mich bei meiner Liste auf Mitteilungen in den Fachzeitschriften gestützt und ich möchte doch glauben, daß man aus einer solchen Zusammenstellung, wie ich sie gemacht habe, doch etwas mehr herausnehmen kann, als wenn man die Fälle nur vereinzelt vor sich hat. Nun hat Herr Winter weiter gesagt, ich hätte die Schiffsunfälle nicht anführen dürfen, die durch Brand entstanden seien, denn es wäre ganz selbstverständlich, daß man diese durch Wasser löscht und daß dabei leicht weitere Unglücksfälle passieren könnten. Ich habe mich über diese Einwendung gewundert, denn gerade Herr Winter ist es ja gewesen, der uns im vorigen Jahre bewiesen hat, daß man Feuer an Bord nicht mit Wasser sondern mit Gas löschen solle, und von diesem Gedanken bin ich auch bei meiner Lukenkonstruktion ausgegangen. Wenn man mit Wasser löscht, dann brennen die Luken leicht aus und dann braucht man natürlich keine Verbesserung an den Luken; wenn man aber mit Gas löschen will, so muß man einen luftdichten Abschluß, muß man eiserne Lukendeckel haben, und das habe ich gerade ausgeführt.

Dann hat Herr Winter weiter gesagt, daß verschiedene Unfälle dadurch herbeigeführt worden seien, daß in den Schiffen irgend etwas beschädigt war. Ganz recht, aus kleinen Ursachen entstehen oft große Wirkungen. In diesem Zusammenhange möchte ich auf den Unfall des Dampfers „Frithjof“ hinweisen; er fährt über die Nordsee, die Luken werden eingeschlagen und die gesamte Mannschaft wird an Deck kommandiert, um sie wieder abzudichten. Hierbei kommt eine schwere See über Deck, zwei Offiziere und ein Matrose werden über Bord gespült, der Kapitän hält sich glücklicherweise noch an einem Poller fest. Für die Seeberufsgenossenschaft ist es in jedem Falle von großer Bedeutung, daß die Mannschaft nicht unnötig den Gefahren der See ausgesetzt wird, und schon deswegen müssen wir dafür sorgen, daß wir sichere Lukendeckel bekommen. Der Fall des Dampfers „Thor“ liegt auch nicht so einfach, wie

Herr Winter es angenommen hat. Der Dampfer ist freilich mit Eisen beladen gewesen, daß das Eisen aber vollkommen an Deck verstaut war, das geht aus den Veröffentlichungen nicht hervor. Als der Dampfer das Drogden-Feuerschiff gerundet hatte und Seitenwind bekam, kam das Wasser an Lee an Deck. Der Steuermann ging zum Kapitän und bat, er möchte vor den Wind gehen, damit er die übergegangene Ladung an Deck wieder nach mittschiffs bringen könne. Als dann der Kapitän das Ruder nach Lee drehte, kenterte das Schiff so plötzlich, daß der erste Offizier, der gerettet wurde, erklärte, sie hätten nicht einmal die Rettungsringe ergreifen und anlegen können. Das ist doch ein Fall, der durchaus auf meine Ausführungen paßt und aus dem man sehr wohl etwas lernen kann. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem Fall der „Shahzada“. Gewiß, das Seegericht hat gesagt, der Fall sei unaufgeklärt; aber das Gericht hat eben alles das nicht in Betracht gezogen, was ich Ihnen heute vorgetragen habe. Der Kapitän hat gerade das getan, was er im Falle der Not nicht hätte tun dürfen. Er ist von einer Erschütterung aufgewacht und von seiner Koje auf Deck gelaufen und hat hier gesehen, wie eine See auf Deck gestürzt war. Er gibt an, das Schiff habe einen schwimmenden Gegenstand berührt; davon kann aber gar keine Rede sein, sondern die See ist mit solcher Wucht auf Deck gestürzt, daß er den Eindruck gehabt hat, das Schiff habe irgendeinen Gegenstand getroffen, und nun befiehlt er, das Ruder nach Steuerbord zu drehen — dabei hatte das Schiff schon 15 Grad Schlagseite nach Steuerbord, also er hat gerade das getan, was er nicht hätte tun dürfen. Wenn die englischen Sachverständigen erklärten, sie könnten den Fall nicht aufklären, so ist das ihre Sache, aber jedenfalls ein Beweis dafür, daß man die Wichtigkeit der Betriebsstabilität noch lange nicht genügend erkannt hat.

Zum Schluß möchte ich noch auf die Ausführungen des Herrn Buchsbaum zurückkommen, der die Konstruktion der Stille verteidigte und die Äußerung daran knüpfte, ihm wäre noch kein Fall vorgekommen, daß Luksülle irgendwie beschädigt worden seien. Ich bin etwas überrascht darüber, daß Herr Buchsbaum so etwas behaupten kann; ich war persönlich auf dem Dampfer „Thuringia“ der Hamburg-Amerika-Linie; das vordere Luksüll war in einer Höhe von 300 mm einfach nach einwärts gebogen, so daß sämtliche Lukendeckel herausspringen mußten. Dasselbe war auch bei dem Dampfer „Westphalia“ an derselben Stelle passiert, in dem Augenblick, als das Schiff ein SOS-Signal erhielt, um die Mannschaft des seunfähig gewordenen Dampfers „Alkaid“ zu retten. Es mußten erst im Sturm die Luken sicher gedichtet werden und dann ist das Schiff hingefahren, um die holländische Mannschaft zu retten. Die Auffassung des Herrn Buchsbaum dürfte daher nicht zutreffend sein. Außerdem gehören meiner Ansicht nach die Längsluksülle mit zum Längsverband, das Lukenprofil oben kann aber nicht viel aushalten; das häufige Herausspringen der Luckendeckel ist davon abzuleiten, daß die Luckstülle durchfedert, auch ist von Dr. Dahlmann in seiner Abhandlung über die Drehfestigkeit hervorgehoben worden, daß die Luke durch die Drehmomente verzogen wird. Außerdem kommt noch hinzu, daß die Festigkeit der Luken, wie sie jetzt sind, doch nicht so über allem Zweifel erhaben ist; es ist ja eine bekannte Tatsache, daß bei den Lukenecken sehr leicht Risse entstehen, infolgedessen schreibt auch der Germanische Lloyd an diesen Stellen Verstärkungen vor. Alle diese Mängel kommen in Fortfall, wenn man die Luksülle möglichst niedrig gestaltet und mit eisernem Lukendeckel abschließt.

Im übrigen glaube ich, wird das, was ich vorgetragen habe, manchem Anlaß zum Nachdenken geben, und ich würde mich ganz besonders freuen, wenn Herr Geheimrat Riess bei den in Aussicht stehenden Verhandlungen in London, wie er dies schon angedeutet hat, vielleicht auf manches von dem, was ich Ihnen heute vorgetragen habe, zurückkommen wird, um einige kleine Fingerzeige zu geben, wie man die Sicherheit der Schiffe erhöhen kann. (Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Die klaren und für sich selbst sprechenden Ausführungen von Herrn Geheimrat Schwarz haben unsere Blicke auf einen Schiffsteil gelenkt, dem die meisten von uns wohl keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt haben. Jetzt erinnern wir uns der immer höher werdenden Sülle der Luken und ihrer mangelhaften Abdichtung durch Holzplanken und Persenninge, die gewiß manches Unglück verschuldet haben. Der vom Vortragenden gemachte Vorschlag, sie durch eiserne, fest verschraubbare Lukendeckel zu ersetzen, wird sich mit der Zeit sicher durchsetzen. Wir können Herrn Geheimrat Schwarz heute nur dankbar sein für die Anregung, die er uns in dieser wichtigen Frage gegeben hat, und diese allseitige Dankbarkeit möchte ich ihm hiermit ausgesprochen haben.

Von unserem Mitgliede Herrn Dr. Bruhn, dem Direktor von „Det Norske Veritas“ in Oslo, erhielten wir folgende Bemerkungen zu dem Vortrage des Herrn Schwarz:

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 Decksöffnungen 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 starken, wasserdicht schließenden Stahlkonstruktion herzustellen, ohne Verwendung einer Persenning. Ich bin aber nicht sicher, ob die von ihm empfohlene Methode die beste ist und sich in allen Fällen empfiehlt. Ich muß zugestehen, daß eine niedrige Lukeneinfassung und die Abswesenheit eines Schanzkleides in manchen Fällen vorteilhaft sein mag, aber ich denke, daß gut versteifte hohe Sülle, wie sie jetzt üblich sind, und Schanzkleider mit einer ausreichenden Zahl von Wasserporten für die Sicherheit von Schiff und Mannschaft mehr beitragen als sie diese beeinträchtigen. Je höher beide werden, je geringer werden im allgemeinen die Gefahren, daß die Luken eingeschlagen und die Mannschaften verletzt werden; auch trägt dies zur Sicherheit von Mannschaft und Schiff bei, weil das Wetterdeck einen ziemlich geschützten Ort darstellt. Es ist nicht immer genügend, daß unter Deck ein Verkehrsgang ist.

Es ist möglich, daß eine vollständig neue Art von Lukenverschlüssen entsteht, die so praktisch ist, daß sie allgemein angenommen wird. Ich fürchte jedoch, daß wir noch eine beträchtliche Zeit mit einem weitgehenden Gebrauch der alten Art rechnen müssen. Es würde deshalb wünschenswert sein, wenn endgültig festgestellt werden könnte, welches ihre schwächsten Punkte sind. Die Persenning ist einer von ihnen. Wenn dieselbe durch schweres Wetter beschädigt wird, ist die Gefahr sehr groß, daß die Luken- deckel von ihrem Platze verschoben werden. Schwache, abgenutzte oder in anderer Weise unwirksam gewordene Persenninge sollten niemals verwendet werden. Die gebräuchliche Stärke der Lukenbalken und der hölzernen Lukendeckel, wie sie gewöhnlich verwendet werden, ist wahrscheinlich genügend, mindestens wenn sie neu sind, um den dynamischen Wirkungen der überkommenden Seen widerstehen zu können. Zweifelhafter ist dagegen die Sicherheit gegen das Wegrutschen der Lukenbalken und Luken- deckel von ihren Unterlagen. Dies kann auf zweierlei Weise geschehen, entweder die Balken oder Deckel biegen sich so stark durch, um ein genügendes Wegrutschen zuzulassen, oder das Schiff wird selbst sehr deformiert, oder beide Fälle treten zugleich ein. Das Nachgeben der Lukenbalken und der Lukendeckel kann durch größere Steifheit vermindert werden und es käme in Frage, ob man ihnen diese nicht geben sollte, besonders wenn die Entfernung zwischen ihren Auflagepunkten groß ist. Es ist sehr schwierig, bei großen Luken die Deformationen des Schiffes hinten an zu halten. Diese Deformationen des Schiffes können entweder durch Längs- oder Querbiegemomente oder durch Torsion sowie durch Vereinigung dieser Wirkungen verursacht werden, der bestimmende Faktor ist die absolute Deformation der Luken- öffnungen in Verbindung mit einer Sicherung der Balken und Lukendeckel gegen Herabfallen. Bei einer großen Luke wird die Deformation in schwerem Wetter sehr bedeutend sein und keine Verstärkung der Bauteile kann den Betrag dieser Deformation vermindern. Es kommt daher in Frage, ob die Entfernung der Unterlagen für die Lukenbalken und Deckel mit der zunehmenden Größe der Lukenöffnungen wachsen dürfen.

Es scheint mir unlogisch zu sein, einen sicheren Lukenverschluß anzustreben und dann die Stabilitäts- erforderungen an die Voraussetzung zu knüpfen, daß die See Zutritt zu den Schiffsräumen hat. Ich denke, daß die allgemeinen Stabilitätsforderungen auf einen unverletzten Schiffskörper begründet sein müssen, daß aber andererseits für die Bemessung der Größe der Anfangsstabilität mit einem gewissen Betrag von Deckwasser gerechnet werden muß, neben dem Betrag an Stabilität, welcher das Schiff gegen Kentern sichert. Es mag lehrreich und nützlich für die Schiffbauer sein, von der „Betriebsstabilität“ zu sprechen. Ich denke jedoch, daß es in jedem besonderen Fall sehr schwer feststellbar sein wird, was darunter zu verstehen ist. Ich glaube ferner, daß der Gebrauch dieses Ausdrucks eine Beeinträchtigung der Erkenntnis des Kapitäns mit dem Stabilitätsproblem in sich schließt, welche sehr unerwünscht ist, wenn die Sicher- heit des Schiffes der Ausgangspunkt bleiben soll. Die Verantwortlichkeit für die Sicherheit eines Schiffes auf See gegen Kentern muß unbedingt bei dem Führer bleiben. Er muß sich klar darüber sein, daß die See keinen Zutritt zu dem Schiffsinnern haben darf, aber er muß auch die Wirkung des Deckwassers, den Winddruck, die Bewegung in der Ladung usw. beurteilen und er hat sein Schiff so zu führen, daß keiner dieser Faktoren ein Kentern oder eine Schlagseite herbeiführt.

Im allgemeinen geben die Stabilitätskurven in Verbindung mit den Einzelheiten der Schiffskonstruk- tion einen genügenden Anhalt über die Fähigkeit des Schiffes stabil zu bleiben. Der Kapitän muß dafür sorgen, daß sein Schiff stabil ist, wenn er die Verteilung der Ladung, des Brennstoffes, des Deckwassers usw. und die Einflüsse von Wetter und See in Betracht zieht.

Zu der vorstehenden Äußerung zur Erörterung nimmt Herr Geheimrat Schwarz wie folgt Stellung:

Die Ausführungen des Herrn Direktor Bruhn weisen insofern einen gewissen Widerspruch auf, als er den jetzigen Lukenverschluß als den wundesten Punkt der Frachtdampfer bezeichnet und gleichzeitig glaubt mit einem weiteren Gebrauch desselben rechnen zu müssen. Wenn mein Lukenverschluß vielleicht noch nicht die beste Lösung darstellen sollte, so ist er doch unzweifelhaft zehnmal besser als der alte. Herr Dr. Bruhn schlägt Verstärkungen der Lukenbalken und Lukendeckel vor, um ein Wegrutschen derselben vorzubeugen. Er übersieht jedoch hierbei, daß eine Verstärkung der Lukendeckel, da sie durch zwei Mann transportiert werden müssen, von einem Mindestgewicht abhängig ist. Die Zahl der Luken- deckel sowie der Auflagebalken müßte daher unter Zunahme der schädlichen Fugen vergrößert werden, wodurch ein sicherer wasserdichter Abschluß der Luke erschwert wird. Daß gut versteifte hohe Lukstülle mit eisernen Lukendeckeln beherrscht werden. Daß es Herrn Dr. Bruhn unlogisch erscheint, wenn ich auf die Verminderung der Stabilität durch Leckwasser im Schiffsraum, welches durch undichte Luken- verschlüsse eingedrungen ist, hingewiesen habe, so ist dies ein Trugschluß, denn bei einem sicheren Luken- verschluß fällt selbstverständlich diese Stabilitätsverminderung fort. Solange jedoch ein solcher noch nicht eingeführt ist, wird der Kapitän darauf hinzuweisen sein, daß jegliches durch undichte Lukenver- schlüsse in den Schiffsraum eindringende Wasser die Stabilität herabsetzen kann. Gibt doch Dr. Bruhn selbst zu, daß der Kapitän zur Erhaltung der Anfangsstabilität seines Schiffes auf die Herabsetzung der- selben durch Deckwasser, Winddruck, Leckwasser im Raum, Übergehen der Ladung Rücksicht nehmen muß. Diese neigenden Kräfte bedingen jedoch die Betriebsstabilität; sie lassen sich leicht berechnen und feststellen und überdies an der Größe der Schlagseite kontrollieren. Je mehr der Kapitän mit der Betriebsstabilität bewandert ist, je sicherer kann er sein Schiff in allen Wetterlagen über See führen und je schneller kann er mit den Stabilitätsproblemen vertraut werden. Die Berücksichtigung der Betriebs- stabilität erschwert daher nicht, wie Dr. Bruhn vermutet, die Erkenntnis der Stabilitätsprobleme, sondern erleichtert sie und befähigt überdies den Kapitän, die Verantwortung für die Seefähigkeit seines Schiffes sicherer zu tragen. Die Hebelsarmkurve des Schiffes allein bietet dem Kapitän keine hinreichende Ge- währ, sein Schiff gegen Kentern zu bewahren.

XII. Doppeltwirkende kompressorlose Zweitakt-Dieselmotoren für Schiffsantrieb.

Von Dr.-Ing. Fr. Sass, Berlin.

Der doppeltwirkende kompressorlose Zweitaktmotor ist seit langem das Ziel des Großdieselmotorenbaues gewesen. Das ist erklärlich, denn die Verbindung der Doppelwirkung des Zweitaktes mit der kompressorlosen Betriebsweise verspricht eine Maschine von höchster Ausnutzung des Baustoffes bei idealer Einfachheit; bei jedem einzelnen Hub des Kolbens wird Arbeit geleistet, der Leerhub zwischen je zwei Arbeitshüben, den der einfachwirkende Zweitakt hat, entfällt, und noch wesentlich besser ist die Ausnutzung des Werkstoffes gegenüber dem einfachwirkenden Viertakt. Durch die Schlitzsteuerung des Kolbens fallen das Einsaug- und Auspuffventil mit ihrem Gestänge fort; der Luftkompressor, der trotz seiner in den letzten Jahren erheblich gesteigerten Betriebssicherheit doch immerhin Raum und Gewicht beanspruchte, Wartung erforderte und Leistung verbrauchte, wird überflüssig; das durch Flüssigkeitsdruck gesteuerte Brennstoffventil und das mittels Preßluft betätigte Anfahrorgan machen zusammen mit der Schlitzsteuerung jedes Ventilgestänge entbehrlich. In der doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktbauart hat der Dieselmotor seine größte Einfachheit erreicht und kann daher bei richtiger baulicher Durchbildung mehr als jede andere Verbrennungskraftmaschine die beiden wichtigsten Forderungen des praktischen Betriebes, nämlich Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit, erfüllen.

Aber gerade in der angestrebten Einfachheit liegen die Schwierigkeiten des Problems. Die Schlitzsteuerung von Auspuff und Spülluft erschwert die Reinigung des Zylinders von Abgasen und seine Aufladung mit Frischluft, die im allgemeinen nicht so wirksam ist wie beim Viertakt; zudem muß man mit Rücksicht auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Brennstoffes in der verdichteten Luft eine geordnete Bewegung der Spülluft herzustellen versuchen und kann sich nicht wie bei der Druckluftzerstäubung auf die verteilende Wirkung der expandierenden Einblaseluft verlassen. Da diese bei der kompressorlosen Betriebsweise wegfällt, so entsteht die Aufgabe, die Zerstäubung des Brennstoffes und seine Verteilung im Brennraum nur durch das einfache Mittel eines hohen Brennstoffdruckes in Verbindung mit jener geordneten Luftbewegung zu bewirken.

Wird der Brennstoff nicht hinreichend fein zerstäubt oder erreicht er trotz an und für sich genügend feiner Zerstäubung nicht alle im Verdichtungsraum enthaltenen Luftteilchen, so bleibt der erreichbare mittlere wirksame Kolbendruck niedrig, und die Belastbarkeit der Maschine ist zu gering. Die Beherrschung der hohen

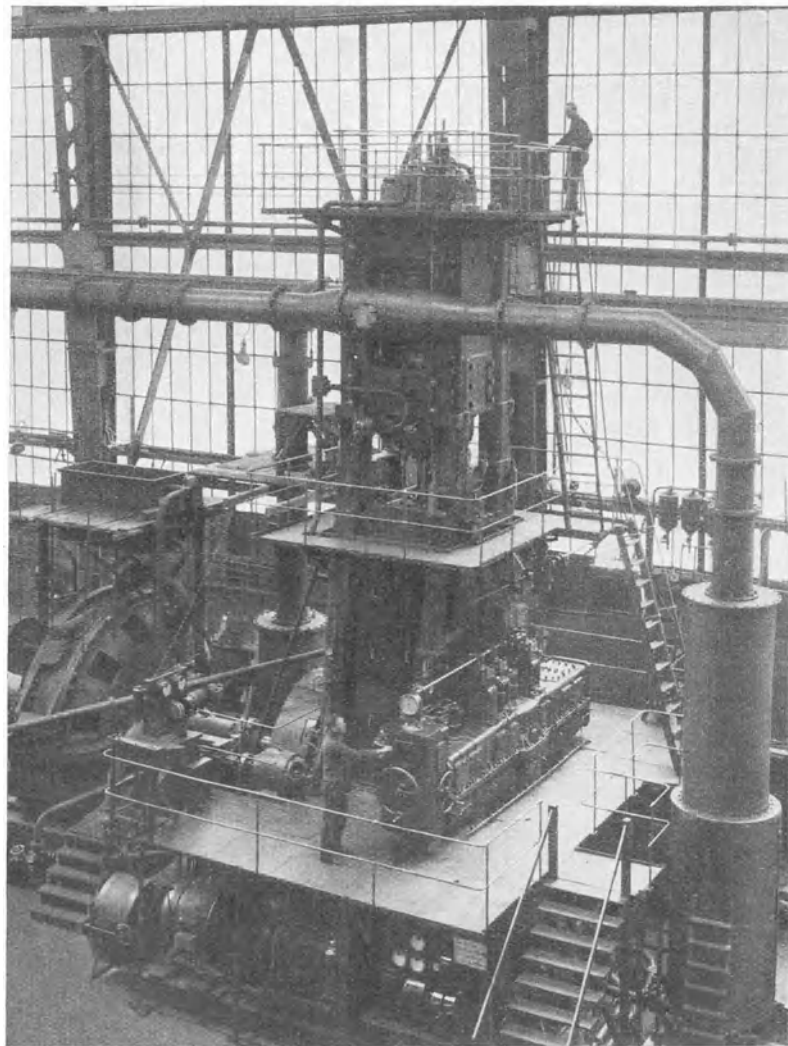


Abb. 1. Doppeltwirkender kompressorloser Zweitaktzylinder Bauart AEG-Hesselman. 1000 PS_e; $n = 120$.

Pumpendrucke von 300—400 at macht zwar heute dank der in den letzten Jahren erzielten Verbesserung der Baustoffe und der Herstellungsverfahren keine besonderen Schwierigkeiten, aber andererseits ist die Durchschlagskraft fein zerstäubter Brennstoffstrahlen in der hochverdichteten Luft auch bei Anwendung hoher Pumpendrucke nur begrenzt, so daß die räumliche Anordnung der Brennstoffstrahlen in den Verdichtungsräumen sehr sorgfältig durchdacht werden muß. Im oberen Verbrennungsraum einer doppeltwirkenden Maschine ist es nicht allzu schwierig, das Brennstoffstrahlenbild der Form des Verbrennungsraumes

ziemlich gut anzupassen, aber der untere Verbrennungsraum verhält sich in dieser Hinsicht wegen der Zerklüftung durch die durchgehende Kolbenstange erheblich ungünstiger. Hier bereitet das Problem einer guten räumlichen Gemischbildung, von der ja die Güte der Verbrennung in erster Linie abhängt, große Schwierigkeiten. Diese restlos zu überwinden ist aber die unerläßliche Voraussetzung für den erfolgreichen Bau doppeltwirkender kompressorloser Zweitaktmotoren.

Noch manche anderen Hemmnisse, die in der Einfachheit der zur Verfügung stehenden Mittel begründet sind, erschweren die Erreichung des Zieles. Bei der mit Druckluftzerstäubung arbeitenden Dieselmachine mit mechanisch gesteuerter Brennstoffnadel hat man es im Laufe der Jahre allmählich gelernt, den zeitlichen Verlauf des Einspritzvorganges, die „zeitliche Gemischbildung“, durch richtige Bemessung der Zerstäuberquerschnitte und zweckmäßige Formgebung des Brennstoffnockens beim Langsamläufer wie beim Schnelläufer praktisch vollkommen zu beherrschen. Der kompressorlose Dieselmotor hingegen muß versuchen, ohne diese mechanischen Mittel auszukommen und die zeitlich richtige Verteilung des Brennstoffes, die sich außer durch eine saubere Verbrennung auch durch eine gute Form des Indikatordiagramms mit nicht zu hohen Verbrennungsdrücken kennzeichnet, nur durch die richtige Abstimmung des während der Einspritzung sich verändernden Flüssigkeitsdruckes herzustellen. Dabei können Schwingungen in den Brennstoffdruckleitungen, die auf der Elastizität des Treiböles, seiner Masse und der oszillierenden Bewegung des Pumpenstempels beruhen, sich störend bemerkbar machen und den Einspritzvorgang verwischen. Das geringe Volumen des auf eine Einspritzung entfallenden Brennstoffes, das nur etwa den zwanzigsten Teil des Rauminhaltes von Brennstoff und Einblaseluft eines gleich großen Dieselmotors älterer Bauart ausmacht, trotzdem aber mit einer Geschwindigkeit von etwa 250 m/sk in den Brennraum eingespritzt werden muß, zwingt zur Anwendung ganz erheblich feinerer Düsenbohrungen, als bei Dieselmachines mit Lufteinblasung angewandt werden, und mit Rücksicht auf das Verstopfen dieser Bohrungen müssen besondere Vorkehrungen für die Reinigung des Treiböles getroffen werden. Rechnet man noch die Schwierigkeiten hinzu, die in der doppeltwirkenden Zweitaktbauart als solcher begründet sind, so ergibt sich eine stattliche Anzahl von Problemen, die den Bau dieser einfachen Maschinen durchaus nicht einfach erscheinen lassen.

Die rasche Entwicklung des kompressorlosen Viertaktmotors in den letzten Jahren und die Nachfrage des Schiffbaues nach Dieselmotoren immer größerer Leistung ließen es trotzdem geboten erscheinen, den Versuch, eine brauchbare, betriebssichere Schiffsmachine der gekennzeichneten einfachen Bauart zu schaffen, nicht mehr hinauszuschieben. Ein solcher Versuch konnte allerdings nur dann den Erfolg in einigermaßen sichere Aussicht stellen, wenn große Erfahrungen sowohl auf dem Gebiet des einfachwirkenden Zweitaktes und Viertaktes wie auch hinsichtlich der kompressorlosen Betriebsweise vorlagen, und wenn Werkstätten zur Verfügung standen, die von jeher dem Bau hochwertiger Maschinen gedient hatten. Diese Vorbedingungen waren in der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft

vorhanden, die im Jahre 1910 den Dieselmotorenbau zunächst in der einfachwirkenden Zweitaktbauart aufgenommen hatte, um sich während des Krieges

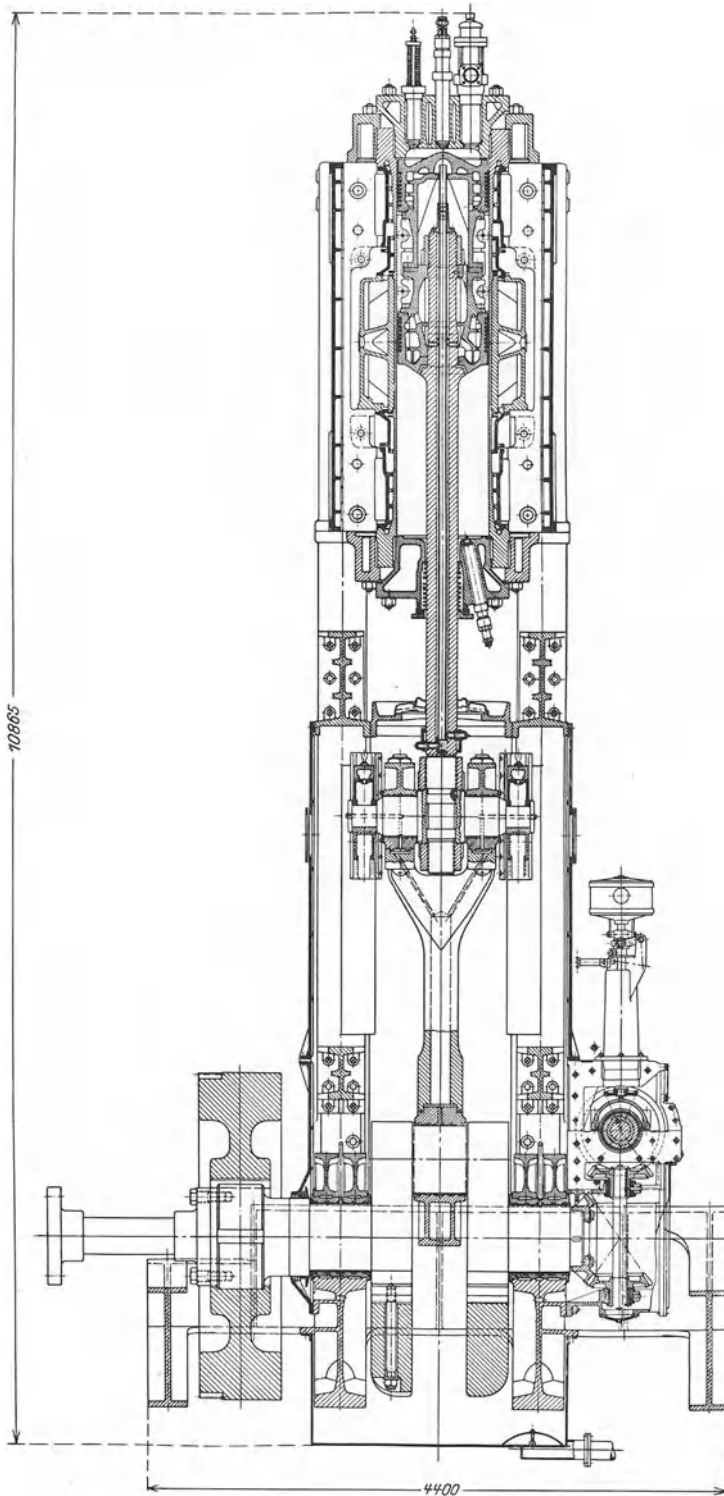


Abb. 2. Doppeltwirkender kompressorloser Zweitaktzylinder, Bauart AEG-Hesselman. (Längsschnitt.)

auf den Viertakt-Unterseeboots-Maschinenbau umzustellen, und aus deren Werkstätten seit dem Kriegsende zahlreiche große Handelsschiffsmotoren der Bauart Burmeister & Wain hervorgingen. Seit 1923 beschäftigte sich die AEG auch mit der Herstellung kompressorloser Dieselmotoren, wozu sie die Patente des schwedischen Ingenieurs K. J. E. Hesselman erwarb, in deren Besitz sie zunächst kompressorlose Viertakt-Bordöldynamos kleinerer Leistung und Viertakt-Hauptmotoren bis 3000 PS_e entwickelte. Erst nachdem alle hierbei auftretenden grundsätzlichen Schwierigkeiten überwunden waren, erschien das Problem des doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktmotors lösbar, und es wurde der Bau eines tausendpferdigen Zylinders in Angriff genommen, der Anfang dieses Jahres in Betrieb kam. Seine ursprüngliche Ausführung, die Abb. 1 im Lichtbild, Abb. 2 und 3 im Längs- bzw. Querschnitt zeigen, bewährte sich so

gut, daß sie mit wenigen Abänderungen für die bald darauf einsetzende Fabrikation mehrtausendpferdiger Schiffsmaschinen beibehalten werden konnte.

Die sorgfältige Untersuchung aller Schwierigkeiten, die in der Verbindung der Druckzerstäubung mit der doppelwirkenden Zweitaktbauart liegen, gab Veranlassung, vor dem Bau des ersten Zylinders umfangreiche Sonderversuche zu unternehmen, um von vornherein möglichst alle Fragen zu klären, die den Erfolg gefährden konnten. Freilich ist man auch bei umsichtigster Vorbereitung selten imstande, mit einer Versuchsanordnung die Verhältnisse in der laufenden Maschine genau nachzuziehen, aber der Vorversuch kann dennoch wertvolle Aufschlüsse geben, die an der Maschine selbst nur mit unverhältnismäßig viel größerem Aufwand an Zeit und Kosten zu gewinnen sind. Solche Versuche sind daher für das rasche Erreichen des Endzieles geradezu unentbehrlich. Hier erstreckten sie sich auf die Spülung der oberen und unteren Zylinderhälfte, die Zerstäubung des Brennstoffes und die Durchschlagkraft der Brennstoffstrahlen in verdichteter Luft, das Arbeiten der Brennstoffventile unter hohem Flüssigkeitsdruck, die Schwingungen des Treiböles in den Druckleitungen, die Vermeidung des Nachtropfens des Brennstoffes nach Schluß des Brennstoffventiles und manches andere. Ihre Ergebnisse haben die Ge-

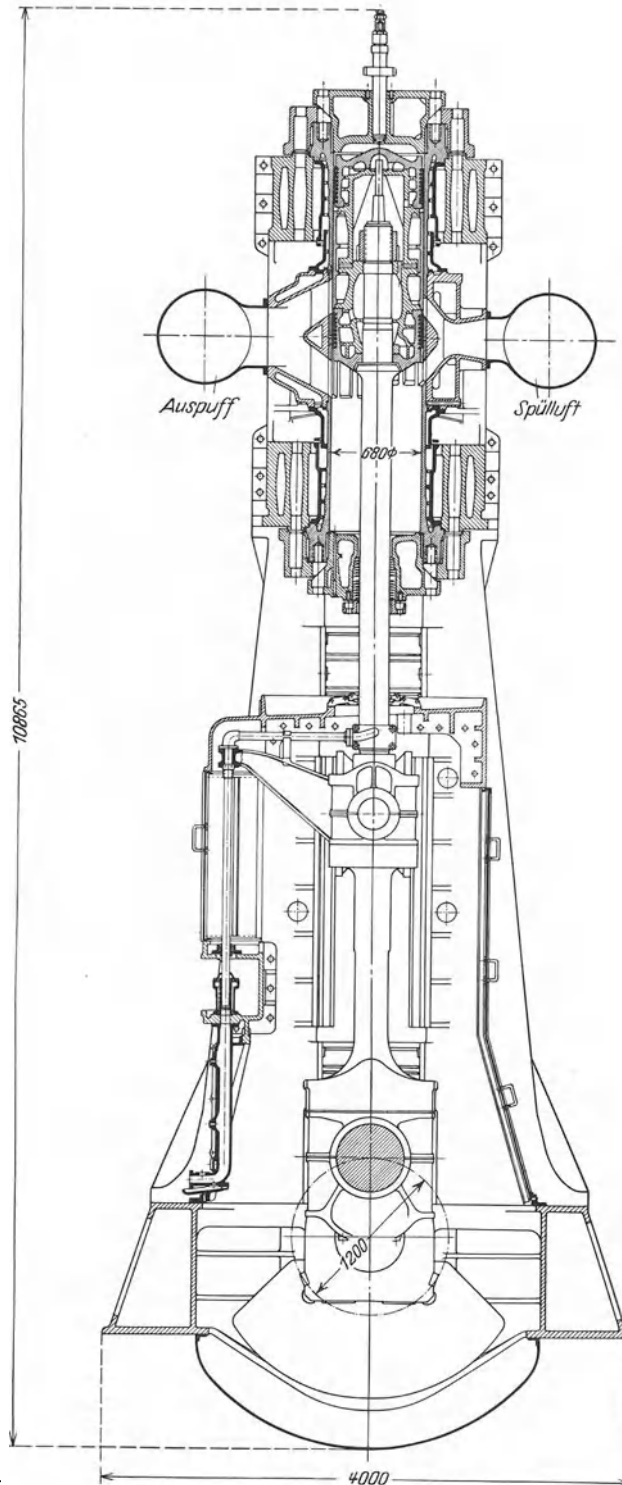


Abb. 3. Doppeltwirkender kompressorloser Zweitaktzylinder, Bauart AEG-Hesselman. (Querschnitt.)

staltung des doppeltwirkenden AEG-Hesselman-Motors entscheidend beeinflußt, so daß es angezeigt erscheint, der ausführlichen Beschreibung der Bauart dieser Maschine einige Mitteilungen über jene Untersuchungen vorhergehen zu lassen.

I. Die Spülung.

Die Spülvorgänge im Zweitaktzylinder sind schon wiederholt der Gegenstand experimenteller Forschung gewesen, doch ist begreiflicherweise nur wenig darüber in die Öffentlichkeit gedrungen. Regenbogen¹ war meines Wissens der erste, der Mitteilungen über Spülversuche veröffentlichte, die unter seiner Leitung auf der Kruppschen Germaniawerft in Kiel angestellt wurden, und damit die Anregung gab, die verwickelten Vorgänge bei der Spülung des Zweitaktzylinders in einer besonderen Einrichtung zu studieren. Ferner hat Nägel² interessante Einzelheiten von Spülversuchen mitgeteilt, die bei Gebr. Sulzer und in der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg unternommen wurden. Weiteres Material über diesen Gegenstand ist mir nicht bekanntgeworden; es scheint, daß sich außer den genannten Firmen niemand eingehender mit dieser Frage beschäftigt hat, die allerdings in erster Linie für den Erbauer von Zweitaktmaschinen von Bedeutung ist, während der Viertakt nur ein sekundäres Interesse daran hat³. Bei der Wichtigkeit einer guten Spülung des Zweitaktzylinders schien es unerläßlich, vor der Festlegung der Spülanordnung der AEG-Maschine eigene Versuche über das günstigste Spülverfahren anzustellen. Hierbei war darauf Rücksicht zu nehmen, daß es sich um die Schaffung eines kompressorlosen Motors handelte, bei dem eine Luftdrehung bestimmter Größe, die noch während der Einspritzung andauern muß, für die Herstellung eines gleichmäßigen Brennstoff-Luft-Gemisches vorhanden sein muß, während bei dem mit Drucklufteinblasung arbeitenden Zweitaktmotor die Luftdrehung entbehrlich ist.

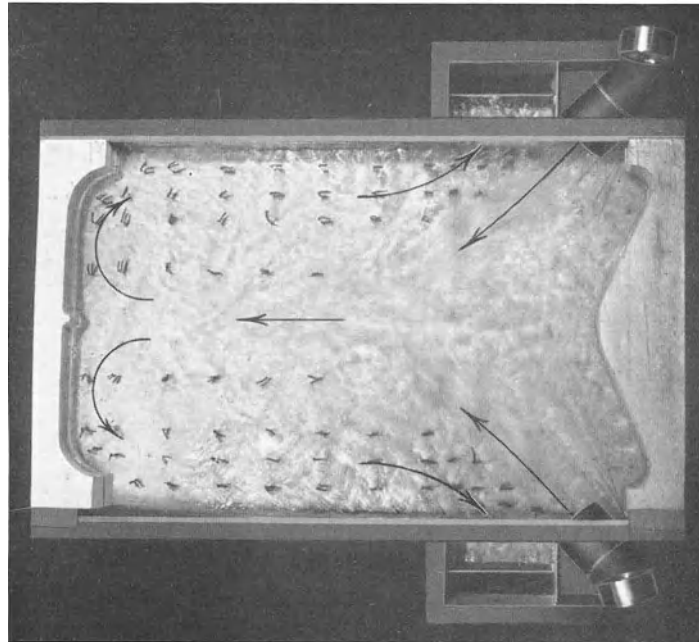
Den Ausgangspunkt der Untersuchungen bildeten wie bei den Versuchen der MAN Strömungsversuche in der wassergefüllten Blechwanne (Abb. 4), wobei die Strömung durch an Drahtstiften befestigte Wollfäden sichtbar gemacht wurde. Die schmalen Seitenwände der Blechwanne waren durch Holzklötze begrenzt, deren Form den Profilen des Zylinderdeckels und Kolbens (vgl. Abb. 13) nachgebildet war; der „Kolben“ wurde in der unteren Totpunktlage festgelegt. Durch drehbare Rohrstützen, welche die Spülschlitze vertraten, strömte das Wasser ein, um aus zwei an Stelle der Auspuffschlitze angeordneten Überfallwehren auszutreten. Je nachdem ein oder zwei Spül- bzw. Auspuffschlitze geöffnet waren, konnten die verschiedensten Strömungsbilder erzeugt werden. Bei zweiseitiger Ein- und Ausströmung neigte zwar der Wasserstrom im allgemeinen zur Schiefstellung (Abb. 4, linkes Bild), doch war es auch nicht schwierig, durch gleich-

¹ Regenbogen C.: Der Dieselmotorenbau auf der Germaniawerft. Jahrb. d. Schiffbautechn. Ges. 1913.

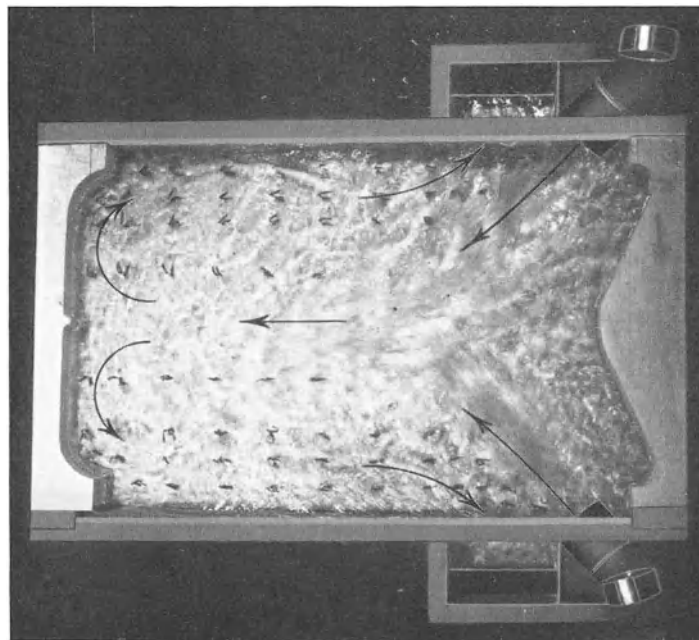
² Nägel: Die Dieselmachine der Gegenwart. Z. V. d. I. Bd. 67, S. 677. 1923; und Sonderheft „Dieselmaschinen“.

³ Daß auch bei der Viertaktmaschine eine gute Spülung die Leistung verbessert, hat Dr. W. Scholz, Deutsche Werft, Hamburg, zuerst bewiesen (Scholz: Viertakt-Ölmaschinen mit Frischluftgebläse. Werft Reederei Hafen Jg. 5, S. 269. 1924).

mäßige Wasserzuführung eine vollkommen symmetrische Strömung zu erzielen (Abb. 4, rechts). Diese Anordnung schien daher anfangs eine vorteilhafte Luftspülung zu versprechen.



Strömung symmetrisch.



Strömung unsymmetrisch.

Abb. 4. Spül-Vorversuche mit Wasser.

Die Wasserversuche konnten jedoch nur das Bild einer zweidimensionalen Strömung wiedergeben und mußten versagen, als auch die drehende Bewegung der Stromfäden veranschaulicht werden sollte. Es erschien daher zweckmäßig,

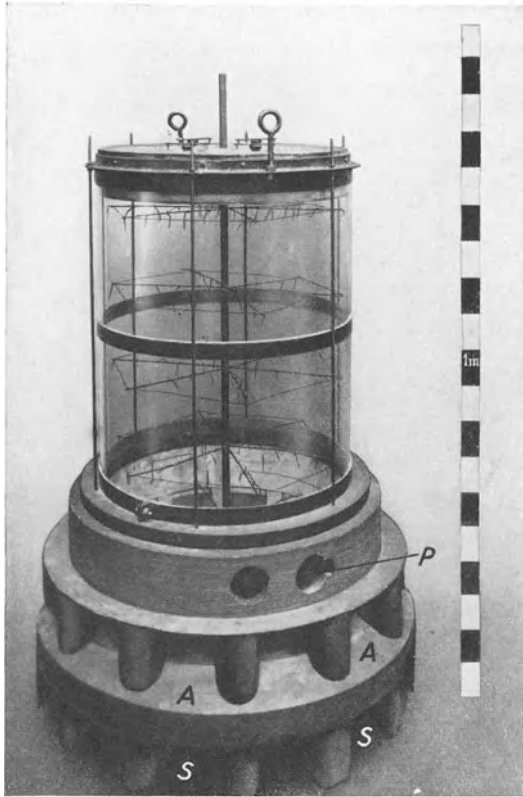


Abb. 5. Glaszylinder zum Studium der Spülvorgänge.

des Zylinders durch ein in die Öffnungen *P* (von denen in Abb. 5 nur zwei zu sehen sind) eingeführtes Pitotrohr gemessen. Die Spülluft lieferte ein in Abb. 6 sichtbares, elektrisch angetriebenes Doppelgebläse, das für eine stündlich an-

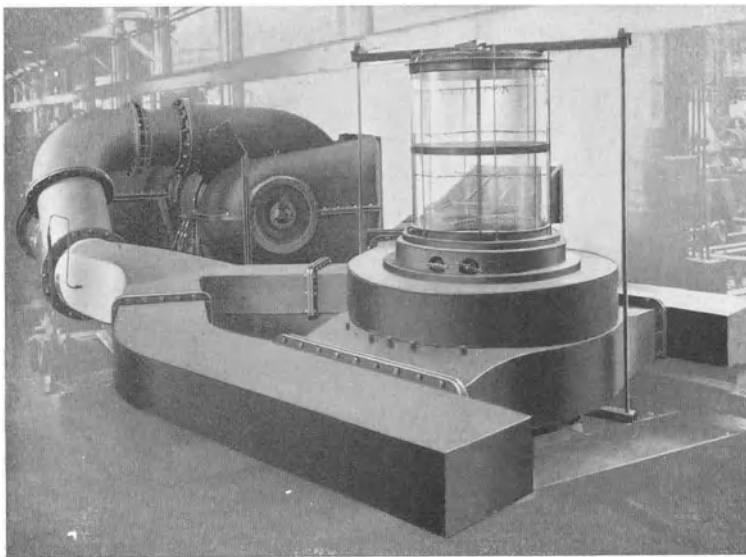


Abb. 6. Versuchsanordnung für Spülversuche mit Luft.

die Versuche auf Luft auszudehnen, wozu ein Glaszylinder (Abb. 5) von den gleichen Abmessungen, die der Zweitaktzylinder erhalten sollte, gebaut wurde. Deckel und Boden, beide aus Holz angefertigt und mit Öffnungen zum Einführen eines Pitotrohres versehen, waren auch hier den Begrenzungsflächen des Verbrennungsraumes entsprechend geformt; der untere, ebenfalls aus Holz bestehende Teil enthielt die Spülschlitze *S* und Auspuffschlitze *A*. Dieser Teil war auswechselbar, um möglichst viele verschiedene Schlitzanordnungen untersuchen zu können. Ein in der Achse des Glaszylinders stehendes Stahlrohr trug ein in verschiedenen Höhen befestigtes System radial gerichteter Drähte, an denen bunte Wollfäden hingen, welche die Richtung der Luftströmung anzeigten. Gleichzeitig wurde die Luftgeschwindigkeit an möglichst vielen verschiedenen Stellen

gesaugte Luftmenge von 50000 m³ bei 600 mm WS Gegen- druck gebaut war. Diese Luftmenge reichte gerade aus, um einen Überdruck von etwa 450 mm WS im Glaszylinder bei konstanter Luftströmung dauernd aufrechtzuerhalten, so daß man Zeit hatte, die verschiedenen Strömungsbilder, die sich bei Abänderung der Spül- und Aus-

puffschlitze ergaben, bequem zu beobachten. Natürlich entspricht die konstante Luftströmung nicht den Verhältnissen im Dieselizeylinder, wo der in Bewegung befindliche Kolben die Spül- und Auspuffschlitze nur für Bruchteile einer Sekunde freigibt. Um dies nachzuahmen, hätte man den Kolben beweglich anordnen müssen, etwa so, wie Regenbogen¹ dies getan hat, aber hierdurch wäre die Möglichkeit der Beobachtung mit dem bloßen Auge wegen der kurzen Zeitdauer der Vorgänge aufs äußerste eingeschränkt worden, und auch die photographische Aufnahme hätte versagt, weil es praktisch unmöglich ist, bei der zulässigen kurzen Belichtungszeit den Spülluftstrom genügend sichtbar zu machen und intensiv genug zu beleuchten. Bei intermittierender Spülung dürfte man die Spülluft auch nicht unmittelbar der Druckleitung eines Turbogebläses entnehmen, weil bei geschlossenen Spül- und Auspuffschlitzen das Gebläse in das bekannte „Pumpen“ geraten würde, jene eigentümlichen Oszillationen des Fördermittels, die bei allen Kreiselpumpen von einer bestimmten kleinen Fördermenge an abwärts auftreten. Da sich ferner die wirklichen Verhältnisse auch deshalb nicht genau nachahmen lassen, weil die bei der Eröffnung der Auspuffschlitze expandierenden Auspuffgase mit ihrer saugenden Wirkung wegfallen, so begnügte man sich unter Feststellung des Kolbens in seinem äußeren Totpunkt mit einem gleichbleibenden Spülluftstrom, der wenigstens bequem und genau beobachtet werden konnte. Es darf angenommen werden, daß man sich damit nicht allzuweit von der Wirklichkeit entfernte.

Im ganzen wurden 33 verschiedene Anordnungen von Spül- und Auspuffschlitzen untersucht unter Abänderung der Zahl und Gruppierung sowie der tangentialen und axialen Richtung der Schlitze, mit und ohne Kolbenstange. Sehr schön konnte der Verlauf der Spülluftfäden sichtbar gemacht werden, wenn man brennende Feuerwerkskörper in die Spülschlitze oder durch Öffnungen im Zylinderdeckel einführte; die Bahn der glimmenden Funken war längere Zeit deutlich zu verfolgen und wurde außerdem jedesmal photographisch aufgenommen (Abb. 7 und 8). Diejenigen Strömungsbilder, die am besten gelungen erschienen, wurden außer in den schriftlichen Protokollen auf ineinandergesteckten Glaszylindern aufbewahrt, auf denen die Stromlinien mit Farbe aufgetragen wurden (Abb. 9). Maßgebend für die Bewertung der Versuche war einmal die Größe der Luftdrehung, für die es je nach der Zahl der Brennstoffstrahlen einen günstigsten Wert gibt, und sodann die Güte der Spülung, die nach der mehr oder weniger gleichmäßigen Bewegung des ganzen Zylinderinhaltes und dem raschen Verschwinden der Funken in den Auspuffschlitzen beurteilt wurde. Einen guten Maßstab für die Wirksamkeit der Spülung ergaben auch Sägespäne, die an verschiedenen Stellen in die Spülschlitze oder den Zylinder eingeblasen wurden: bei guter Spülung verschwanden sie sogleich in den Auspuffschlitzen, während sie sich bei mangelhafter Spülung längere Zeit im Zylinder schwebend erhielten.

Die während mehrerer Monate fortgesetzten Versuche führten schließlich unter Verwerfung der ursprünglich geplanten Spülanordnung (Abb. 4) zu der

¹ Vgl. Fußnote auf S. 6.

Annahme eines Spülverfahrens, das Abb. 10 zeigt. Die Spülluft tritt aus der auf der einen Zylinderseite liegenden Spülluftleitung durch axial und tangential

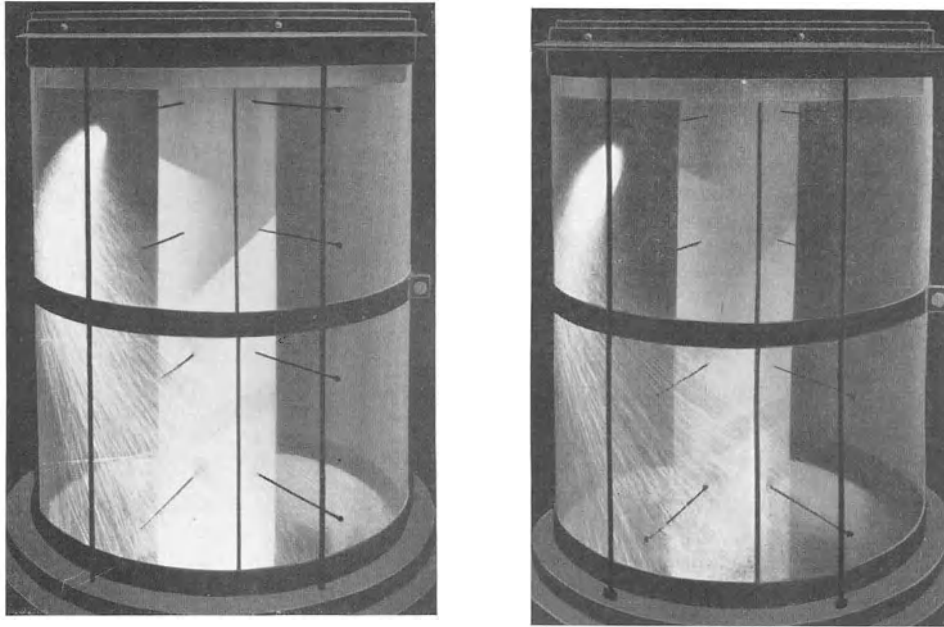


Abb. 7. Luftströmung im Versuchszyylinder (Schwache Luftdrehung).

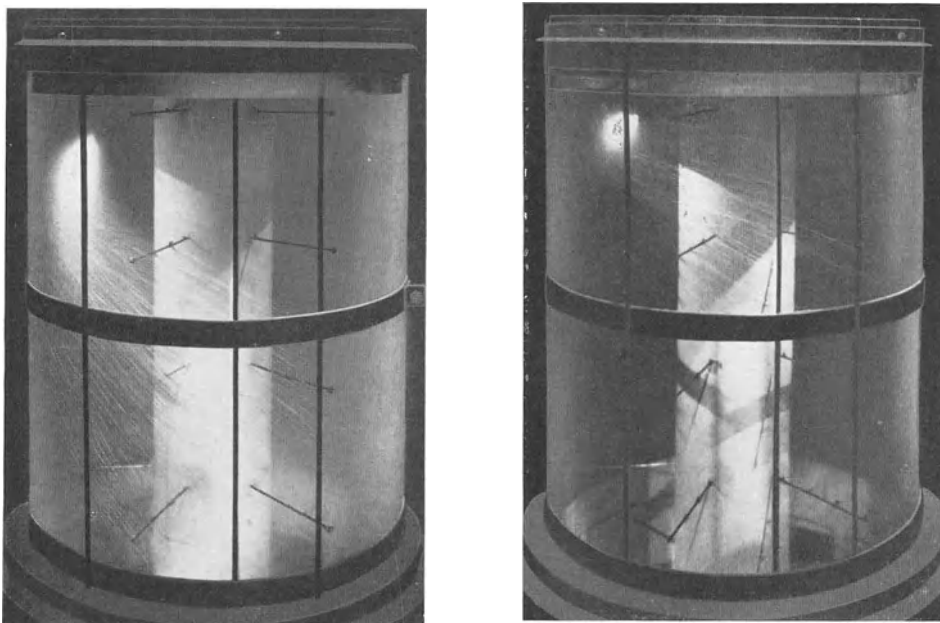


Abb. 8. Luftströmung im Versuchszyylinder (Starke Luftdrehung).

unter bestimmtem Winkel angeordnete Schlitze in den Zylinder ein, vollführt hier mit einer abgestimmten Winkelgeschwindigkeit eine schraubenlinienartige Bewegung und tritt nach einer Drehung von etwa 540° durch die auf der gegen-

überliegenden Seite liegenden Auspuffschlitze aus. Die Schraubbewegung der Luft erhält sich auch nach Abschluß der Spül- und Auspuffschlitze durch den Kolben, nur verläuft sie mit abnehmender Höhe des Verdichtungsraumes all-

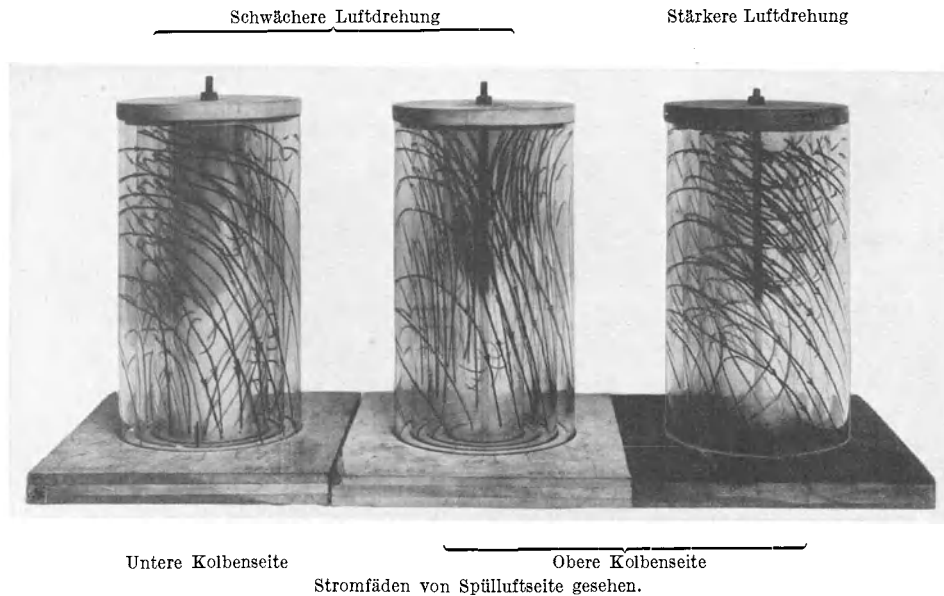


Abb. 9. Luftströmungsmodelle.

mählich immer flacher, bis sie in nahezu rein drehende Bewegung übergeht. Die Winkelgeschwindigkeit der Drehung ist so bemessen, daß sie unter Berücksichtigung der unvermeidlichen Dämpfung durch die Luftreibung während des Aufwärtsganges des Kolbens zu dem Bild der Brennstoffstrahlen (vgl. Abb. 16) paßt.

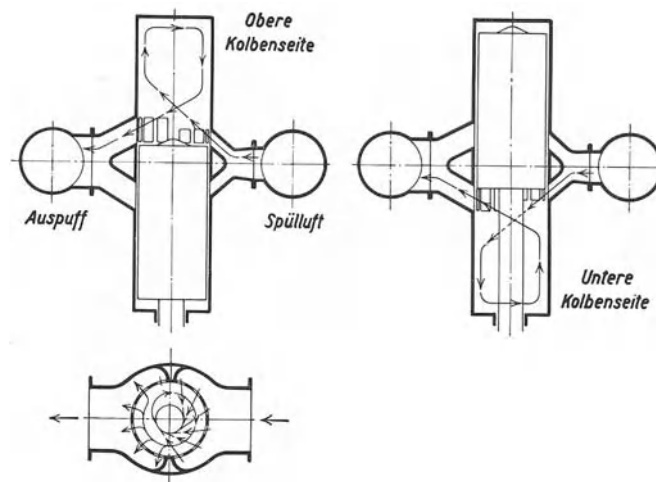


Abb. 10. Spülverfahren der AEG.

Um ganz sicher zu gehen, wurde das gußeiserne Zylindermittelstück, das die Spül- und Auspuffschlitze enthält (vgl. Abb. 27 und 28), mit drei verschiedenen Spülschlitzneigungen ausgeführt, die alle beim Vorversuch ein gutes Strömungsbild ergeben hatten, und diese drei Gußstücke wurden dann nacheinander in der

laufenden Maschine ausprobiert, ohne sonst das geringste an der Maschine zu verstellen. Erst hierauf wurde die beste Schlitzanordnung für die Fabrikation freigegeben.

In Abb. 11 sind dem von der AEG benutzten Spülverfahren die von einigen anderen führenden Firmen gewählten Konstruktionen gegenübergestellt. Es ist bekannt, daß auch mit diesen Anordnungen Erfolge erzielt wurden. Die von der MAN und von Krupp angenommenen Spülmethoden haben den Vorteil, daß sie eine kurze Baulänge des Kolbens ermöglichen (in Abb. 11 ist dies nur beim dritten Bild, der Bauart von Krupp, angedeutet), weil bei dem wagerechten Spülufteintritt die gleichen Spülschlitze abwechselnd für die obere und untere Kolben-seite benutzt werden können. Will man jedoch außer einer guten Spülung auch eine Luftdrehung erreichen, die bei der kompressorlosen Betriebsweise notwendig ist, so erscheint es nach den oben beschriebenen Versuchen unerlässlich,

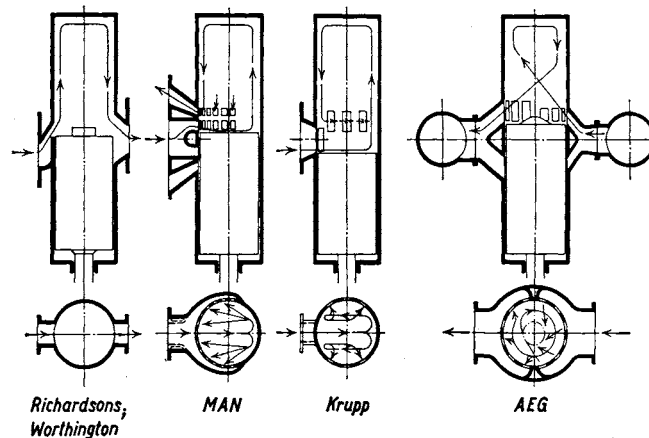


Abb. 11. Verschiedene Spülverfahren bei Zweitaktmotoren.

den Spülschlitzen der oberen und unteren Seite je eine axiale Neigung zu geben, weil die Spülluft sonst nicht schnell genug in die entfernteren Teile des Zylinders vordringt, sondern nur eine drehende Bewegung in ganz flachen Spiralen ausführt. Die durch Verwendung zweier Spülschlitze bedingte etwas größere Baulänge des Kolbens und Bauhöhe der Maschine dürfte aber durch die im übrigen mit der kompressorlosen Betriebsweise erzielte Vereinfachung der Maschine reichlich wieder aufgewogen werden.

II. Die Formgebung der Verbrennungsräume.

In jeder Verbrennungskraftmaschine ist die Güte der Verbrennung in erster Linie von der Herstellung eines guten Gemisches von Brennstoff und Luft abhängig. „Möglichst gleichmäßige räumliche Verteilung des Brennstoffes über den ganzen Brennraum“ lautet die Forderung, deren Erfüllung bei der mit Druckluft einblasung arbeitenden Dieselmachine, nachdem genügende Erfahrungen vorliegen, keine besonderen Schwierigkeiten mehr bereitet. Die nahezu mit Schallgeschwindigkeit in den Brennraum eintretende Einblaseluft zerstäubte den Brennstoff nicht nur, sondern sorgte auch durch Prallwirkung und Wirbelbildung für seine gute Verteilung im Brennraum. Beim kompressorlosen Motor liegen die

Verhältnisse anders: hier muß das Aufprallen der Brennstoffstrahlen auf den Kolbenboden bzw. die Wand des Brennraumes durchaus vermieden werden, denn der unter Druck zerstäubte Brennstoffstrahl ist nicht elastisch genug, um von der Wand vollkommen zurückgeworfen zu werden; ein Teil der Brennstofftropfen schlägt sich an der Wand nieder und ist, wenn er auch wegen der erhöhten Wandtemperatur nachträglich verdampfen und verbrennen mag, doch für die rechtzeitige Verbrennung zusammen mit dem Hauptteil des Brennstoffes verloren. Die Brennstoffstrahlen des kompressorlosen Dieselmotors müssen daher so gerichtet sein, daß sie überall freien Raum zur Entwicklung haben und dabei doch den Inhalt des Brennraumes nach Möglichkeit ausfüllen. Hesselman¹ hat eine Brennraumform angegeben, welche diesen Bedingungen nachkommt und sich der Form der unter Druck eingespritzten Brennstoffstrahlen, die uns aus den Aufnahmen der Amerikaner Miller und Beardsley² bekannt ist (Abb. 12),

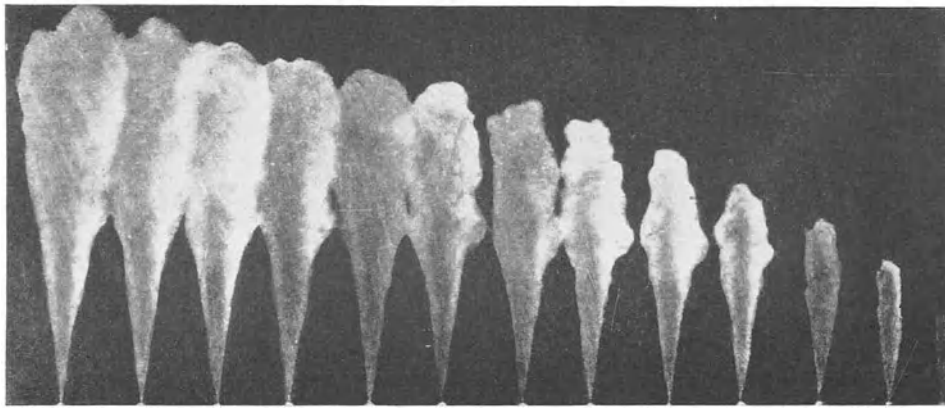


Abb. 12. Filmaufnahme eines Ölstrahles in verdichtetem Stickstoff nach Miller und Beardsley, Öldruck 560 atü; Gasdruck 21 atü.

sehr gut anpaßt. Bei der Brennraumform von Hesselman ist der Kolbenboden in der Mitte hochgezogen, so daß er die Form eines Kegels mit abgerundeter Spitze annimmt und der Brennraum entsprechend dem allmählich wachsenden Durchmesser der Brennstoffstrahlen von der Mitte nach dem Umfang zu an axialer Länge zunimmt. Die von Hesselman zunächst für den Bau kompressorloser Viertaktmotoren mit Erfolg benutzte Brennraumform läßt sich ohne weiteres auch auf den Zweitakt übertragen (Abb. 13), wobei man einen Teil der Ringwulstfläche, die den Brennraum am äußeren Umfang abgrenzt, in den Zylinderdeckel legen wird, um eine für die Umlenkung der Spülluft geeignete Fläche zu schaffen. Der auf dem Kolbenrand sitzende Kragen schützt die Brennstoffstrahlen vor dem Aufprallen auf die gekühlte Wand der Laufbüchse, an der sie kondensieren könnten, eine Gefahr, die bei größeren Zylinderdurchmessern übrigens nicht erheblich ist, da die Reichweite der Strahlen meist kleiner als der Zylinderradius ist. Der Kolbenkragen hat außerdem den Vorteil, daß man durch ent-

¹ Hesselman, K. J. E.: Hochdruckölmotor mit Einspritzung des Brennstoffes ohne Druckluft. Z. V. d. I. Bd. 67, S. 658. 1923.

² Miller, H. E. und E. G. Beardsley: Spray Penetration with a Simple Fuel-injection Nozzle. Washington 1926.

sprechende Bemessung seiner radialen Stärke dem Brennraum unter Einhaltung des durch das Verdichtungsverhältnis vorgeschriebenen Inhaltes eine Form geben kann, die mit dem Profil der Brennstoffstrahlen nahezu übereinstimmt, wie ein Vergleich der Abb. 12 und 13 zeigt. Wenn dies nicht ganz der Fall ist und die Strahlen mit ihrem spitzen Profil den Brennraumquerschnitt nicht völlig ausfüllen vermögen, so neigt man die Achse der Brennstoffstrahlen etwas mehr dem Kolbenboden zu (Abb. 14), etwa so, daß die in der Schnittebene liegende Mantellinie des Strahles in geringem Abstand vom Kolbenboden zu diesem parallel läuft. Dann befindet sich zwar auf der Deckelseite eine Luftschicht, die nicht unmittelbar von den Brennstoffstrahlen durchsetzt wird, die aber doch in hinreichendem Maß an der Verbrennung teilnimmt, weil sie beim Abwärtsgang des Kolbens durch die brennende Zone hindurchexpandieren muß. Versetzt man außerdem noch die im Verdichtungsraum eingeschlossene Luft in Drehung, wozu die Spülschlitze die im ersten Abschnitt besprochene tangentielle Neigung er-

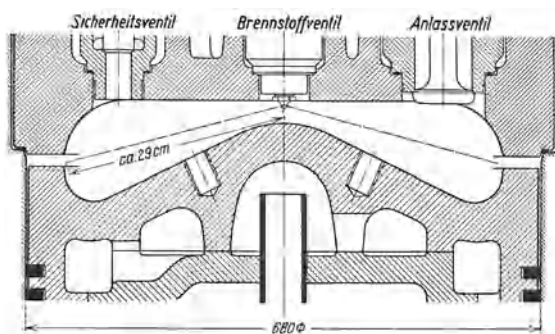


Abb. 13. Oberer Verbrennungsraum (ältere Form).

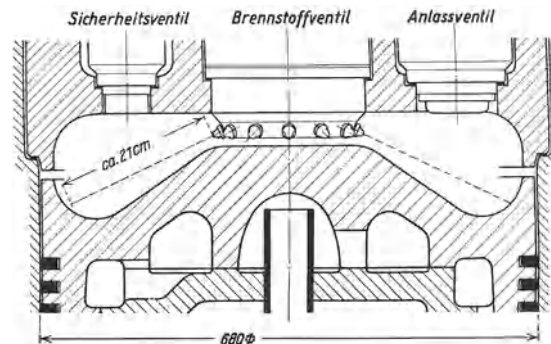


Abb. 14. Oberer Verbrennungsraum (neue Form).

halten, so muß sich eine günstige Mischung von Brennstoff und Luft ergeben, die an Güte dem Brennstoff-Luft-Gemisch der mit Druckluftzerstäubung arbeitenden Dieselmachine nicht nachzustehen braucht.

Wie aus Abb. 13 hervorgeht, wird bei einem Zylinder von 680 mm \varnothing durch die Hesselmanform die notwendige Strahllänge von 34 cm (gleich dem halben Zylinderdurchmesser) auf etwa 29 cm verkürzt. Das ist mit Rücksicht auf die begrenzte Durchschlagskraft der Brennstoffstrahlen in der verdichteten Luft schon eine sehr willkommene Verkleinerung der Strahllänge, die man aber noch weiter verringern kann, wenn man den Brennraum nach Abb. 14 formt. Hier ist nicht eine Düse mit mehreren Bohrungen zentral angeordnet, sondern die Düse ist zu einem Kranz von mehreren Düsen mit je einer Bohrung auseinandergezogen. Der mittlere dem Düsenkranz gegenüberliegende Teil des Kolbenbodens ist eben und läßt zwischen Zylinderdeckel und Kolben nur eine schmale Luftscheibe, deren Volumen noch nicht 1% des Verdichtungsraum Inhaltes beträgt. Der Kolbenkragen ist radial schmaler geworden, der Kompressionsraum derselbe wie früher, aber die Brennstofftropfen brauchen jetzt nur noch einen Weg von etwa 21 cm zurückzulegen, um den Brennraum radial von innen nach außen ganz zu durchschlagen. Da die mangelhafte Durchschlagskraft der Brennstoffstrahlen

bisher ein Haupthindernis für den Bau kompressorloser Dieselmotoren von großem Zylinderdurchmesser war, so bedeutet diese neue Formgebung des Brennraumes einen erheblichen Schritt vorwärts in der Entwicklung der Strahleinspritzmaschine für große Leistungen.

Auf der unteren Kolbenseite eines doppeltwirkenden Zweitaktmotors braucht man um die Reichweite der Brennstoffstrahlen weniger besorgt zu sein. Die durch-

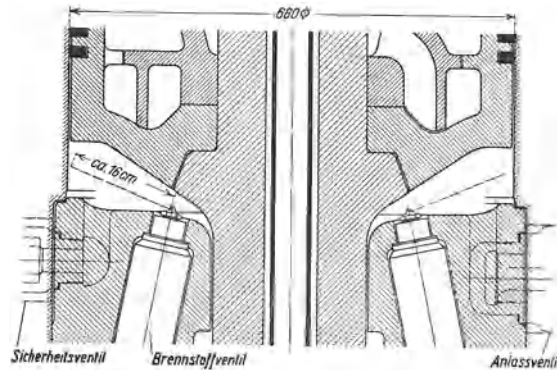


Abb. 15. Unterer Verbrennungsraum.

gehende Kolbenstange zwingt zur Anordnung der Brennstoffventile schon in erheblichem Abstand von der Zylinderachse (Abb. 15), so daß die Brennstoffstrahlen nur noch einen stark verkürzten Weg zurückzulegen brauchen, der hier ungefähr 16 cm beträgt. Diese Strecke ist so kurz, daß der Kragen auf dem Kolben entbehrlich wird oder gar fehlen muß, weil der Brennraum sonst eine zu große Ausdehnung in axialer Richtung erhielte, wodurch die Übereinstimmung

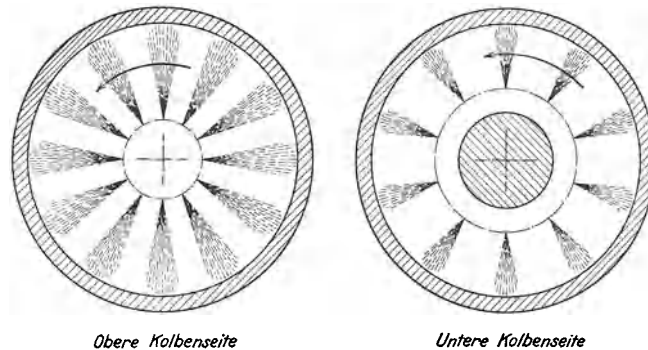


Abb. 16. Anordnung der Brennstoffstrahlen.

zwischen Strahlenform und Brennraumprofil mangelhaft werden könnte. Unter Umständen kann es sogar nötig werden, die Brennstoffstrahlen in Richtung der Luftdrehung etwas zu schwenken, um ihnen mehr Entwicklungsraum zu geben und ein Auftreffen auf die gekühlte Laufbüchse zu vermeiden. Andererseits ist aber die Unterbringung der Brennstoffventile im unteren Zylinderdeckel — es müssen stets deren mehrere vorgesehen werden, weil es unmöglich ist, von einem Brennstoffventil aus den ganzen Ringraum zu bestreichen — nicht gerade bequem, aber immer noch leichter als bei mechanisch gesteuerten Ventilen, bei

denen das Steuerungsgestänge auf engem Raum untergebracht werden muß. Sehr vorteilhaft ist die nach Hesselmanns Vorschlag ausgeführte Anordnung der Brennstoffventile in unmittelbarer Nähe der Kolbenstange, so daß die Brennstoffstrahlen von der Kolbenstange weg gerichtet sind und die Stange nicht von den Flammen getroffen werden kann. Ein Anbrennen der Kolbenstange ist dadurch ausgeschlossen; die Stange wird vielmehr auch bei Vollast nur mäßig warm, zumal da ihr Hohlraum beständig vom Kühlmittel durchflossen wird, und kann während des Betriebes bequem von Hand angefaßt werden.

Abb. 16 zeigt die Strahlenbilder des oberen und unteren Verbrennungsraumes einer doppeltwirkenden Zweitaktmaschine der Bauart AEG-Hesselmann. Im oberen Raum sind 12, im unteren 10 Brennstoffstrahlen vorgesehen. Die in den Brennräumen eingeschlossene Luft würde bei ruhendem Zylinderinhalt nicht völlig vom Brennstoff beaufschlagt werden; es würde ein Luftzwischenraum zwischen je zwei Strahlen übrigbleiben, der keinen Brennstoff erhält. Die Luft muß daher, wie schon im ersten Abschnitt erwähnt, in Drehung versetzt werden. Hesselmann hat zuerst darauf hingewiesen, daß die Luftdrehung gerade so groß sein muß, daß während der Einspritzung ein Zentriwinkel gleich dem Abstand zweier Brennstoffstrahlen zurückgelegt wird. Dann gelangt praktisch jedes Brennstoffteilchen mit der Luft einmal, aber auch nicht mehr als einmal, in Berührung, und die Mischung ist so vollkommen wie möglich. Hierauf muß bei der Konstruktion der Spülschlitze und der Bestimmung ihrer Neigungswinkel sorgfältig Rücksicht genommen werden.

III. Brennstoffventile, Brennstoffleitungen und Brennstoffpumpen.

Da sich der kompressorlose Dieselmotor sehr hoher Pumpendrucke zur Zerstäubung und Verteilung des Brennstoffes bedient, so müssen alle brennstoffführenden Teile besonders durchgebildet werden. Lediglich die weiter unten noch zu besprechende Brennstoffpumpe kann grundsätzlich von der gleichen Bauart wie beim gewöhnlichen Dieselmotor sein, nur daß natürlich auch ihre Konstruktion den hohen Flüssigkeitsdrücken Rechnung zu tragen hat; bei allen andern dem Brennstoffdruck ausgesetzten Teilen, wie Leitungen, Filtern und vor allem den Brennstoffventilen, müssen grundsätzlich neue Wege eingeschlagen werden. Infolge der hohen Drücke macht sich die Kompressibilität des Treiböles sehr bemerkbar; bis zu 20% seines nutzbaren Hubes muß der Brennstoffpumpenstempel zurücklegen, nur um das Treiböl auf den Einspritzdruck zusammenzupressen, ehe die Einspritzung beginnen kann. Es ist also der Beginn der Berührung zwischen Brennstoffpumpenrolle und Nocken nicht etwa identisch mit dem Anfang der Brennstoffeinspritzung; vielmehr liegt zwischen beiden eine erhebliche Zeitspanne, der „Einspritzverzug“, zu dem noch der „Zündverzug“ kommt, d. i. die vom Beginn der Einspritzung bis zur Zündung verstreichende Zeit, bis der Anstieg der Verbrennungslinie im (versetzten) Indikatorgramm den Anfang der Verbrennung anzeigt. Bei der Formgebung und Einstellung der Brennstoffnocken müssen diese Verhältnisse sorgfältig beachtet werden. Daß sich in den Brennstoffdruck-

leitungen keine Luftsäcke, selbst nicht die kleinsten, befinden dürfen, ist selbstverständlich, denn jede Luftblase würde dadurch, daß sie wie ein Windkessel wirkt, den Einspritzvorgang verwischen, weil die Proportionalität zwischen Stempelhub und Geschwindigkeit des Brennstoffes in den Düsenbohrungen gestört wäre. Auch das „Atmen“ der Brennstoffdruckleitungen und Brennstoffventilgehäuse kann, wenn diese zu schwach ausgeführt werden, im gleichen Sinn störend wirken; die Rohrleitungen müssen daher sehr starkwandig und gleichzeitig wegen der Zusammendrückbarkeit des Treiböles mit möglichst kleinem

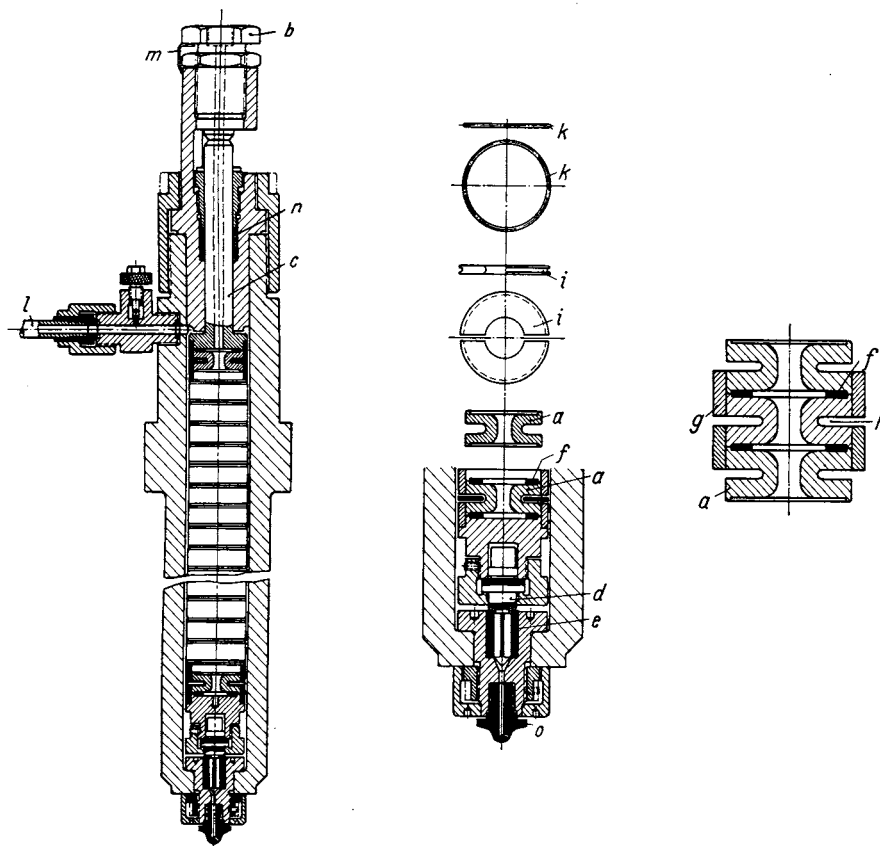


Abb. 17. Oberes Brennstoffventil.

Innendurchmesser ausgeführt werden. Auch innerhalb der Brennstoffventile und der in der Druckleitung liegenden Filter sind die eingeschlossenen Ölmengen so klein wie möglich zu halten.

Von entscheidendem Einfluß auf die Güte der Verbrennung ist das Brennstoffventil, für das Hesselman eine neue und zweckmäßige Form (Abb. 17) geschaffen hat. Die beim Dieselmotor sonst gebräuchliche Nadel ist mit ihrer verhältnismäßig schweren Masse zu träge, um den notwendigen schnellen Ventilschluß nach Unterbrechung der Brennstoffpumpenförderung herbeiführen zu können. Schließt das Ventil am Ende der Einspritzung nicht augenblicklich, so tropft die Düse nach, und eine saubere Verbrennung ist nicht zu erreichen. Der schnelle Ventilschluß macht die Verwendung eines Ringsitzes von möglichst großem Durchmesser nötig, damit der Hub klein gehalten werden kann, und das

erfordert wiederum die Anwendung sehr großer Schließkräfte, die bei großen Ventilen bis zu 2000 kg betragen können. Für solche Kräfte sind Spiralfedern nicht mehr zu gebrauchen, für die auf der unteren Deckelseite auch kein Platz vorhanden wäre. Hesselman verwendet daher gehärtete Membranplatten *a* (Abb. 17), die durch die Druckschraube *b* unter Vermittlung des Druckstückes *c* zusammengespant werden und den Ventilkopf *d* mit großer Kraft auf den Ventil-sitz *e* pressen. Diese beiden Teile sind aus sehr hartem Sonderstahl angefertigt. Von den Membranen sind je nach der Größe des Ventiles 12 bis 15 Platten aufeinander-geschichtet, wobei die ungeteilten Ringe *f* für genaue Zentrierung sorgen.

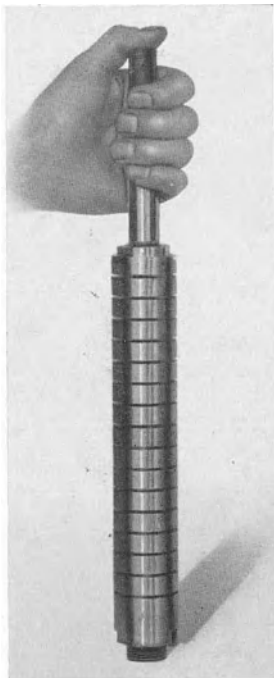


Abb. 18. Membranfeder.

Damit der Maschinist bei einer Überholung des Brennstoffventiles die Membranplatten nicht einzeln herauszunehmen braucht und sie beim Wiederausbauen nicht von neuem aufbauen muß, ist die ganze Membransäule durch Schrupfringe *g* zu einem einzigen Stück verbunden, das wie eine Spiralfeder herausgezogen und wieder eingesetzt werden kann (Abb. 18). Der Ringraum *h* jeder Membranplatte (Abb. 17, Nebenfigur) ist zur Verringerung der im Brennstoffventil befindlichen Ölmenge durch Halbringe *i* ausgefüllt, die mittels eines Feder-ringes *k* zusammengehalten werden. Alle Membran-platten *a* sowie das Druckstück *c* sind axial durch-bohrt, und die Bohrung steht mit der Atmosphäre in Verbindung, damit die Membranplatten unter der Wir-kung des von außen durch die Brennstoffleitung *l* zu-tretenden Drucköles durchfedern können. Übrigens ist diese Durchfederung nur sehr gering, da schon ein Niederschrauben der Druckschraube *b* um nur 1,5 mm genügt, um die Membranfeder mit 1000 bis 2000 kg vorzuspannen. Die Vorspannung wird am Zeiger *m* ab-gelesen, damit der Maschinist sie jederzeit wiederfinden kann. Zu der Vorspannung tritt dann noch im Betrieb

die durch den Ventilhub verursachte zusätzliche Spannung, die aber nur eine geringe Vergrößerung der Beanspruchung der Membranplatten bewirkt, weil der Hub des Ventilkopfes *d* selbst bei Vollast nur ein bis anderthalb Zehntel Millimeter beträgt. Durch diesen winzigen Hub, die geringe Masse der bewegten Teile und die große Kraft der Membransäule sind alle Vorbedingungen für ein äußerst rasches Schließen des Brennstoffventiles nach Unterbrechung der Treiböl-förderung gegeben.

Zu erwähnen ist noch, daß innerhalb der Stopfbüchse *n*, die gegen den hohen Brennstoffdruck dichten muß, während des Betriebes kein Gleiten stattfindet, denn das Druckstück *c* bewegt sich in der Stopfbüchse *n* nur beim Einstellen der Vorspannung der Membransäule, wenn die Druckschraube *b* gedreht wird, bleibt aber während des Betriebes in Ruhe. Die Verwendung einer Brennstoffnadel dagegen würde diesen Vorteil ausschließen.

Ein sehr wichtiger Teil des Brennstoffventiles ist ferner die Düse (*o* in Abb. 17), über die bereits an anderer Stelle¹ Mitteilungen gemacht wurden. Sie muß wegen des kleinen Brennstoffvolumens mit viel größerer Genauigkeit als beim Dieselmotor mit Drucklufteinblasung ausgeführt werden, arbeitet aber dann nicht weniger zuverlässig als dort.

Die Notwendigkeit, nach dem Unterbrechen der Brennstoffeinspritzung ein absolut dichtes Schließen des Brennstoffventiles herbeizuführen, bedingt eine sorgfältige Reinigung des Treiböles von allen größeren mechanischen Verunreinigungen, die zwischen die Ventilsitzflächen gelangen könnten. Hesselman schaltet deshalb in die Brennstoffleitung zwischen Pumpe und Brennstoffventil ein Feinfilter von besonders sinnreicher Konstruktion ein, dessen Wirkungsweise aus Abb. 19 hervorgeht. Da Tuchfilter oder Siebe aus Messing- oder Kupfergaze in der Druckleitung zu vermeiden sind, damit nicht losgelöste Teilchen derselben in den Sitz des Brennstoffventiles gelangen können, so besteht das Hesselmanfilter aus Stahl, was diese Gefahr ausschließt. Das Treiböl verteilt sich in den Rillen b_1 einer Stahlpatrone *a* und muß sich, um weiterströmen zu können, über die Stege *h* in die benachbarten Rillen b_2 zwingen. Durch genaues Aufreiben der Bohrungen des Filtergehäuses und Schleifen der Stahlpatronen *a* hat man es in der Hand, den Filterspalt, der hier die Maschen vertritt, nahezu beliebig klein zu machen. Ist der Durchmesser der Stahlpatrone z. B. um 0,04 mm kleiner als die Bohrung, so wird der Spalt 0,02 mm breit; also werden alle Verunreinigungen, die einen größeren Durchmesser als $\frac{1}{50}$ mm haben, sicher aufgefangen. Das Filter kann so gebaut werden, daß es während des Betriebes umschaltbar ist, wie die Winkelhähne *c* und *d* in Abb. 19 andeuten. Das zu reinigende Treiböl tritt bei *e* ein und aus dem Ringraum *f* in die Kanäle b_1 , von dort in die benachbarten Kanäle b_2 und den Ringraum *g* und verläßt das Filter durch den Winkelhahn *d*. Zum Reinigen einer Filterpatrone kann diese am Gewindezapfen *k* leicht herausgezogen werden, nachdem die Kapselmutter *i* entfernt ist.

Außer dieser Reinigung des Treiböles empfiehlt sich noch eine sorgfältige Vorfiltrierung durch Tuch- oder Gazefilter, die in die Brennstoffleitung zwischen Tagestank und Brennstoffpumpe geschaltet werden, wobei es vorteilhaft ist, das Treiböl vorzuwärmen, etwa wie bei dem von der Deutschen Werft angegebenen Treibölfilter, weil sich die Schmutzteilchen dann leichter entfernen lassen. Auch ein Zentrifugieren des Treiböles vor Eintritt in die Brennstoffpumpe kann besonders bei asphalthaltigem Treiböl nützlich sein.

Abb. 19 zeigt einen Querschnitt durch den Brennstoff-Feinfilter. Die Beschriftungen *i*, *k*, *t*, *g*, *a*, *d*, *c*, *f*, *e*, *b*₂, *b*_{1 und *o* sind im Querschnitt zu sehen. Rechts daneben sind drei Detailansichten des Filters: oben eine Draufsicht auf die Rillen *a*, *b*₂ und *b*₁; in der Mitte eine Draufsicht auf die Stege *h* und die Rillen *b*₁, *b*₂; unten eine Draufsicht auf die Stege *h* und die Rillen *b*₁, *b*₂.}

Abb. 19. Brennstoff-Feinfilter.

¹ Vgl. Werft — Reederei — Hafen Jg. 8, S. 189. 1927.

Eine Erscheinung, mit der man beim älteren Dieselmotor nicht zu rechnen brauchte, sind die Schwingungen des Treiböles in der Brennstoffdruckleitung. Die Brennstoffsäule zwischen Pumpe und Einspritzventil hat eine gewisse Masse, ist (ebenso wie die Rohrwandungen) elastisch und wird vom Pumpenstempel in periodische Bewegungen versetzt, so daß alle Vorbedingungen zur Entstehung von Schwingungen gegeben sind. Die genauere Untersuchung zeigt, daß von dem in Bewegung befindlichen Pumpenstempel zwei Systeme veränderlicher Pressungen in dem Rohr erzeugt werden, nämlich Druckwellen und Geschwindigkeitswellen, die sich beide mit Schallgeschwindigkeit (etwa 1400 m/sk) im Treiböl fortpflanzen und sich überlagern, ohne sich gegenseitig zu stören. Der hydrodynamische Zustand der Flüssigkeitssäule ergibt sich in jedem Augenblick aus der algebraischen Summe der jeweiligen Druck- und Geschwindigkeitswelle.

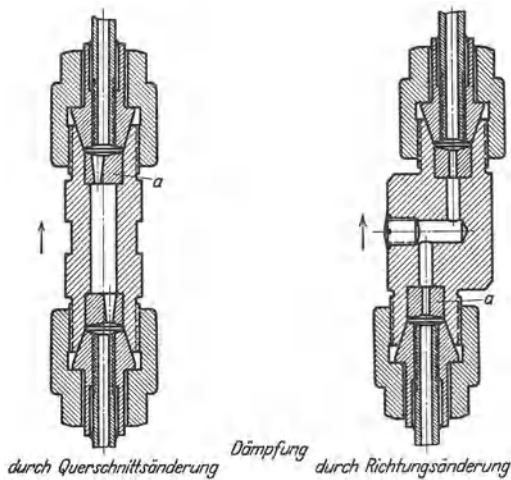


Abb. 20. Schwingungsdämpfer in Brennstoffdruckleitungen.

Die numerische Durchrechnung¹ der Brennstoffdruckleitungen von Maschinen der hier besprochenen Größe ergibt, daß in der 8 bis 10 m langen Leitung während der Einspritzperiode eine Druckwelle zwei- bis dreimal zwischen Brennstoffpumpe und Brennstoffventil hin und her eilt. Namentlich die dritte Welle kann störend wirken, wenn der Druck nach Schluß des Brennstoffventils nicht tief genug abgesenkt oder die Welle nicht sonst irgendwie unschädlich gemacht wird. Hier können Schwingungsdämpfer (Abb. 20), die in die Druckleitung eingeschaltet werden, von Vorteil sein. Im übrigen haben Versuche an der ausgeführten Maschine ergeben, daß die Schwingungen der Ölsäule nicht so gefährlich sind, als daß ihr Einfluß auf den Einspritzvorgang durch geeignete Abstimmung der Membranspannung, Leitungslänge und -durchmesser und Brennstoff-Nockenform nicht auf ein zulässiges Maß zurückgeführt werden könnte.

Die Brennstoffpumpe eines kompressorlosen AEG-Hesselman-Motors (Abb. 21) unterscheidet sich nicht wesentlich von der bekannten Bauart; sie verwendet nur Konstruktionselemente, die der Dieselmotorenbau längst zu beherrschen gelernt hat. Es ist nur nötig, die Pumpe dem hohen Flüssigkeitsdruck anzupassen und dem Brennstoff nirgends die Möglichkeit der Luftsackbildung zu geben. Für den Antrieb des Pumpenstempels wird der Nocken mit Rolle und Rollenführung bevorzugt, weil man es hiermit besser als beim Exzenterantrieb in der Hand hat, eine gute Form des Indikatordiagramms mit nicht zu raschem Druckanstieg zu erreichen. Die Regulierung geschieht in bekannter Weise durch Verdrehen der Welle w , auf welcher der Hebel r exzentrisch gelagert ist, der das

¹ Diese Berechnungen wurden von Herrn Prof. Schwerin, AEG-Turbinenfabrik, in dankenswerter Weise durchgeführt.

Saugventil s zur Unterbrechung der Pumpenförderung aufdrückt. Der Hebel r erhält seine schwingende Bewegung von der Stange t , die durch den Hebel h von der Rollenführung aus bewegt wird. Während des Anlassens der Maschine, solange die betreffende Zylinderseite mit Anlaßluft fährt, drückt der auf der Manövrierwelle m aufgekeilte Nocken n den Hebel h hoch und bringt dadurch die Rollenführung mit der Rolle aus dem Bereich des Brennstoffnockens, so daß kein Brennstoff gefördert wird. Das Spiel zwischen Rolle und Nocken kann durch die Doppelmutter q , von denen sich beim Abwärtsgang der Rollenführung die

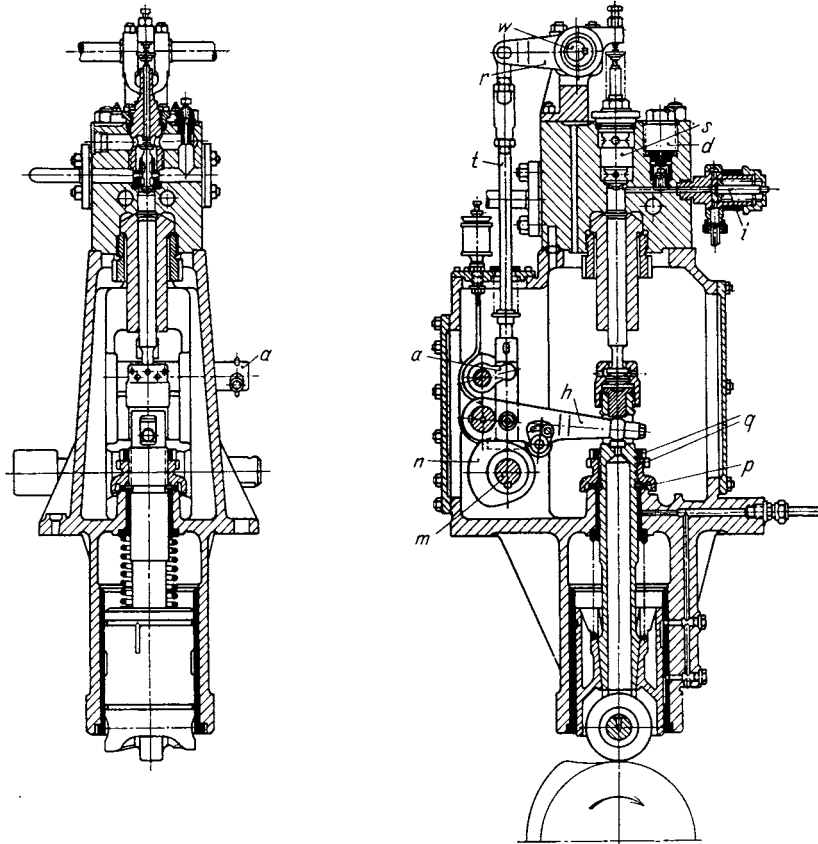


Abb. 21. Brennstoffpumpe.

untere auf die gehärtete Stahlplatte p legt, auf das gewünschte Maß eingestellt werden. Die Handabstellung a gestattet, nötigenfalls eine Zylinderseite außer Betrieb zu setzen. Das Druckventil d hat dieselbe Funktion wie bei jeder anderen Brennstoffpumpe, während das Sicherheitsventil i ein unzulässiges Ansteigen des Druckes verhindern soll, wenn der Widerstand in der Druckleitung aus irgendeinem Grunde wächst.

IV. Der Aufbau des Arbeitszylinders.

Sehr zur Geltung kommt die Einfachheit der doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktmaschine im Aufbau des Arbeitszylinders. Da alle mechanisch gesteuerten Ventile wegfallen und die übrigbleibenden während des Betriebes so gut wie keine Bewegung machen, so erhält der Zylinder ein ruhiges Aussehen

und kann, von allem Gestänge befreit, trotz der an den Seiten entlanggeführten Spül- und Auspuffleitung gut zugänglich gemacht werden. Er muß ferner so gebaut werden, daß der Kraftfluß einfach ist, daß kein Teil sich unzulässig erwärmen kann und die unvermeidlichen Wärmedehnungen kein Verziehen oder Verspannen bewirken können. Schließlich soll er auch mit Bordmitteln einfach zu montieren und demontieren sein, und die einzelnen Teile dürfen daher kein zu großes Gewicht haben.

Die Abb. 22 bis 31 zeigen, wie der doppeltwirkende Zweitaktmotor der AEG sieben Forderungen nachzukommen sucht. Die aus geschmiedetem Stahl angefertigten Laufbüchsen l (Abb. 22) stützen sich mit ihrem oberen bzw. unteren

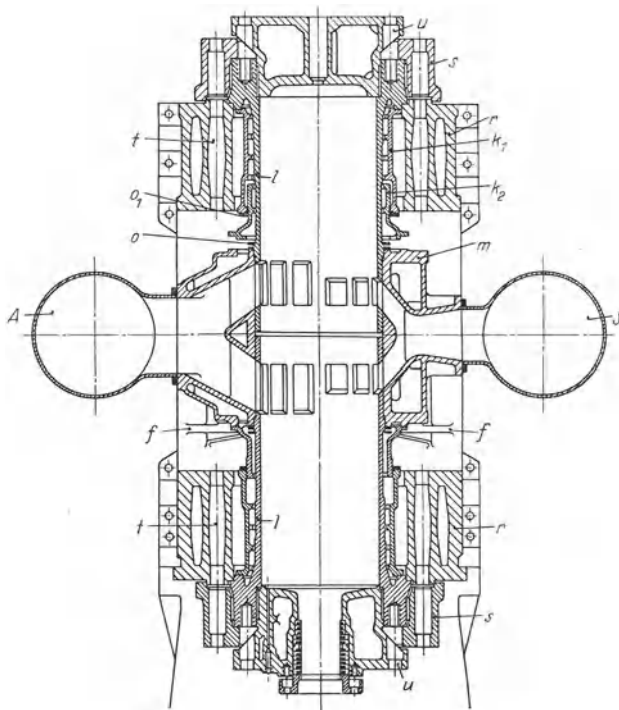


Abb. 22. Zylinderrahmen mit Laufbüchsen.

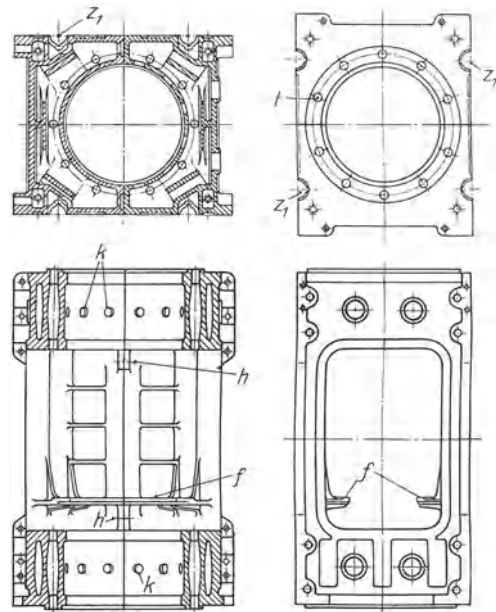


Abb. 23. Zylinderrahmen.

Flansch auf den gußeisernen Zylinderrahmen r , der unmittelbar auf den Maschinenständern ruht und durch Zuganker (z, z_1 in Abb. 29) mit der Grundplatte verbunden ist. Stahlgußringe s (Abb. 22) drücken die Laufbüchsen gegen den Rahmen, mit dem sie durch kurze Zuganker t verschraubt sind. Die Zylinderdeckel werden von Stiftschrauben u gehalten, die in den Laufbüchsenflansch eingesetzt sind, so daß die auf die Deckel wirkenden Verbrennungsdrücke durch die Schrauben u auf den Laufbüchsenflansch, von diesem auf die Stahlgußringe s und durch die kurzen Anker t auf die kräftige obere bzw. untere Gurtung des Rahmens r übertragen werden, von wo aus sie auf kurzem Weg in die durchgehenden Zuganker (z_1, z , Abb. 23 und 29) gelangen. Die Laufbüchsen l können sich an ihren einander zugekehrten Enden frei ausdehnen, wozu sie in dem Zylindermittelstück m , das die Führungskanäle für die Spülluft und den Auspuff enthält, gleiten können. Wegen dieser Kanäle bildet das Mittelstück m unver-

meidlich ein nicht ganz einfaches Gußstück, das zudem von den Auspuffgasen einseitig erwärmt wird; es soll daher möglichst von allen mechanischen Beanspruchungen frei bleiben. Das wird hier dadurch erreicht, daß es auf einem am Zylinderrahmen r angegossenen Flansch f (Abb. 22, 23, 24) ruht, so daß es nur dem geringen Spülluftdruck und dem Reaktionsdruck der ausströmenden Auspuffgase ausgesetzt ist. Von den Verbrennungsdrücken ist es völlig entlastet.

Weil die Laufbüchsen wegen der Wärmedehnungen mit Gleitsitz in das Mittelstück eingesetzt sein müssen, ist eine Stopfbüchse o (Abb. 22 und 25) vorgesehen, die auf der einen Seite gegen die Spülluft bzw. Auspuffgase, auf der anderen Seite

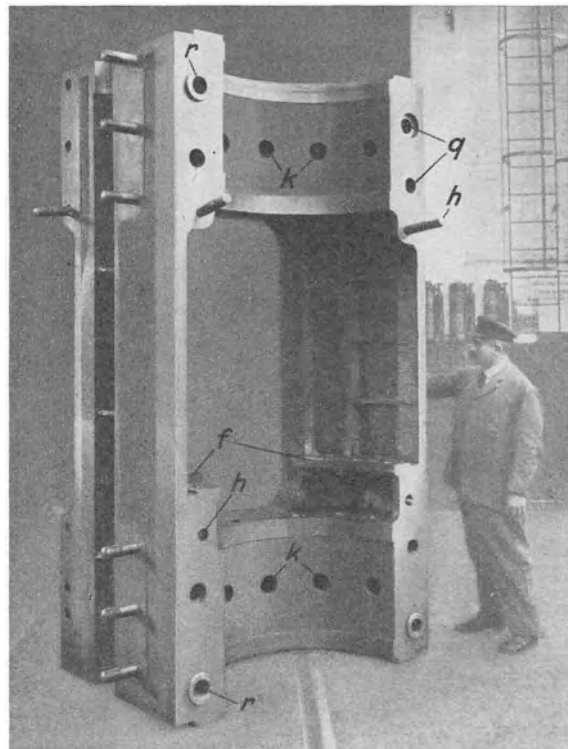


Abb. 24. Zylinderrahmenhälfte.

gegen das Kühlwasser abdichtet. Diese Stopfbüchse hat bei doppeltwirkenden Zweitaktmaschinen zuweilen Anlaß zu Anständen gegeben, denn ihr Platz scheint eine gewisse Unzugänglichkeit zu bedingen. Wird sie undicht, so kann man in die unangenehme Lage versetzt werden, den ganzen Zylinder auseinandernehmen zu müssen. Abb. 22 zeigt, daß man auch Lösungen finden kann, die von diesem Nachteil frei sind: der die Laufbüchse umgebende Kühlmantel besteht aus zwei Teilen k_1 , k_2 (Abb. 22, 25, 29), von denen der kürzere k_2 teleskopartig in den längeren k_1 hineingeschoben werden kann (Abb. 22). Die Stopfbüchse o ist dann durch die große Mittelöffnung des Zylinderrahmens gut zugänglich und kann nötigenfalls neu verpackt werden. Die Teilung der Kühlmäntel bedingt die Verwendung je einer zweiten Stopfbüchse o_1 (Abb. 22 und 25), die aber nur noch die

Kühlwasserräume gegen die Außenluft abzudichten haben und gut zugänglich sind. Durch Laufstege, die über der Spülluftleitung S bzw. Auspuffleitung A angebracht sind (in Abb. 22 nicht gezeichnet), kann die Zugänglichkeit weiter verbessert werden.

Abb. 23 zeigt die Konstruktion des Zylinderrahmens, Abb. 24 eine Zylinder-
rahmenhälfte im Lichtbild. Der Flansch f , auf dem das Zylinder-
mittelstück ruht, ist hier gut zu sehen. Die beiden Rahmenhälften werden für die Bearbeitung
durch vier Heftschrauben h (Abb. 23 und 24), später durch acht Queranker q
(Abb. 24 und 29) zusammengehalten, wobei Zentrierringe r (Abb. 24) die Rahmen-
hälften vor Querverschiebungen schützen. Die Zuganker z_1 (Abb. 23 und 29)
liegen in den zur Längsachse der Maschine senkrechten Teilfugen, an die sich die

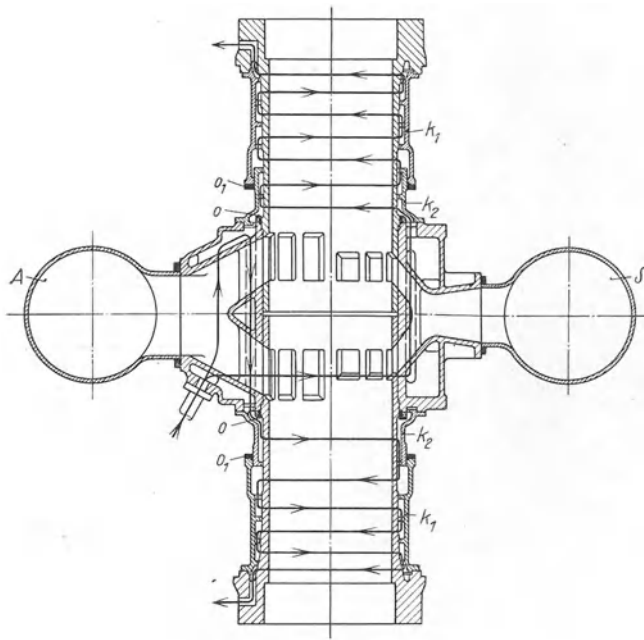


Abb. 25. Zylinderkühlung.



Abb. 26. Obere Laufbüchse mit Kühlmantel.

benachbarten Zylinderrahmen anschließen oder die beim ersten und letzten Zylinder mit ungeteilten Deckeln verschraubt werden. Der in Abb. 23 links oben gezeichnete Horizontalschnitt durch den Rahmen läßt die Verrippung erkennen, durch welche die von den kurzen Zugankern t auf den Rahmen übertragenen Verbrennungsdrücke auf dem kürzesten Weg in die Zuganker z_1 geleitet werden.

Die Hohlräume des Zylinderrahmens führen kein Kühlwasser; die Öffnungen k (Abb. 23 und 24) dienen zum Entfernen des Kernsand. Das Kühlwasser durchströmt nur die engen Räume zwischen den Laufbüchsen und ihren Kühlmänteln sowie die Hohlräume des Mittelstückes. Sein Weg ist in Abb. 25 durch Pfeile angedeutet; es tritt zuerst in das Mittelstück ein, wo es sich in zwei Ströme teilt: der eine kühlt die Auspuffkanäle und Stege, durch die er dem unteren Zylinderkühlmantel zugeführt wird, der andere Strom tritt auf die Spülluftseite über und

fließt durch die Spülluftstege dem oberen Zylindermantel zu. Nach dem Passieren der Kühlmäntel wird jeder Strom in den betreffenden Zylinderdeckel umgeleitet, von wo aus das erwärmte Wasser abfließt. Durch diese Wasserführung wird erreicht, daß die Wandungen des oberen und unteren Verdichtungsraumes nicht zu stark abgekühlt werden, was die Gefahr der Kondensation von Brennstofftröpfchen an der Laufbüchsenwand, besonders im unteren Verbrennungsraum, verringert.

Die Abb. 26 bis 28 zeigen einige Aufnahmen von Teilen des Arbeitszylinders, Abb. 26 die obere Laufbüchse mit dem zugehörigen oberen Kühlmantelteil,

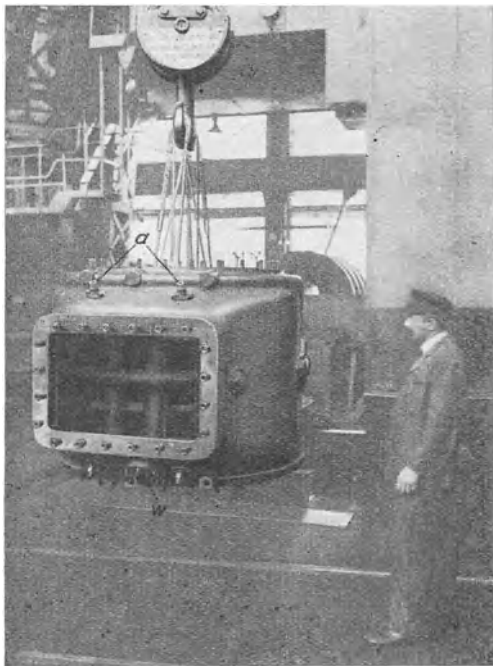


Abb. 27. Zylindermittelstück
(Ansicht von der Auspuffseite).

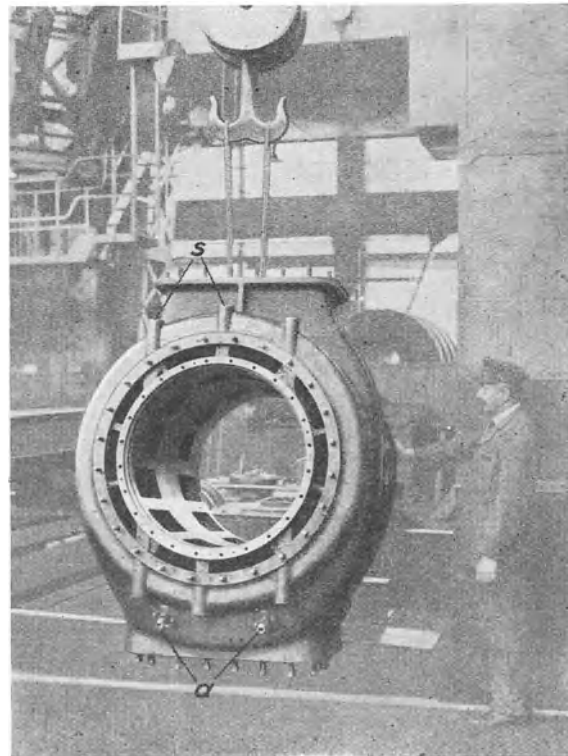


Abb. 28. Zylindermittelstück
(Ansicht von oben).

Abb. 27 und 28 das Zylindermittelstück von der Auspuffseite bzw. von oben gesehen. Die Stützen *s* deuten in Abb. 26 und 28 die Zylinderschmierung an; der Flansch *w* in Abb. 27 ist der Kühlwassereintritt; die Verschraubungen *a* (Abb. 27 und 28) dienen zum Einführen von Pyrometern in die Auspuffschlitze, damit die Auspufftemperaturen der oberen und unteren Kolbenseite getrennt gemessen werden können.

Der geteilte Zylinderrahmen ermöglicht einen bequemen Ausbau der Laufbüchsen mit den Kühlmänteln und dem Zylindermittelstück, ohne daß eine besonders große Ausbauhöhe erforderlich wäre. Der obere Zylinderdeckel und der zugehörige Stahlgußring werden abgenommen und der Kolben mit der Kolbenstange herausgezogen. Der untere Zylinderdeckel wird, wie weiter unten beschrieben, ebenfalls ausgebaut, sein Stahlgußring aber nur heruntergelassen, bis

er sich auf die Querversteifungen der Ständer legt. Dann zieht man diejenigen oberen Zuganker z_1 heraus (Abb. 29), die in der zu entfernenden Mantelhälfte liegen, während die in der andern Mantelhälfte nicht entfernt zu werden brauchen.

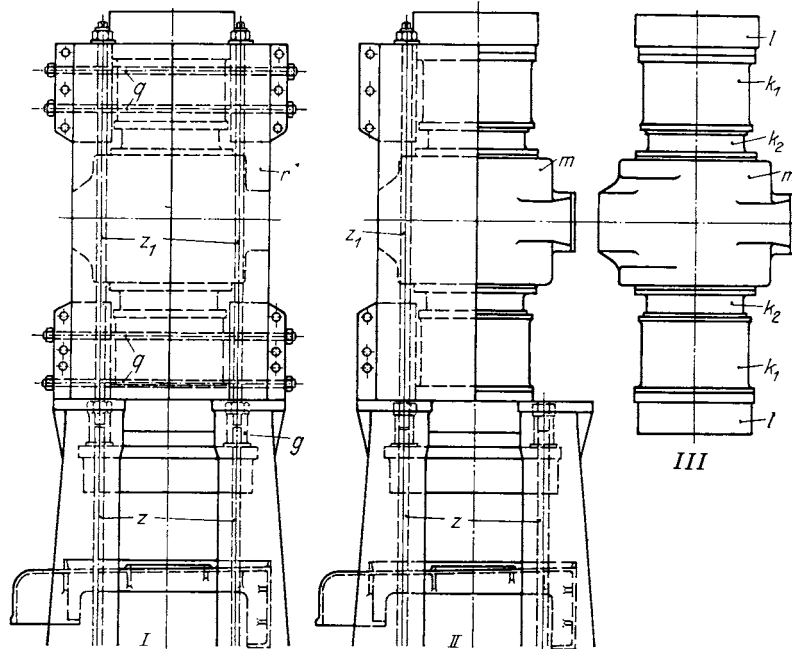


Abb. 29. Ausbau des Zylindermittelstückes mit Laufbüchsen und Kühlmänteln.

Die durchgehenden Zuganker sind zu diesem Zweck unterteilt und die (ungleich langen) Ankerhälften z , z_1 durch Gewindemuffe g verbunden. Man löst die Queranker g und kann jetzt die eine Mantelhälfte in horizontaler Richtung entfernen (Abb. 29, II), worauf die Laufbüchsen mit dem Mittelstück und den Kühlwasser-

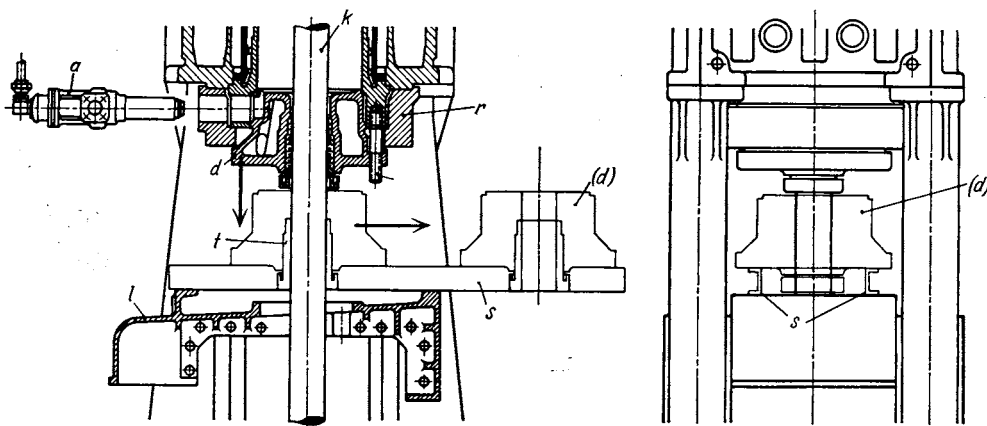


Abb. 30. Ausbau des unteren Zylinderdeckels.

mänteln ebenfalls wagerecht ausgefahren werden können (Abb. 29, III). Der Wiederausbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge.

Soll nur der untere Zylinderdeckel ausgebaut werden (Abb. 30), so zieht man Kolben und Kolbenstange so weit hoch, daß die Stange k den Deckel d freigibt,

worauf dieser mitsamt der Kolbenstangenstopfbüchse t nach Lösen der Muttern b gesenkt und auf einem an der Laterne l befestigten Schlitten s ausgefahren werden kann. Der die untere Laufbüchse haltende Stahlgußring r (Abb. 30) braucht hierbei nicht gelöst zu werden.

Zwischen dem unteren Zylinderdeckel und der das Kurbelgehäuse nach oben abschließenden Laterne l (Abb. 31) ist ein besonders reichlicher Raum vorgesehen,

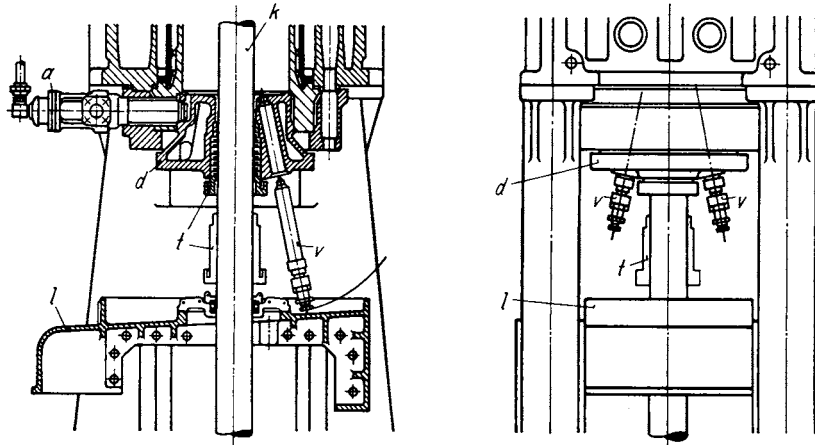


Abb. 31. Ausbau eines unteren Brennstoffventils und der Kolbenstangenstopfbüchse.

um das Arbeiten an der Kolbenstangenstopfbüchse t und den unteren Brennstoffventilen v zu erleichtern. Die bei Mehrzylindermaschinen nur auf der unteren Deckelseite vorgesehenen Anfahrventile a können ohne Demontage anderer Teile leicht ausgebaut werden (Abb. 30 und 31).

V. Das Triebwerk.

Auf die Bauart des Triebwerks eines Dieselmotors hat die kompressorlose Betriebsweise an sich keinen Einfluß; hier kann man der Konstruktionspraxis des älteren Dieselmotorenbaues folgen, der allerdings bezüglich der doppeltwirkenden Zweitaktmaschine noch auf keine langen Borderfahrungen zurückblicken kann. Es mag daher sein, daß die Hauptteile des Triebwerks, nämlich der Kolben, die Kolbenkühlrohre und die Kolbenstangenstopfbüchse, unter der scharfen Belastungsprobe des Bordbetriebes noch einige Änderungen erfahren werden, ehe sie eine Form angenommen haben, die alle berechtigten Anforderungen erfüllt. Durch ein Zusammenarbeiten der Reedereien mit den Dieselmotoren bauenden Firmen wird es aber auch hier möglich sein, das Ziel, die Schaffung einer in allen Teilen betriebssicheren Schiffsmaschine, zu erreichen.

Die von der AEG ausgeführte Kolbenform zeigt Abb. 32. Gegen den Bund b der Kolbenstange k wird die untere Kolbenkappe u durch das aus Stahlguß angefertigte Druckstück d gepreßt; die Pressung übt die aus seewasserbeständiger Bronze bestehende Mutter m aus. Auf den oberen Flansch von d stützt sich der ebenfalls aus Stahlguß gearbeitete Kolbenoberteil o , der durch eine Reihe von Stiftschrauben s mit dem Unterteil verbunden ist. Zwischen d und o liegen Beilagen z , die zur Verlängerung oder Verkürzung des Kolbens dienen, wenn die Ver-

dichtungsräume verkleinert oder vergrößert werden sollen. Auf den Oberteil o stützt sich die obere Kolbenkappe p , deren Verbindungsschrauben q nur den Beschleunigungswiderstand der oberen Kolbenkappe aufzunehmen haben. Am Innenrand der Beilagen z liegt, in Abb. 32 nicht erkennbar, zur Abdichtung der Teilfuge in einer Anfasung des oberen Stahlgußkörpers ein Gummiring, und das gleiche Dichtungsmaterial ist an den Teilfugen zwischen den Innenrändern der Kolbenkappen und den Kolbenkörpern verwendet. Dies erscheint zulässig, weil alle drei Teilfugen in unmittelbarer Nähe des Kühlwassers liegen.

Als Baustoff für die Kolbenkappen wird geschmiedeter Stahl verwendet, wodurch man die Gewähr einer absoluten Sicherheit gegen Kolbenbrüche hat, die Stahlguß oder Gußeisen nicht in gleichem Maße geben können. Natürlich dürfen die Kolbenkappen dann nicht auf den ebenfalls aus Stahl angefertigten Büchsen laufen, aber dies läßt sich leicht dadurch vermeiden, daß die Kolbenkappen im Durchmesser etwas kleiner gedreht sind und die Aufgabe, den Kolben in den Laufbüchsen zu führen, dem geteilten gußeisernen Mantel a übertragen wird, der an den Stahlgußkörpern d und o zentriert und an d auch in axialer Richtung gehalten ist. Bei richtiger Wahl der Durchmesser kann dann eine Berührung zwischen Stahl und Stahl nicht eintreten.

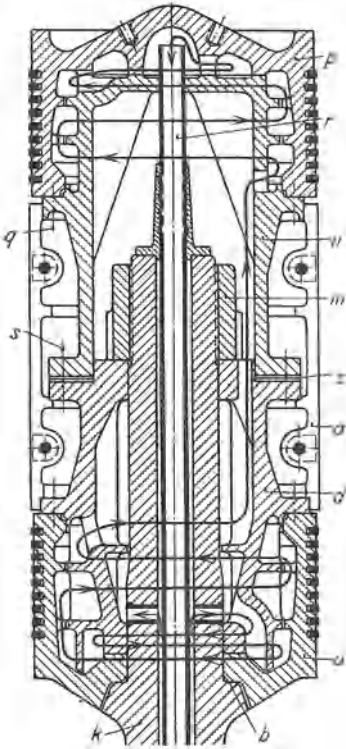


Abb. 32. Kolben.

Die Zuführung des Kühlwassers zum Kolben geschieht in der üblichen Weise durch die hohlgebohrte Stange. In dieser steckt ein Rohr r aus nichtrostendem Stahl, letzteres für den Fall, daß der normal vorgesehene Süßwasserkreislauf gestört ist und vorübergehend mit Seewasserkühlung gefahren werden soll. Der von dem Rohr und der Stangenbohrung gebildete Ringraum enthält die Wasserzuführung, wodurch die Kolbenstangenstopfbüchse wirksamer gekühlt wird, als wenn der Zufluß durch das Rohr und der Abfluß durch den Ringraum erfolgte. Das Wasser tritt durch zwei in Höhe der untersten Kolbenringe liegende Querbohrungen der Stange, die durch Büchsen aus nichtrostendem Stahl vor mechanischem Verschleiß durch das Wasser geschützt sind, in die untere Kolbenkappe ein, durchfließt diese im Zickzack, tritt in die Innenräume des unteren und oberen Stahlgußkörpers, aus diesem in die obere Kolbenkappe und strömt durch das Rohr r ab. Die Abflußöffnung a in der Kolbenstange ist in Abb. 33 zu erkennen, die den Kolben mit der Stange im Lichtbild zeigt.

Den Weg des Kolbenkühlwassers, soweit er außerhalb des Kolbens und der Stange liegt, zeigt Abb. 34. e bzw. a sind der Ein- bzw. Austritt des Wassers, t_1 und t_2 die feststehenden Tauchrohrgehäuse, in denen die Posaunenrohre p_1, p_2 gleiten, die von dem am Kreuzkopf befestigten Stahlgußarm a gehalten werden. Die

oberen Enden von p_1 , p_2 stehen durch die Stahlrohre r_1 , r_2 mit dem um das untere Ende der Kolbenstange gelegten, geteilten Stahlgußstück g in Verbindung, das die Kanäle für den Übertritt in die Kolbenstange bzw. den Abfluß enthält. Die Posaunenrohre p_1 , p_2 sollen vor dem Spritzöl des Kurbelgehäuses möglichst geschützt liegen, die Stopfbüchsen s_w , s_o , die gegen Wasser bzw. Öl abdichten müssen, so ausgebildet sein, daß kein Öl in den Süßwasserkreislauf gelangen kann.

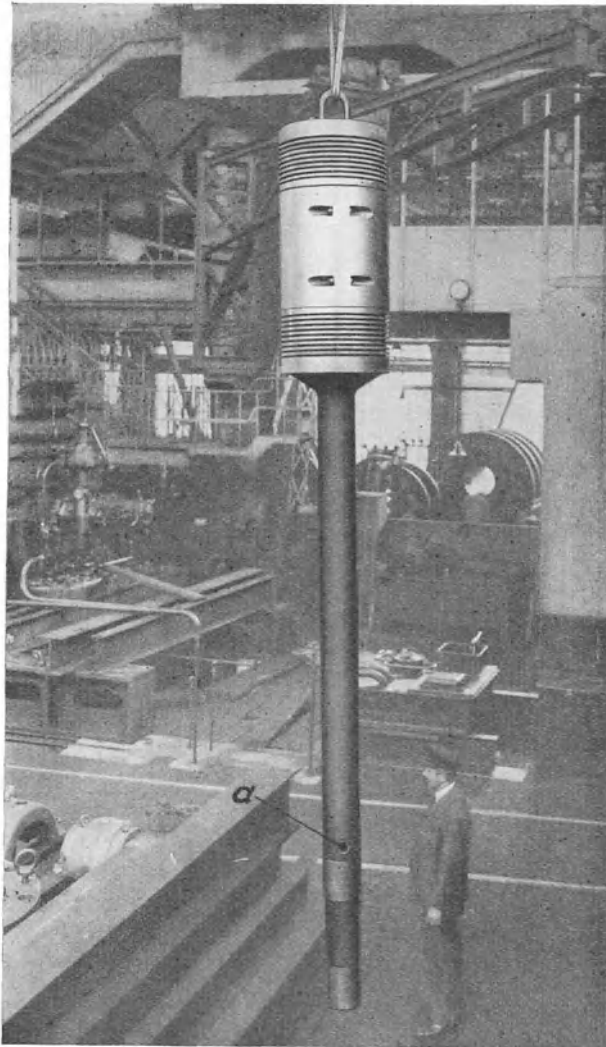


Abb. 33. Kolben mit Kolbenstange.

Bei Seewasserkühlung des Kolbens ist dies weniger wichtig, weil die Kolbenhohlräume ständig von frischem Seewasser durchspült werden; bei Verwendung von Süßwasser aber würde das in den Wasserkreislauf gelangende Öl diesen allmählich anreichern und den Wärmeübergang verschlechtern. Die Seewasserkühlung des Kolbens hat andererseits den Nachteil, daß bei etwaigen Undichtigkeiten des mehrteiligen Kolbens das Seewasser an die Laufbüchsenwände gelangen kann, was natürlich raschen Verschleiß verursachen würde. Ölkühlung wiederum be-

dingt wegen der niedrigen spezifischen Wärme des Öls sehr große und schwere Rückkühler. Die Süßwasserkühlung des Kolbens scheint somit für doppelwirkende Zweitaktmaschinen vorläufig das mit den geringsten Nachteilen verbundene Verfahren zu sein.

Die Abdichtung der Kolbenstange bereitet heute, wo man auf genügende Erfahrungen mit der Großgasmaschine zurückblicken kann, keine be-

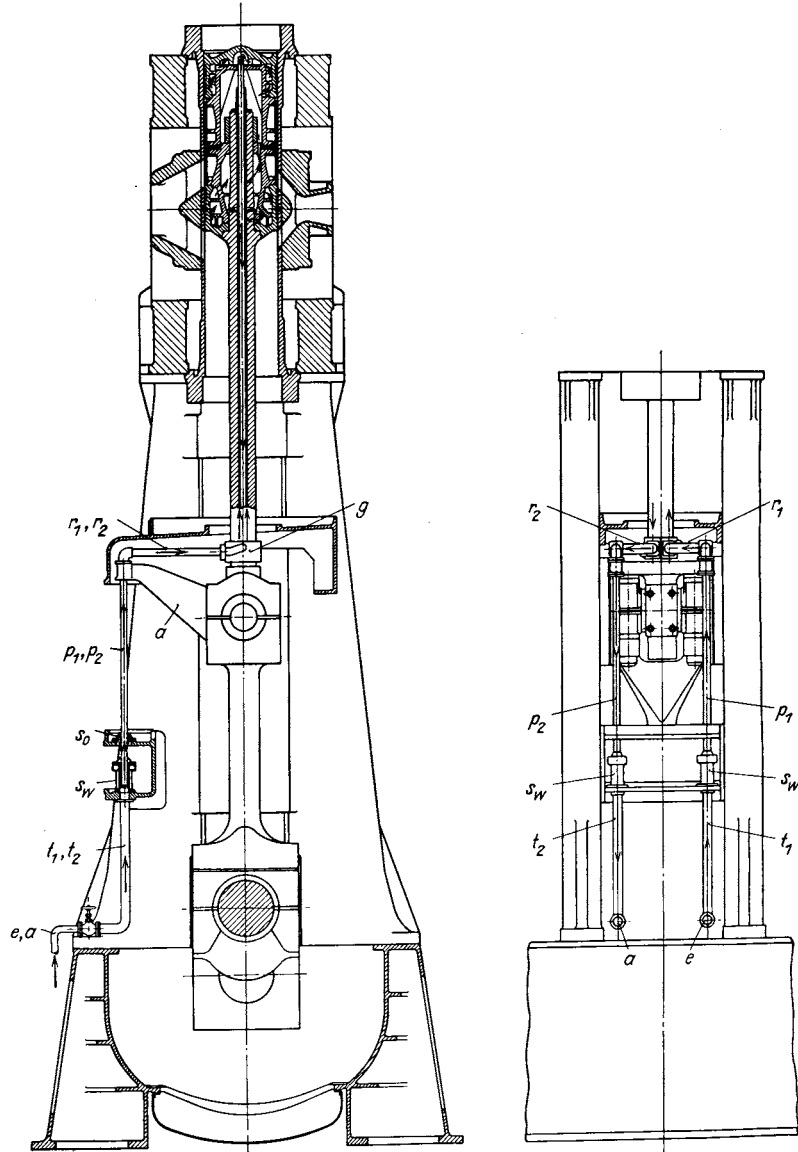


Abb. 34. Kolbenkühlung.

sonderen Schwierigkeiten mehr. Abb. 35 zeigt eine Kolbenstangenstopfbüchse der Bauart Huhn, die sich im Betrieb als gut dicht erwiesen hat. Sie besitzt dem Verbrennungsraum zunächst zwei in Kammerringen k gelagerte, geteilte und radial mehrfach angeschnittene Feuerringe f , deren beide Hälften durch Niete miteinander verbunden sind. Auch die übrigen, geteilten Dichtungsringe d liegen in Kammerringen k_1 , deren Außenumfang gegen die Bohrung im Zylinderdeckel

durch nach außen federnde Kolbenringe r abgedichtet wird. Schlauchfedern s drücken die mehrteiligen Dichtungsringe d unter Vermittlung doppeltkonischer, geteilter Druckringe e gegen die Kolbenstange. Die Verwendung von Schlauchfedern erscheint hier deshalb unbedenklich, weil die Kolbenstange wegen der von innen nach außen gerichteten Brennstoffstrahlen (Abb. 15) selbst bei Überlast nicht mehr als handwarm wird.

Die Brille i drückt alle Kammerringe so zusammen und gegen die Kupferpackung u , daß die Dichtungsringe d radial beweglich bleiben. Geschmiert wird die Stopfbüchse von dem an eine Schmierpresse angeschlossenen Kanal a aus; das Schmieröl verteilt sich im Ringraum b und gelangt durch mehrere Radialbohrungen in die Ringnut n , die in einem der Kammerringe liegt. Bei diesem fehlt der Kolbenring r , um Platz für das Schmieröl zu schaffen.

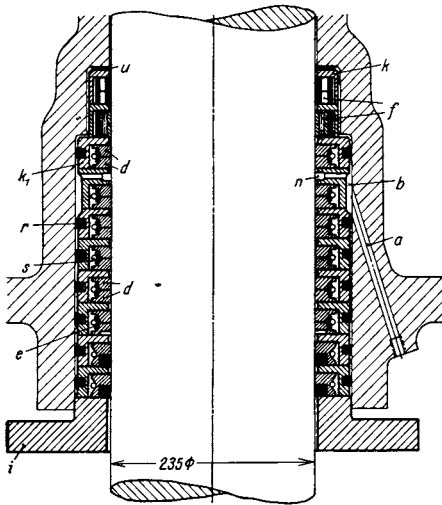


Abb. 35. Kolbenstangenstopfbüchse.

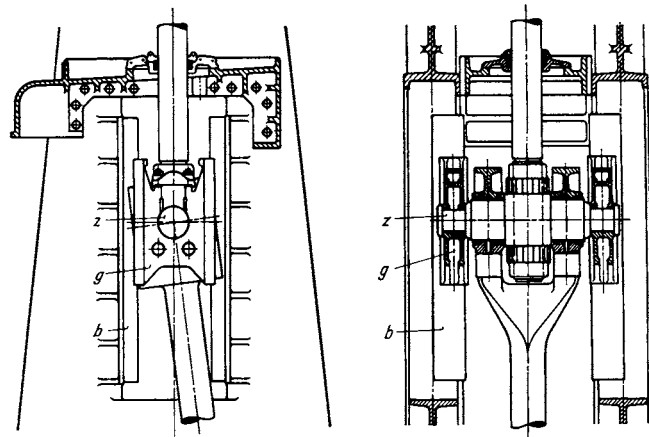


Abb. 36. Kreuzkopf mit Gleitschuhen.

Die übrigen Teile des Triebwerks der doppeltwirkenden AEG-Maschine bieten nichts besonders Bemerkenswertes. Die Gleitschuhe g des viergleisigen Kreuzkopfes (Abb. 36) können sich auf den am Kreuzkopf angeschmiedeten Zapfen z drehen, so daß die von dem einseitigen Angriff der Posaunenrohre herrührenden Kippkräfte kein Ecken der Gleitschuhe hervorrufen können, diese vielmehr stets auf ihrer ganzen Länge an den Gleitbahnen b anliegen.

VI. Anfahr- und Umsteuervorrichtung.

Will man die Vorteile der Druckeinspritzung voll ausnutzen, so müssen auch die Anfahrventile gestängelos betätigt werden, weil man dann überhaupt kein Gestänge mehr gebraucht. Zwischen dem am Maschinistenstand angeordneten Brennstoffpumpentrog, der auch die Anfahrsteuerschieber trägt, und den Arbeitszylindern liegen dann nur noch Rohrleitungen (vgl. Abb. 42).

Abb. 37 zeigt in schematischer Darstellung die von diesem Gesichtspunkt aus entworfene Anfahr- und Umsteuervorrichtung der AEG-Maschine. Die im Brennstoffpumpentrog untergebrachte Nockenwelle n mit den Brennstoffnocken n_b und den Anlaßnocken n_a für Vor- und Rückwärtsgang erhält ihren Antrieb durch

ein Zahnradgetriebe r von der Kurbelwelle aus (bei einer Mehrzylindermaschine werden Stirnräder mit Schrägverzahnung verwendet). Die Nocken betätigen während des Anfahrens die Luftsteuerschieber s , während des Betriebes die Brennstoffpumpen b , doch nie beide gleichzeitig. Ob die Anfahrsteuerschieber oder die Brennstoffpumpen in Betrieb sind, hängt von der Winkelstellung der Manövrierwelle m ab, deren unrunde Scheiben (n in Abb. 21, u in Abb. 38) durch

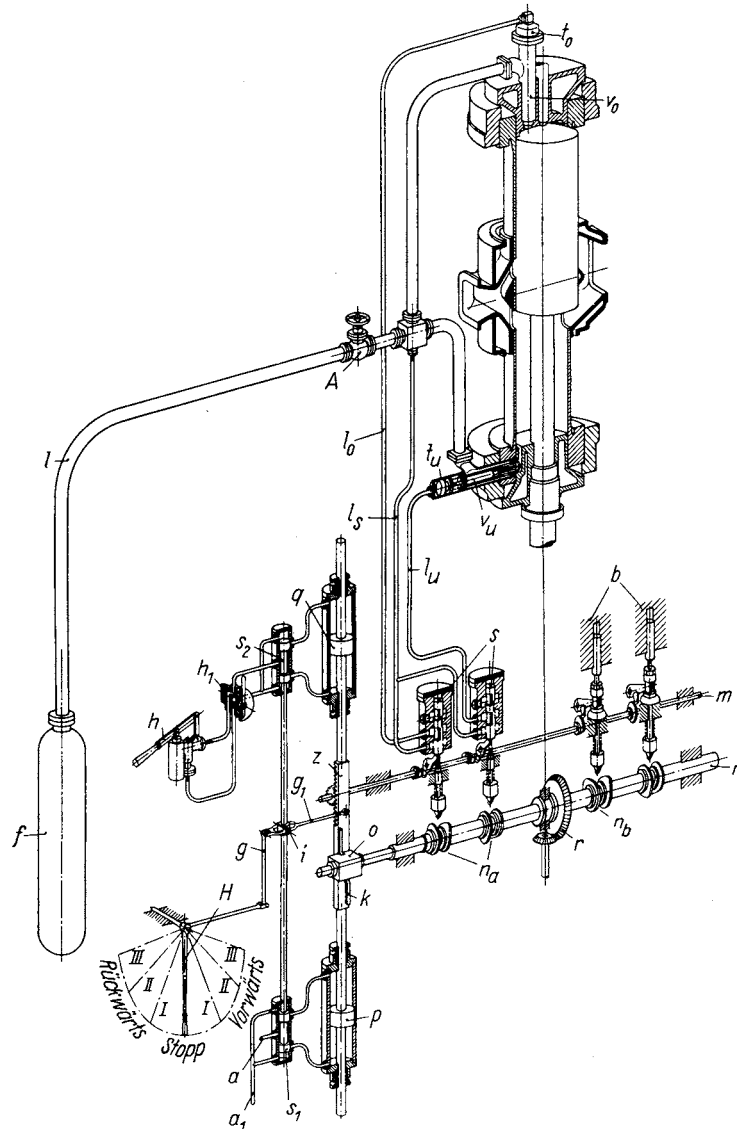


Abb. 37. Schema der Anfahr- und Umsteuervorrichtung.

Hebel (h in Abb. 21 und 38) die Rollenführungen der Steuerschieber und Brennstoffpumpen abwechselnd in oder außer Eingriff mit ihren Nocken n_a , n_b bringen. In der Stoppstellung sind alle Anlaß- und Brennstoffnocken außer Eingriff, wie in Abb. 37 angedeutet; der Manövrierhebel H befindet sich in seiner Mittellage. An H ist das Rückführgestänge g , g_1 eines Preßluftservomotors p angelenkt, das den Steuerschieber s_1 , wenn er durch Umlegen des Manövrierhebels H aus seiner Mittellage gebracht ist und damit der bei a eintretenden Preßluft den Weg über

oder unter den Preßluftkolben p freigegeben hat, alsbald wieder in seine Mittellage zurückbewegt, wodurch die zum Preßluftzylinder führenden Kanäle geschlossen werden. Die jeweils nicht von Preßluft beaufschlagte Seite des Kolbens p wird durch die an einen Schalldämpfer angeschlossene Leitung a_1 entlüftet. Jeder Stellung des Manövrierhebels H ist somit eine bestimmte Höhenlage des Kolbens p und damit auch der mit p starr verbundenen Zahnstange z und Kurvenschiene k eindeutig zugeordnet; man kann, wenn man nur die Endwirkung einer Bewegung des Manövrierhebels H auf die Höhenlage von $p-k-z$ betrachtet, den Gelenkpunkt i des Rückführgestänges gleichsam als fest mit dem Maschinengestell verbundenen Zapfen ansehen, weil die an die Zahnstange z angelenkte Stange g_1 den Punkt i und damit den Steuerschieber s_1 stets in seine Mittellage zurückführt, womit die Bewegung von $p-k-z$ sogleich aufhört. Verharrt der Manövrierhebel H in Ruhe, so stehen auch die Zahnstange z und Kurvenschiene k still. Ist H in seine äußerste Stellung rechts (Vorwärtsstellung) gelegt, so nehmen p , k und z ihre tiefste Lage ein; die Kurvenschiene k hat dann die Nockenwelle n so verschoben, daß die Vorwärts-Brennstoffnocken mit ihren Rollen in Eingriff stehen, und die Zahnstange z hat die Manövrierwelle m so gedreht, daß die Rollenführungen der Anfahrsteuerschieber s von ihren Nocken n abgehoben sind. Den Zwischenstellungen des Hebels H entsprechen ebenso bestimmte Winkel-lagen der Manövrierwelle m .

Soll die Maschine aus der Stoppstellung angefahren werden, so wird der Manövrierhebel H in die erste Rast rechts (vorwärts) bzw. links (rückwärts) gelegt. Sogleich beginnt das Gestänge $p-k-z$ sich zu verschieben, und das mit z in Eingriff befindliche Zahnrad dreht die Manövrierwelle m zunächst um einen kleinen Betrag, der aber noch keinen Einfluß auf die Stellung der Rollenführungen der Steuerschieber s oder der Brennstoffpumpen b hat; diese bleiben vielmehr abgehoben und geben damit die Nockenwelle n zur Verschiebung frei. Diese beginnt sofort mit einer Bewegung der Kurvenschiene k aus ihrer Mittellage, denn der Kulissenstein o steht in der Stoppstellung auf dem schrägen Mittelteil der Kurvenschiene und wird sogleich bei der ersten Bewegung der Kurvenschiene k in seine linke bzw. rechte Endstellung gezogen, aus der er sich bei einer Weiterbewegung von H nicht mehr verschiebt, weil der parallel zur Verschiebungsrichtung verlaufende obere bzw. untere Teil der Kurvenschiene k keine Verschiebung des Kulissensteines o verursachen kann. Erst nachdem die Nockenwelle n in ihre linke bzw. rechte Endstellung gelangt ist, veranlaßt die sich weiterdrehende Manövrierwelle m ein Senken der Anfahrsteuerschieber s auf die Anfahrnocken n_a , während die Brennstoffpumpen b noch ausgeschaltet bleiben. Die Steuerschieber s geben nunmehr der vom Anfahrbehälter f durch die Leitungen l und l_s kommenden Steuerluft den Weg (l_o bzw. l_u) zu den Steuerzylindern (t_o, t_u) der Anfahrventile (v_o, v_u) frei; diese öffnen sich, und die Maschine springt an. Bei Mehrzylindermaschinen sind nur die unteren Zylinderseiten mit Anfahrventilen versehen; die oberen erhalten sogleich Brennstoff, wodurch das Anfahren beschleunigt wird. Die Weiterbewegung des Manövrierhebels H in die Rast II veranlaßt eine weitere Drehung der Manövrierwelle m , wodurch die

Steuerschieber s von ihren Nocken n_a abgehoben und in ihre höchste Stellung verschoben werden, in der sie die Steuerleitungen l_u entlüften (vgl. Abb. 38: in der höchsten Stellung des Steuerschiebers s verbindet die auf der Rückseite des Schiebers liegende Muschel m die Ringräume r_2 und r_3 miteinander, wodurch die Steuerleitung l_u mit der zum Schalldämpfer führenden Leitung l_d verbunden und l_u entlüftet wird). Die Anfahrventile v können sich jetzt nicht mehr öffnen; die Maschine arbeitet mit Brennstoff nur auf den oberen Kolbenseiten. Schließlich legt man den Manövrierhebel H in die Rast *III*; die Zahnstange z verschiebt sich in ihre Endstellung und dreht dabei die Manövrierwelle m so, daß nunmehr auch die unteren Zylinderseiten Brennstoff erhalten. Die weitere Regulierung der Maschine erfolgt nur durch den (in Abb. 37 nicht gezeichneten) Brennstoffregulierhebel, mit dem die Saugventile der Brennstoffpumpen früher oder später geöffnet werden. Ein an die Brennstoffregulierwelle angeschlossener Sicherheitsregler verhindert das Überschreiten der zulässigen Höchstdrehzahl.

Die Schnelligkeit der Bewegung der Zahnstange z wird in bekannter Weise durch den in einem ölgefüllten Zylinder gleitenden Bremskolben q beeinflußt, dessen Steuerschieber s_2 die Bewegung des Preßluftsteuerschiebers s_2 mitmacht und den Übertritt des Bremsöls von der einen auf die andere Seite des Bremskolbens q vermittelt. Auch der Schieber s_2 wird durch das Rückführgestänge g_1 alsbald wieder in seine Mittellage zurückgebracht, in welcher er die zum Bremszylinder führenden Steuerkanäle abdeckt und einen weiteren Ölumlaufl verhindert, so daß der Bremskolben q die Zahnstange z und Kurvenschiene k in der durch die Stellung des Manövrierhebels H vorgeschriebenen Lage festhält.

Für den Fall einer Störung am Preßluftzylinder p oder seinem Steuerschieber s_1 ist, wie bei Schiffsmaschinen üblich, eine Handpumpe h vorgesehen, mit welcher man nach Umstellen des Hahnes h_1 die Maschine von Hand umsteuern kann, indem man Drucköl auf die betreffende Seite des Bremskolbens q pumpt.

Die beschriebene Umsteuerung bedarf nicht der bei Maschinen mit Einblaseluft notwendigen Verriegelung, die nur dann ein Verschieben der Nockenwelle gestattet, wenn die Umsteuerung auf „Voraus“ oder „Zurück“ steht. Hier dagegen verschiebt sich bei jedem Kommando „Stopp“ die Nockenwelle n in ihre Mittellage, in der alle Luftsteuerschieber s und Brennstoffpumpen b außer Eingriff mit den Nocken sind. Der Handhebel H liegt während der Fahrt stets in den Endrasten *III*; in den Zwischenrasten *I*, *II* verharrt er nur während des Anfahrens je einige Sekunden. Die Schnelligkeit, mit welcher der Maschinist den Manövrierhebel H aus der Stoppstellung in die Vorwärts- oder Rückwärtsrast *III* legen kann, wird selbsttätig durch eine in Abb. 37 nicht gezeichnete Verriegelung bestimmt, die ein Umlegen des Hebels von Stopp nach *I*, von *I* nach *II* und von *II* nach *III* immer erst dann gestattet, wenn die Stange $p-k-z-q$ in die der betreffenden Rast zugeordnete Höhenlage gelangt ist. Das Manövrieren mit der Maschine wird dadurch sehr einfach; falsche Handgriffe sind nicht möglich.

Das in Abb. 37 gezeichnete Anlaßabsperrventil A ist an der ausgeführten Maschine als gesteuertes Ventil vorgesehen, das in der Stoppstellung geschlossen wird, wobei gleichzeitig die zu den Anfahrventilen führenden Hauptluftleitungen

entlüftet werden, so daß der Anlaßluftdruck nicht auf den Anfahrventilen stehen bleibt. Außerdem ist ein von Hand absperrbares Ventil in der Anfahrleitung vorgesehen.

Abb. 38 zeigt den Anfahrsteuerschieber *s* in größerem Maßstab; die Buchstabenbezeichnungen entsprechen der Abb. 37. Die Steuerluft tritt durch die Leitung l_s in den unteren Ringraum r_1 und von hier in die Steuerluftleitungen l_u der Anfahrventile (ausgezogene Pfeile), wenn der Anfahrnocken n_a den Schieber *s* anhebt. Läuft die Rolle dagegen auf dem Nockengrundkreis, so verbindet die linke obere Schiebermuschel die Leitung l_u mit der zum Schalldämpfer führenden Leitung l_d , und die Luft strömt aus l_u zurück und durch l_d ab (gestrichelte Pfeile).

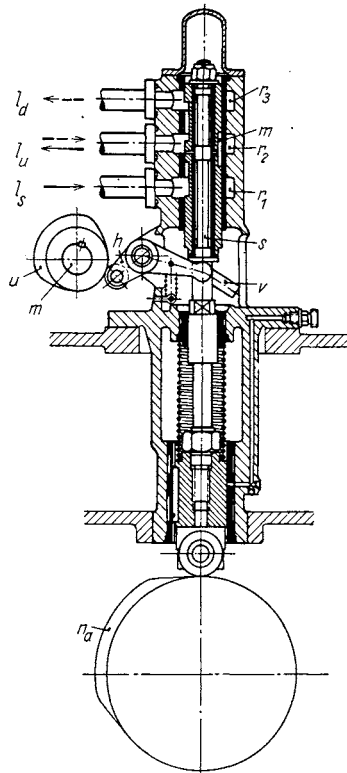


Abb. 38. Anfahrsteuerschieber.

Die Steuerluft öffnet und schließt das Anfahrventil also gerade so, als ob es mechanisch vom Nocken n_a aus betätigt würde. Während des Anfahrens hat die Manövrierwelle *m* mit der unrunder Scheibe *u* die in Abb. 38 gezeichnete Stellung; der Steuerschieber *s* macht dann der Nockenform n_a entsprechende Bewegungen. Bei der Umschaltung auf Brennstoff drückt die unrunde Scheibe *u* den Hebel *h* und damit den Schieber *s* ganz nach oben, so daß die Rolle außer Eingriff mit dem Anlaßnocken n_a kommt und

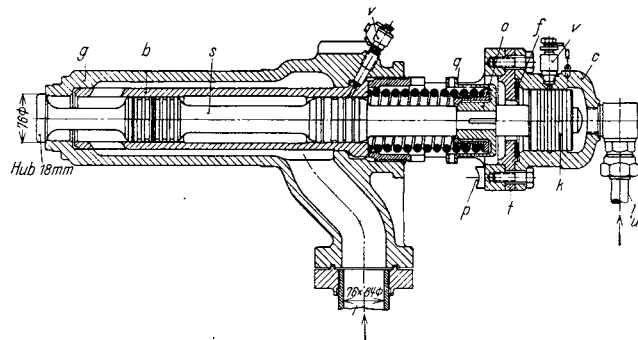


Abb. 39. Anfahrventil.

die Muschel *m* so steht, daß sie die Ringräume r_2 und r_3 miteinander verbindet. Die Steuerleitung l_u ist dann entlüftet.

Mittels der Verlängerung *v* des Hebels *h* kann der Steuerschieber *s*, wenn das Absperrventil am Anfahrbehälter geschlossen ist, auch während der Fahrt auf leichten Gang kontrolliert werden.

Das Anfahrventil (Abb. 39) unterscheidet sich nicht wesentlich von der üblichen Bauart. Die stählerne Ventilspindel *s* ist in einer im Stahlgußgehäuse *g* gelagerten Gußeisenbüchse *b* geführt; der dem Ventilteller zunächst gelegene, verdickte Teil des Schaftes ist mit fünf bronzenen Dichtungsringen versehen, der an der Ventilsfeder liegende mit Weißmetall umkleidet. Das freie Ende der Spindel trägt den bronzenen Steuerkolben *k*, der in dem aus dem gleichen Metall bestehenden Steuerzylinder *c* gleitet. Sein Hub und damit der Hub der Ventilspindel wird

durch die 6 mm starke Fiberscheibe f , die in der Stahlplatte t liegt, begrenzt. Die Steuerluft tritt durch die an den Zylinder c angeschlossene, 25×30 mm starke Leitung l_u ein (vgl. Abb. 37), die Anfahrluft durch den größeren Stutzen von 76 mm lichter Weite. Durch die Schmiervasen v können der Kolben k und die Weißmetallführung der Spindel s etwas Schmieröl erhalten.

Auch dieses Ventil kann, jedoch natürlich nur bei Stillstand der Maschine, auf Gängigkeit geprüft werden, indem man einen hierzu vorgesehenen zweiarmigen Hebel mit seinem Drehpunkt in die Pfanne p legt und mit dem kürzeren Ende am Bund q der Glocke o angreift.

VII. Versuchsergebnisse.

Der in den Abb. 1 bis 3 dargestellte Versuchszylinder wurde monatelangen Erprobungen unterworfen, in deren Verlauf sich natürlich manche Änderungen

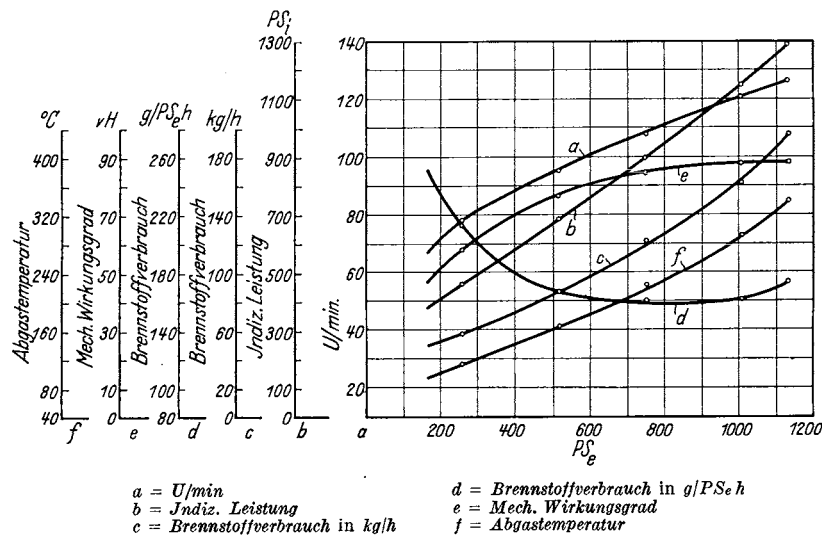


Abb. 40. Diagramm der Versuchsergebnisse eines 1000 PS_e AEG-Hesselman-Zylinders.

als notwendig herausstellten, die hauptsächlich die Brennstoffventile betrafen, während der übrige Aufbau sich, von Einzelheiten abgesehen, gut bewährte und für die Fabrikation von Mehrzylindermaschinen beibehalten werden konnte. Von den zahlreichen Versuchen ist in der untenstehenden Zahlentafel und dem Kurvenblatt Abb. 40 nur ein kleiner Ausschnitt wiedergegeben, während Abb. 41 einen Satz Indikatordiagramme der oberen und unteren Kolbenseite zeigt. Die Diagramme entsprechen den in der Zahlentafel angegebenen Werten; die Drehzahlen sind so gewählt, daß sie ungefähr mit den bei Schiffsantrieb zu erwartenden Umdrehungszahlen übereinstimmen.

Entsprechend den ausgeführten Zylinderabmessungen (680 mm \varnothing , 1200 mm Hub) wird der mittlere nutzbare Kolbendruck niedrig; er beträgt bei Vollast (1000 PS_e bei $n = 120$) nur 4,56 kg/cm². Für die Wärmebelastung des Zylinders ist aber nicht der mittlere effektive, sondern der indizierte Kolbendruck maßgebend, und hier wirkt der hohe mechanische Wirkungsgrad eines doppeltwirkenden

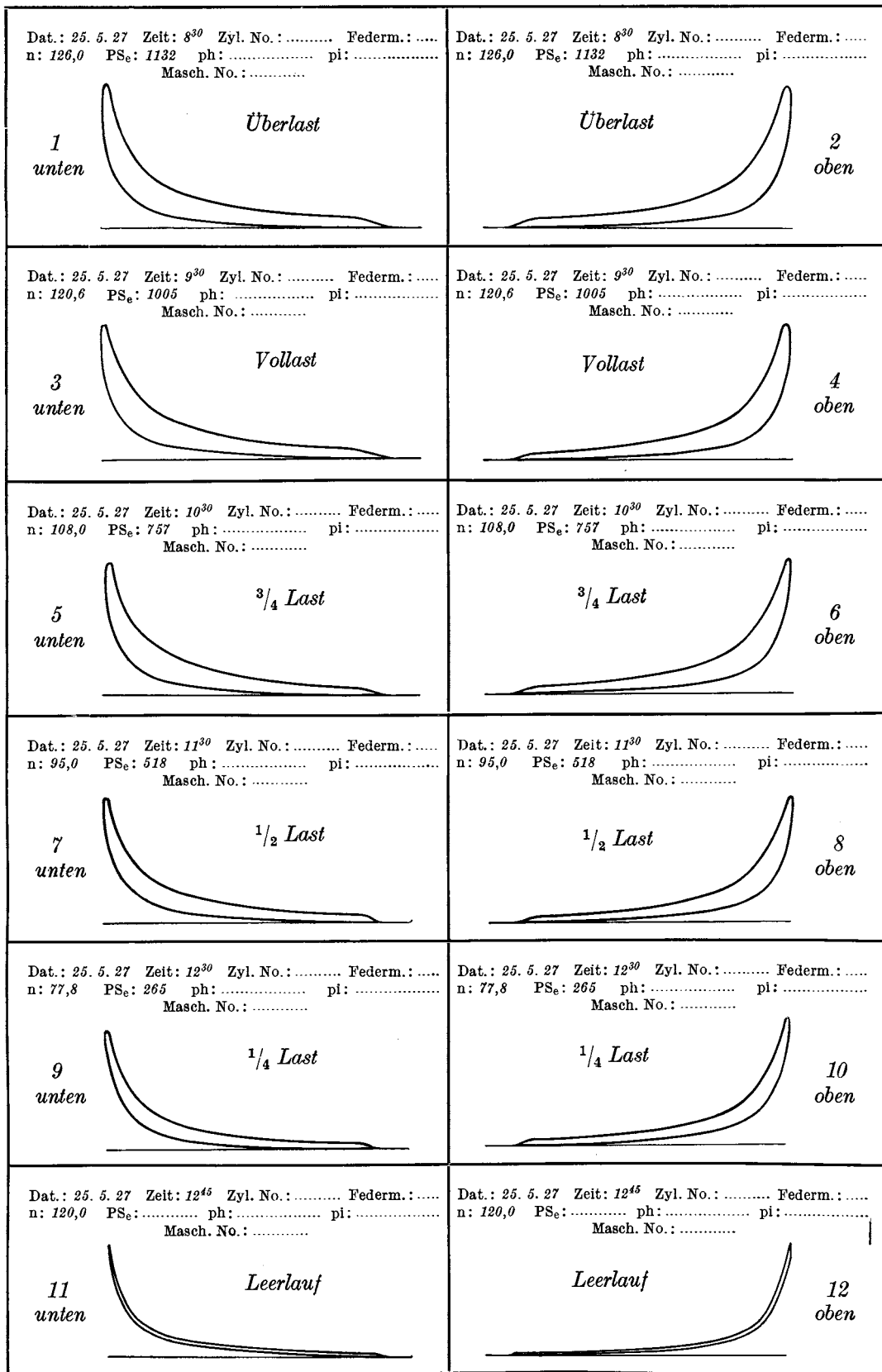


Abb. 41. Indikator diagramme eines 1000 PS_e AEG-Hesselman-Zylinders.

den kompressorlosen Zweitaktmotors, der bis zu 88 % ansteigt, sehr günstig, da er den mittleren indizierten Druck erniedrigt. Man darf daher einen mäßigen Verschleiß der Laufbüchsen und Kolbenringe erwarten. Der Brennstoffverbrauch bleibt mit rund 160 g/PS_eh natürlich ebenfalls unter dem bei Zweitaktmaschinen mit Kompressor erreichbaren Wert.

Versuchsergebnisse eines einzylindrigen AEG-Hesselman-Motors von 1000 PS_e Leistung.

Nr.	Ver- suchs- dauer	Be- lastung	Uml./min	Indi- zierte Lei- stung	Nutz- lei- stung	Mitt- lerer indi- zierter Kolben- druck	Mitt- lerer nutz- barer Kolben- druck	Mecha- nischer Wir- kungs- grad	Brennstoff- verbrauch		Abgas- tempe- ratur	Indi- kator- dia- gramm
	min			PS _i	PS _e	atü	atü	%	kg/h	g/PS _e h	°C	Nr.
1	60	Überlast	126	1287	1132	5,61	4,94	88,0	193,8	173,0	337	1—2
2	60	Vollast	120,6	1150	1005	5,24	4,58	87,4	161,2	160,4	288	3—4
3	60	$\frac{3}{4}$ Last	108	893	757	4,53	3,84	84,8	120,7	159,5	220	5—6
4	60	$\frac{1}{2}$ Last	95	680	518	3,93	2,99	76,2	85,6	165,1	163	7—8
5	30	$\frac{1}{4}$ Last	77,8	456	265	3,22	1,87	58,1	56,5	213,0	112	9—10
6	30	Leerlauf	120	165	—	0,75	—	—	23,5	—	50	11—12

Bei den in der Zahlentafel und im Diagramm Abb. 40 wiedergegebenen Versuchsergebnissen ist der Kraftbedarf des Spülluftgebläses, das für 1200 mm WS Überdruck und die rd. 1,4fache Luftmenge, bezogen auf das Hubvolumen, gebaut ist, nicht berücksichtigt, weil bei einem Einzylindermotor das Turbogebläse dauernd abwechselnd gegen geöffnete und geschlossene Spülschlitze arbeiten muß und daher trotz reichlicher Ausgleichgefäße (in Abb. 1 im Vordergrund sichtbar) immer etwas „pumpt“, so daß sein Betriebspunkt auf einem ungünstigen Ast der Wirkungsgradkurve liegt. Bei Mehrzylindermotoren, bei denen immer die Spülschlitze wenigstens eines Zylinders offen sind, ist dies nicht der Fall; daher arbeitet das Gebläse hier vorteilhafter. Sein Kraftbedarf beträgt dann 5 bis 7 % der effektiven Leistung der Hauptmaschine.

VIII. Mehrzylindermotoren Bauart AEG-Hesselman.

Nicht in dem niedrigen Brennstoffverbrauch oder dem hohen mechanischen oder thermischen Wirkungsgrad liegt der Hauptvorteil des doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktmotors, sondern in seiner Einfachheit, die zugleich eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet. Der Wegfall aller Ventilgestänge und die Anordnung der Brennstoffpumpen an dem in Höhe der Kurbelwelle liegenden Maschinistenstand ergibt eine klare Linienführung und einen einfachen und übersichtlichen Aufbau (Abb. 42); die verringerte Baulänge und das niedrige Gewicht pro Wellenpferdestärke sind in schiffbautechnischer Hinsicht wertvolle Vorzüge.

Den Aufbau einer Sechszylindermaschine, die bei 120 Uml./min 6000 PS_e leistet, zeigt Abb. 42. Ihr Gewicht beträgt rd. 440 t, das Gewicht pro Wellenpferdestärke somit 73 bis 74 kg. In der Mitte des Brennstoffpumpentroges ist die Umsteuermaschine *u* angeordnet; rechts und links davon liegen die Brennstoff-

pumpen p und die Steuerschieber s für die Anfahrventile, die nur auf den unteren Zylinderseiten vorgesehen sind. Die Brennstoffleitungen b und die Steuerluftleitungen l sind an den Maschinenständern hochgeführt. Drei solcher Motoren, die bei 90 Uml./min 4500 PS_e entwickeln werden, sind für Frachtschiffe bestimmt, die sich bei der Deutschen Werft, Hamburg, für die Hamburg-Amerika-Linie im Bau befinden.

Die gleiche Maschine ist in Abb. 43 einem einfachwirkenden Viertaktmotor von der halben Leistung gegenübergestellt. Beide Bilder der Abb. 43 stellen ausgeführte Maschinen dar, und zwar entspricht das untere Bild den zehn von der AEG für den Furnesskonzern gelieferten Schiffsmotoren, deren Normalleistung

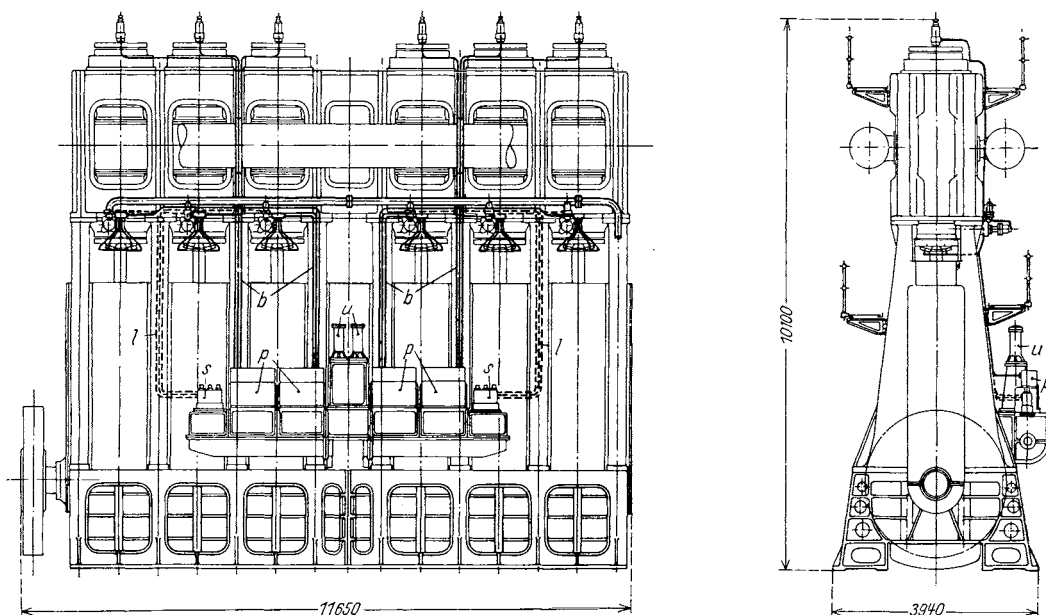
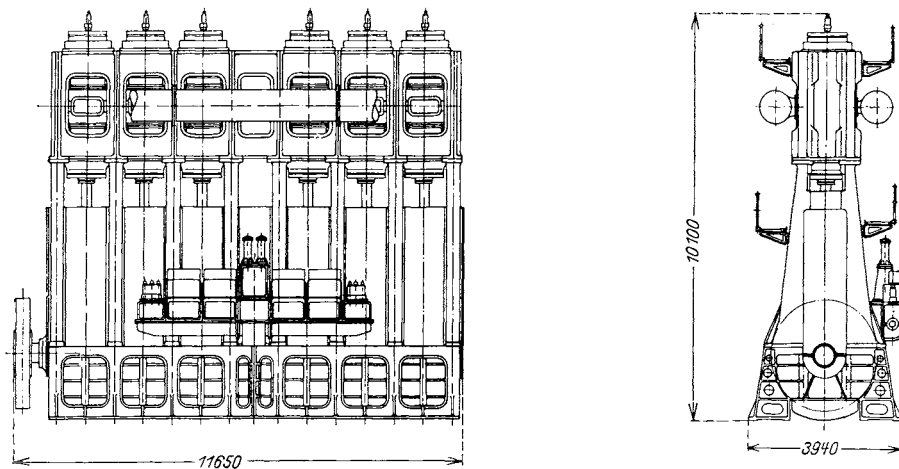


Abb. 42. Doppeltwirkender Zweitaktmotor Bauart AEG-Hesselman. 6000 PS_e, $n = 120$.

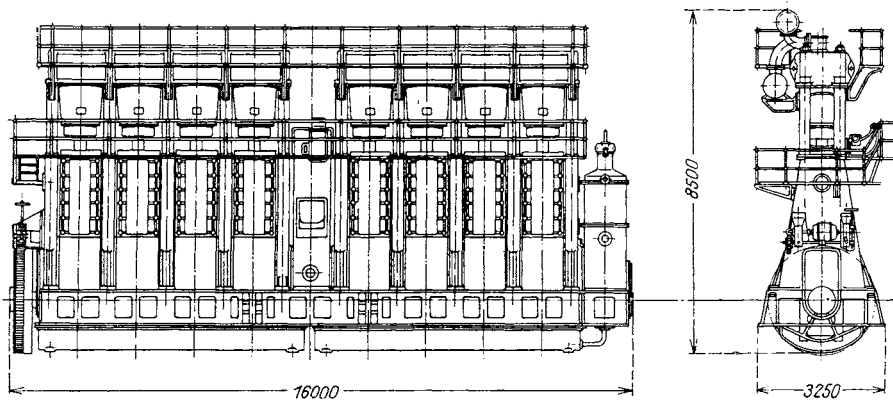
2825 PS_e bei $n = 125$ beträgt und die 356 t oder 126 kg/PS_e wiegen. Der doppelt so starke Zweitaktmotor braucht bei um 1,6 m größerer Bauhöhe noch nicht drei Viertel der Baulänge der Viertaktmaschine, während sein Einheitsgewicht nur rd. 60% von dem des Viertaktmotors erreicht. Allerdings darf bei dem Zweitaktmotor das Spülluftgebläse nicht vergessen werden, das Raum und Gewicht beansprucht und dessen Kraftbedarf eine Vergrößerung der Hilfsmaschinenanlage bedingt. Aber die in Abb. 43 mit 3000 PS_e angegebene Leistung der Viertaktmaschine ist bei 740 mm Zylinderdurchmesser und 1200 mm Hub dauernd auch nur mit (Auflade-)Gebläse erreichbar, da ohne ein solches der 3000 PS_e entsprechende mittlere effektive Druck von 5,24 kg/cm² im Dauerbetrieb nicht durchzuhalten ist. Berücksichtigt man ferner die niedrigere Drehzahl des Zweitaktmotors, der bei 125 Uml./min 6250 PS_e leisten würde bei gleicher Kolbengeschwindigkeit wie der Viertaktmotor, so fällt der Vergleich sehr zugunsten des doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktes aus. Allerdings wird noch dessen

Aufgabe sein, den Beweis zu erbringen, daß er an Lebensdauer dem Viertaktmotor nicht nachsteht.

Abb. 44 zeigt die Umrißlinien und Hauptabmessungen eines doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktmotors, der in zehn Zylindern 15000 PS_e bei 120 Uml./min entwickelt. Der Zylinderdurchmesser beträgt hier 840 mm, der Hub 1200 mm, das Gesamtgewicht 1130 t. Das Einheitsgewicht wird wegen



Doppeltwirkender Zweitakt, 6000 PS_e, $n = 120$.



Einfachwirkender Viertakt, 3000 PS_e, $n = 125$.

Abb. 43. Vergleich zwischen doppeltwirkendem Zweitakt und einfachwirkendem Viertakt.

des kleineren Hubverhältnisses etwas größer und steigt auf 75,3 kg/PS_e. Die gleichmäßige Verteilung des Brennstoffes in den oberen und unteren Verdichtungsräumen macht selbst bei diesem großen Zylinderdurchmesser keine Schwierigkeiten, wenn die Brennräume nach Abb. 14 bzw. 15 geformt werden. Die Zweckmäßigkeit dieser Brennraumformen wird die Beherrschung auch noch größerer Maschinenleistungen in der doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktbauart ermöglichen.

Meiner Firma, der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, insbesondere dem technischen Leiter der AEG-Fabriken, Herrn Dr. Elfes, dem Direktor der AEG-Turbinenfabrik, Herrn Baßler, und Herrn Direktor Schmidt von der Ab-

teilung Schiffbau der AEG, danke ich aufrichtig für die großzügige und tatkräftige Unterstützung, mit der sie meine Arbeit jederzeit gefördert haben. Herrn Zivilingenieur K. J. E. Hesselman, Stockholm, bin ich für die zahlreichen

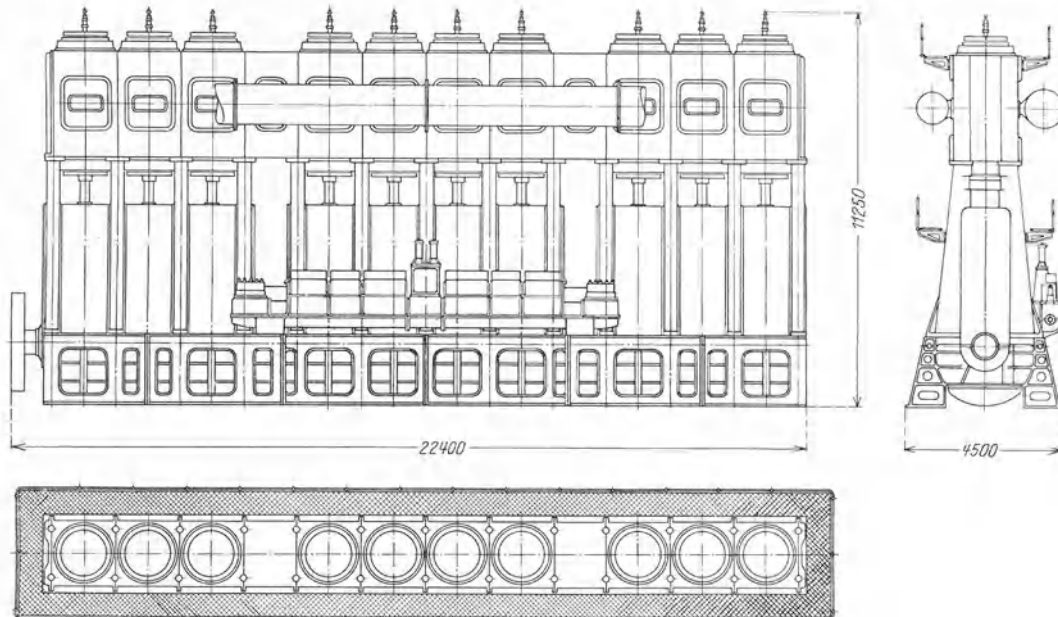


Abb. 44. Doppeltwirkender Zweitaktmotor Bauart AEG-Hesselman. 15 000 PS_e, $n=120$.

geistvollen Anregungen, die ich von ihm empfang, zu dauerndem Dank verpflichtet. Auch meinen Ingenieuren, den Herren Radloff und Gerstmayr, sage ich für ihre wertvolle Mitarbeit meinen besten Dank.

Erörterung.

Herr Oberingenieur Brose, Hamburg:

Meine Herren! Gestatten Sie mir, daß ich an die außerordentlich interessanten Ausführungen des Herrn Dr. Sass einige kurze Bemerkungen anknüpfe. Ich möchte zunächst an einen von Herrn Direktor Dr. Bauer vor 2 Jahren hier gehaltenen Vortrag erinnern. Herr Dr. Bauer zeigte damals eine von den Vulkan-Werken Hamburg für Erprobungszwecke gebaute schnelllaufende doppeltwirkende einzylindrige Zweitaktmaschine im Bilde und machte auch einige Mitteilungen über ihre Betriebsergebnisse. Diese Maschine ist nach dem MAN-Schlitzspül-System gebaut. Die Abmessungen sind 480 mm Zylinderbohrung, 540 mm Hub. Die normale Betriebsdrehzahl beträgt 240 Umdrehungen pro Minute und ihre Normalleistung dabei 440 PS_e. Wir hatten uns die Aufgabe gestellt, mit unserem Versuchszyylinder zu prüfen, ob eine Maschine der vorgenannten Bauart auch mit geringem Spüldruck betrieben werden konnte. Meine Herren! Als wir mit der Konstruktion begannen, stand durchaus noch nicht fest, ob eine solche schnelllaufende Maschine mit geringem Spüldruck, also mit einem Druck von etwa 1—1,2 m Wassersäule, einwandfrei arbeitet. Die Versuche haben nun das erfreuliche Ergebnis gezeigt, daß wir die Drehzahl sogar bis auf etwa 300 minutliche Umdrehungen heraufsetzen konnten, ohne daß der Spüldruck höher als auf etwa 1 m Wassersäule gebracht zu werden brauchte. — Was mich in der Hauptsache veranlaßt das Wort zu ergreifen ist folgendes: Wir haben bei der Versuchsmaschine schmiedeeiserne Laufbüchsen verwendet, um möglichst geringe Wandstärken ausführen zu können und hierdurch bei den Spitzenleistungen, die wir zu erreichen anstrebten, eine gute Wärmeabfuhr aus den Wandungen der Zylinderlaufbüchsen zu erhalten. Es hat sich dabei gezeigt, daß trotz einer guten Anordnung der Schmierung und trotz Verwendung eines vorzüglichen Zylinderschmieröls die Lauffähigkeit der schmiedeeisernen Laufbüchsen doch nicht so gut ist wie bei gußeisernen Laufbüchsen. Die hier von Herrn Dr. Sass gezeigte Maschine hat Laufbüchsen aus geschmiedetem Stahl, wie in dem vorliegenden gedruckten Vortrag angegeben ist. Die Anstände, die sich bei unserer Versuchsmaschine zeigten, erstreckten sich in erster Linie darauf, daß nach längeren Betriebsstillständen der feine Laufspiegel der Laufbüchsen verschwand. — Ich würde es sehr begrüßen, wenn uns Herr Dr. Sass über die auf dem Prüffeld der A.E.G. gewonnenen Erfahrungen hinsichtlich der Verwendung schmiedeeiserner Zylinderlaufbüchsen noch einige Mitteilungen machen könnte. (Beifall.)

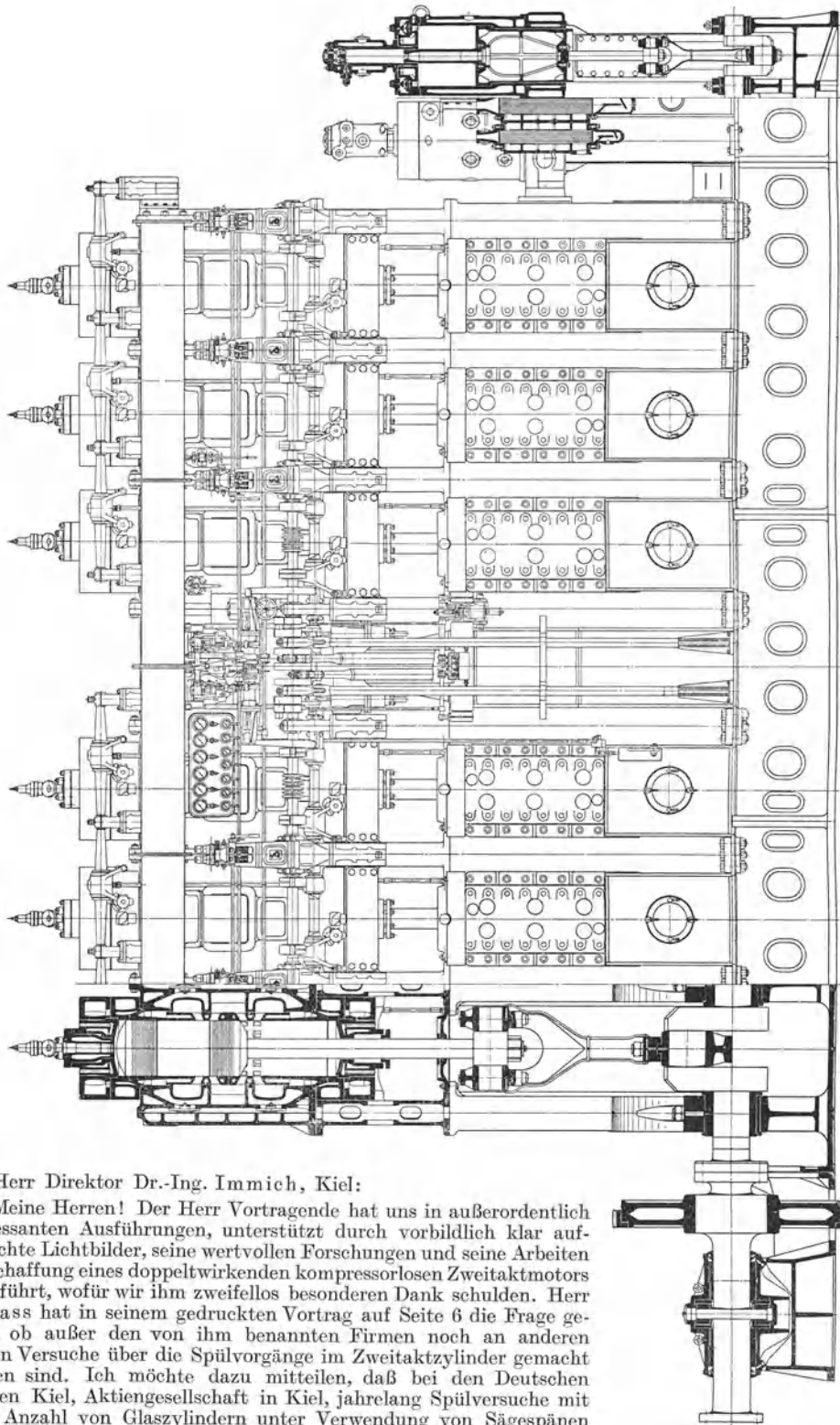
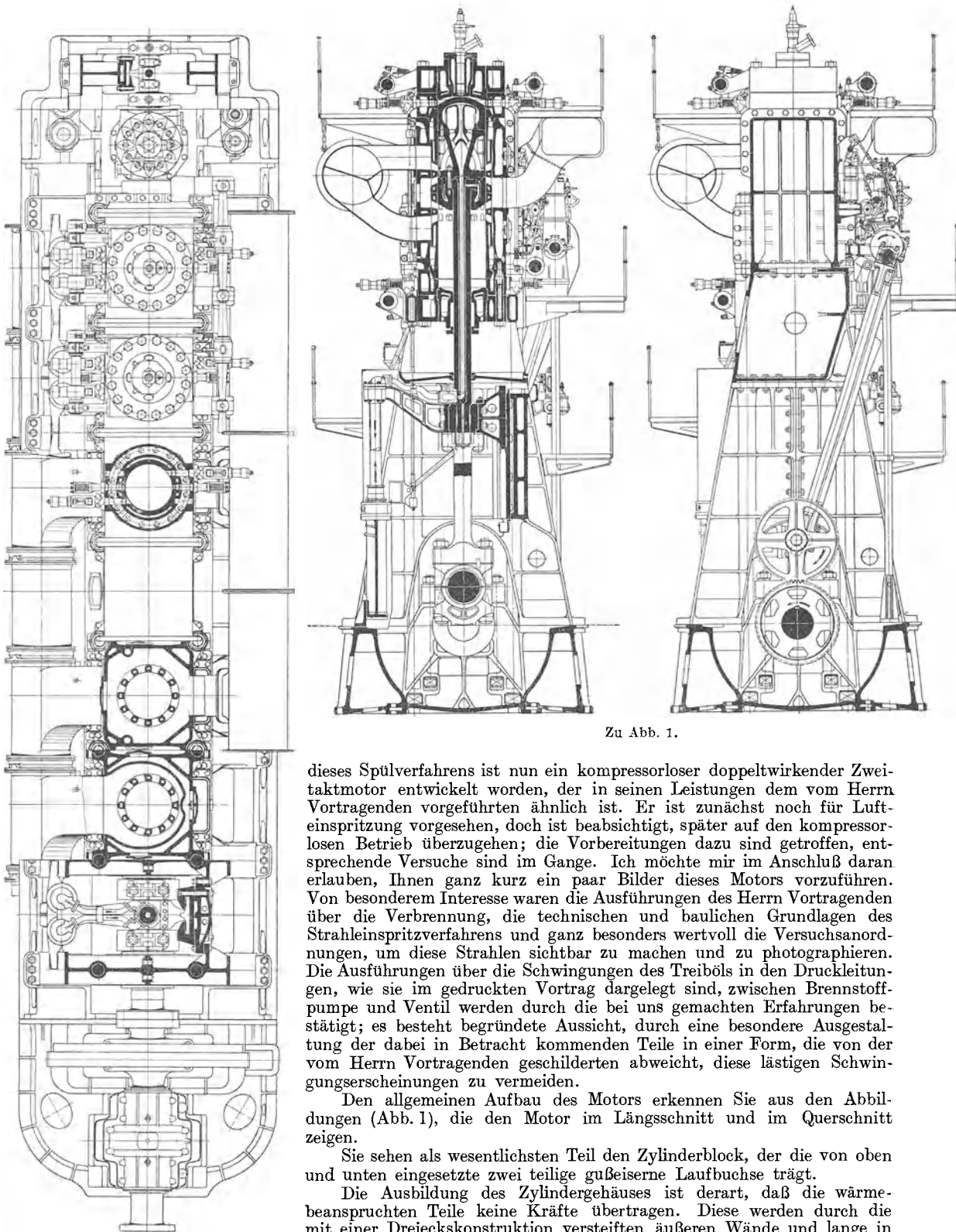


Abb. 1.

Herr Direktor Dr.-Ing. Immich, Kiel:

Meine Herren! Der Herr Vortragende hat uns in außerordentlich interessanten Ausführungen, unterstützt durch vorbildlich klar aufgemachte Lichtbilder, seine wertvollen Forschungen und seine Arbeiten zur Schaffung eines doppeltwirkenden kompressorlosen Zweitaktmotors vorgeführt, wofür wir ihm zweifellos besonderen Dank schulden. Herr Dr. Sass hat in seinem gedruckten Vortrag auf Seite 6 die Frage gestellt, ob außer den von ihm benannten Firmen noch an anderen Stellen Versuche über die Spülvorgänge im Zweitaktzylinder gemacht worden sind. Ich möchte dazu mitteilen, daß bei den Deutschen Werken Kiel, Aktiengesellschaft in Kiel, jahrelang Spülversuche mit einer Anzahl von Glaszylindern unter Verwendung von Sägespänen und Kohlensäure durchgeführt worden sind, und diese Versuche haben zur Entwicklung eines Spülverfahrens geführt, das von den anderen bekannten Spülverfahren abweicht. Es ist beabsichtigt, zu gegebener Zeit an dieser Stelle näher darüber zu berichten. Auf Grund



Zu Abb. 1.

dieses Spülverfahrens ist nun ein kompressorloser doppeltwirkender Zweitaktmotor entwickelt worden, der in seinen Leistungen dem vom Herrn Vortragenden vorgeführten ähnlich ist. Er ist zunächst noch für Luft-einspritzung vorgesehen, doch ist beabsichtigt, später auf den kompressorlosen Betrieb überzugehen; die Vorbereitungen dazu sind getroffen, entsprechende Versuche sind im Gange. Ich möchte mir im Anschluß daran erlauben, Ihnen ganz kurz ein paar Bilder dieses Motors vorzuführen. Von besonderem Interesse waren die Ausführungen des Herrn Vortragenden über die Verbrennung, die technischen und baulichen Grundlagen des Strahleinspritzverfahrens und ganz besonders wertvoll die Versuchsanordnungen, um diese Strahlen sichtbar zu machen und zu photographieren. Die Ausführungen über die Schwingungen des Treiböls in den Druckleitungen, wie sie im gedruckten Vortrag dargelegt sind, zwischen Brennstoffpumpe und Ventil werden durch die bei uns gemachten Erfahrungen bestätigt; es besteht begründete Aussicht, durch eine besondere Ausgestaltung der dabei in Betracht kommenden Teile in einer Form, die von der vom Herrn Vortragenden geschilderten abweicht, diese lästigen Schwingungserscheinungen zu vermeiden.

Den allgemeinen Aufbau des Motors erkennen Sie aus den Abbildungen (Abb. 1), die den Motor im Längsschnitt und im Querschnitt zeigen.

Sie sehen als wesentlichsten Teil den Zylinderblock, der die von oben und unten eingesetzte zwei teilige gußeiserne Laufbuchse trägt.

Die Ausbildung des Zylindergehäuses ist derart, daß die wärmebeanspruchten Teile keine Kräfte übertragen. Diese werden durch die mit einer Dreieckskonstruktion versteiften äußeren Wände und lange in Kanonen geführte Zuganker aufgenommen.

Die Brennstoffventile sind wagerecht angeordnet, und zwar oben je eins und unten je zwei. Anfahrventile befinden sich nur auf der Oberseite. Der Antrieb der Steuerwelle erfolgt nach der bekannten

Deutsche Werke-Konstruktion durch Schubkurbelgetriebe. Der Bedienungsstand liegt in Höhe der mittleren Plattform.

Auf weitgehende Austauschbarkeit entsprechender Teile, wie der oberen und unteren Laufbuchse, des oberen und unteren Zylinderdeckels, den Ventiltringe usw. ist Rücksicht genommen.

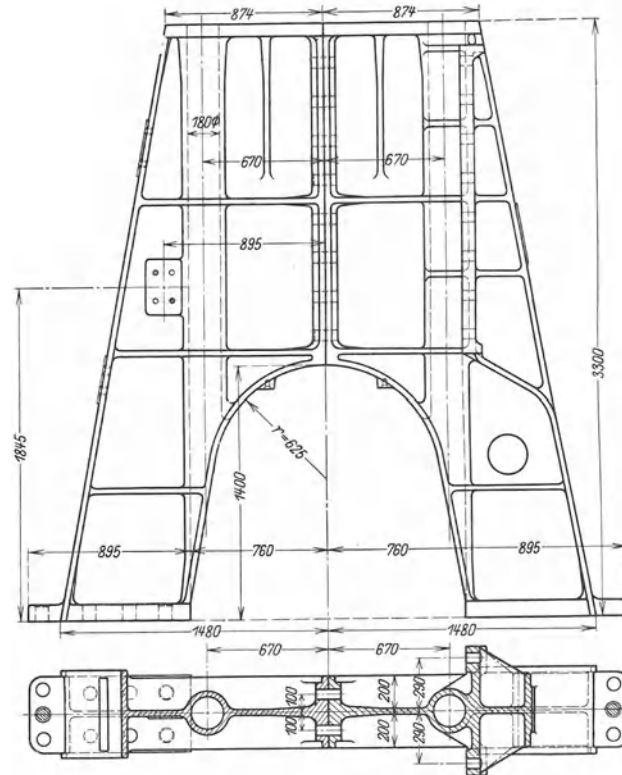


Abb. 2.

Der Ausbildung der Gußstücke nach gießereitechnischen Gesichtspunkten wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Als Beispiel zeige ich einen Ständer (Abb. 2) von rund 5,6 t Gewicht, der vollkommen ausformbar ist und auf der Rüttelformmaschine hergestellt wird.

Die nächste Abb. 3 zeigt einen Längsschnitt durch den Kolben, bei dem Rohre im Kolbeninnern sowie Schrauben und Flanschverbindungen der wasserführenden Teile vollkommen vermieden sind. Die Kolben-

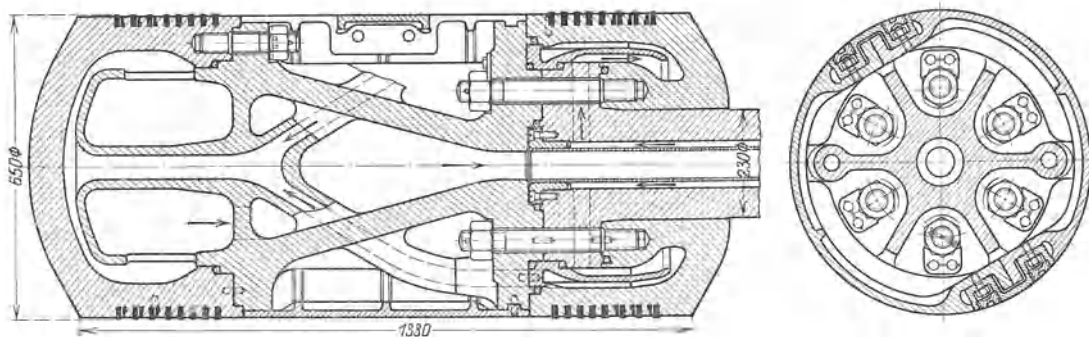


Abb. 3.

kühlung geschieht durch Seewasser. Dieses Kühlmittel wird für das zweckmäßigste gehalten, da es die mit den Frischwasser-Rückkühlern unvermeidlich verbundenen Schwierigkeiten und Gewichte vermeidet. Die Kolbenstangen bestehen aus seewasserbeständigem, bis 1000° zunderfreiem Sonderstahl von hoher Verschleißfestigkeit.

Abb. 4 zeigt Ihnen den Probezylinder dieser Motortype in der Werkstatt. Dieser Zylinder ist zu Beginn dieses Jahres einem 14tägigen ununterbrochenen Probelauf unterzogen worden, der störungsfrei

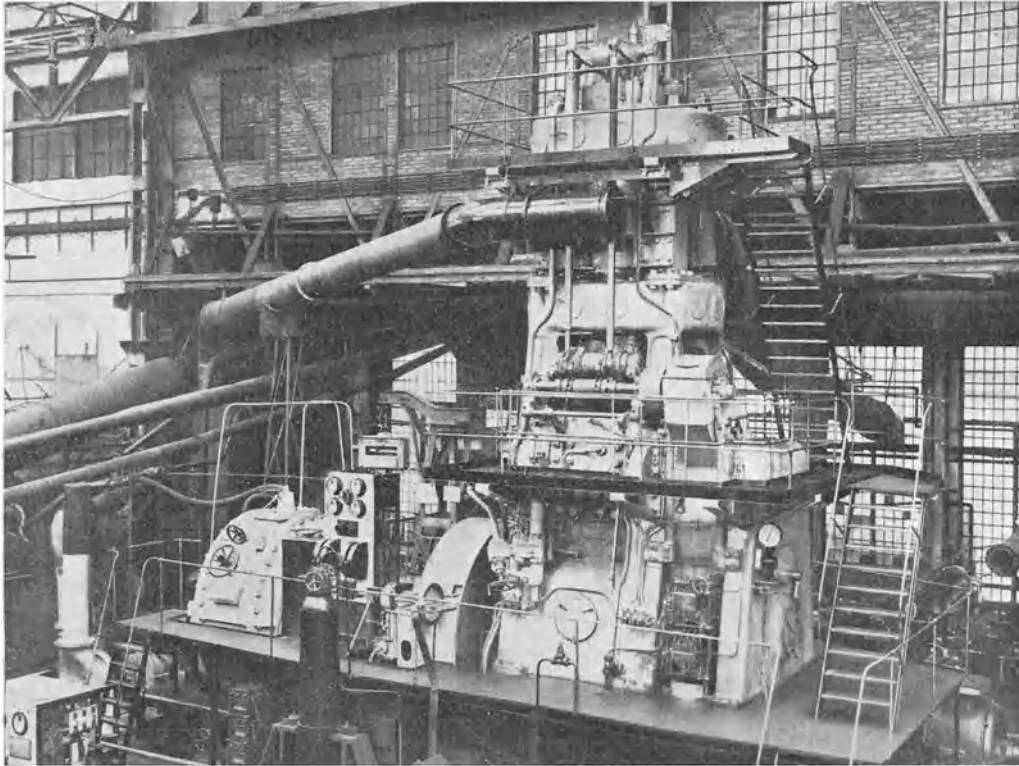


Abb. 4.

verlief. Hierbei wurden 700 PS_e bei 125 Umdrehungen als Dauerleistung erzielt. Die Verbrennung war hierbei vollkommen einwandfrei.

Von diesen Motoren sind zur Zeit 4 Sechszylindermaschinen im Bau, die 1050 mm Hub und 650 mm Bohrung besitzen und bei 120 Umdrehungen je 4200 PS_e entwickeln werden. Der erste Motor dieser Ausführung wird im März kommenden Jahres auf dem Prüfstand zur Erprobung kommen. (Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Eichelberg, Winterthur:

Meine Herren! Zu den sehr interessanten Ausführungen des Herrn Dr. Sass über die wissenschaftlich so schön durchgeführten Vorversuche möchte ich nur in einem Punkte Stellung nehmen, und zwar bitte ich, meine Ausführungen nur als Anregung und Ergänzung auffassen zu wollen. Herr Dr. Sass berichtete über Spülversuche, die in der Weise durchgeführt wurden, daß gleichsam das stationäre Strömungsbild beobachtet wurde. In dem Manuskript wird darauf hingewiesen, daß damit nur eine erste Annäherung erreicht sei. Man könnte vielleicht auch sagen, daß das Problem damit nur von einer Seite her beleuchtet worden ist, daß in Wirklichkeit der Spülvorgang noch beeinflusst wird durch die während der Spülung zur Verfügung stehenden sehr kurzen Zeiten, daß also der Vorgang gleichsam als dynamischer Vorgang zu betrachten wäre. Solche Spülversuche sind in den letzten Jahren sicherlich vielerorts ausgeführt worden; die Firma Sulzer hat schon vor etwa 20 Jahren solche Versuche durchgeführt, und zwar wurde dabei nach beiden Verfahren gearbeitet; es wurde das stationäre Strömungsbild beobachtet, und es wurde der dynamische Spülvorgang nach Möglichkeit nachgeahmt. Dabei war auch durch geeignete Wahl der Spülgase auf die Unterschiede im spezifischen Gewicht der Gase Rücksicht genommen worden. Es zeigte sich, daß die Schlüsse, die aus einer Betrachtung der rein stationären Strömungen sich ergeben, nicht ohne weiteres als maßgebend betrachtet werden können für die wirklichen Spülvorgänge. Die Betrachtung des dynamischen Vorganges gibt weitere Aufschlüsse, die man aus dem stationären Strömungsbild nicht erhält, und es läßt sich sogar sagen, daß, wenn man zwischen den beiden Verfahren zu wählen hätte, man mit Vorteil das zweite Verfahren wählen sollte. Beispielsweise läßt sich aus der Betrachtung der stationären Strömung der Mangel an Luft nicht erkennen, der dadurch entsteht, daß die Auspuffschlitze nach beendeter Spülung noch offen sind und erst nachher durch den Kolben geschlossen werden; dadurch findet natürlicherweise ein Luftaustritt nach dem Auspuff statt, während es durch besondere Anordnungen, beispielsweise durch eine Doppelschlitzspülung, ermöglicht werden kann, einen Druckausgleich zwischen der Spülluft und dem Zylinderinhalt herbeizuführen und damit an Luftinhalt zu gewinnen. Diese Maßnahme würde dazu führen, daß eine Maschine, die diesen Luftverlust vermeidet, sich etwas höher belasten läßt, also ein höherer, mittlerer Zylinderdruck erzielbar sein würde. Der Druck muß allerdings mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit im Zusammenhang mit der Auspufftemperatur betrachtet werden, die als maßgebend für die Betriebssicherheit angesprochen werden muß. Es ist vielleicht von Interesse, hier

einige Zahlen zu nennen, und ich nehme dabei Bezug auf das Manuskript des Vortrags, wo als mittlere Zylinderbelastung ein indizierter mittlerer Druck von 5,24 angegeben wurde, bei einer Auspufftemperatur von 288 Grad. Demgegenüber möchte ich als Beispiel die Zahlen einer Zweitaktmaschine von 600 mm Bohrung mitteilen, die ebenfalls mit kompressorlosem Betrieb, also mit Strahlerstäubung, arbeitete, die bei Normallast einen indizierten mittleren Druck von 6,38 bei nur 248 Grad Auspufftemperatur erzielte. Der Spülüberschuß war dabei der gleiche wie bei der Maschine der A.E.G. Maximal wurde bei der Maschine der A.E.G. ein mittlerer indizierter Druck von 5,61 angegeben; demgegenüber erzielten wir bei der erwähnten Maschine mit der luftlosen Einspritzung einen maximalen mittleren indizierten Druck von 7,55 bei einer Auspufftemperatur von nur 324 gegenüber 337, also bei ungefähr gleicher Auspufftemperatur. Es ist ein mittlerer indizierter Druck von 6,3 bis 6,5 für den Betrieb als durchaus normal zu bezeichnen, wie ja Zweitaktmotoren, die im Betrieb stehen — ich erinnere an die Schiffe Fulda und Phöbus, die dauernd mit dieser Belastung arbeiten und sehr geringe Abnutzung zeigen — erkennen lassen. In den letzten Jahren sind nun diese Spülversuche, bei denen der dynamische Vorgang dargestellt wurde, auch ausgedehnt worden auf die Beobachtung der unteren Zylinderseite im doppeltwirkenden Zweitaktmotor, also auf den Einfluß der Kolbenstange. Es zeigte sich dabei, daß die untere Zylinderseite in dieser Hinsicht durch die Spülung keine besonderen Schwierigkeiten ergab. Ein Versuch mit einem doppeltwirkenden Versuchszylinder von 2000 PS effektiver Leistung hat denn auch gezeigt, daß in bezug auf die Spülung die untere Zylinderseite durchaus ohne Schwierigkeiten zu beherrschen ist; es ist das eine Feststellung, die auch von anderer Seite gemacht werden konnte. (Lebhafter Beifall.)

Herr Dr.-Ing. Sass (Schlußwort):

Meine Herren! Herr Oberingenieur Brose hat in der Tat einen Punkt meines Manuskriptes berührt, der mit der Ausführung der Maschine nicht mehr übereinstimmt. Auch wir haben Zylinder-Laufbüchsen aus Stahl verwendet und festgestellt, daß diese ganz gut brauchbar sind. Allerdings ist die unerläßliche Bedingung, daß die Laufbüchsen niemals auch nur an der kleinsten Stelle gefressen haben dürfen. Hat dagegen einmal ein Fressen stattgefunden, dann schweißen sich kleine Gußeisen- oder Stahlpunkte auf die Laufbüchsenwand auf; die Wandung der Laufbüchse wird rau und reibt an der Lauffläche des Kolbens, und dieses Reiben hört nicht auf, sondern wird immer größer; die Freßstelle dehnt sich aus und man muß schließlich die Laufbüchsen erneuern. Da man nun nie dafür garantieren kann, daß nicht gelegentlich irgendwo eine kleine Freßstelle auftritt, so haben wir den Stahl wieder verlassen und gußeiserner Laufbüchsen ausgeführt. Wir fanden, daß auch Gußeisen ausgezeichnet geht, ja, daß es vielleicht sogar besser ist. Ich glaube, hiermit dürfte dieser Punkt geklärt sein.

Herrn Dr. Immich von den Deutschen Werken, Kiel, danke ich für die wertvollen Ergänzungen meiner Ausführungen, mit denen er uns von einem Teil seiner Maschinenkonstruktionen Kenntnis gegeben hat. Die Spülversuche des Herrn Dr. Immich konnte ich nicht erwähnen, da ich sie nicht kannte; es ist wohl auch nie etwas darüber veröffentlicht worden. Man konnte überhaupt, wenn man die Herren Dr. Immich und Dr. Eichelberg hörte — jedenfalls mir ging es so —, ein Gefühl des Bedauerns darüber nicht unterdrücken, daß so viele Firmen Versuche machen, ohne etwas darüber zu veröffentlichen. Jeder macht noch einmal dieselben Versuche wie sein Vorgänger; jeder gibt dasselbe Geld noch einmal aus, und letzten Endes muß der Kunde die Kosten dafür bezahlen. Also, ich glaube, etwas mehr Offenheit wäre im Interesse der Wissenschaft und der deutschen Industrie am Platze. (Bravo!)

Die Zweckmäßigkeit der dynamischen Spülversuche will mir nicht in den Sinn. Wir haben uns auch überlegt, ob wir statische oder dynamische Spülversuche machen sollten, haben aber schließlich die ersteren vorgezogen, weil man auch bei der besten dynamischen Versuchsanordnung die saugende Wirkung der Abgassäule doch nicht nachmachen kann. Einen wie großen Einfluß die Abgassäule auf die Spülung haben kann, haben wir an den früher von uns gebauten Junkers-Maschinen gelegentlich zu unserm Leidwesen feststellen können: die Abgassäule saugte zuweilen so enorm, daß sich ein Unterdruck von mehreren Zehntel Atmosphären im Zylinder herstellte. Das hat allerdings mit der Gegenkolbenanordnung von Junkers als solcher nichts zu tun, und wenn wir die Spülung richtig machten, dann funktionierte auch die Junkers-Maschine recht gut.

Herr Dr. Eichelberg meinte, daß der Luftverlust durch die Auspuffschlitze beim stationären Spülverfahren nicht kontrollierbar sei. Das ist natürlich richtig, aber diese Kontrolle kann ich nachher an der ausgeführten Maschine bequem nachholen. Ich denke dabei noch nicht einmal an Schwachfeder-Diagramme, sondern an den erreichten mittleren effektiven Druck, der mir untrüglich anzeigt, ob der Luftverlust durch die Auspuffschlitze sich in erträglichen Grenzen hält oder nicht. Obwohl nun der von uns erreichte mittlere effektive Druck hier bemängelt worden ist, glauben wir doch Ursache zu haben zufrieden zu sein, da wir inzwischen weitere Fortschritte gemacht haben, die in dem fünf oder sechs Monate alten Manuskript natürlich noch nicht erwähnt werden konnten. Ich will hier keine Polemik über bisher erreichte mittlere effektive Drücke anfangen, aber wenn ich mich nicht sehr irre, verkaufen wir unsere Erstlingsmaschinen bereits mit einem etwas höheren mittleren effektiven Druck, als es z. B. die Deutschen Werke tun. Indessen die Frage, welcher mittlere effektive oder indizierte Druck auf die Dauer erreichbar ist, wird nicht hier am Rednertisch und auch nicht auf den Prüffeldern entschieden, sondern sie wird an Bord entschieden, und hier lautet die Frage: wie hoch kann man die Maschinen im Dauerbetrieb belasten, ohne daß sie überstrapaziert werden? Mittlere indizierte Drücke von 7,55 kg/cm², wie Herr Dr. Eichelberg sie erwähnte, halte ich für eine Zweitaktmaschine auf die Dauer für zu hoch, denn man muß bedenken, daß die Zweitaktmaschine gegenüber der Viertaktmaschine dadurch im Nachteil ist, daß rund 20% der Hublänge durch die Auspuffschlitze verlorengehen. Hat man in der Zweitaktmaschine einen mittleren indizierten Druck von 7,5 kg/cm², so muß man diese Zahl mit rund 1,2 multiplizieren, um den mittleren indizierten Druck mit dem einer Viertaktmaschine vergleichen zu können. Das ergäbe einen mittleren indizierten Druck von rund 9 kg/cm². Diesen halte ich für Schiffsbetrieb für zu hoch,

und ob nicht auch die Reeder sich meiner Ansicht anschließen werden, möchte ich dahingestellt sein lassen. Jedenfalls wird nur im Dauerbetrieb entschieden werden können, wie hoch man den doppelwirkenden Zweitaktmotor und insbesondere den doppelwirkenden kompressorlosen Zweitaktmotor, wird belasten können. Einstweilen glaube ich, auf diese Frage wenigstens eine erste Antwort gegeben zu haben; mehr möchte ich gar nicht für meine Firma und mich in Anspruch nehmen; aber nach allem, was wir bis jetzt gesehen haben und was wir auch befreundeten, an technisch hervorragender Stelle stehenden Herren vorgeführt haben, ist es ein Anfang, der jedenfalls einigermaßen versprechend ist. (Lebhafter Beifall.)

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Schon lange ist man im Schiffsmaschinenbau bestrebt gewesen, die Zweitakt-Dieselmotoren doppelwirkend und ohne Kompressor herzustellen, um einen möglichst einfachen Motor zu erhalten. Aus dem Vortrage des Herrn Dr. Sass und die uns gezeigten Figuren konnten wir den Eindruck gewinnen, daß dieses Ziel nun erreicht ist. Wenn die von dem Vortragenden mitgeteilten Probefahrtsergebnisse sich weiterhin bestätigen, so können wir Herrn Dr. Sass zu seinen bisherigen Arbeiten beglückwünschen und ihm gleichzeitig unsern Dank zu erkennen geben für den anregenden Vortrag, den er uns gehalten hat.

XIII. Die modernen technischen Einrichtungen in Schiffsküchen.

Von Direktor Dipl.-Ing. **Hans Schönian**, Sarstedt.

Kochapparate für Schifffahrtsbetriebe stellen an den Konstrukteur andere Ansprüche als solche für ortsfeste Anlagen. In verhältnismäßig engen Räumen müssen große Mengen von Speisen, auf Passagierdampfern auch noch verschiedenster Art, in kurzer Zeit hergestellt werden. Die Küche soll möglichst wenig Personal verlangen. Die Apparate müssen in jeder Lage des Schiffes gut funktionieren und dürfen durch Schwankungen in ihrer Funktion keine Störung erleiden. Die Beanspruchung der Apparate ist daher höher als bei ortsfesten Anlagen, und ihre Verwendbarkeit soll, soweit nicht Spezialeinrichtungen in Frage kommen, möglichst vielseitig sein. Die erheblich kleineren Räume als beim Landbetrieb erfordern eine sehr gute Disposition der Küchen in bezug auf die Ausnutzung des Raumes, auf die Verteilung von Licht und insbesondere in bezug auf die Ventilation.

Unterbringung der Küchen.

Frachtschiffe, die nur Schiffspersonal mitnehmen, erhalten in der Regel nur einen Küchenraum. Für Fracht- und Passagierschiffe wird meistens auch nur ein Küchenraum, bei über 24 Personen 2 Küchenräume, vorgesehen. Reine Passagierschiffe erhalten getrennte Küchen für die verschiedenen Klassen.

Die Kücheneinrichtungen auf ganz kleinen Fahrzeugen sollen nicht Gegenstand meines Vortrages sein, weil diese von den Küchen, wie man sie in größeren Haushaltungen hat, kaum abweichen. Kleine Fahrzeuge, welche lediglich für die Mannschaften Speisen herstellen, haben gewöhnlich nur einen einfachen Kochherd, welcher eine ähnliche Bauart hat wie jeder Haushaltungsherd, nur daß der Herd mit Schlingerleisten versehen wird und kräftiger gebaut ist. — Uns interessieren hauptsächlich Großküchenanlagen, welche auf großen Fracht- und Passagierdampfern sowie auf Kriegsfahrzeugen in Benutzung sind.

Wärmequellen.

Als Wärmequelle für den Betrieb der Kochapparate kommen in Frage: Kohle, Öl, Dampf und Elektrizität.

Die Apparate werden zweckmäßig für die Brennstoffe gebaut, die auf dem Schiff an sich Verwendung finden. Es ist unbequem und unzweckmäßig, z. B.

für reine Ölschiffe Kohlen zu verwenden und dafür Bunkerräume schaffen zu müssen.

Die gebräuchlichste Feuerungsart für Kocheinrichtungen ist die Kohlenfeuerung. Sie soll so gebaut sein, daß die Kesselkohlen ohne weiteres verfeuert werden können.

Diejenigen Schiffe, die durch mit Öl geheizte Kessel oder mit Dieselmotoren betrieben werden, sollten eigentlich nur ölgeheizte oder elektrische Kochvorrichtungen haben.

Die Ölfeuerung für die in Frage kommenden Wärmemengen ist erst in den letzten Jahren so entwickelt, daß einerseits mit einem gesicherten Küchenbetrieb, der von größter Wichtigkeit ist, gerechnet werden kann, andererseits die Bedienung eines Ölherdes keinerlei Schwierigkeiten mehr macht und auch durch technisch ungeschultes Personal vorgenommen werden kann.

Die Anwendung des elektrischen Stromes als Wärmequelle ist in geringem Umfange schon seit längerer Zeit üblich. Erst in den letzten beiden Jahren ist man mehr und mehr dazu übergegangen, auch die großen Apparate elektrisch zu beheizen, besonders auf den mit Öl betriebenen Schiffen, weil es bei dem großen Konsum an elektrischer Energie auf modernen Fahrzeugen nicht darauf ankommt, auch die Küche noch elektrisch zu betreiben.

Dampf kommt hauptsächlich zur Heizung von Kochkesseln, Gemüsedämpfern, Kaffeemaschinen und anderen Spezialapparaten in Frage. Die Anwendung von Dampf ist vorteilhaft für alle diejenigen Fälle, wo die Kochtemperatur nicht sehr hoch zu liegen braucht und eine längere Einwirkung der Wärme auf das Kochgut erforderlich ist.

Betrachten wir die Vor- und Nachteile der einzelnen Feuerungsarten, so läßt sich hierüber folgendes sagen: Die Kohlenfeuerung hat den Vorteil der Einfachheit. Sie hat aber den großen Nachteil, daß durch die Zuführung von Kohle sowie das Wegschaffen der Asche und Schlacke unbedingt Schmutz in die Küche gebracht wird. Ferner muß man immer eine halbe bis dreiviertel Stunden vom Anheizen an rechnen, bis der Kochapparat leistungsfähig ist. Drittens müssen die Rauchabzüge, Schornstein usw., so bemessen werden, daß sie sowohl bei der Fahrt auf See als auch beim Liegen im Hafen ausreichend sind und leicht gereinigt werden können. Als weiterer Nachteil der Kohlenfeuerung ist noch zu erwähnen, daß die Regulierung der zu erzeugenden Wärme recht träge ist. Schließlich ist bei Kohlenfeuerung noch zu bedenken, daß die Bunkerräume größer sein müssen als bei anderen Wärmequellen.

Die Ölfeuerung hat gegenüber der Kohlenfeuerung den Vorteil, daß kein Staub und Schmutz durch die Zufuhr des Brennstoffes entsteht. Wird die Ölfeuerung richtig betrieben, so entsteht auch kein wesentlicher Schmutz bei der Verbrennung selbst. Die Ölfeuerung läßt sich gegenüber Kohle in sehr weiten Grenzen regulieren. Sie hat den Nachteil, daß die Schornsteine genau wie bei der Kohle so eingerichtet sein müssen, daß die Feuerung sowohl im Hafen wie auch auf See den nötigen Zug hat. Die Rauchabzüge müssen auch mit Reinigungsvorrichtungen versehen werden, denn es kommt vor, daß durch irgendwelchen

Zufall die Ölfeuerung nicht rauchfrei brennt und dadurch Ablagerungen entstehen. Ein Nachteil der Ölfeuerung ist, daß man zum Betriebe eine besondere Gebläse-einrichtung braucht, welche zum Zerstäuben des Öls dient. Nach den Bestimmungen des Germanischen Lloyd ist es nicht statthaft, die Preßluft den Kompressorenanlagen für die Dieselmotoren zu entnehmen, vielmehr ist bisher immer verlangt, daß die Ölfeuerungen für Küchenanlagen ihr besonderes Gebläse erhalten. Dieser Nachteil ist jedoch nicht so sehr groß, weil kleine Luftmengen und infolgedessen auch kleine Gebläse hierfür in Frage kommen. — Ein weiterer Nachteil der Ölfeuerung ist, daß sie ein etwas geschulteres Personal verlangt, wenn auch die Einrichtungen so sind, daß jeder einigermaßen sorgfältige Arbeiter ohne weiteres mit dem Einstellen der Brenner fertig wird. Schließlich muß der Vollständigkeit halber noch erwähnt werden, daß es bei der Ölfeuerung leicht möglich ist, die Leistung zu forcieren, wodurch leicht eine Überbeanspruchung der Apparateile hervorgerufen werden kann.

Die Vorteile der elektrischen Beheizung liegen auf der Hand: überaus sauberer Betrieb, leichte Regulierbarkeit, große Gleichmäßigkeit und Einfachheit in der Bedienung. Man ist in der Lage, die elektrischen Heizvorrichtungen so einzubauen, daß eine Luftzirkulation im Apparat vermieden wird. Es treten dann auch keine nennenswerten Wärmeverluste durch abströmende Gase auf. Die unvermeidbaren Abstrahlungsverluste lassen sich durch gute Isolation sehr verringern. — Die elektrische Heizung hat den Nachteil, daß einmal die elektrischen Einrichtungen ziemlich teuer sind, und daß zweitens auch der Betrieb mehr kostet. Häufig wird aber dieser Nachteil durch die vielen Bequemlichkeiten, besonders auf Passagierdampfern, wieder gutgemacht.

Der Vorteil der Heizung durch Dampf liegt besonders in der Einfachheit der Bedienung und der leichten Regulierbarkeit. Es gibt fast kein Fahrzeug, das nicht Dampf zur Verfügung hat, und der Dampfbetrieb ist deswegen für die meisten Kochanlagen, soweit Temperaturen in Frage kommen, die um den Siedepunkt herum liegen, das Gegebene. Der Vorteil der Dampfheizung liegt ferner noch in einem außerordentlich hohen Wirkungsgrad der Wärmeübertragung und darin, daß bestimmte Speisen, beispielsweise Hülsenfrüchte, mit Dampf gekocht durch die gleichmäßige Temperatur besser geraten als beim Kochen auf dem Feuer. — Diesen Vorteilen steht als Nachteil nur die Instandhaltung der Ventile und der Kondenswasserabführungsvorrichtungen gegenüber. Dies ist aber für den Schiffsbetrieb ohne Belang, weil hierfür genügend geschultes Personal zur Verfügung steht.

Feuerungen.

Die Kohlenfeuerung ist durch die in jedem Haushalt üblichen Herde bekannt. Die Verbrennung erfolgt auf einem Planrost. Für die Regulierung der Verbrennungsluft und der Abgase ist Sorge zu tragen.

Komplizierter sind die Einrichtungen für Ölfeuerung, die, wie ich annehme, den Schiffbauer am meisten interessieren und deshalb etwas ausführlicher behandelt werden sollen.

Abb. 1 zeigt einen Zerstäuber für eine Herdölf Feuerung von den Voß-Werken A. G. in Sarstedt.

Die Zuführung von Öl und Luft geht aus der Zeichnung hervor. Die Düse *D* ist auswechselbar. — Sollte die Öldüse einmal während des Betriebes verstopfen, so kann durch die Nadel *N*, die in dem zentrisch geführten Schaft *F* befestigt ist, die Bohrung leicht freigemacht werden. Durch eine Spiralfeder ist die Nadel so gehalten, daß sie die Öldüse stets frei läßt. Durch den Druck auf die hintere Hülse *H* dringt die Nadel in die Düsenbohrung und beseitigt die Verstopfung.

Zur Vereinfachung der Bedienung ist anzustreben, daß die Regulierung nur durch ein einziges Ventil geschieht. Hierfür hat die Voß-Werke A. G. eine sehr einfache Lösung gefunden. Wie die Abb. 2 zeigt, ist der Öltank tief gelegt. Die Ölförderung zum Brenner geschieht dadurch, daß die Zerstäubungsluft dem allseitig geschlossenen Tagestank zugeführt wird. Da die Luftabzweigung zum Tagestank hinter dem Regulierventil für die Preßluft liegt, geschieht die Förderung des Öls abhängig vom Luftdruck. Das rechts vom Brennerliegende Eckventil dient zur Einregulierung der Ölmenge, etwa bei verschiedenen Ölsorten, und bleibt dann für den Betrieb der Ölfeuerung unverändert stehen.

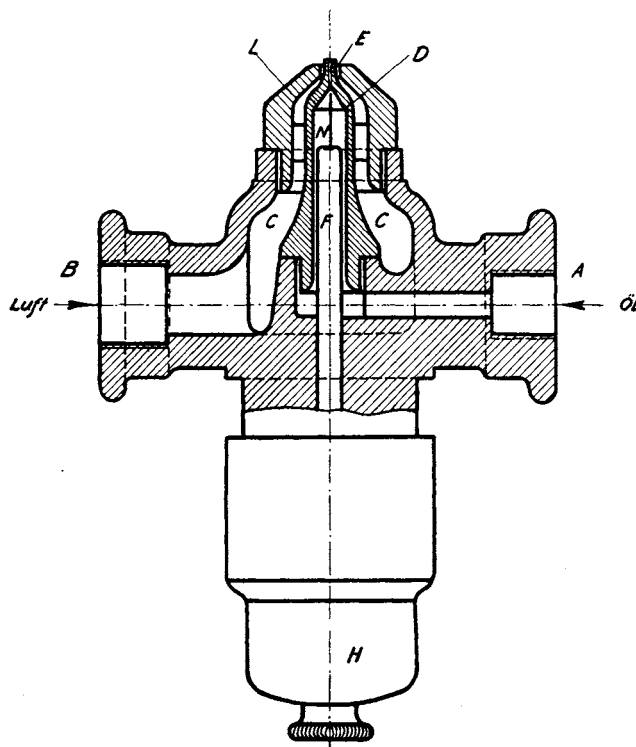


Abb. 1. Ölbrenner der Voß-Werke A. G.

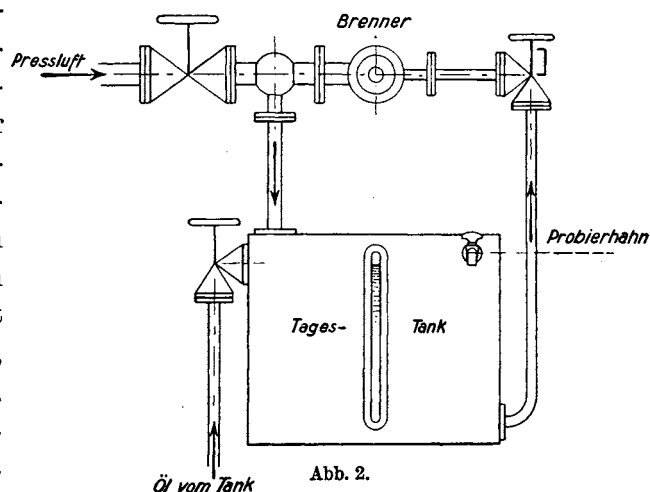


Abb. 2.

Der vom Senking-Werk A. G. Hildesheim konstruierte Ölbrenner ist in Abb. 3 dargestellt. Er besitzt ein Öl- und Luftregulierungsventil. Die Öldüse ist nach Abnehmen einer Verschlußkappe auswechselbar, innen befindet sich eine Nadelventilspindel zum Einregulieren der höchstbenötigten Brennstoffmenge. Die Schutzkappe verhindert ein unbefugtes Verstellen der einregulierten Öldüse.

Durch die getrennte Öl- und Luftregulierung läßt sich die Feuerung bequem jedem Bedarf anpassen.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel für die Ölfeuerung im Schiffsküchenbetrieb ist die Konstruktion der Firma Gebr. Demmer A. G., Eisenach, Abb. 4.

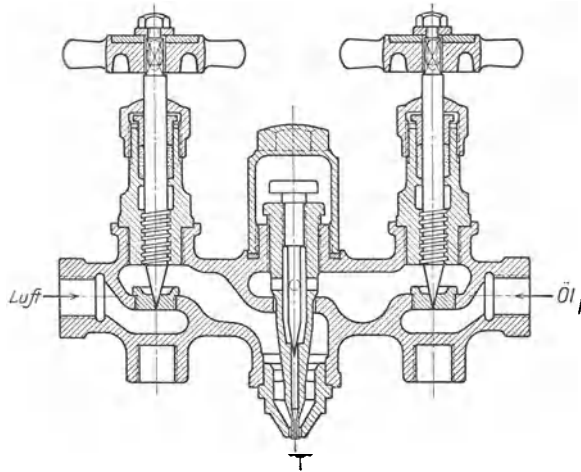


Abb. 3. Ölburner vom Senking-Werk A. G.

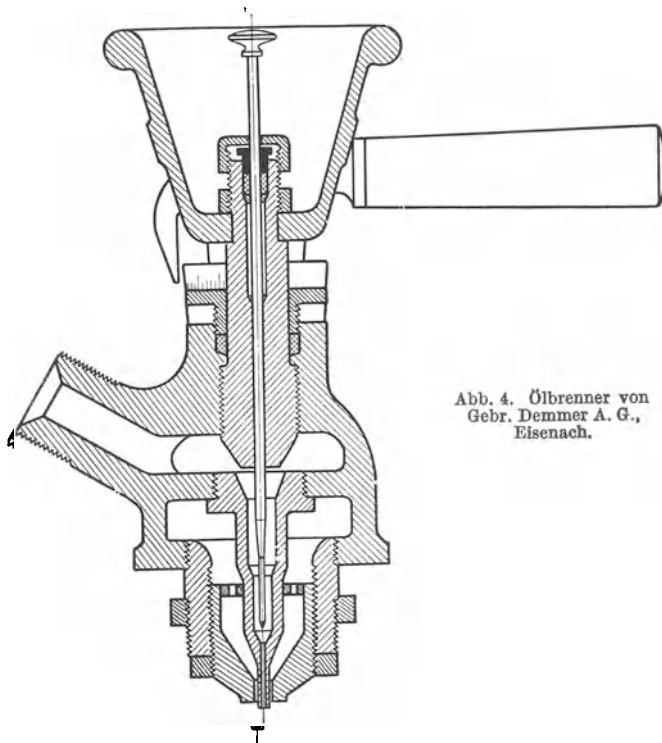


Abb. 4. Ölburner von Gebr. Demmer A. G., Eisenach.

Die Einstellung des Ölzufusses zur Düse erfolgt auch hier durch ein kräftig gebautes Präzisionsnadelventil mit einer zentral angeordneten Düsendurchstoßnadel. Hiermit kann die Öldüse jederzeit während des Betriebes durchstoßen und gereinigt werden.

Bei der elektrischen Heizung werden die elektrischen Heizwiderstände, welche in isolierenden Materialien eingebettet sind oder durch solche gehalten werden, möglichst dicht unter der Kochplatte eingebaut. Sie müssen so angeordnet werden, daß

durch Erschütterungen die Spiralen keine Veränderung in ihrer Lage erfahren, weil dadurch Kurzschluß entstehen kann. Bei den Backöfen und sonstigen Kochapparaten liegen die elektrischen Heizelemente direkt an den verschiedenen Wänden bzw. in Heizkammern. Bei Kesseln werden sie unter dem Kesselboden eingebaut. Es ist ja bekannt, daß man elektrisch auf sehr verschiedene Art heizen kann. Für den Schiffsbetrieb eignen sich aber nur sehr solide ausgeführte Heizelemente, die unter Erschütterungen nicht leiden. Man benutzt des-

halb als Widerstände gewöhnlich Spiralen aus Chromnickelstahl oder irgendeinem Widerstandsdraht von hoher mechanischer Festigkeit, selbst bei lebhafter Rotglut. Die Träger der Heizspiralen bestehen aus einer porzellan- oder schamotteähnlichen Masse. Sie können an der der Heizplatte abgewandten Seite ziemlich stark gehalten werden, da sie ja zugleich als Wärmespeicher wirken und

die aufgenommene Wärme wieder abgeben. — Neuerdings benutzt man als Heizkörper lose gewundene Drahtspiralen, die in Zickzackwindungen durch einen keramischen Körper geführt werden. Diese Anordnung hat den Vorzug, daß die Spiralen, falls sie durchbrennen oder sonst defekt werden sollten, sehr leicht ausgewechselt werden können. Das Wickeln der fest eingebauten Drähte macht entschieden mehr Schwierigkeiten und setzt fachmännisch geschultes Personal voraus.

Es ist natürlich zweckmäßig, alle elektrischen Kochvorrichtungen möglichst vollkommen gegen Wärmeverluste zu isolieren, da ja die durch Elektrizität erzeugte Wärme ziemlich teuer ist. — Die Heizspiralen werden so angeordnet, daß sie in Gruppen ein- und ausgeschaltet werden können. Letzteres ist erforderlich, um eine möglichst große Ökonomie im Betriebe zu erzielen. Bei elektrisch beheizten Gemüse- oder Kartoffeldämpfern ist es beispielsweise nötig, die Kochtemperatur von 100° möglichst schnell zu erzielen, da sonst die Kartoffeln durch Einwirkung der Luft schwarz werden. Ist das Wasserbad zum Kochen gebracht, so braucht man im allgemeinen nur noch mit einem Drittel der elektrischen Energie weiterzukochen. Es werden dann 2 Gruppen ausgeschaltet. — Bei den elektrisch

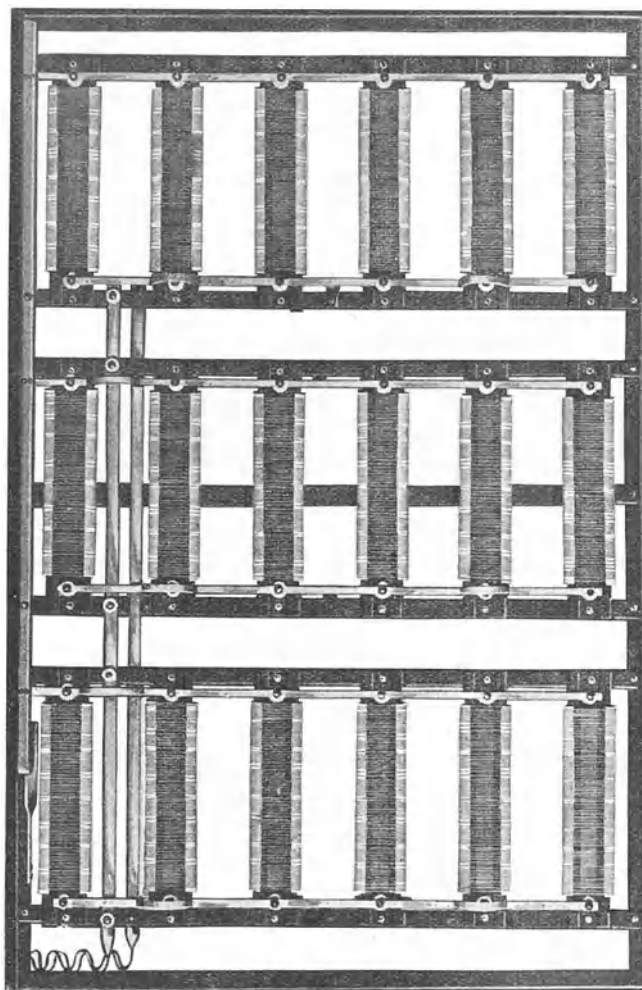


Abb. 5. Heizwiderstand der Widerstand A.G.

geheizten Kochapparaten soll das Wasserbad möglichst klein gehalten werden, damit der Apparat schnell betriebsbereit ist.

Um ein Ausführungsbeispiel solcher Heizwiderstände zu bringen, zeige ich Ihnen in Abb. 5 eine Ausführung der Widerstand A. G. Hannover.

Eine Einrichtung, speziell für die Beheizung von Herdplatten, zeigt Abb. 6. Hier sind die Heizdrähte auf porzellanartige Körper aufgewickelt und an den beiden Seiten durch Nickelsammelschienen die Verbindung mit der Stromzuführung hergestellt. Man kann mit solchen Heizelementen die Kochplatte bis zur Dunkelrotglut erhitzen. Die Energieaufnahme der Elemente beträgt pro

Quadratmeter Heizfläche 8—12 kW. Auch hier werden die Elemente gruppenweise geschaltet.

Die Ausführung der elektrischen Heizelemente ist außerordentlich vielseitig, und es würde zu weit führen, über die vielen vorliegenden Ausführungsformen zu sprechen.

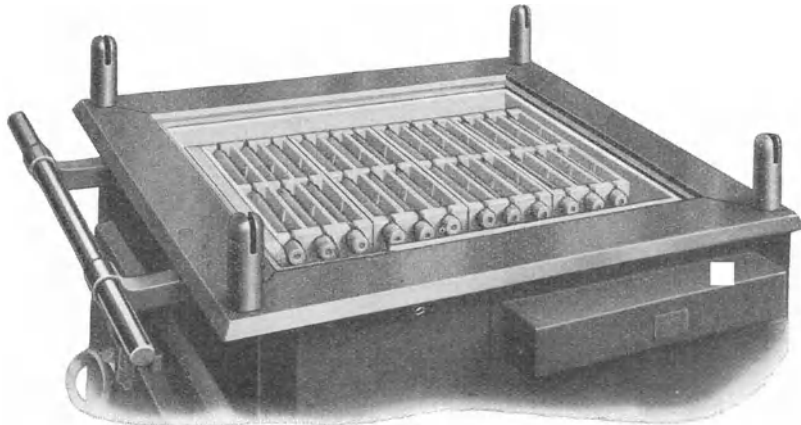


Abb. 6. Elektrischer Heizkörper zur Beheizung von Herdplatten.

Bei der Heizung von Kochapparaten durch Dampf muß man es sich zum Prinzip machen, niemals Dampf direkt auf das Kochgut wirken zu lassen, sondern den Dampf nur als Wärmequelle zu benutzen. Alle Speisen nehmen beim Kochen

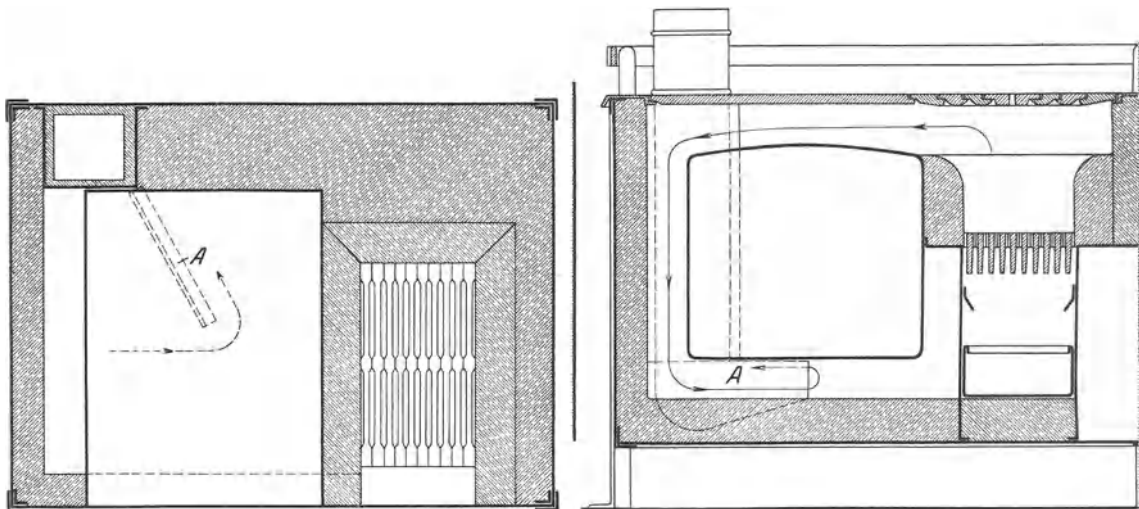


Abb. 7. Schema eines Schiffsherdes für Kohlenfeuerung.

leicht Nebengeschmack an; bei der Verwendung von direktem Kesseldampf zum Kochen könnte dieser Fall leicht eintreten, weil das Kesselwasser nie vollständig rein ist. Der Kesseldampf wird reduziert oder unreduziert in die Heizschlange der Dampfbadkessel geleitet und hierdurch das Kochbad, welches den Kochdampf erzeugt, erwärmt. Die Heizung an sich ist ja bekannt und so einfach, daß hierüber weiter nichts zu erwähnen ist.

Im folgenden werde ich Ihnen die hauptsächlich in Frage kommenden Apparate beschreiben:

Der wichtigste Apparat im Küchenbetrieb ist der Herd.

Abb. 7 zeigt die schematische Darstellung eines Schiffsherdes für Kohlenfeuerung, wie sie vom größten bis zum kleinsten Typ gebaut werden. Rechts befindet sich die Feuerung, die mit Schamottesteinen ausgekleidet ist, darüber ein abnehmbarer Ringsatz. Die Rauchgase gehen unter der Kochplatte her, nachdem sie den Bratöfen umspült haben, in den Abzug. Damit der Boden gleichmäßig geheizt wird, ist eine Zunge *A* eingebaut, welche die richtige Führung der Heizgase gewährleistet. Der Herd ist ringsum durch eine Ausmauerung gegen Wärmeverluste und Belästigung des Bedienungspersonals durch Strahlung

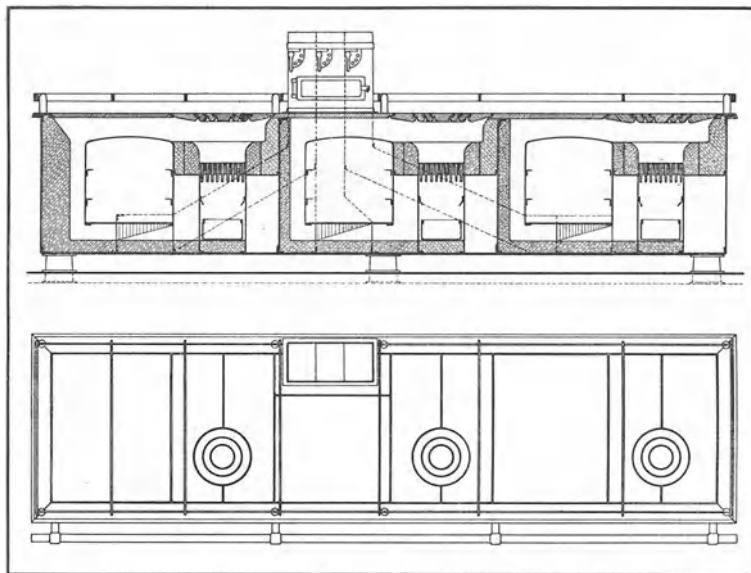


Abb. 8. Schiffsherd mit mehreren Feuerungen.

möglichst gut geschützt. Entsprechend den hohen Anforderungen an die Leistung des Herdes muß der Rost sowie insbesondere die Kochplatte sehr kräftig gehalten sein. Die Kochplattenstärke beträgt im Mittel 65 mm. Es ist zu bedenken, daß die letztere gewöhnlich Dunkelrotglut haben muß, um eine möglichst schnelle Herstellung der Pfannengerichte zu ermöglichen. Der Herd ist für schlechtes Wetter mit Schlingereisen versehen, die bei ruhiger Fahrt abgenommen werden können.

Diese Herde werden in allen Größen hergestellt, und zwar von 650 mm Breite an bis 1000 mm Breite. Die Länge ist beliebig, indem eine Feuerung neben der anderen angeordnet wird. Das Bild eines Herdes mit mehreren Feuerungen zeigt die Abb. 8.

Die Herde können auch so ausgeführt werden, daß die Feuerung in der Tiefe durchgeht und die Beschickung der Feuer und der Bratöfen von beiden Seiten des Herdes vorgenommen werden kann. Bei dieser Anordnung steht der Herd frei in der Mitte der Küche, und die Köche können von allen Seiten arbeiten.

Zu bemerken ist, daß die Herde so eingerichtet sein müssen, daß Züge und Feuerung von allen Seiten leicht zugänglich und bequem zu reinigen sind und die der Abnutzung unterworfenen Teile leicht ausgewechselt werden können. Aus diesem Grunde baut man die Herde so, daß die Kochplatte aus einem Rahmen mit Einlagen besteht, die ohne weiteres herausgenommen werden können. Auch die Bratofenböden sind herausnehmbar, die Rauchkanäle bekommen Putzöffnungen, so daß man den Herd leicht von Flugasche und Ruß befreien kann. Unter dem Rost ist ein herausnehmbarer Aschkasten angebracht, in welchem sich die durch die Feuerung fallende Asche sammelt.

Abb. 9 zeigt einen Herd mit 2 Feuerungen für Ölfeuerungsbetrieb. Die Größenverhältnisse sind dieselben wie bei dem Kohlenherd. An Stelle der Kohlenfeuerung liegt vor der Öffnung *A* der Zerstäuberbrenner für das Öl, so daß die Flamme an derselben Stelle sitzt, wo sonst die Kohlenfeuerung als Wärme-

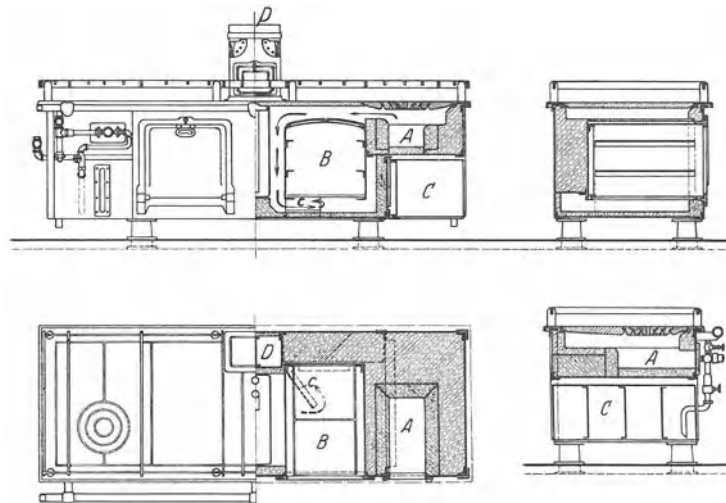


Abb. 9. Ölfeuerungsherd mit zwei Feuerungen.

quelle sich befindet. Ein Rost ist bei diesen Feuerungen nicht nötig, vielmehr liegt an seiner Stelle eine geschlossene feuerfeste Platte. Die Gase sind genau so geführt wie bei den Kohlenherden, heizen also auf ihrem Wege zum Schornstein noch den Bratofen. Der Ölbehälter liegt unterhalb der Feuerung (*C*).

Die Firma Küppersbusch A. G., Gelsenkirchen, hat einen Herd herausgebracht mit seitlich angebrachter Ölfeuerung, wie Abb. 10 zeigt. Im Prinzip ist der Herd genau so gebaut wie der vorige, nur daß die Flammenführung eine andere ist.

Im äußeren Aufbau sind die elektrischen Herde genau so durchgebildet wie Kohlen- und Ölherde, nur daß natürlich alle Züge wegfallen.

Abb. 11 zeigt einen elektrischen Herd. Die Heizkörper sind, wie schon erwähnt, direkt unter den Kochplatten angebracht. Desgleichen haben die Bratöfen unter dem Boden und über der Decke Heizelemente. Nach außen hat der Herd ringsum eine gute Wärmeisolierung. Etwas Besonderes ist bei diesen Herden nicht zu erwähnen, weil die technische Durchbildung an sich sehr einfach ist.

Einen größeren Voßherd für Kohlenfeuerung zeigt Abb. 12. Es ist dieses ein Herd mit mehreren Feuerungen, und zwar ein sog. Doppelherd. Er ist

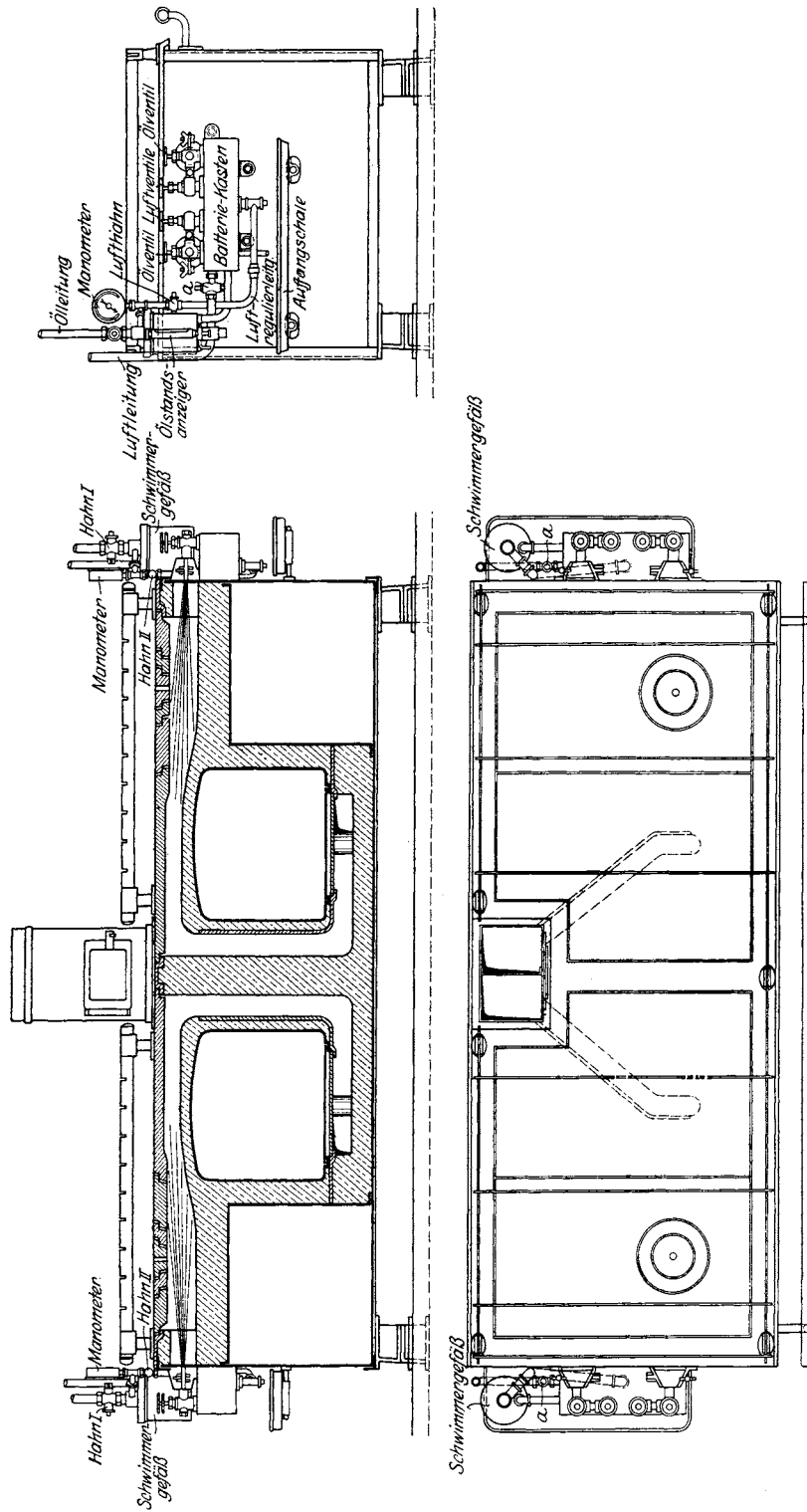


Abb. 10. Ölherd von Kuppersbusch.

so gebaut, daß dieselbe Feuerung, wie sie hier von vorn zu sehen ist, an der Hinterseite nochmals durchgeführt ist. Diese Küchenanlage befindet sich

auf dem Dampfer „Columbus“ vom Norddeutschen Lloyd und stellt die Küche 2. Klasse dar.

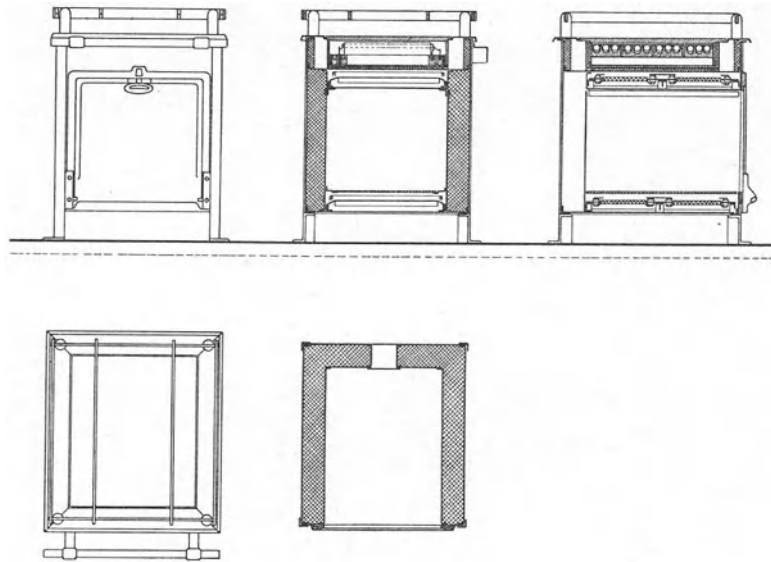


Abb. 11. Herd mit elektrischer Heizung.

Bild 13 zeigt ebenfalls einen größeren Herd für den Dampfer „Columbus“ für die Küche 1. Klasse. Auch dieser Herd ist als Doppelherd ausgebildet und von allen Seiten benutzbar.



Abb. 12. Doppelherd auf Dampfer „Columbus“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen. Küche II. Klasse.

Bei dieser Gelegenheit sei gleich auf die Ventilationsanlage aufmerksam gemacht, welche sich oberhalb des Herdes befindet. Die frische Luft wird durch den

Kanal, welcher unten mit einem durchlöchernten Boden versehen ist, der Küche dauernd zugeführt. Die Luftzuführung geschieht durch einen Ventilator, welcher die Luft vom Deck ansaugt und den Küchenräumen zuführt.

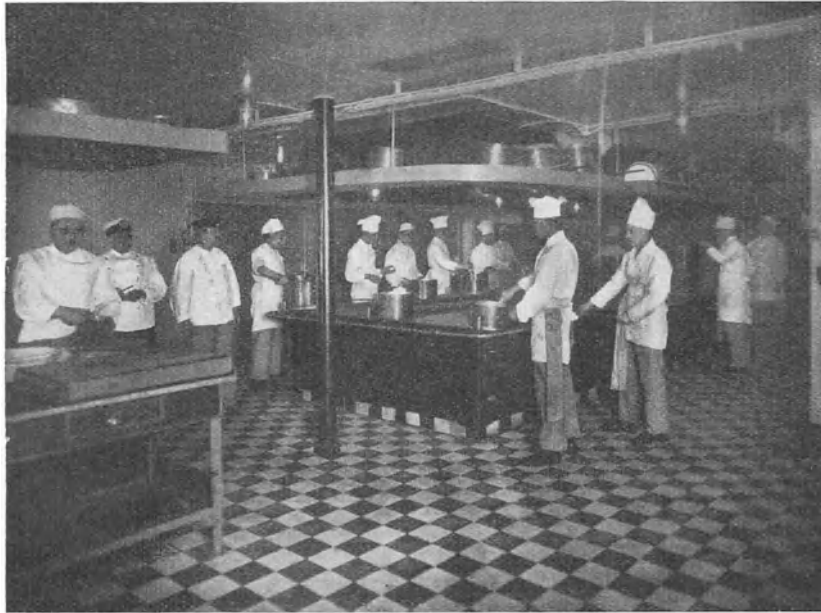


Abb. 13. Doppelherd auf Dampfer „Columbus“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen. Küche I. Klasse.

Das nächste Bild 14 zeigt einen größeren Voß-Herd für Ölheizung. Dieser Herd steht auf dem Motorschiff „Fulda“ des Norddeutschen Lloyd und zwar

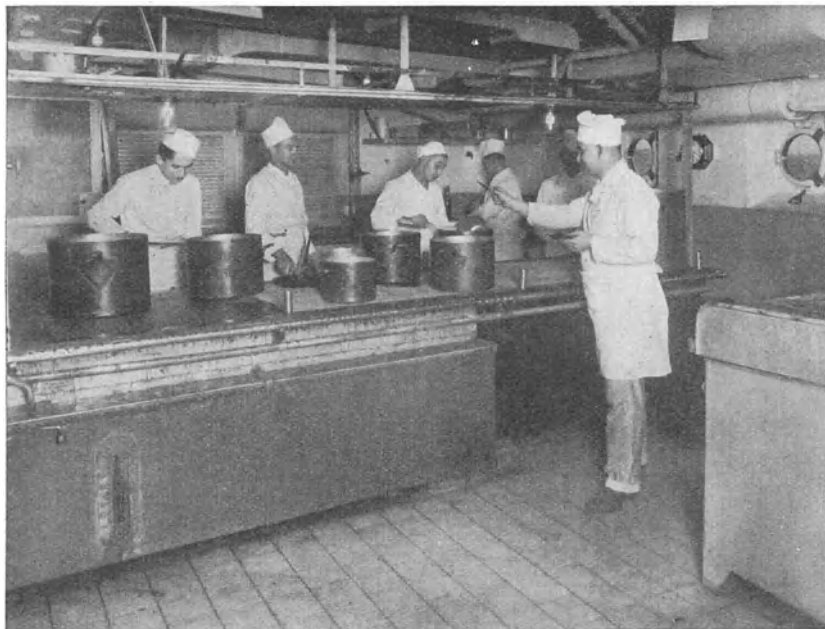


Abb. 14. Ölherd auf Motorschiff „Fulda“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

in der Küche der Kajüte. Im unteren Teil des Herdes befindet sich der Ölbehälter, der hier in den Herd eingebaut ist. Die Bratöfen liegen bei diesem Herd nach der anderen Seite. Die Lüftung der Küche erfolgt durch die ganz oben befindlichen Luftzuführungsrohre.

Einen elektrischen Herd zeigt Abb. 15. Dieser Herd ist von der Firma Kolo-seus gebaut und befindet sich auf dem Schiff „Monte Sarmiento“ der Hamburg-Südamerika-Dampfschiffahrtsgesellschaft. Die Heizkörper liegen direkt unterhalb der Kochplatten und unter dem Bratofenboden sowie über der Decke des Bratofens. Die Schaltanlage liegt im Hintergrunde an der Rückwand der Küche, und jede einzelne Heizstelle ist abschaltbar gemacht.

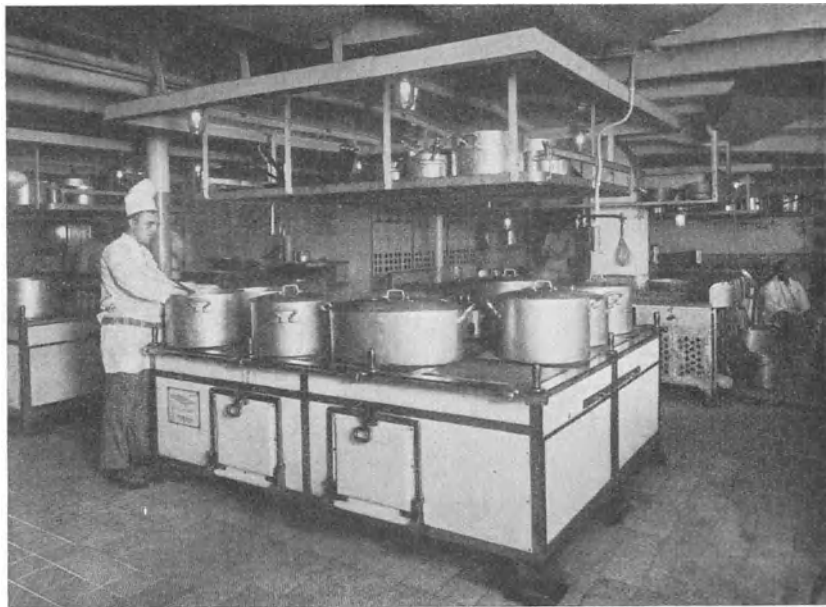


Abb. 15. Elektrischer Herd auf Dampfer „Monte Sarmiento“ der Hamburg-Südamerika-Dampfschiffahrtsgesellschaft.

In den meisten Fällen werden Bratöfen benutzt, die unterhalb der Kochplatte in den Herden angebracht sind. In Einzelfällen wird aber auch ein sog. Etagenbratofen benutzt, welcher außerhalb des Herdes für sich aufgestellt wird und mehrere übereinanderliegende Bratöfen hat, die genau so angeordnet sind wie die Schiffsbacköfen, die wir nachher im Bilde sehen werden.

Die Küchen für elegante Passagierdampfer erfordern noch einen Spezialapparat zur Herstellung von Speisen auf dem Rost, sog. Grillapparate. Ein schematisches Bild eines solchen Grills zeigt die Abb. 16. — Das Prinzip des Grills beruht darauf, daß durch strahlende Wärme das Eiweiß des Fleisches gerinnt und dadurch die Poren sofort schließt, und das Fleisch im eigenen Saft gar bäckt. Die Apparate sind deshalb so gebaut, daß das Feuer unmittelbar durch Strahlung auf das Rostgut wirkt. Die Apparate werden mit Holzkohle, Koks oder Elektrizität betrieben.

Bild 17 zeigt einen Grillapparat, wie er in der Küche für die 1. und 2. Klasse des Dampfers „Berlin“ vom Norddeutschen Lloyd aufgestellt ist. Über der

Sohle des Apparates liegt der Rost, auf welchem das zu grillende Fleisch liegt. Dieser Grill ist außerdem mit einer Einrichtung zum Spießbraten versehen. Bei

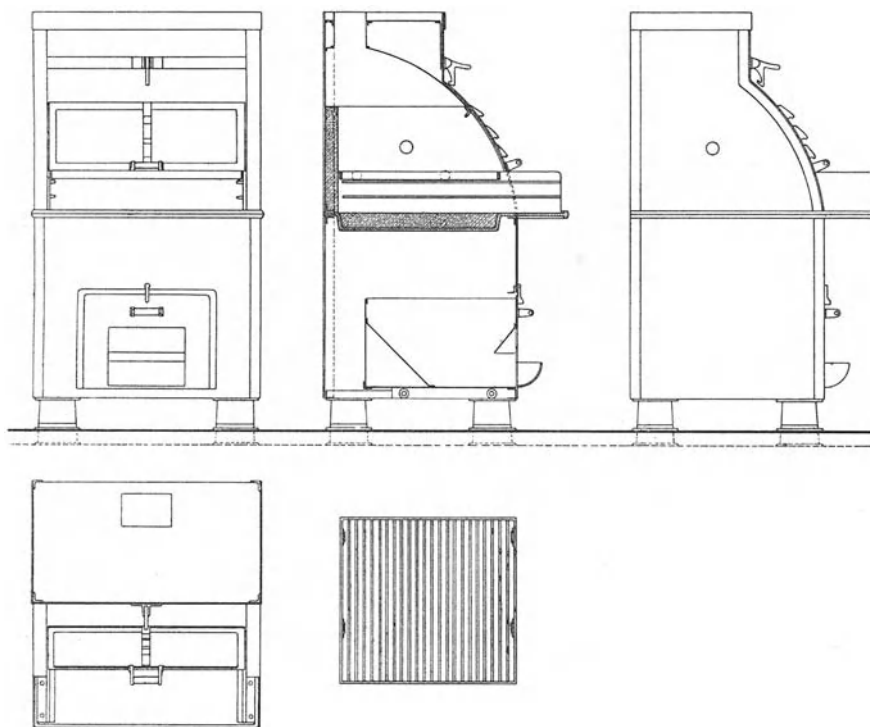


Abb. 16. Schema eines Grillapparates.

Benutzung des Apparates für diesen Zweck wird der Rost herausgenommen und in der Mitte des Grillraumes ein drehbarer Spieß angebracht, welcher durch ein

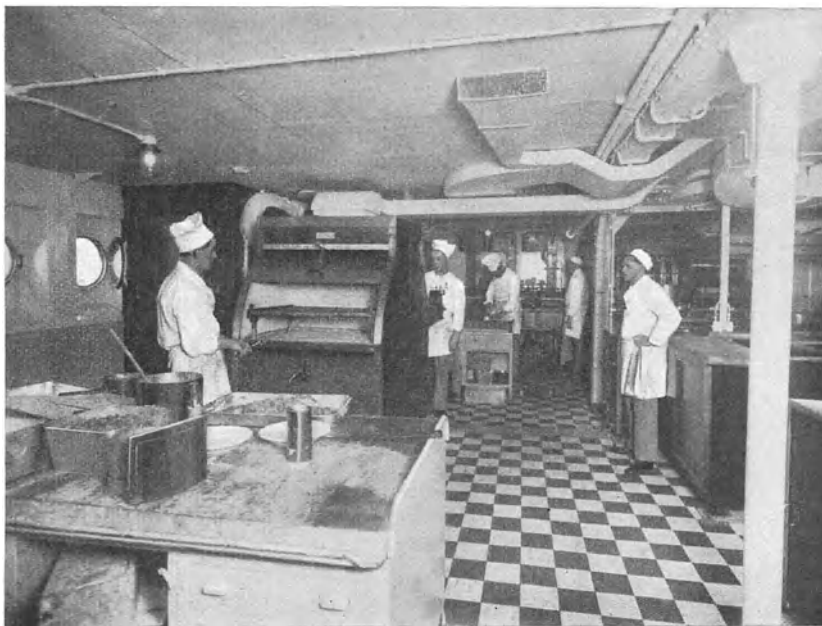


Abb. 17. Grillapparat auf Dampfer „Berlin“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen. Küche I. u. II. Klasse.

an der rechten Seite befindliches Uhrwerk in gleichmäßige Umdrehung versetzt wird. Der Apparat hat eine vorn verschließbare Haube, damit auch beim Spießbraten im geschlossenen Raume gearbeitet werden kann.

Für solche Küchen, wo große Fleischstücke am Spieß gebraten werden müssen, reicht gewöhnlich die Kraft des Uhrwerks zur Bewegung des Spießes nicht aus; in dem Falle wird ein kleiner Elektromotor mit Reduziergetriebe aufgestellt und der Rost mit etwa 10—15 Touren in der Minute gedreht.

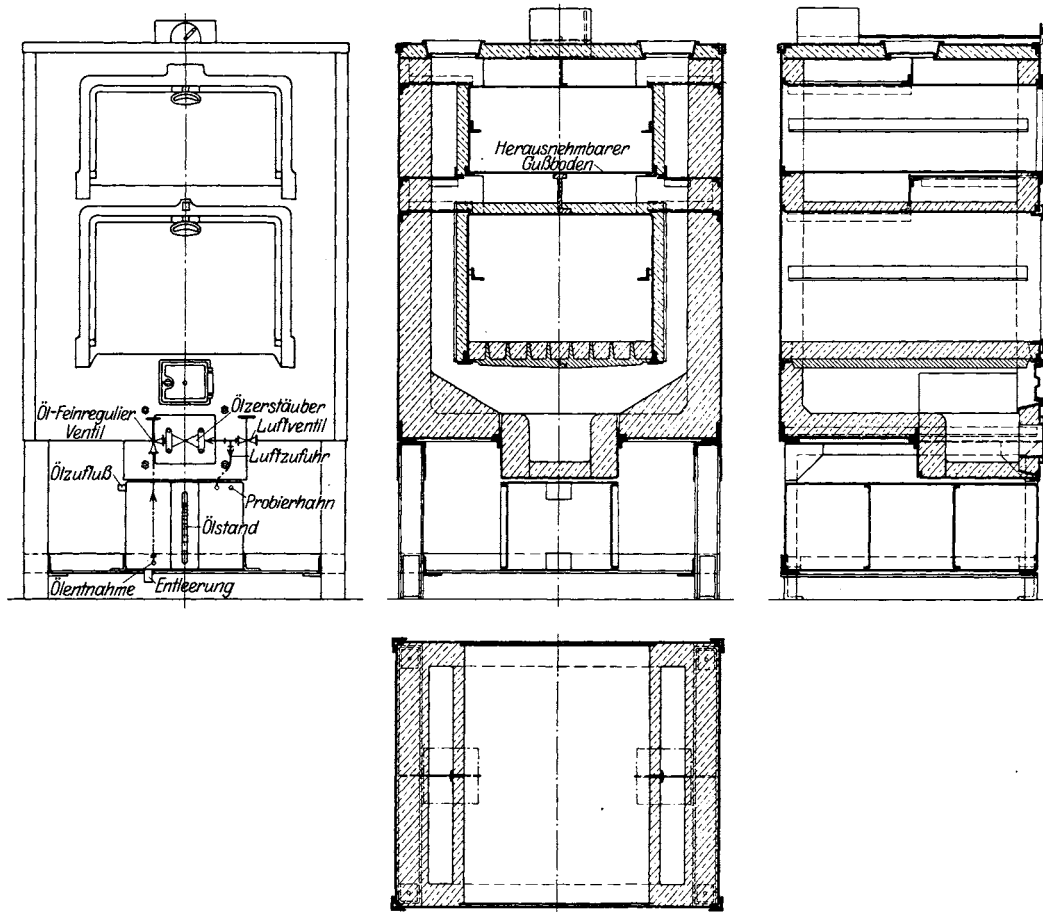


Abb. 18. Schiffsbackofen der Voß-Werke A. G.

Werden solche Grills für elektrische Heizung gebaut, so wirken die glühenden Spiralen direkt durch ihre strahlende Wärme auf das zu grillende Gut. Man bringt zweckmäßig die Heizspiralen an der Decke und an der Rückwand an und grillt nur von oben und von der Seite, weil das heruntertropfende Fett oder evtl. kleine Mengen des Fleischsaftes die unten angebrachten Spiralen leicht verschmutzen. Zu bemerken ist, daß das Braten auf dem Grill sich besonders auf amerikanischen Schiffen größter Beliebtheit erfreut.

Die Herstellung von Brot, Kuchen und Konditorwaren verlangt das Vorhandensein von Schiffsbacköfen, die im allgemeinen so konstruiert sind wie Abb. 18 zeigt. Auf diesem Bilde sehen Sie einen Schiffsbackofen der Voß-Werke A.-G., wie er für Kohlen- und Ölfeuerung gebaut wird. Die Feuerung befindet sich

unterhalb der Muffeln. Die Heizgase gehen an beiden Seiten hoch, umspülen die erste Muffel und darauf die zweite Muffel. Die Führung der Gase muß so geschehen, daß eine möglichst gleichmäßige Muffeltemperatur in beiden Backräumen geschaffen wird; diese soll $200\text{--}350^\circ$ betragen, und je nach der verlangten Temperatur wird der Ofen reguliert. Oberhalb der Feuerung befindet sich ein starkes Schamottegewölbe, welches durch seine isolierende Wirkung verhindert, daß an der unteren Muffel eine allzu große Bodenhitze auftritt. Gleichzeitig dient diese Schamottemasse auch als Wärmespeicher.

Abb. 19 stellt einen elektrischen Backofen des Brema-Werkes Haagen & Rinau, dar. Die Außenwände sind doppelwandig und mit bestem Wärmeschutzmaterial ausgefüllt, damit der Wärmeverlust des

Ofens möglichst gering ist. Die Beheizung des Backraumes erfolgt durch in je 2 Rahmen gespannte Drähte, die so ausgebildet sind, daß die Wärme gleichmäßig an den Backraum abgegeben wird. Jeder Heizrahmen ist gleichmäßig in 3 Stufen schaltbar. Das Material des Heizdrahtes ist rostsicher. Jeder Backofen erhält eine Einrichtung zum Erzeugen des zum Backen erforderlichen Dampfes, weil die Luft im Backraum einen gewissen Wassergehalt haben muß. Zur Messung der Backtemperaturen erhält jeder Herd ein Pyrometer. Der Ofen ist so konstruiert, daß sämtliche Teile von der Vorderwand aus zugänglich sind. Jeder Backraum erhält eine nach oben geführte Abzugsvorrichtung mit Regulierklappe, durch welche überschüssiger Dampf entweichen kann. Die Schalttafel für den Ofen wird separat aufgestellt und mit allen erforderlichen Meßinstrumenten, Schalter und Sicherungen versehen.

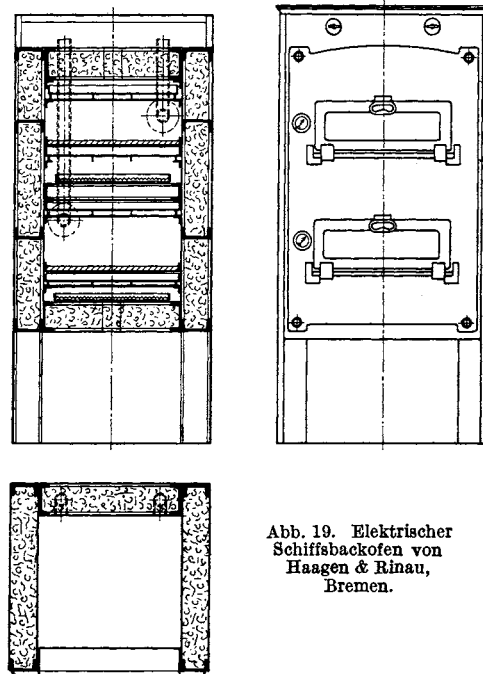


Abb. 19. Elektrischer Schiffbackofen von Haagen & Rinau, Bremen.

Die folgende Abb. 20 zeigt einen transportablen Schiffsdampfbackofen der gleichen Firma, der sich für alle Gebäcksorten vom Brot bis zur Konditorware eignet. Auch hier ist der Mantel doppelwandig aus starkem Eisenblech hergestellt und mit einer gut wirkenden Isolation versehen. Die Beschickung erfolgt durch doppelte gußeiserne Türen mit isolierten Zwischenräumen. Die Türen sind so angeordnet, daß sie bei geöffneter Lage an der Verlängerung der Innenseite der Bodenfläche des Backraumes liegen. — Die Beheizung der Backräume geschieht indirekt durch nahtlos gezogene wassergefüllte Mannesmannstahlrohre, die aus dem Heizkanal in den Backraum hinüberführen und so die Wärme auf das Backofeninnere übertragen. Auch diese Backöfen haben einen Dampfapparat zum Erzeugen des erforderlichen Dampfes im Backraum.

Einige ausgeführte Anlagen auf Schiffen zeigen die folgenden Aufnahmen:

Abb. 21 zeigt einen elektrischen Backofen der Firma Werner & Pfleiderer auf dem Dampfer „Sierra Morena“ des Norddeutschen Lloyd, Bremen. Er ist in

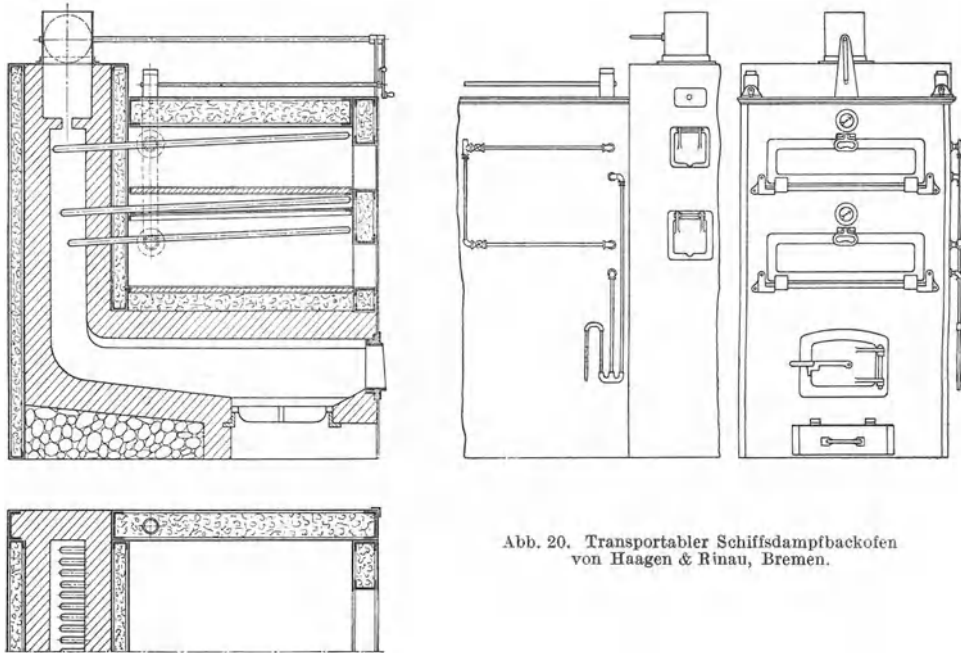


Abb. 20. Transportabler Schiffsdampfbackofen von Haagen & Rinau, Bremen.

der Bäckerei des Schiffes aufgestellt und entspricht in seiner Konstruktion dem oben Gesagten. Das Schaltbrett zur Regulierung der Hitze liegt im Vordergrund und ist mit einem Kontrollampereometer versehen.

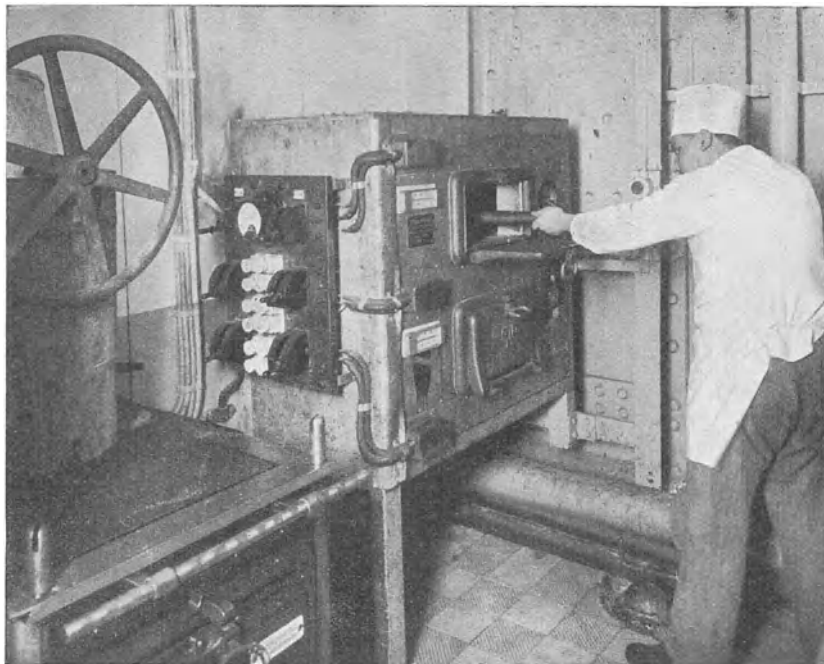


Abb. 21. Elektrischer Backofen auf Dampfer „Sierra Morena“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

Abb. 22 zeigt einen elektrischen Backofen mit 6 Muffeln von der Firma Wieg-horst & Sohn, Hamburg. Diese Backöfen sind auf den Monteschiffen der H.S.A.D. Ges. im Betrieb. Im Prinzip ist die Konstruktion die gleiche wie bei den früher

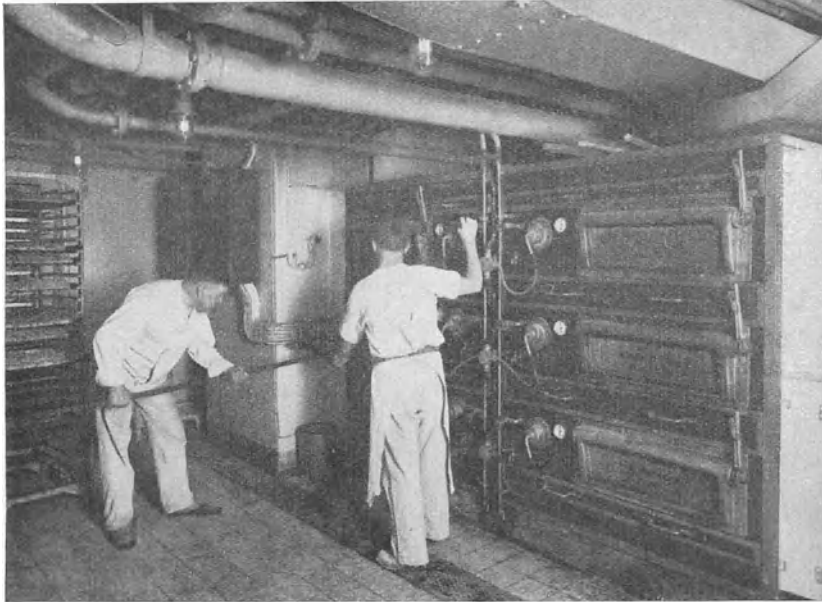


Abb. 22. Elektrischer Backofen auf den „Monte“schiffen der Hamburg-Südamerika-Dampfschiffahrtsgesellschaft.

genannten Apparaten. Die Schalttafel mit den Regulierungsschaltern befindet sich links im Hintergrund.

Kessel.

Diejenigen Speisen, welche längere Zeit auf Kochtemperatur gehalten werden müssen, wie Suppe, Gemüse und Kartoffeln, werden zweckmäßig in Dampfkochkesseln hergestellt. Der Kochdampf wird entweder durch direkte Unterfeuerung mit Hilfe eines Wasserbades hergestellt oder durch eine mit Kesseldampf gespeiste Heizschlange. Die direkte Feuerung geschieht durch Kohle, Öl oder Elektrizität. Einen solchen ölgefeuerten Kessel stellt Abb. 23 dar. Der Kessel selbst ist doppelwandig und wird durch Wasserdampf indirekt geheizt. Der Innenkessel, der als eigentlicher Kochkessel dient, ist in einem Außenkessel untergebracht, welcher im unteren Teile mit Wasser gefüllt ist. Dieses Wasser wird durch die Feuerung zum Sieden gebracht und auf einen Druck von 0,3 Atm. gehalten. Bei der Konstruktion dieses Kessels sei noch besonders auf eine Neuerung der Voß-Werke aufmerksam gemacht, die darin besteht, daß die Heizfläche des Wasserbades künstlich vergrößert ist durch einen zweiten Boden, welcher durch Verbindungsrohre mit dem Außenkessel in Verbindung steht. Die Heizgase heizen zunächst den Boden des wassergefüllten Heizkörpers, gehen dann an der Hinterwand des Kessels hoch, kehren zwischen Heizkörper und Unterboden des eigentlichen Kessels nach vorn zurück und gehen von da in den Abzug. — Diese Kessel zeichnen sich durch kleinsten Außendurchmesser und außerordent-

lich geringen Brennstoffverbrauch aus. Statt der Ölfeuerung läßt sich auch ein Rost einbauen und der Apparat mit Kohle betreiben.

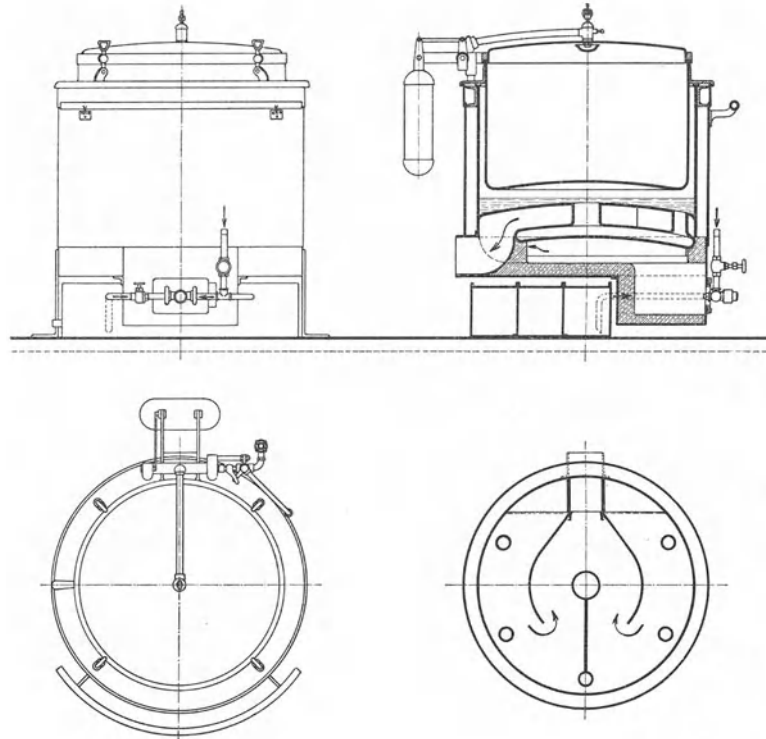


Abb. 23. Dampfkochkessel mit Ölfeuerung. Konstruktion Voß-Werke A. G.

Eine andere Konstruktion zeigt die nächste Abb. 24. Es handelt sich um einen Kessel der Firma Küppersbusch & Söhne, Gelsenkirchen, gleichfalls für Ölfeuerung. Die Funktion dieses Kessels geht aus der Abbildung ohne weiteres hervor.

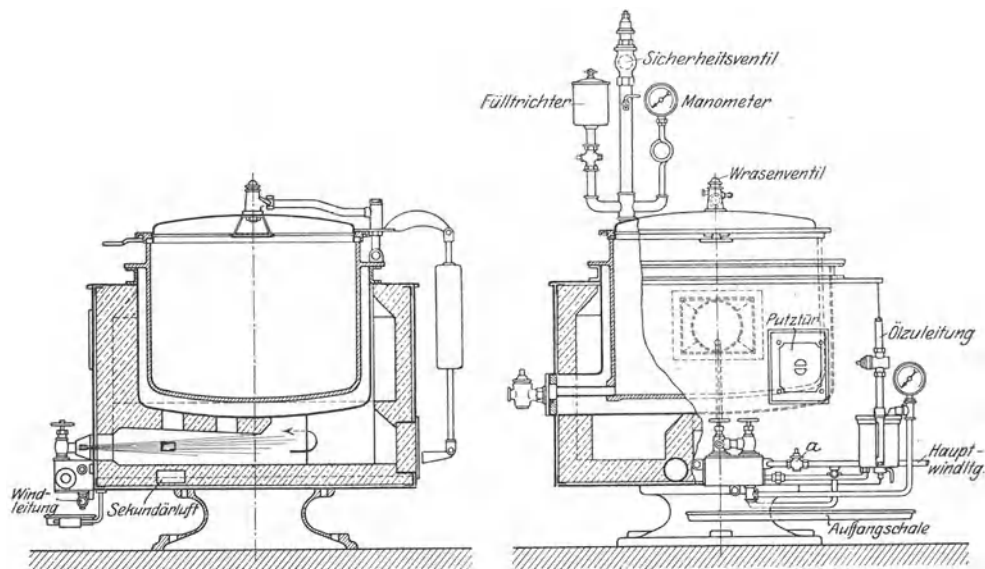


Abb. 24. Wasserbadkochkessel mit Ölfeuerung von Küppersbusch.

Abb. 25 zeigt einen Kessel der gleichen Firma für elektrische Heizung. Hier sind die Heizelemente direkt in das Wasserbad eingebaut. Sie sind ebenfalls so angeordnet, daß sie teilweise abschaltbar sind, damit, nachdem der Kochdruck erreicht ist, die Heizleistung reduziert werden kann.

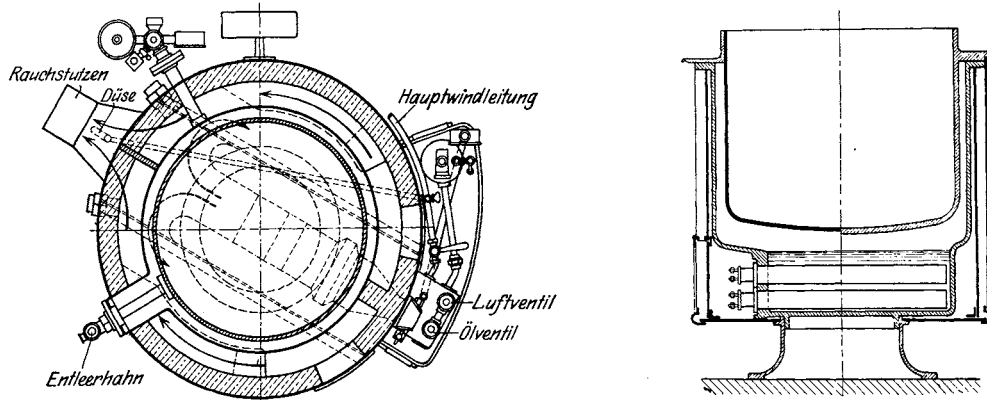


Abb. 25. Elektrisch beheizter Kochkessel von Küppersbusch.

Die am meisten vorkommende und gegebene Heizung für Schiffszwecke ist die durch Dampf aus der vorhandenen Schiffskesselanlage. Hier hat man die verschiedensten Ausführungen der Kessel je nach Bedarf. Es liegt auf der Hand, daß das Kochen mittels Dampf gerade für diese Zwecke außerordentlich bequem ist.

Man unterscheidet zweierlei Arten von Dampfkokkesseln, 1. das geschlossene System und 2. das offene System. In beiden liegt im Boden unterhalb des Kochkessels eine Heizschlange, welche das eigentliche Kochbad erwärmt. Bei den Kesseln, welche als geschlossenes System ausgeführt sind, wird eine sog. Sicherheitsarmatur, bestehend aus Sicherheitsventil und Manometer, angebracht. Bei diesem System muß der Dampf, nachdem die Kochtemperatur erreicht ist, soweit abgedrosselt werden, daß der Druck nicht weitersteigt, weil ja sonst nur das Wasser im Kochbad verdampfen würde, ohne daß ein weiterer Nutzen damit erreicht wird.

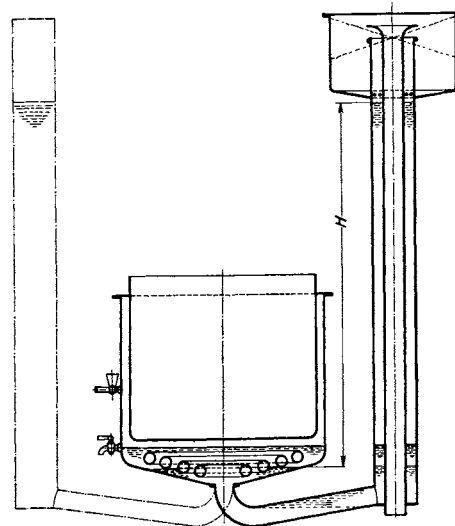


Abb. 26. Schema eines Kochkessels offenen Systems.

Die offenen Systeme sind selbstregelnd. Die schematische Abb. 26 läßt die Arbeitsweise eines Kessels offenen Systems erkennen. Im Wasserbad des Außenkessels liegt eine Heizschlange, welche mit Kesseldampf beheizt wird. In dem Maße, wie das Wasser sich erwärmt, steigt der Druck zwischen Innen- und Außenkessel und treibt somit das Wasser im Standrohr hoch. Gleichzeitig mit diesem Vorgange vermindert sich aber auch automatisch die Heizfläche im Wasserbad so lange, bis konstante Verhältnisse erreicht sind. Sollte der Druck zu hoch

steigen, so ist oben ein Auffanggefäß vorgesehen, welches das überflüssige Wasser aufnimmt. Konzentrisch dazu liegt ein Entleerungsrohr, welches bei starkem Überwallen des Kochbades das überschüssige Wasser nach unten abführt, ohne daß eine Verbrühung des Kochpersonals vorkommen kann. Das Standrohr kann natürlich nach einer beliebigen Seite angebracht werden.

Zu bemerken ist, daß in Dampfkochkesseln, welche stets mit luftdicht schließenden Deckeln zu versehen sind, die Speisen ganz außerordentlich hoch ausgenutzt werden, weil durch das Kochen bei etwas höherer Temperatur 106 bis 108° entsprechend dem Druck von 0,3—0,5 Atm. die Speisen gut aufgeschlossen werden. Außerdem haben diese Apparate die große Annehmlichkeit, daß das Kochen nach Beschickung der Kessel automatisch vor sich geht. Die Kessel

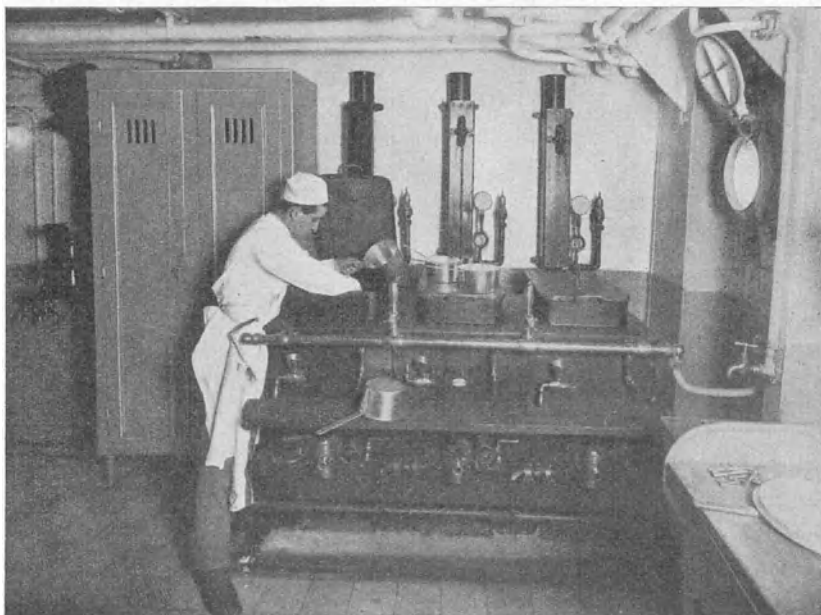


Abb. 27. Kombüsenanlage auf Dampfer „Columbus“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

werden für die Küchen aller Schiffsklassen verwendet. Die Größe richtet sich danach, für welchen Zweck sie verwandt werden sollen. Man rechnet, falls eine Hauptmahlzeit darin hergestellt werden soll, pro Person 1½ l Kesselinhalt.

Die Kochkessel selbst werden aus Gußeisen, Schmiedeeisen, Kupfer oder Nickel hergestellt. Bei Bordbetrieb ist Gußeisen und Nickel das am meisten vorkommende Material. Kupfer nimmt man weniger wegen der leichten Grünspanbildung. Da die Speisen fast sämtlich fetthaltig sind, ist eine Rostbildung bei eisernen Kesseln nicht zu befürchten, immerhin ist natürlich der Nickelkessel, der keine Veränderungen beim Gebrauch erleidet, das Idealste.

Die Kessel werden auch in viereckiger Form ausgeführt und sind vor allen Dingen auf Lloydsschiffen in dieser Ausführung vielfach aufgestellt.

Eine solche Kombüsenanlage zeigt Abb. 27. Die Anlage steht auf dem Dampfer „Columbus“ des Norddeutschen Lloyd, und zwar in der jüdischen



Abb. 28. Kombüsenanlage und Gemüsedämpfer auf Dampfer „Sierra Morena“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

Küche. Es sind 3 Apparate in einem Block zusammengebaut. Jeder von den viereckigen Kesseln kann für sich betrieben werden und besitzt Standrohr und komplette Regulierapparatur.

Eine gleiche Kombüsenanlage zeigt Abb. 28, und zwar eine Anlage der Voß-Werke A.-G. auf dem Dampfer „Sierra Morena“ des Norddeutschen Lloyd. Diese Kessel stehen in der Küche 3. Klasse. Links neben den Kombüsen steht ein Gemüsedämpfer, der in stehender Anordnung ausgeführt ist. Diese Apparate sind im Prinzip so gebaut, wie es Abb. 29 zeigt.

Der Dämpfer hat mehrere übereinanderliegende Kochmuffeln, in welche das zu kochende Gemüse, Kartoffeln oder sonstiges Kochgut aufgenommen wird. Das Wasserbad zur Erzeugung des Kochdampfes befindet sich im unteren Teile des Dämpfers und wird durch eine Heizschlange erwärmt. Der Dampf steigt in dem Apparat hoch und heizt die Muffeln. Der Druck soll 0,3 bis

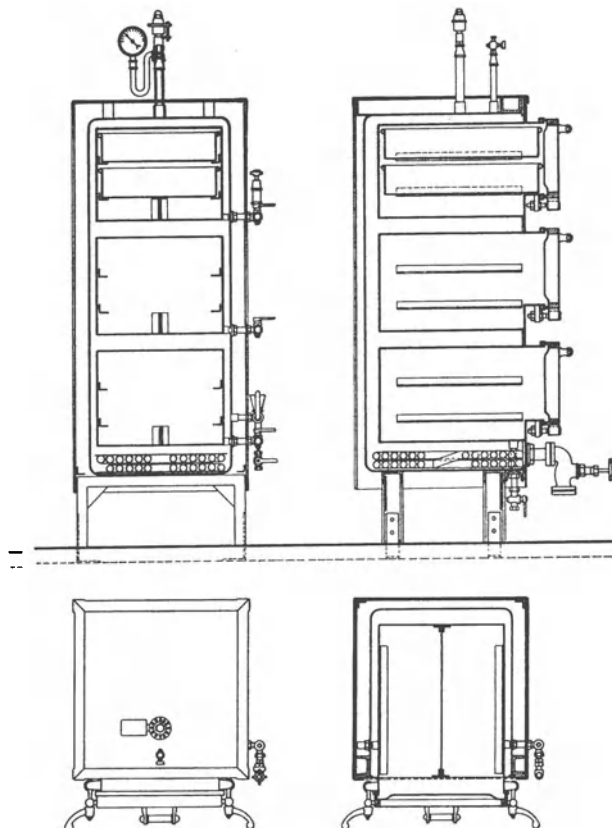


Abb. 29. Gemüsedämpfer.

0,5 Atm. betragen. Der überschüssige Dampf entweicht durch ein Sicherheitsventil. Letzteres ist so angeordnet, daß es sich, sobald der nötige Dampfdruck erreicht wird, dreht, und an der Rotation des Sicherheitsventils erkennt der Koch, daß nunmehr die Heizung reduziert werden kann. Außer der Sicherheitsarmatur ist noch eine Entlüftungsvorrichtung vorgesehen. Dieser Dämpfer ist auch so gebaut worden, daß alle Kochmuffeln gemeinsam geheizt werden. Man kann aber auch in jede einzelne Muffel eine Heizschlange legen. Man ist dann in der Lage, die Muffeln einzeln betreiben zu können. Bei dieser letzteren Konstruktion kann das Wasserbad, nachdem das Kochgut gar geworden ist, abgelassen und der Inhalt mit der Heizschlange getrocknet werden. Die Dämpfer sind besonders auf amerikanischen Schiffen sehr verbreitet. Die deutschen Köche haben sich erst allmäh-

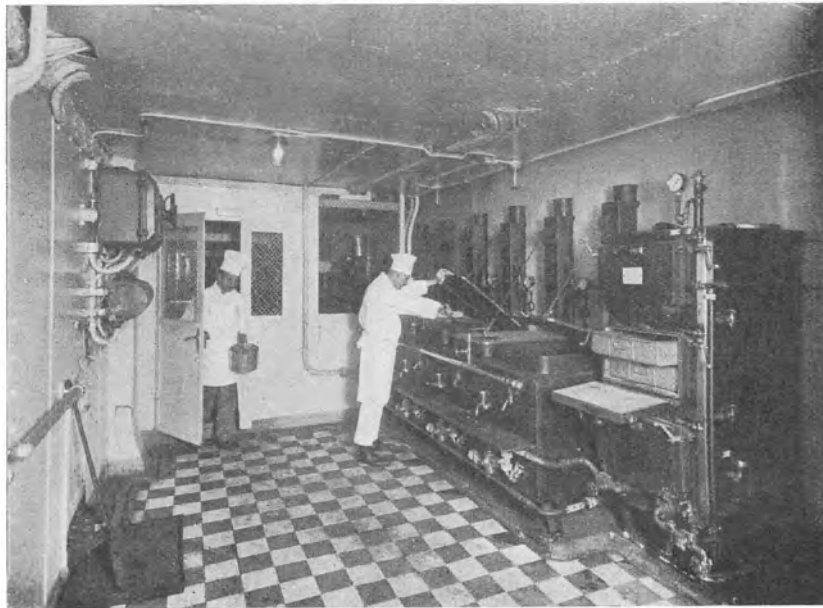


Abb. 30. Gemüsedämpfer auf Dampfer „Columbus“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

lich an diese Konstruktion gewöhnen müssen, arbeiten jetzt aber auch sehr gern mit diesen Apparaten. Selbstverständlich können die Apparate statt mit Dampf auch elektrisch betrieben werden, indem man die Heizelemente direkt in das Wasserbad legt.

Auf Abb. 30 sieht man einen solchen Gemüsedämpfer, aufgestellt auf dem Dampfer „Columbus“ des Norddeutschen Lloyd Bremen. Auf dem Bilde ist sehr gut sichtbar, wie der Dämpfer mit Gemüse beschickt wird. Die Kochware kommt in Behälter aus perforierten verzinnnten Blechen oder Reinnickelblech. Die Dampfleitungen mit der Kondenswasserabführung sind unten zu sehen, rechts seitlich sieht man die Wasserleitung zum Auffüllen des Kochbades und oben Manometer und Sicherheitsarmatur.

Zu einem vollkommen eingerichteten Küchenbetrieb gehört auch das Warmhalten und Anrichten der fertigen Speisen. Hierzu sind sog. Wärmtische erforder-

lich, die nach Abb. 31 ausgebildet sind. Im Apparat sind Wärmplatten angebracht, welche durch Dampf geheizt werden. Der Wärmeraum unterhalb des Tisches kann auch in 2—3 Teile geteilt werden durch Böden aus perforiertem Blech, wie auf der Abbildung links unten zu sehen ist. Diese einzelnen Blecheinlagen dienen zur Aufnahme des Geschirres, welches angewärmt werden muß. Eine weitere Wärmplatte liegt unterhalb der Tischplatte, auf welcher die Speisen angerichtet werden. Links oben befindet sich auch noch ein Bainmarie auf dem Wärmeschränk, worunter man eine Vorrichtung versteht, welche zum Warmhalten von flüssigen Nahrungs- und Genußmitteln dient. Die Porzellanbehälter stehen in einem heißen Wasserbade und werden so warm gehalten. Zu beachten ist bei allen Wärmeschränken, daß die Temperatur höher als 60° liegen muß, weil sonst die Speisen anfangen zu gären und in kurzer Zeit sauer werden. — Selbstverständlich können auch diese Apparate elektrisch beheizt werden, indem man an Stelle der Dampfschlangen elektrische Heizkörper anbringt.

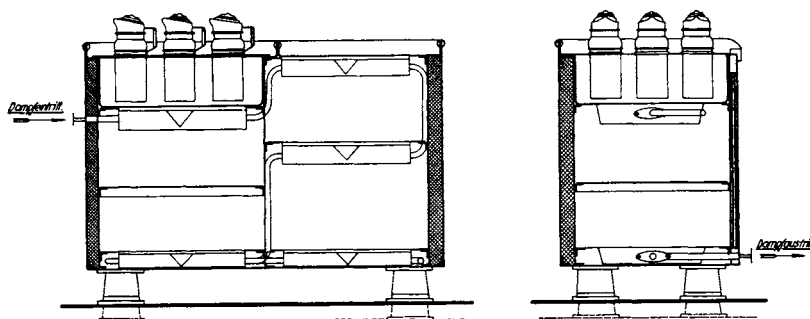


Abb. 31. Wärmetisch mit Bainmarie.

Eine sehr schönes Bild eines solchen Anrichterraumes zeigt Abb. 32. Es ist dieses der Anrichterraum 2. Klasse des Dampfers „Colombus“ des Norddeutschen Lloyd.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch die Kaffeeküche erwähnt. Die Kaffeebereitung geschieht in besonderen Maschinen, welche elektrisch oder durch Dampf geheizt werden. Für die Kaffeebereitung gibt es außerordentlich viele Systeme. Es ist unmöglich, im Rahmen dieses Vortrages alle diese Systeme zu beschreiben.

Abb. 33 zeigt eine solche Kaffeeküche auf dem Dampfer „Berlin“ des Norddeutschen Lloyd. Es sind hier rechts und links mehrere Maschinen aufgestellt. Der Hauptanspruch, der an solche Maschinen gestellt wird, ist der, daß sie stets betriebsbereit sind und in kurzer Zeit frischen Kaffee herstellen können. Sie arbeiten fast sämtlich nach dem Aufbrühverfahren, indem kochendes Wasser durch ein Filter, welches mit gemahlenem Kaffee gefüllt ist, getrieben wird, der Kaffee wird unten filtriert aufgefangen und kann durch einen Hahn abgezapft werden.

Es ist erklärlich, daß außer den genannten Kochapparaten eine große Anzahl von Hilfsmaschinen für die Küche erforderlich sind. Auch hier gibt es viele Spezialmaschinen, von denen nur die wichtigsten im Rahmen dieses Vortrages gebracht werden können.

Bei den großen Mengen der zu kochenden Kartoffeln ist es zunächst nötig, daß jede Küche mit einer brauchbaren Kartoffelwasch- und Schälmaschine aus-



Abb. 32. Anrichteraum der II. Klasse auf Dampfer „Columbus“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

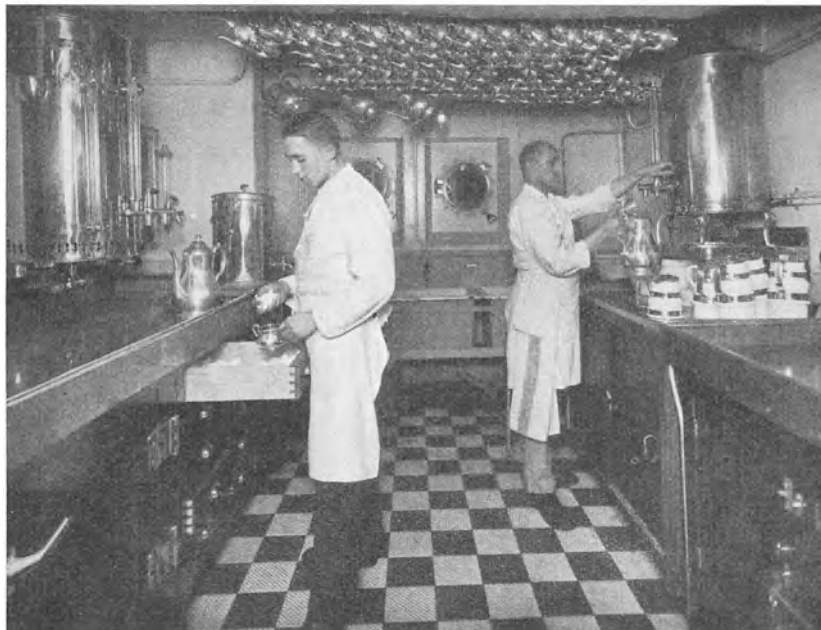


Abb. 33. Kaffeeküche auf Dampfer „Berlin“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

gestattet wird. Das Prinzip der Kartoffelschälmaschine beruht darauf, daß ein Rotationskörper mit rauher Oberfläche in schnelle Umdrehung versetzt wird. Die Kartoffeln werden auf diesen Rotationskörper geschüttet, und die Schale

wird ringsum abgeschliffen. Da die Maschine von oben mit Wasser berieselt wird, wird die Schale weggespült, und die Kartoffeln werden gleichzeitig gewaschen. Bei den großen Küchen auf Schiffen sind meistens mehrere solcher Maschinen in Tätigkeit. — Abb. 34 zeigt 3 Kartoffelschälmaschinen, wie sie auf den Monteschiffen der H.S.A.D. Ges. aufgestellt sind. Die Maschinen werden elektrisch angetrieben und arbeiten automatisch. Die Konstruktion stammt von dem Alexanderwerk A. von der Nahmer in Remscheid.

Selbstverständlich werden in diesen großen Küchen auch Kartoffelschneidemaschinen, Kartoffelquetschmaschinen, Fleisch- und Gemüseschneidemaschinen, Passiermaschinen und Reibemaschinen aller Art betrieben, deren Konstruktion ja aus dem eigenen Haushalt bekannt ist.

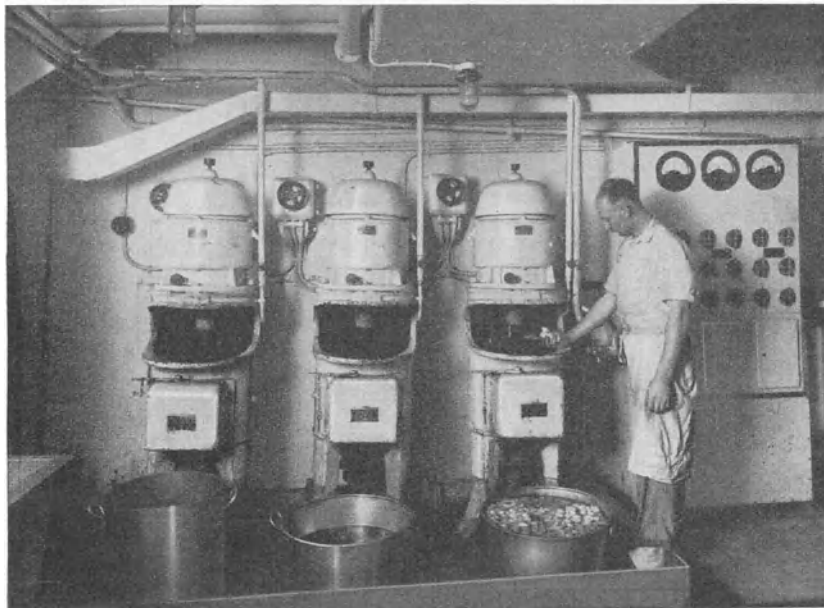


Abb. 34. Kartoffelschälmaschinen auf den „Monte“-schiffen der Hamburg-Südamerika-Dampfschiffahrtsgesellschaft.

In kleinen Schiffsküchen wird zum Antrieb der Küchenmaschinen ein Küchenmotor verwandt, der mit einer Aufsteckvorrichtung versehen ist. Die einzelnen Maschinen werden je nach Bedarf aufgesteckt und in Benutzung genommen. Bei größeren Anlagen stehen die Maschinen nebeneinander auf einem gemeinsamen Schranktisch. In diesem Schranktisch befindet sich eine elektrisch angetriebene Transmission, von der aus die auf dem Tisch stehenden Maschinen angetrieben werden. Größere Küchenmaschinen erhalten Oberantrieb durch eine Transmission, welche an der Decke verlegt wird, oder Einzelantrieb mit direkt gekuppeltem Motor.

Interessante Maschinen sind noch die Misch- und Knetmaschinen, wie sie in Schiffsküchen und Bäckereien aufgestellt sind.

Abb. 35 zeigt eine Knet- und Mischmaschine von der Firma Werner & Pfleiderer, Cannstatt. Der zu knetende oder zu mischende Teig kommt in eine dreh-

bare Wanne, welche während des Arbeitens der Maschine in langsame Umdrehungen versetzt wird. Der Knetarm arbeitet von oben und macht die durch strichpunktierte Linie gekennzeichnete Bewegung, die durch ein exzentrisch geführtes

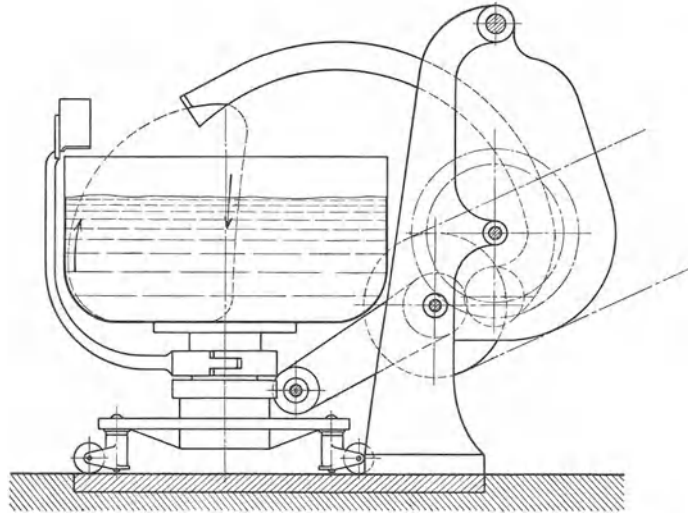


Abb. 35. Misch- und Knetmaschine von Werner & Pfleiderer, Cannstatt.

Lager mit Gegenlenker erzeugt wird. Bei diesen Maschinen sieht man oft kinematisch sehr interessante Lösungen, die aus dem Bestreben heraus entstanden sind, die Bewegung des Bäckers beim Kneten nachzuahmen. Es gibt aber auch sehr ein-

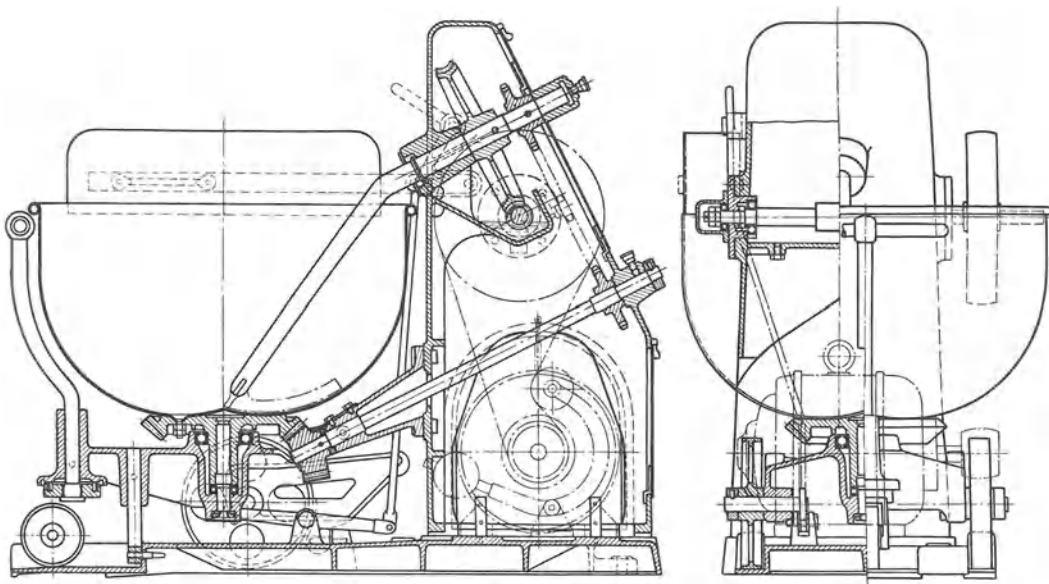


Abb. 36. Misch- und Knetmaschine von Haagen & Rienau, Bremen.

fache Lösungen für das Mischen und Kneten, wofür die Konstruktion von Hagen & Rienau ein Beispiel darstellt (Abb. 36). Bei dieser Maschine haben wir nur mit Rotationsbewegungen zu tun, und zwar ist die Bewegung des abgebogenen Knetarmes und des Knetbottichs gegenläufig. Lenker, Kurbeln und sonstige Mecha-

nismen fallen vollständig fort. Durch die gegenläufige Arbeitsweise wird in kurzer Zeit eine sehr innige Mischung des Knetgutes erzielt.

Weitere Bäckereimaschinen, wie Teigteilmaschinen, Teigausrollmaschinen u. dgl. können in diesem Vortrag nicht besprochen werden. Eine Maschine, die in sehr vielen Großküchen aufgestellt ist, ist die Rühr- und Passiermaschine. Abb. 37 zeigt eine solche Maschine mit direktem elektrischem Antrieb, Konstruktion Haagen & Rinau. Bei der vorliegenden Maschine steht der Kessel, welcher das zu schlagende Material aufnimmt, fest. Das Arbeitsgerät macht eine sogenannte Planetenbewegung, d. h. einmal rotiert das Arbeitsgerät an und für sich um seine Achse und ferner noch der ganze Kopf um die Mittellinie des Kessels. Den Einbau einer solchen Maschine zeigt Abb. 38. Sie sehen links im Vordergrund eine Teigknetmaschine der vorgenannten Konstruktion von Haagen & Rinau. Die Anlage ist aufgestellt auf dem Dampfer „Berlin“ des Norddeutschen Lloyd.

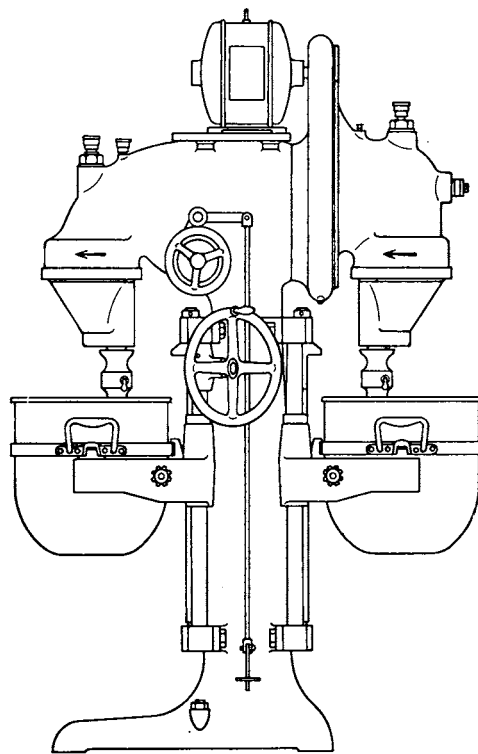


Abb. 37. Rühr- und Passiermaschine von Haagen & Rinau, Bremen.

Ein wichtiger Punkt im Küchenbetrieb ist auch das Reinigen des gebrauchten Geschirrs. Hierfür sind auf allen Schiffen große Spültische mit fließendem warmem und kaltem Wasser vorgesehen, wie sie die Abb. 39 zeigt. Diese Anlage dient hauptsächlich zum Reinigen des Küchengeräts, daher auch die tiefen Aufnahmegefäße. Die Anlage ist aufgestellt auf dem Dampfer „Columbus“ des Norddeutschen Lloyd. Zur Reinigung des Geschirrs, Porzellan usw. hat man auch mechanische Vorrichtungen, und zwar gibt es Geschirrspülmaschinen, wie sie Abb. 40 zeigt. Hier sieht man eine Tellerwaschmaschine, aufgestellt auf den Monteschiffen der H.S.A.D. Gesellschaft. Die Teller kommen links in die Maschine hinein, werden in der Maschine selbst durch Bürsten und Spritzvorrichtungen gewaschen und kommen getrocknet wieder heraus. Hierbei ist der Arbeitsgang so gehalten, daß die Temperatur beim Verlassen der Teller so hoch ist, daß sie durch die Wasserverdunstung trocken auf den Aufnahmetisch kommen, so daß sie vom Bedienungspersonal überhaupt nicht mehr weiterbehandelt zu werden brauchen. Auch auf diesem Gebiete gibt es verschiedenartige Konstruktionen. Die eine Firma arbeitet nur mit Wasserstrahlen, während die andere Bürsten und Wasserstrahlen in Anwendung bringt. Das Spülwasser läuft durch geeignete Filtervorrichtungen und wird auf diese Weise gereinigt.

Zum Küchenbetrieb gehören streng genommen auch noch die Aufbewahrungs- und Kühleinrichtungen für die Rohmaterialien. Letztere zu beschreiben

würde aber weit über den Rahmen dieses Vortrages hinausgehen, weshalb ich davon absehe.

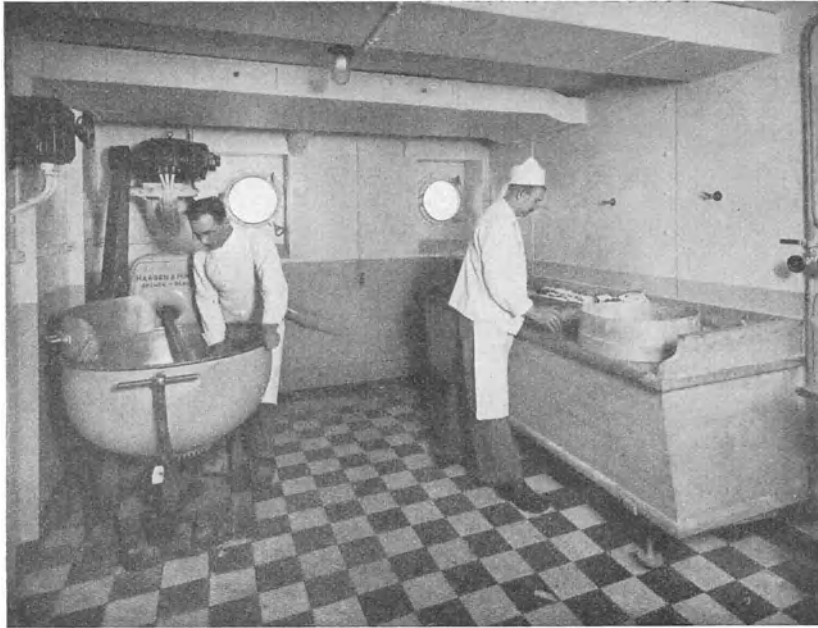


Abb. 38. Teigknetmaschine auf Dampfer „Berlin“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

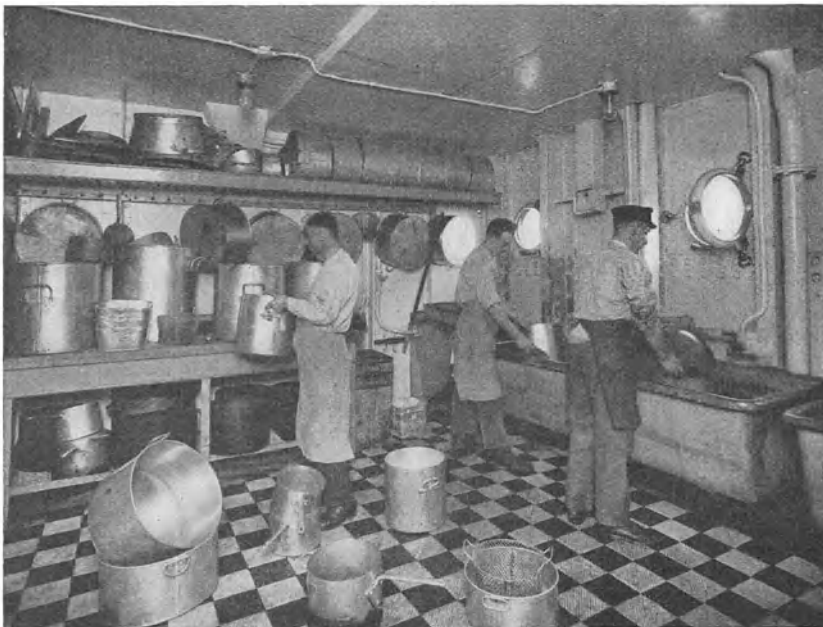


Abb. 39. Aufwaschraum auf Dampfer „Columbus“ vom Norddeutschen Lloyd, Bremen.

Wie in der Einleitung schon bemerkt, muß mit dem vorhandenen Raum haushälterisch umgegangen werden, und deshalb sind die Küchen so einzurichten,

daß Raum- und Arbeitsvorrichtungen in zweckmäßigster Weise verteilt werden. Man muß auch hier von dem Gesichtspunkt der Fließarbeit die Einteilung machen.

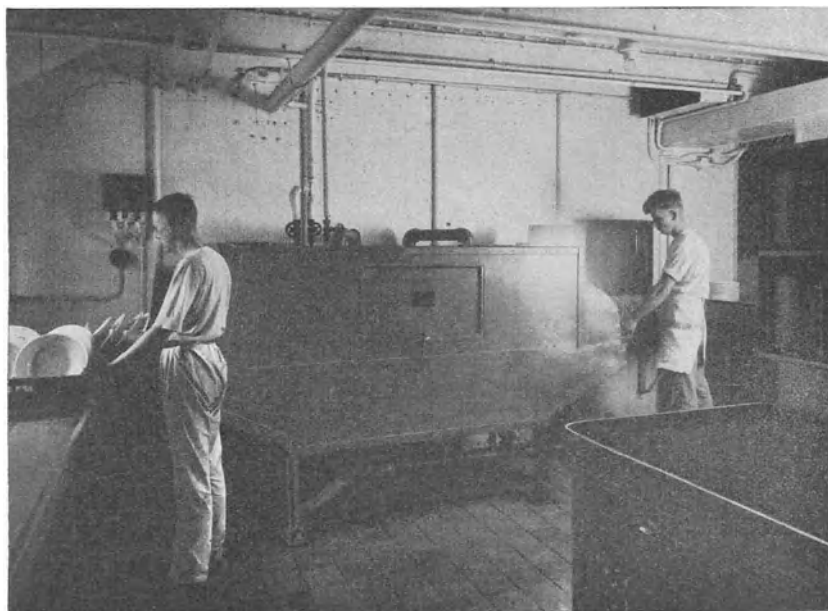


Abb 40. Tellerwaschmaschine auf den „Monte“-schiffen der Hamburg-Südamerika-Dampfschiffahrtsgesellschaft.

Ein Musterbeispiel für eine große Küchenanlage zeigt Abb. 41, welche die Wirtschaftsräume der Sierra-Klasse des Norddeutschen Lloyd darstellt. Man sieht auf diesem Bilde, daß die Vorratsräume hinter der Küche liegen. Direkt

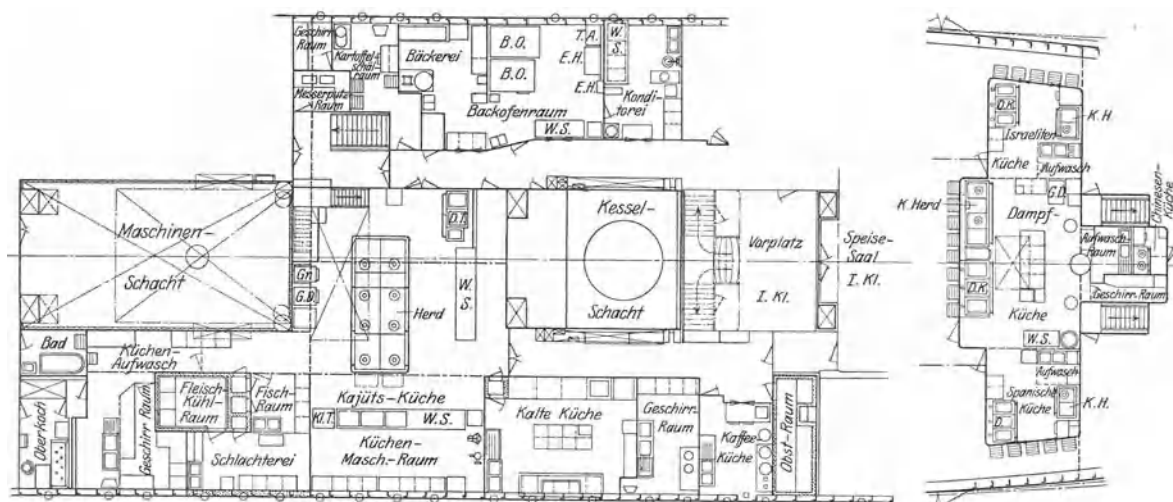


Abb. 41. Wirtschaftsräume der Sierra-Klasse des Norddeutschen Lloyd.

neben den Vorratsräumen liegt die Schlachterei und Bäckerei, links unten und rechts oben, ferner zur Vorbereitung des Gemüses die Kartoffelschälmaschine und unten in der Mitte die Küchenmaschinen. In der Hauptküche steht im Zentrum der Herd, an den Wänden ringsum die Gemüsedämpfer, Grillapparat,

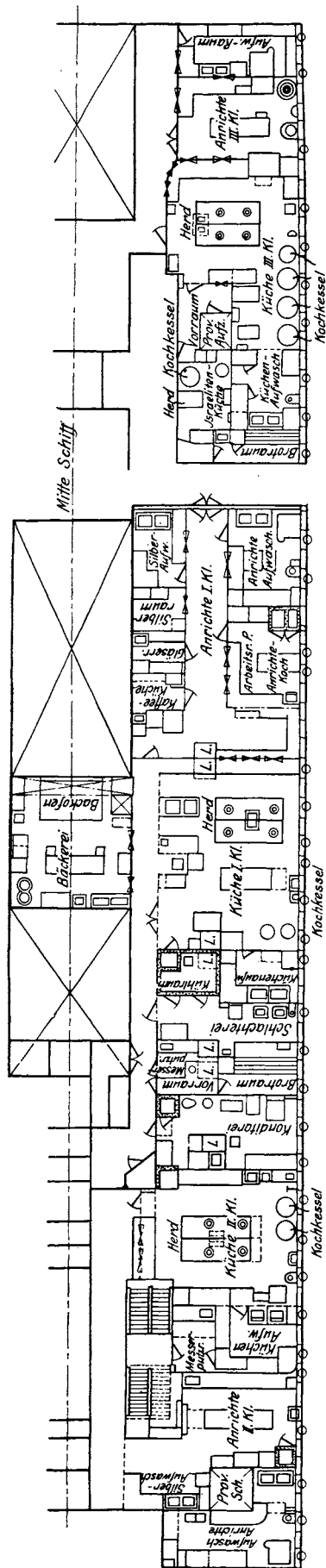


Abb. 42. Wirtschaftsräume auf dem Dampfer „Deutschland“ der Hamburg-Amerika-Linie.

Dampfkochtöpfe usw. Die fertigen Speisen werden auf dem Wärmeschrank, welcher die Küche in der Richtung zum Speisesaal abgrenzt, angerichtet, und von dort ausgegeben. Es geht also alles in einer Richtung, alle unnützen Wege werden vermieden. Die kalte Küche liegt unten rechts, ebenso die Kaffeeküche. Auch von hier gehen alle Speisen in einer Richtung. Ähnlich ist die Anordnung bei den Schiffsküchen auf dem Fracht- und Passagierdampfer „Fulda“ des Norddeutschen Lloyd. Die Hauptküche liegt mittschiffs. Auf dem hinteren Schiff sind die Küchen 3. Klasse untergebracht, die natürlich weniger Apparate erfordern. Etwas Besonderes ist zu diesen Abbildungen nicht zu bemerken: Eine sehr hübsche Disposition zeigt auch die Schiffsküche 1., 2. und 3. Klasse auf dem Dampfer „Deutschland“ der Hamburg-Amerika-Linie (Abb. 42). Auch hier ist die Küche mittschiffs angeordnet. Die Küchen 1. und 2. Klasse liegen unmittelbar nebeneinander. Dazwischen liegt die Konditorei, der Brotraum und die Schlachtereie, die ja beide Küchen versehen müssen. Sonst ist der Arbeitsgang genau so wie oben beschrieben. Die Aufstellung der einzelnen Apparate geht aus dem Bild genau hervor.

Um den Werften die Arbeit zu erleichtern, sind die Großkücheneinrichtungen auf Schiffen vom Handels-Normen-Ausschuß in Normalien gebracht worden. Man hat sich hierbei auf diejenigen Schiffsherde und Dampfkochkessel beschränkt, die für den Schiffsküchenbetrieb für die geeignetsten gehalten wurden. Ein besonderer Arbeitsausschuß des Schiffbau-Ausschusses hat unter der Mitwirkung der Firmen Senkingwerk A.-G., Hildesheim, Küppersbusch A.-G., Gelsenkirchen- und Voß-Werke A.-G., Sarstedt-Hannover, diese Normen bearbeitet. Der Firma G. Seebeck A.-G., Geestemünde, war die Aufgabe zugefallen, die Normung der Schiffsherde und Dampfkochkessel durchzuführen. Bei der Aufstellung dieser Normen sind folgende Gesichtspunkte berücksichtigt:

1. Günstigste Ausnutzung des Küchenraumes,
2. größte Wirtschaftlichkeit der Apparate,
3. Vereinigung einiger Herdmodelle zu größeren Schiffsherden,
4. Vereinheitlichung aller Zubehörteile zu den Herden und Kesseln zum Zwecke der Auswechselbarkeit.

Die genormten Schiffsherde sind für Kohlenfeuerung, die Dampfkochkessel für Dampfheizung vorgesehen. Die Normen sind aber so gehalten, daß die Apparate auch mit Ölfuerung oder elektrisch geheizt werden können.

Die Schiffsherde sind bei der Normung in zwei Gruppen eingeteilt, 1. ein leichteres Modell für Frachtschiffe, 2. ein schwereres Modell für Fracht- und Passagierschiffe und reine Passagierschiffe. Die Herdgrößen sind nach Personenzahl sowohl für die leichten als auch schweren Modelle festgelegt. Die Herdbreite für leichte Modelle ist 650 und 800 mm, für die schweren Modelle 1000 mm. — Die Normung erstreckt sich auch auf die Feuerungen und Bratöfen. Letztere sind in drei verschiedenen Größen vorgesehen. Alle Herdplatten werden mit schmiedeeisernem Rahmen und gußeisernen Einlageplatten ausgeführt. Mit Rücksicht auf die Auswechselbarkeit der Roststäbe sind Rostlängen von 300 und 400 mm festgelegt. Alle Herde sind so eingerichtet, daß die Rauchabführung sowohl nach oben wie auch nach unten unter dem Küchenflur erfolgen kann. Die Rauchabzüge der Herde mit mehreren Feuerungen sind zusammengeführt, damit kein Platz auf der Herdplatte verlorenght.

Die Dampfkochkessel wurden genormt, um die Anzahl auf einige Größen zu beschränken und die größtmögliche Auswechselbarkeit aller Zubehörteile herbeizuführen. Sie erstreckt sich auf runde und viereckige Kessel von 100—400 l Inhalt. Die Größenbemessung findet bei Dampfkochkesseln nach Literinhalt statt.

Zum Schluß möchte ich noch ganz kurz das Gebiet der Küchen auf Kriegsschiffen streifen. Hier ist in erhöhtem Maße darauf zu sehen, daß möglichst wenig Platz für die Kücheneinrichtungen und höchste Betriebssicherheit für die Küche in Frage kommt. Außerdem muß an Gewicht möglichst gespart werden. Im großen und ganzen weichen die Ausführungen der Kochapparate von den übrigen Schiffseinrichtungen wenig ab, nur daß natürlich eine Küche auf dem Kriegsschiff viel einfacher ist als eine Küche auf einem Passagierdampfer. Ein Schema eines Herdes, wie er für Kriegsschiffe in Frage kommt, zeigt Ihnen Abb. 43. Der Herd besteht mit Ausnahme der Kochplatte ganz aus Schmiedeeisen. Auch die Roststäbe sind aus Schmiedeeisen hergestellt, ebenfalls die Beschläge, Feuertür, Windfang und Bratofentüren, letzteres in der Absicht, das Gewicht möglichst herunterzubringen.

Für Torpedoboote sind die Herde ebenfalls so leicht wie möglich ausgeführt und haben statt gußeiserner schmiedeeiserner Kochplatten. Sie erhalten auch neben der Kochplatte gleich eine Einrichtung zum Suppenkochen, wie Sie aus der nächstfolgenden Abb. 44 ersehen. Dieser Herd ist links genau wie ein Küchenherd ausgeführt, hat aber auf der rechten Seite zwei Kochkessel, welche zur Bereitung von Suppen, Kaffee usw. dienen. Er ist ganz aus

Schmiedeeisen hergestellt. Diese Herde werden sowohl für Ölfeuerung als auch für Kohlenfeuerung gebaut.

Erwähnenswert sind hier noch die Kochkessel für Marinezwecke, die auch eine Kleinigkeit von den sonstigen Einrichtungen abweichen.

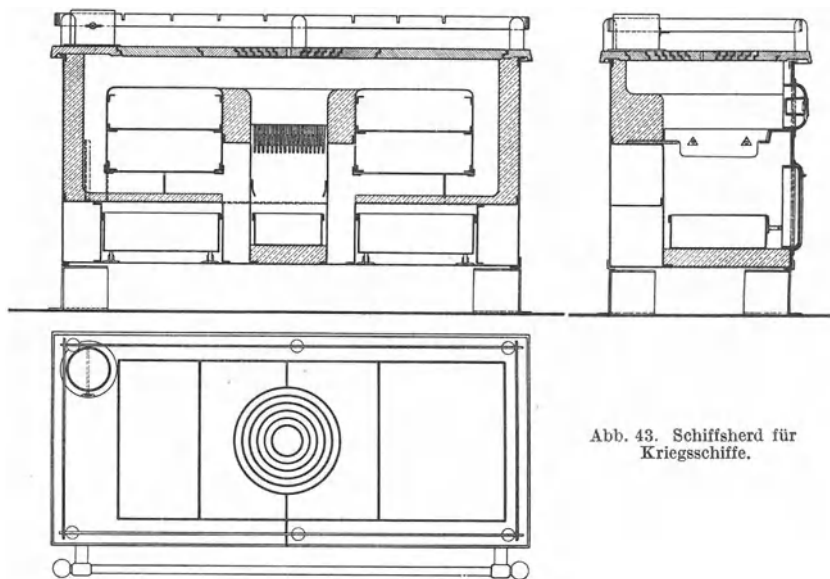


Abb. 43. Schiffsherd für Kriegsschiffe.

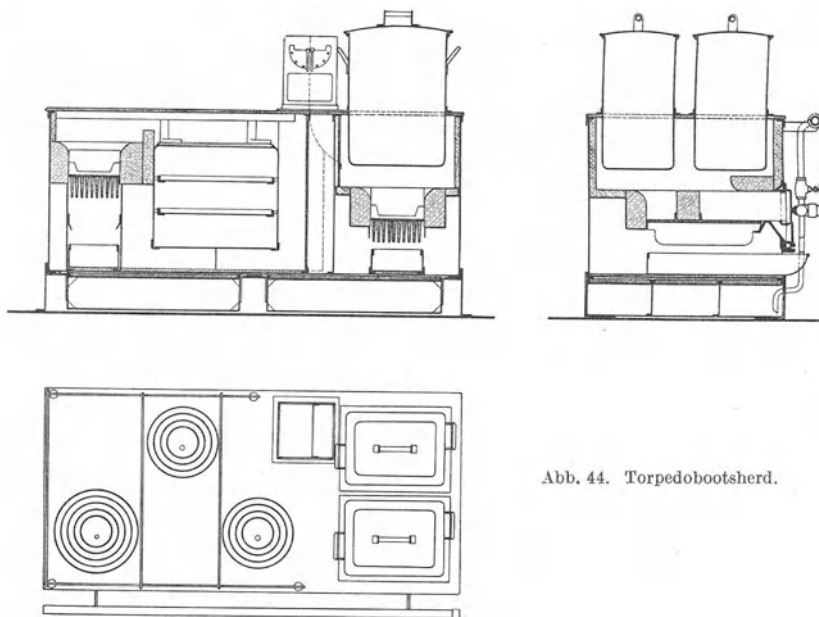


Abb. 44. Torpedobootsherd.

Abb. 45 zeigt eine solche Kochkesselbatterie, bestehend aus 2 Kesseln. Bei diesen Kesseln sind die Innenkessel aus Nickel, die Außenkessel aus Kupfer, die Verkleidung ist vorn meistens emailliert, hinten aus Messingblech hergestellt, die gemeinsame Deckplatte für das Gehäuse ist aus Bronzemetall. Die Kessel werden mit Hochdruckdampf geheizt, wobei der Druck des Sekundärdampfes durch einen stehenden Aufnehmer vollständig selbsttätig geregelt wird.

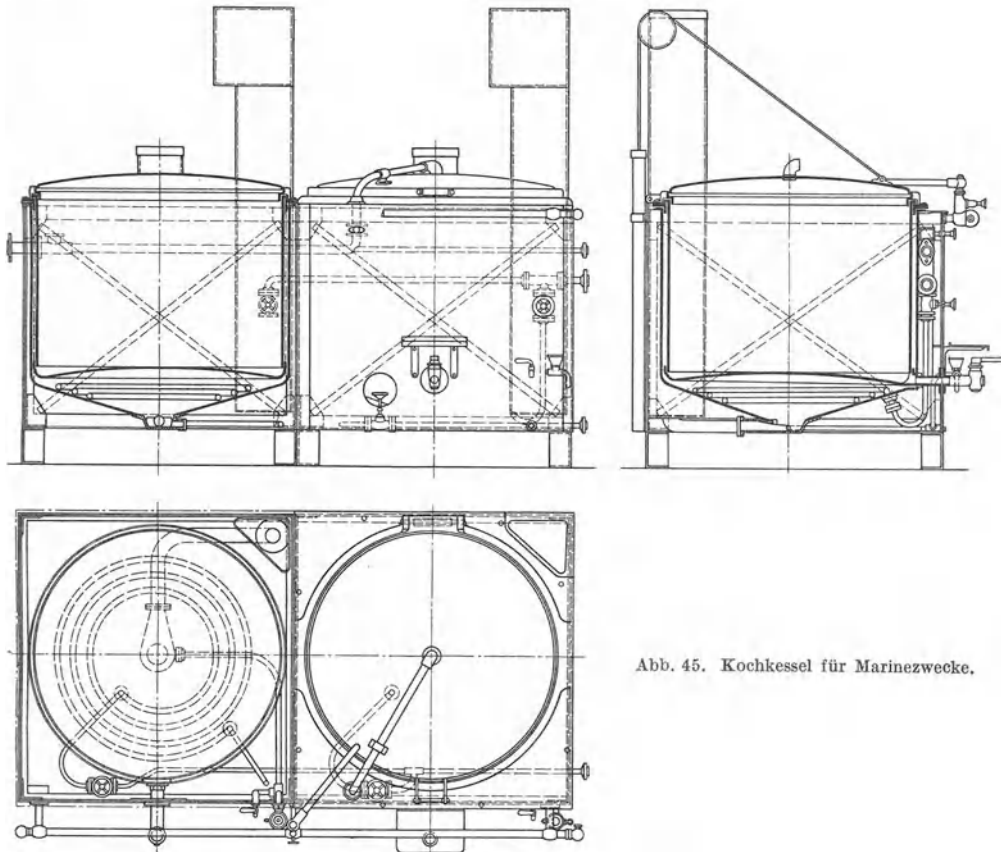


Abb. 45. Kochkessel für Marinezwecke.

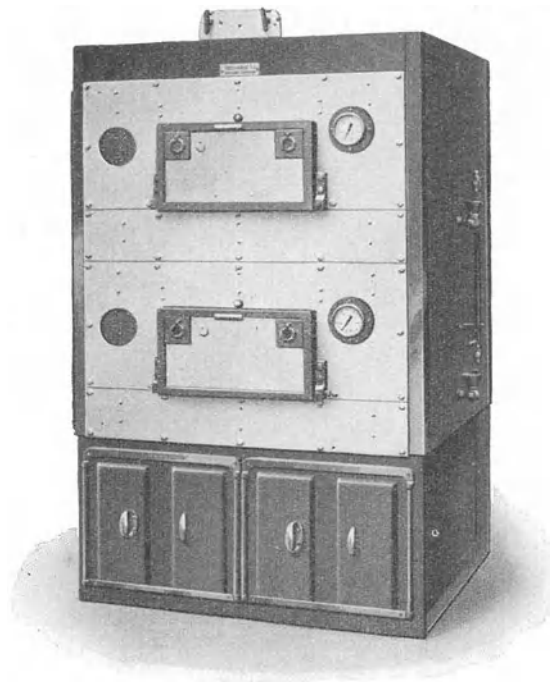


Abb. 46. Elektrischer Backofen.

Für die zur Küche gehörenden Bäckereieinrichtungen verwendet man sowohl kohlen- wie auch ölgeheizte Backöfen. In neuerer Zeit verwendet man auch elektrische Backöfen, von welchen Ihnen Abb. 46 eine Darstellung gibt. Die Backöfen erhalten zwei Backmuffeln, welche durch Heizregister oberhalb und unterhalb jeder Muffel geheizt werden. Der Energieverbrauch eines solchen elektrischen Backofens von insgesamt 2 qm Backfläche ist etwa 12 kW pro Stunde bei voller Ausnutzung.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß natürlich auf U-Booten nur elektrische Kochapparate Verwendung finden, und zwar sind hier die Heizkörper direkt in die Kochgefäße eingebaut.

Der Inhalt meines Vortrages hat sich mit einem technischen Gebiet beschäftigt, über den man in der Literatur so gut wie nichts findet. Gerade aus diesem Grunde habe ich geglaubt, daß eine kurze Beschreibung der technischen Einrichtungen auf Schiffsküchen besonders für die Schiffbautechnische Gesellschaft Interesse bieten würde. Sie haben gesehen, daß die Einrichtungen für Schiffsküchen sehr vielseitig sind, und es ist ganz unmöglich, in der kurzen Zeit alles zu bringen, was in der Küchentechnik gebaut wird. Ich habe mich bemüht, Ihnen einen Überblick über die wichtigsten Apparate zu geben. Es bleibt mir nun nur noch die angenehme Pflicht, den Werften, Reedereien und Spezialfirmen für die Überlassung von Unterlagen meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Eine Literatur über die Kücheneinrichtungen an Bord von Schiffen gibt es nicht und deshalb können wir den Vortrag von Herrn Schönian nur begrüßen. Jeder, der eine größere Seereise mitgemacht hat, weiß, wie sich die Stimmung der Reisenden bei guter Verpflegung hebt und wie großer Wert deshalb auf eine möglichst vollkommene Küche gelegt werden muß. Für die ausführliche Schilderung der heute an Bord gebräuchlichen Koch- und Backeinrichtungen sind wir deshalb Herrn Schönian zu besonderem Dank verpflichtet, den ich ihm hiermit zum Ausdruck gebracht haben möchte.

XIV. Fortschritte der Anstreichtechnik.

Von **Paul Jaeger**, Dozent für Anstreichtechnik an der Technischen Hochschule Stuttgart.

Seit wenigen Jahren erst beginnt sich eine Umwälzung zu vollziehen auf einem sehr wichtigen, früher aber wenig beachteten, technischen Arbeitsgebiete, der „Anstreichtechnik“. Man hat erkannt, daß dieses große Arbeitsfeld, auf welchem in Deutschland allein jährlich an Material und Arbeitslöhnen weit über 1 Milliarde Mark umgesetzt werden, eine größere Aufmerksamkeit verdient, und die Wissenschaft beginnt sich mehr und mehr mit diesem ebenso umfangreichen wie ergiebigen Betätigungsfelde zu befassen.

Man weiß heute, wie außerordentlich vielseitig die Anforderungen sind, welche in bezug auf die Oberflächenbehandlung durch Anstriche gestellt werden und man hat auch vielfach erkannt, wie wenig sachgemäß bei Ausführung von Anstrichen bisher in der Regel vorgegangen wurde.

Wie schwer es war, zu dieser Erkenntnis zu gelangen, zeigt die Tatsache, daß es bis vor kurzem überhaupt keine Möglichkeit gab, das Gebiet der Anstreichtechnik zu studieren. Wenn ich selbst, infolge eines mir vor wenigen Jahren von der Technischen Hochschule in Stuttgart erteilten Lehrauftrags, als erster Dozent für Anstreichtechnik begonnen habe, lehrend und fördernd für diese neue Fachwissenschaft zu wirken, so ist es doch erst ein kleiner Teil des großen Arbeitsfeldes, mit dessen fachwissenschaftlicher Erschließung damit begonnen ist.

Wohl ist das Spezialgebiet der Oberflächenbehandlung durch Öl- und Lackfarben, welches ich zu lehren begonnen habe, ein besonders wichtiger Teil des gesamten Betätigungsfeldes, aber immerhin erst ein Teil. Allerdings derjenige, welcher uns gerade für den Schiffbau ganz besonders interessiert.

Als Schöpfer einer Reihe von längst allgemein anerkannten Fortschritten, darf ich wohl zunächst grundlegend erklären, auf welchen Erkenntnissen und Erwägungen diese von mir gelehrten Fortschritte sich aufbauen und gründen.

Die gesamte Ölfarbentechnik beruhte bisher auf dem wichtigsten Bindemittel, dem Leinöl, bzw. dem durch Trockenstoffzusatz umgewandelten rascher erhärtenden Leinölfirnis. Die Grundierung mit Leinöl oder mit in Leinöl angeriebenen Farben ist noch allgemein üblich, während für die Deckfarben das allerdings erheblich teurere Holzöl immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Da nun Leinöl bzw. Leinölfirnis durch Sauerstoffaufnahme aus der Luft trocknen und dieser Oxydationsprozeß, auch wenn das Öl der Luft vollständig zugänglich ist, mehrere Wochen in Anspruch nimmt, ist es kein Wunder, daß die Ölfarbanstriche nach der Aufbringung noch Monate, ja oft jahrelang sich verändern, so daß man vielfach beobachten kann, daß durch das Arbeiten der Grundschichten oft noch nach Jahren Risse und Abplatzungen der Oberschichten eintreten. Die Farbe „lebt“ und verändert sich durch die Oxydation, auch wenn es sich nur um Innenanstriche handelt.

Je stärker die Ölfarben der Witterung ausgesetzt sind, desto kürzer ist im allgemeinen ihre Lebensdauer. Man muß sich darüber klar sein, daß mit Beginn des

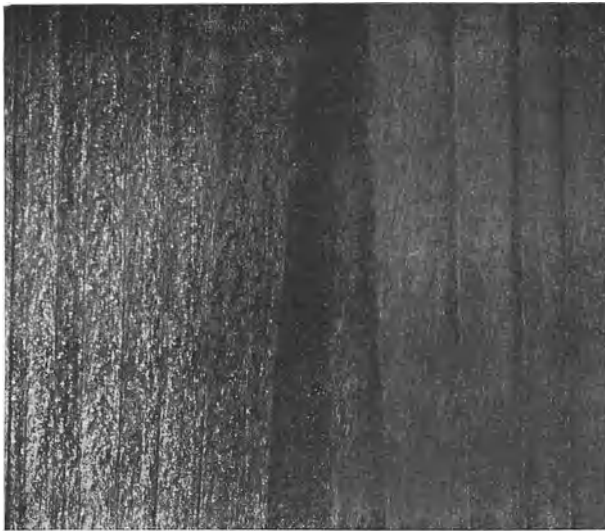


Abb. 1. Naturlackierung, links auf Ölgrund, rechts auf ölfreiem Grund ausgeführt, zeigt links das durch Dehnung aus den Poren herauswachsende Öl.

Oxydationsprozesses auch die Zerstörung der Farben beginnt. Da nun durch den Oxydationsprozeß Öl an Volumen zunimmt, erklärt es sich leicht, daß durch den von den quellenden Ölteilchen auf die Umgebung ausgeübten Druck Umsetzungen und Veränderungen der Farbschicht eintreten, wodurch Rißbildung und dergleichen entstehen kann und muß. Die Nachteile dieser Erscheinungen werden um so stärker hervortreten, je mehr der aufsaugende Grund mit Ölteilchen gesättigt ist und je intensiver und rascher der Sauerstoff bis zum

Grunde vorzudringen vermag. Um die Wirkungen dieses Vorganges deutlich erkennbar zu machen, möchte ich an vergleichsweise ausgeführten Anstrichen, welche aus einem von meinem Institut im Jahre 1918 veranlaßten Preisausschreiben stammen, den Unterschied zwischen alter und neuer Technik erläutern. Während bei der alten Technik die Ölfarben wie üblich einfach aufeinandergestrichen wurden, werden bei der neuen Technik unveränderliche ölfreie Grund- oder Zwischenschichten eingeschaltet, wodurch einerseits die Wirkung der quellenden Ölteilchen vermindert, andererseits deren Lebensdauer infolge der Abdichtung gegen Sauerstoffaufnahme verlängert wird. Der Unterschied, welcher durch photographische Aufnahmen der Tafeln nach etwa 2 Jahren festgestellt wurde, ist in den drei Abbildungen sehr deutlich zu erkennen. Während je auf der rechten Hälfte die neue fortschrittliche, abdichtende oder halbölfreie Technik unter Verwendung von Kronengrund als Grund- oder Zwischenschicht Anwendung gefunden hat und diese Hälften noch nach Jahren gleich blanke, unveränderliche Flächen zeigen, treten auf der linken, nach der reinen Öltechnik ausgeführten Seite, die Wucherungen der Ölteilchen sehr deutlich hervor.

Abb. 1 zeigt eine farblose Naturlackierung, welche auf der rechten Seite bei nur einmaliger Lackierung heute noch blank steht, während sie auf der linken Seite schon sehr bald matt und unansehnlich geworden war.

Abb. 2 zeigt eine mit dünner Ölfarblasur ausgeführte Mattlackierung, bei welcher der Unterschied für das Auge weniger stark hervortritt, als dies bei einer blanken Lackierung der Fall ist, doch läßt die Photographie sehr deutlich die überaus starken Wucherungen der Ölgrundierung erkennen. Endlich zeigt Abb. 3 eine Weißlackierung, bei welcher Kronengrund als Grund und als Zwischenschicht eingeschaltet wurde. Man sieht an dieser Tafel besonders deut-

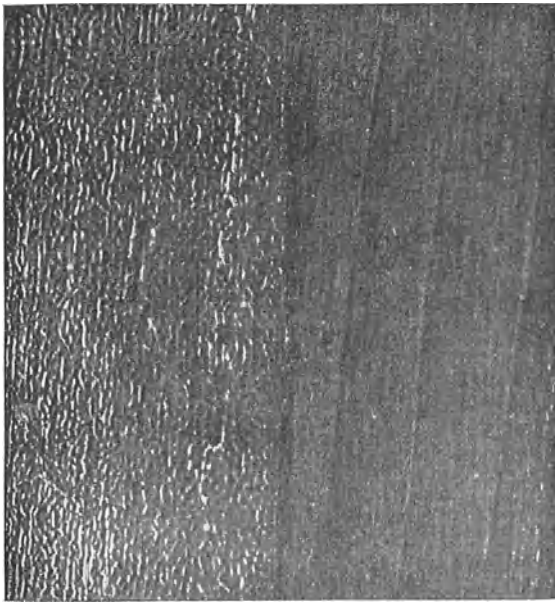


Abb. 2. Mattlackierte Farblasierung, hälftig auf Ölgrund, hälftig auf Kronengrund ausgeführt, zeigt etwas vergrößert links die starken Wucherungen des in den Poren eingeschlossenen Öls.



Abb. 3. Weißlackierung zeigt in dreifacher Vergrößerung links die Wucherungen infolge Quellens der Ölteile.

lich, daß dort, wo die porösesten Teile der Jahresringe liegen, auch die stärksten Wucherungen entstanden sind. Ein klarer Beweis dafür, daß eben nur das Wuchern und Dehnen der Ölteilchen an dieser Veränderung die Schuld trägt.

Wir wissen nun, daß durch diese, auf den chemischen Erhärtungsprozeß der pflanzlichen Öle zurückzuführenden Wucherungen das Leinöl sich in bezug auf die Haltbarkeit und Schönheit der Anstriche im Laufe der Zeit nachteilig bemerkbar macht. Welche Umwälzungen in einer Farbschicht sich aber tatsächlich oft vollziehen, möchte ich durch das mikroskopische Bild eines durch Bruch gewonnenen Anstrichpräparates, welches in Abb. 4 im Schnitt in etwa 70facher Vergrößerung dargestellt ist, zeigen. Die Farbschicht stammt von einer auf dem Dach eines Fabrikgebäudes, also im Freien untergebrachten Kühlanlage, wobei die Farbschicht gleichzeitig dem Einfluß von Rieselwasser und der Witterung ausgesetzt war. Man erkennt, welche Kräfte am Werk sind, um die Zerstörung der Farbschichten herbeizuführen. Die alte Farbmasse war hier an einer Stelle vom Rost durchdrungen. Es wurde dann bei Ausführung eines Erneuerungs-

anstrichs mit Mennige überstrichen und mit Ölfarbe gedeckt. Der infolge ungenügender Entrostung zurückgebliebene, weiterwuchernde und sich dehnende Rost einerseits und die Dehnung der Ölfarbschicht beim Erhärtungsprozeß

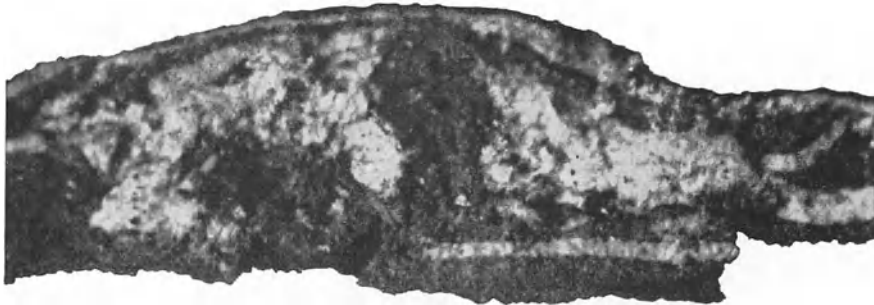


Abb. 4. Mikroskopische Aufnahme einer Rostschutzfarbschicht, zeigt die umwälzenden Vorgänge, welche sich in Farbschichten oft abspielen. Die Schichten sind förmlich durcheinandergewirbelt.

andererseits haben nun bewirkt, daß sich ein explosionsartig aufgetriebenes Gebilde entwickelt hat, welches uns Zeugnis gibt von dem kräftigen Leben, welches sich in den arbeitenden Farbschichten oft abspielt.

Bei Erneuerungsanstrichen kommt nun aber noch ein weiterer Umstand hinzu. Nach der alten Methode wurden einfach die neuen Ölfarben auf die alten

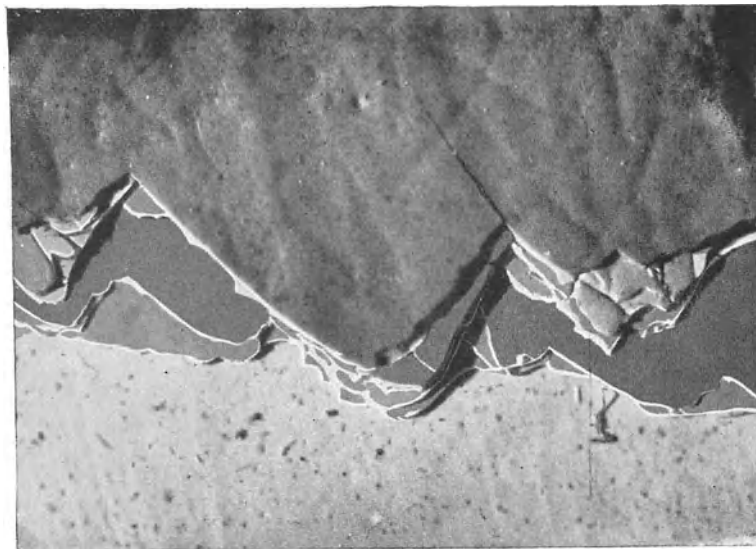


Abb. 5. Abgeplatzter Anstrich. Das Präparat zeigt, daß die vielen, im Verlauf von etwa 20 Jahren aufgetragenen Erneuerungsanstriche sich nie mit dem Untergrund verbunden haben.

gestrichen. Man hat darauf, daß Leinöl erhärtete pflanzliche Öle nicht angreift, keine Rücksicht genommen, sich vielmehr mit der bekannten Tatsache abgefunden, daß alte und neue Ölfarbanstriche sich so gut wie nicht miteinander verbinden. Der Grund zum Abplatzen der Anstriche war und ist daher bei der alten Arbeitsweise gegeben.

Der Nachteil der Verbindungslosigkeit zwischen erhärteten alten und neuen Anstrichen blieb also bisher zum Nachteil in bezug auf Güte und Dauerhaftigkeit der gesamten Farbschutzschicht unbeachtet. Dies erklärt sich wohl einfach daraus, daß man bisher eben noch keine andere Arbeitsweise und keinen anderen Farbaufbau kannte.

Die Tatsache dieses Mangels zeigt nun sehr deutlich Abb. 5 an einem sehr gelungenen Farbpräparat, welches durch Absprengen einer alten dicken Farbschicht gewonnen wurde. Durch die etwa 10fache Vergrößerung ist erkennbar, daß die Verbindungslosigkeit zwischen alten und neuen Anstrichen sich im Laufe der Jahre immer in gleicher Weise wiederholte. Da das dargestellte Farbbruchstück sich aus mindestens sieben verschiedenen Anstrichschichten zusammensetzt, welche jeweils wieder aus 2—3 gleichartigen Farben gebildet sind, so kann man das Alter dieser Farbschicht auf mindestens 15—20 Jahre schätzen, wenn man annimmt, daß durchschnittlich kaum öfters als alle 2—3 Jahre Erneuerungsanstriche ausgeführt worden sind. Wir sehen, daß, trotzdem natürlich jedesmal mit anderer Farbe und mit anderen Arbeitskräften die Arbeit ausgeführt wurde, doch immer wieder dieselbe Erscheinung uns entgegentritt, nämlich, daß die neue Farbschicht mit der alten Farbe sich nicht verband. So kommt es, daß die einzelnen Farbschichten zum Löslösen voneinander neigen.

Wenn wir diese wichtigsten Vorgänge und Tatsachen erkannt haben, verstehen wir, wie sehr die Anstreichtechnik einer Verbesserung bedarf. Die von mir geschaffenen technischen Fortschritte beruhen nun darauf, daß die Vorteile der Öltechnik beibehalten, ihre Nachteile dagegen vermieden werden, und zwar dadurch, daß man mit weniger Öl und durch Einschaltung abdichtender, ölfreier Schichten arbeitet. Ich verkenne den Wert der neuen Nitro-Zellulose-Lacke keineswegs, bin aber auf Grund meiner langjährigen Erfahrungen vollkommen sicher, daß man durch Anwendung von Nitro-Zellulose-Lacken allein im Schiffbau, namentlich soweit es sich um Holzteile handelt, keine Flächen erhalten kann, welche eine genügende Gewähr für Dauerhaftigkeit ergeben, weil sie nicht denjenigen Grad von Elastizität geben, welcher nur bei einer Kombination der ölfreien Anstreichmittel mit ölhaltigen Materialien zu erzielen ist. Wir haben an den Abb. 1—3 schon gesehen, welcher großer Fortschritt in bezug auf Güte und Haltbarkeit der Schicht durch Einschaltung ölfreier, auf Nitro-Zellulose-Basis aufgebauter, Grundiermittel geschaffen wird. Es ist aber, als besonders wichtig, noch auf folgendes hinzuweisen:

Die Meinung, als ob man durch Öl und Ölfarben wasserdichte Anstriche erzielen kann, ist als irrig schon seit geraumer Zeit auch von der Wissenschaft festgestellt. Daß man aber durch eine Kombination beider Schichten in der Tat wasserdichte Anstriche, wie man sie im Schiffbau am dringendsten benötigt, ausführen kann, kann durch ein von meinem Institut geschaffenes Reagenzverfahren von jedem Fachmann leicht nachgeprüft werden¹.

Sowohl bei den einfachsten Anstrichen, als auch bei den feinsten Ausführungen, z. B. von Schleiflackierungen, ist die Einschaltung ölfreier Zwischenschichten von

¹ Vgl. Paul Jaeger, „Untersuchung des Dichtigkeitsgrades von Öl- und Farbschichten“.

ganz außerordentlicher Bedeutung, nicht nur in bezug auf die Güte und Haltbarkeit der Arbeit, sondern namentlich auch in bezug auf die Ersparnis an Zeit bei der Ausführung.

Dichtet man beispielsweise, um mit den einfachsten Anstrichen zu beginnen, einen mit Ölfarbe grundierten Anstrich andern Tags mit ölfreiem Material nach Art des Kronengrund ab, so sind damit vier Hauptvorteile verbunden:

Die Lebensdauer der Grundschicht wird durch die Abdichtung verlängert, weil das Durchdringen des Sauerstoffes verlangsamt wird.

Die Oberschicht wird aber trotzdem durch die Verbindung mit dem Kronengrund so gehärtet, daß schon nach wenigen Stunden weiter gestrichen werden kann.

Die Abdichtung bewirkt, wie durch das obenerwähnte Reagenzverfahren nachgewiesen werden kann, eine bedeutende Erhöhung der Wasserdichtigkeit und

die nun folgende Deckfarbe bleibt viel blanker und dauerhafter stehen, als wenn die oxydierenden Ölteilchen aus den Grundschichten sich rasch und stark bemerkbar machen.

Wie die Abdichtung wirkt, zeigen deutlich die mikroskopischen Aufnahmen von 2 Anstrichpräparaten, welche in den Abb. 6 und 7 dargestellt sind. Diese Präparate wurden von einem Gaskessel entnommen, an welchem nebeneinander große Versuchsflächen nach der alten und der neuen Technik gleichzeitig und mit der-

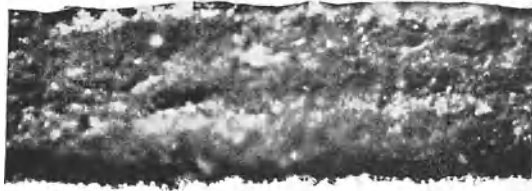


Abb. 6. Mikroskopische Aufnahme einer Farbschicht in 70facher Vergrößerung nach der bisherigen Öltechnik ausgeführt.



Abb. 7. Dieselbe Farbschicht wie Abb. 6 mit abdichtender Zwischenschicht *P*.

selben Deckfarbe ausgeführt worden waren. Die Eisenschutzfrage, welche hier hereinspielt, soll dabei außer Betracht bleiben, da dieses wichtige Gebiet nicht in einigen Worten zu behandeln ist. Es soll nur so viel gesagt sein, daß der nach der alten Technik erneuerte Anstrich, Abb. 6, nach einem Jahr, als die Proben entnommen wurden, in großen Fetzen heruntergezogen werden konnte, während der abgedichtete Anstrich, Abb. 7, bei welchem ein Fortwuchern des Rostes infolge der Abdichtung gegen weiteres Eindringen von Ammoniakwasser verhindert wurde, noch so fest saß, daß er nur in schmalen Streifen mit dem Messer heruntergeschnitten werden konnte, was an den vorliegenden Präparaten deutlich zu ersehen ist.

Abb. 6 zeigt also den Schnitt durch die Farbschicht, ohne abdichtende Zwischenschicht. Abb. 7 die Ausführung nach der fortschrittlichen Technik mit abdichtender Zwischenschicht, und zwar zeigt *m* die Mennigeschicht mit darunter angesetzttem Rost, *a* die alte Farbschicht, *P* deutet auf die durch Auftrag der Auffrischungsflüssigkeit erzielte Abdichtung und *b* bezeichnet die neue Farbschicht.

Die für die Abdichtung verwendete Flüssigkeit Perlgrund wurde mit Anilinfarbe gefärbt, um ihre Wirkung in dem mikroskopischen Präparat später sichtbar zu machen.

Man erkennt nun deutlich, daß in der Tat dieses sehr dünnflüssige Material vollständig in die poröse alte Ölfarbschicht eingedrungen ist. Man kann aber gleichzeitig auch noch beim Vergleich der beiden Bilder sehen, um wieviel dicker die Farbschicht bei der alten Technik aufträgt, ohne eine bessere Wirkung zu erzielen und um wieviel besser die dünnere aber dichtere Farbschicht nach der fortschrittlichen Technik wirkt.

Diese Abdichtung gegen eindringende Feuchtigkeit kommt für jede Art von Anstrich im Schiffbau deshalb besonders in Betracht, weil es sich meist darum handelt, daß die Anstriche großen Schwankungen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit standhalten müssen, wie sie der Seeverkehr mit sich bringt.

Von einigen wertvollen Beobachtungen, welche ich selbst auf einer Seereise gemacht habe, dürfte folgendes von Interesse sein: Bei der Jungfernfahrt des Dampfers „Deutschland“ nach New York wurde von mir beobachtet, daß z. B. die Schleiflackierungen namentlich in den der Witterung ausgesetzten Gängen zum Teil schon recht Not gelitten hatten und streifig und ungleichmäßig erschienen. Bei genauerer Beobachtung habe ich festgestellt, daß offenbar die Winterkälte, solange der Dampfer noch im Dock lag, dadurch schon eingewirkt hatte, daß die Farbe, infolge ihrer Fähigkeit, Wasser aufzunehmen (Prof. Eibner nennt ja bekanntlich erhärtete Ölfarbschichten „Wasserspeicher“), durch Gefrieren von Wasserteilchen in den Oberschichten ganz feinrissig geworden war, was allerdings nur bei der Untersuchung mit Hilfe des Vergrößerungsglases festgestellt werden konnte. Wären in diesem Falle abdichtende Schichten eingeschaltet worden, so würde dadurch nicht nur schon erheblich an Ausführungszeit gespart worden sein, sondern man hätte die Lebensdauer dieser Anstriche (Lackflächen) dadurch erheblich verlängern können.

Auch das Auswachsen des Öls konnte bei Innenlackierungen an verschiedenen Stellen außerordentlich deutlich wahrgenommen werden, und ich darf wohl erwähnen, daß daneben die von der Firma Blohm & Voß auf diesem Dampfer ausgeführten Innenlackierungen nach der von mir gelehrteten Technik von den übrigen Ausführungen vorteilhaft abstachen und wohl als einwandfrei bezeichnet werden können.

Die neuen technischen Fortschritte erscheinen nun noch besonders wichtig für die Instandhaltung der Anstriche im Schiffbau.

Wie schon durch Abb. 5 erklärt, findet eine Verbindung zwischen alter und neuer Farbe bei der Öltechnik nicht statt, wie den Fachleuten genugsam bekannt ist. Nach der von mir gelehrteten Technik wird nun nach einem zum Patent angemeldeten Verfahren systematisch darauf hingewirkt, eine Verbindung zwischen alter und neuer Farbschicht herzustellen durch Anwendung von Harzzellulose-Ester-Lösungen eigenartiger Zusammensetzung, welche den alten Anstrich durchdringen, ihn oberflächlich etwas anlösen und durch Ablagern ihrer Bestandteile in der alten Farbschicht diese abdichten, worauf dann erst der neue Öl- oder Lackfarbanstrich folgt.

Bei dem obenerwähnten Dampfer habe ich auch beobachtet, daß gleich bei der ersten Ausfahrt dieses Schiffes mit Erneuerungsanstrichen begonnen wurde, und es war mir nur bedauerlich, keine Möglichkeit gehabt zu haben, darüber praktisch aufzuklären, um wieviel besser diese Erneuerungsanstriche hätten gemacht werden können.

Wichtig ist bei derartigen Auffrischungsanstrichen noch folgendes: Während man bisher fast ausnahmslos bei der Erneuerung 2 Ölfarbanstriche in entsprechendem Zeitabstand aufeinander folgen ließ, kommt bei der verbesserten Technik in der Regel nur 1 Öldeckfarbanstrich in Betracht, so daß der Erneuerungsanstrich also nur halb so stark aufträgt, weil ja das zuerst angewendete Dichtungsmaterial vollkommen von dem porösen Grund aufgenommen wird, ohne im technischen Sinne aufzutragen. Wenn begreiflicherweise die viel dicker auftragenden normalen doppelten Ölfarbanstriche, unter welchen der alte Grund hart und spröde bleibt wie zuvor, viel leichter zum Abspringen und Reißen geneigt sind, ist naturgemäß der viel dünnere, dafür aber dichtere Erneuerungsanstrich nach der neuen Technik, auch „Sinolintechnik“ genannt, in bezug auf Elastizität der Schicht dem alten weitaus überlegen. Die Frage der Haltbarkeit der Anstriche steht also im engsten Zusammenhang mit dem Farbaufbau und der Elastizität und Dichtigkeit der schützenden Farbschicht.

Daß die Frage des Eisenschutzes ebenfalls in weitestem Maße von der Frage der Schaffung dicht abschließender Anstriche untrennbar ist, ist längst anerkannt, ohne daß es bisher gelungen wäre, vollkommen befriedigende Ergebnisse zu erzielen. Die wichtige Eisenschutzfrage gelegentlich getrennt zu behandeln, möchte ich mir vorbehalten und das oben Ausgeführte kurz dahin zusammenfassen:

Nach meinen langjährigen Erfahrungen und Beobachtungen bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß man weder mit Ölfarbe allein, noch mit ölfreien Farben (Nitro-Zelluloselacke) allein etwas Vollkommenes erreichen kann, sondern das beste Ergebnis wird man immer nur dann erzielen, wenn man nach den von mir gegebenen Winken beide Verfahren sinngemäß miteinander kombiniert, von beiden also das Gute herausnimmt und das Nachteilige vermeidet. Dies dürfte zum Teil auch für Unterwasseranstriche, die ja ein Kapitel für sich bilden, zutreffen insofern, als auch diese Anstriche, bei welchen wesentlich verschiedenartige Materialien zur Verwendung kommen, durch einen anderen Farbaufbau im Sinne der Abdichtungstheorie verbessert werden könnten.

Erörterung.

Marine-Oberbaurat Schulz, Berlin:

Meine Herren! Sie haben eben die Ausführungen des Herrn Jaeger gehört. Mich haben dabei besonders zwei Punkte interessiert. Herr Jaeger sagte zu Beginn seines Vortrages: man muß sich darüber klar sein, daß mit dem Einsetzen des Oxydationsprozesses auch die Zerstörung der Farbe anfängt. Der Oxydationsprozeß wird also als die Hauptursache der Zerstörung hingestellt. Das ist nun eine Erscheinung, die nicht nur bei den Farben, sondern auch bei anderen Materialien zu beobachten ist. Ich habe in letzter Zeit sehr viel mit verschiedenen Korrosionen von Eisen, Messing usw. zu tun gehabt und festgestellt, daß auch hierbei die Oxydation durch Luft und Feuchtigkeit als die Hauptursache der Korrosion anzusehen ist. Es handelte sich in einem Falle um eine ziemlich arge Rostzerstörung von schmiedeeisernen Ekonomiserrohren bei großen Kesselanlagen, die mit 35 Atmosphären auf einem der hiesigen Elektrizitätswerke arbeiten und wo ich neben anderen Ursachen, die in dem Betrieb, Material, zum Teil auch

in der Konstruktion begründet sind, die Oxydation als die Hauptursache nachweisen konnte, und stimme darin mit den ausgezeichneten Untersuchungen von Prof. Heyn und Bauer in den Mitteilungen des Materialprüfungsamtes von 1908 überein.

Eine andere Feststellung bezieht sich auf die Korrosion von gebrauchtem Schmieröl, worüber Prof. Frank von der hiesigen Hochschule seinerzeit sehr eingehende Versuche gemacht hat und dabei gleichfalls den Luftsauerstoff als die Hauptursache der Korrosion bezeichnete. Da nun in Amerika, zum Teil auch Frankreich und anderen Ländern, dieses gebrauchte Schmieröl durch eine Zentrifuge geht und durch diese die einzelnen Teilchen nach ihrem Gewicht scharf voneinander getrennt werden (als schwerste Teilchen die Verunreinigungen, dann die schweren und schließlich die leichten Öle, die sich weiter nach innen zu abscheiden), habe ich Herrn Prof. Frank die Anregung gegeben, seine Versuche daraufhin zu prüfen, ob es nicht möglich sei, durch Herstellung eines dritten Kanals (die einzelnen Stoffe werden in verschiedenen Kanälen abgesogen) die Luft zu entfernen. Bei allen diesen Stoffen und Korrosionen spielt also der Luftsauerstoff eine sehr wichtige Rolle. In den verschiedenen Veröffentlichungen des Materialprüfungsamtes wird immer wieder betont, auf diesen Punkt besonders zu achten. Damit ist aber das Problem noch nicht gelöst, sondern es wird sich um die Frage handeln: besteht allgemein die Möglichkeit, den Luftsauerstoff zu beseitigen?

Ein Fall, der in der Marine von besonderer Bedeutung ist, bezieht sich auf den Schutz von Kondensatorrohren. Diese werden durch Seewasser gekühlt; sehr große Mengen von meist aufgepeitschtem und daher stark lufthaltigem Seewasser fließen durch den Kondensator, und bei dem Eintritt in diesen erfolgt noch eine weitere Aufwirbelung, so daß in der Tat mit einem großen Überschuß von Luft zu rechnen ist. Die Beseitigung dieser Luft ist natürlich ziemlich ausgeschlossen.

Bei den modernen großen Landkesseln hat man große Entgasungsanlagen gemacht, um das Speisewasser zu entlüften; bei den Schiffskesseln erfolgt die Speisung meist durch automatisch entlüftetes Kondenswasser. Nun besteht aber folgender Übelstand: sobald das Wasser entlüftet ist, ist es außerordentlich begierig, durch die kleinste Undichtigkeit sofort wieder Luftsauerstoff aufzunehmen und das Übel ist dann oft noch schlimmer als vordem.

Infolgedessen können wir dem Herrn Vortragenden ganz besonders dankbar dafür sein, daß er im vorliegenden Falle einen Weg gezeigt hat, auf dem hier Einhalt geboten werden kann. Dieser Weg besteht darin, daß das neue Verfahren auf das Eindringen von Luft und Feuchtigkeit hemmend wirkt, und es wäre sehr zu begrüßen, wenn das, was er wissenschaftlich erprobt hat, durch Anwendung seiner Methode auch in weiten Kreisen befolgt würde.

Der zweite Punkt bezieht sich auf den Schluß der Ausführungen von Herrn Jaeger, wonach er systematisch darauf hingewirkt hat, eine Verbindung zwischen alter und neuer Farbschicht herzustellen. Da er schon umfangreiche Versuche, wohl auch mit der neuangemeldeten Harzzellulose-Ester-Lösung gemacht haben wird, so wollte ich die Anregung geben, diese auf zwei weitere Versuche zu erstrecken. Es ist uns Schiff- und Schiffsmaschinenbauern in Fleisch und Blut übergegangen, bei Erneuerung von Schutzanstrichen zunächst eine peinliche Reinigung vorzunehmen. Infolgedessen habe ich mir den ersten Versuch so gedacht, daß das betr. Blech oder sonstiger Gegenstand zunächst tüchtig gereinigt wird, sei es durch Hand oder besser und schneller durch die heute vorhandenen maschinellen Anlagen — ich erinnere an die rotierenden Bürsten der Firma Bader & Halbig in Halle, mit denen bei Flächen- und Rohrreinigung sehr gute Resultate erzielt sind —, oder auch durch Sandstrahl bzw. Stahlsand. Ich möchte daher vorschlagen mit einem dieser Mittel den betr. Gegenstand erst sauber zu reinigen und dann zu streichen und ihn mit einem anderen Gegenstand zu vergleichen, auf dem alte, nicht korrodierte Farbe stehengeblieben ist und darauf neue Farbe aufgetragen. Es wäre interessant, durch solche Parallelversuche festzustellen, wie sich die Lebensdauer in beiden Fällen verhält. (Beifall.)

Herr Zivil-Ing. Judaschke, Hamburg:

Ich wollte nur ganz kurz sagen, daß die Frage des Eisenrostschutzes hier nicht näher behandelt worden ist. Es könnte infolgedessen vielleicht die falsche Meinung aufkommen, die im Schiffbau bisher verwendeten alten Farben hätten nicht genügenden Rostschutz gewährt. Der bisherige erste Anstrich auf die Eisenbeplattung und die Instandhaltung durch periodisch wiederkehrende Farbenanstriche hat sich bewährt. Ich glaube doch, daß wir in unserem Schiffbau mit den alten Farben durchaus gute Erfolge gehabt haben, soweit sie tadellos aufgetragen worden sind, also, wie eben schon erwähnt wurde, vorher eine gute Reinigung bei den Eisenblechen stattgefunden hat und dann eine dünne Auftragung dieser alten Farben dergestalt erfolgte, daß eine gute Trocknung und Erhärtung sichergestellt war.

Der Vortragende stellt ja freundlichst in Aussicht, über die vor Rost schützenden Farben einmal besonders zu berichten. Ich möchte aber eben doch schon heute zur Klarstellung an den Herrn Vortragenden die Frage richten, ob er meint, daß die sog. ölfreien Grundfarben ohne weiteres auch auf die Eisenplatten aufgetragen werden können, oder ob er nicht auch meint, daß man hier die Ölfarbe als Grundfarbe aufträgt und dann die neue Farbe als Zwischenfarbe aufträgt, da diese Farbe doch gerade durch Feuchtigkeit, Luft und Witterung leichter zerstört wird als eine Ölfarbe.

Herr Paul Jaeger, Stuttgart (Schlußwort):

Ich bin für die Anregungen sehr dankbar und möchte ganz kurz folgendes ausführen: Die natürliche Zerstörung der Farbe, die Herr Oberbaurat Schulz erwähnte, soll ja durch mein Verfahren soweit möglich wieder gutgemacht werden, indem man die oxydierte Farbe durch das Überziehen mit einer Schicht bzw. mit einer Flüssigkeit, die in die alte Farbe eindringt, wieder elastisch macht und damit auffrischt. Das wirkt sich so aus, daß, wenn dieses flüssige Material auf die letzte Farbe, auch wenn sie noch hart ist, gebracht wird, diese in den Oberschichten leicht angelöst wird. Das staatliche Materialprüfungsamt hat diesbezügliche Versuche seit etwa 1½ Jahren gemacht und hat in einem vorläufigen Gutachten auch schon anerkannt, daß diese Anlösung erfolgt, und daß infolgedessen eine Auffrischung

der Grundschicht erzielt wird. Daß wir es um so leichter haben, d. h. daß das Verfahren um so wirksamer ist, je dünner die Farbschichten sind, die wir auffrischen wollen, ist selbstverständlich. Man würde niemals imstande sein, eine Farbschicht, wie ich sie Ihnen vorhin zeigte, mit den etwa zwanzig verschiedenen alten Farbschichten wieder aufzufrischen, denn so tief können alte dicke Farbschichten natürlich nicht durchdrungen werden. Erneuerungsanstriche nach der Methode, wie ich sie lehre, indem man zuerst auffrischt und abdichtet und dann eine Ölfarbe darüber streicht, sind dünner und dichter und lassen sich daher bei Bedarf später um so besser auffrischen, weil dann eben nur die eine dünne Farbschicht zu durchdringen ist. Dabei bekommt man dann immer besser werdende Anstriche. Das ist der ungeheure Unterschied zwischen der neuen und der alten Technik, der heute noch gar nicht genügend erkannt ist, daß wir eben zuerst auf den alten Grund wirken, ihn auffrischen und dann erst, hauptsächlich der Schönheit halber, wieder mit Ölfarbe decken.

Herr Oberbaurat Schulz meinte dann, man solle Blech erst vollkommen reinigen und darauf einen Versuchsanstrich ausführen. Dazu möchte ich nur kurz folgendes sagen. Es ist schon seit einer Reihe von Jahren erkannt, daß im Großbetriebe diese sorgfältige Reinigung des Blechs, z. B. von Ölflecken od. dgl., gar nicht nötig ist, wenn man in der Art vorgeht, wie ich das vorschlage. Ich kann Ihnen, wenn ich aus der Schule plaudern soll, verraten, daß z. B. die größten Automobilwerke in Deutschland in ganz großem Umfange ihre sämtlichen Karosserien zuerst mit einem Abdichtungsmaterial einreiben oder tauchen. Dieses seit einiger Zeit verbesserte Material wird heute nach einem zum Patent angemeldeten Verfahren unter dem Namen „Perlhauch“ hergestellt und verkauft. Damit werden die Bleche und Eisenteile eingerieben oder getaucht, und dadurch wird verhindert, daß überall da, wo z. B. Schweißfingern an das Blech kommen, die bekannten Korrosionsstellen auftreten; das Blech selbst ist also isoliert. Man kann es im Betriebe anfassen, wie man will, das schadet gar nichts, weil der Schweiß auf der Isolierschicht sitzt und nicht mit dem Eisen in Berührung kommen kann.

Dann möchte ich noch auf die Frage des zweiten Herrn Redners eingehen. Die wichtige Eisenschutzfrage habe ich ja nicht behandeln können, weil der Rahmen zu klein war und die Zeit gar nicht ausreichen würde. Es ist eine feststehende Tatsache, daß wir ganz ausgezeichnete Eisenschutzfarben haben. Aber dessen ungeachtet kann jede Eisenschutzfarbe noch dadurch verbessert werden, daß man sie abdichtet. Es ist aber durchaus nicht notwendig und oft gar nicht erwünscht, mit ölfreiem Material auf Blech oder Eisenteilen zu beginnen, sondern man streicht bei gewöhnlichen Anstrichen wie bisher mit Ölfarbe vor, schon um Unebenheiten und sonstige kleine Stellen auszufüllen, weil die Ölfarbe etwas aufträgt. Der Pinsel läßt dann von selber bei den Vertiefungen etwas mehr zurück, während das ölfreie Material nach der Art des Perlgrunds oder Perlhauchs gar nicht oder so gut wie nicht aufträgt. Wenn wir diese Ölfarbe aufgetragen haben, dann dichten wir darüber mit der ölfreien Schicht ab und erreichen so genau das, was wir haben wollen, nämlich das Wasser vom Eisen abzusperren. Wir müssen die Feinde Eisen und Wasser voneinander trennen. Ob nun die Schicht, die sie trennen soll, direkt unten auf dem Eisen oder ob sie erst auf der ersten Ölfarbschicht sitzt, spielt keine große Rolle; wichtig ist nur, daß eben eine vollkommene Abdichtung in der Tat erreicht wird.

Dafür, daß man auf dem Gebiete des Eisenschutzes noch sehr viel zu leisten hat, möchte ich Ihnen nur eine Zahl bekanntgeben, die auch schon in der Presse vielfach genannt worden ist, nämlich daß in den Vereinigten Staaten jährlich allein für Rostbekämpfung rund 2 Milliarden Dollar ausgegeben werden. (Beifall.)

Vorsitzender Herr Geheimrat Prof. Dr.-Ing. Busley:

Die Haltbarkeit des Anstriches spielt in der Technik, besonders aber im Schiffbau eine große Rolle, weil sich hier neben den Nachteilen der Wasserdurchlässigkeit noch die klimatischen Einflüsse geltend machen. Wir müssen es deshalb lebhaft begrüßen, daß dem Herrn Vortragenden die Herstellung eines Farbenanstriches gelungen ist, der einen größeren Schutz der zu deckenden Oberflächen herbeiführt, als dies bei den bisher üblichen Verfahren möglich ist. Herr Jaeger hat sich durch die Vorführung seiner Methode in den Schifffahrtskreisen großen Dank verdient, den ich hiermit abgestattet haben möchte.

Beiträge.

XV. Der Betrieb kleinerer und mittlerer Werften.

Von Dipl.-Ing. Ulrich Knoop.

Einleitung.

Wenn wir uns heute die kleinen Werften für Boots- und Binnenschiffbau betrachten, so finden wir vielfach veraltete Einrichtungen und Anlagen und vor allem veraltete Ansichten über Betriebsführung. Die schlechte Geschäftslage wird auf die allgemeine Wirtschaftslage geschoben, ohne zu untersuchen, wieweit eigene Mängel die Schuld tragen. So finden wir oft die Ansicht, daß eine Organisation, d. h. eine straffe Ordnung des ganzen Betriebes, nur für große Betriebe nötig sei.

Es fehlt eine einfache klare und zweckentsprechende Organisation oder Geschäftsordnung, die Reibungen beseitigt, Ordnung in den Gang des Betriebes bringt und jedem einzelnen sein ihm zukommendes Arbeitsfeld anweist. Dabei ist aber von vornherein zu bemerken, daß die Organisation nie zum toten Schema erstarren darf; sie lebt, wächst und ändert sich mit dem Betrieb und seinen Anforderungen, ja sie muß sogar den Änderungen im Betrieb immer einen Schritt voraus sein. Auch auf sie muß der Grundsatz der technischen Vernunft angewendet werden, daß mit dem vergleichsweise kleinsten Aufwand der größte Erfolg erzielt werden soll. Daraus ergibt sich die Forderung, daß die Organisation kleiner Werften keine Berge von Formularen und keine besonderen Beamten beanspruchen darf.

Es liegt klar auf der Hand, daß dies nur zu erreichen ist, wenn sich alle willig in den Organisationsplan einfügen, auch wenn durch ihn zunächst liebgegewordene Angewohnheiten und althergebrachte Einrichtungen beseitigt werden. Sie schafft dafür eine in allen Teilen klare und übersichtliche Geschäfts- und Betriebsführung, Willkürmaßnahmen sind ausgeschlossen, dabei ist eine gerechte Beurteilung der Leistungen und Fähigkeiten des einzelnen Angestellten gesichert¹. Denn jeder einzelne erhält sein scharf umgrenztes Arbeitsfeld zugewiesen, wofür er allein verantwortlich ist und für dessen ausgiebigste Bearbeitung er alle Kraft und alle seine Gaben einzusetzen hat². Natürlich darf durch derartige Maßnahmen die gegenseitige Vertretungsmöglichkeit nicht ausgeschlossen werden, um so weniger, je kleiner der Betrieb ist.

¹ v. d. Daele: Der moderne Fabrikbetrieb und seine Organisation, 2. Aufl., Seite 4.

² v. d. Daele: Ebenda Seite 19.

Es ist eine weitverbreitete, aber durchaus verkehrte Ansicht, daß eine gute Organisation nur mit hohen Kosten zu erreichen, also für kleine Werften nicht tragbar sei. Diese durch Unkenntnis hervorgerufene Ansicht bewirkt eine gefährliche Gleichgültigkeit, die unbedingt zum Erliegen des sonst vielleicht gesunden Betriebes führen muß; zu zeigen, daß eine derartige Organisation auch mit geringen Mitteln geschaffen und durchgeführt werden kann, ist der Zweck dieser Arbeit.

Die entwickelte Betriebsorganisation ist in ihrem Umfang auf einen Arbeiterstand von 80—200 Mann zugeschnitten. Sinkt die Arbeiterzahl darunter, so werden sich Vereinfachungen, besonders in der Materialbeschaffung bzw. Materialverbuchung von selbst ergeben. Steigt die Arbeiterzahl, so bieten sich genügend Ausbaumöglichkeiten, z. B. durch Einrichten eines Stückbüros, gesonderter Vor- und Nachkalkulation, eines besonderen Werkbüros usw. Diese einzelnen Möglichkeiten sollen bei den betreffenden Abschnitten noch weiter ausgeführt werden. Diese Neueinrichtungen, die, je nach den vorliegenden Verhältnissen, früher oder später nötig werden, können aber nur bei Einstellung von entsprechenden Beamten nutzbringend ausgebaut werden.

Nicht behandelt wird der rein kaufmännische Teil der Werftbuchhaltung. Buchhaltung und Betrieb gehen Hand in Hand; die Buchhaltung hat sich den Erfordernissen des Betriebes anzupassen. Hierüber liegen brauchbare Arbeiten in größerer Zahl vor¹.

1. Die Direktion.

Eine Werft von dem angegebenen Umfang wird bei der heute vielfach üblichen Form als Aktiengesellschaft oder G. m. b. H. im allgemeinen einen technischen und einen kaufmännischen Leiter haben, über denen je nach der Form des Unternehmens der Eigentümer oder ein Direktor steht. Natürlich kann der Eigentümer oder Direktor auch gleichzeitig kaufmännischer oder technischer Leiter sein, das hängt lediglich von den gegebenen Verhältnissen ab. Bei mittleren und kleineren Betrieben sind nicht selten kaufmännische und technische Leitung in einer Hand vereinigt, doch sollte das im Interesse der Ordnung und des Erfolges vermieden werden².

Wo die Grenze für diese Einrichtung liegt, ist schwer zu bestimmen und richtet sich hauptsächlich nach der Eigenart des Betriebes. Es ist aber zu bedenken, daß auch ein äußerst intelligenter und arbeitskräftiger Mann die Leitung eines Unternehmens ohne intensive Mitarbeit intelligenter Vertrauensbeamter auf die Dauer nicht beherrschen kann, ohne sich und das ihm anvertraute Unternehmen in empfindlichster Weise zu schädigen³.

Wir gehen also davon aus, daß ein technischer und ein kaufmännischer Leiter vorhanden sind, die gemeinsam für das Unternehmen verantwortlich zeichnen dürfen, und daß über ihnen ein Direktor mit alleinigem Zeichnungsrecht steht (Abb. 1).

¹ v. d. Daele: Die moderne Fabrikbuchhaltung. — Hall, Calmes; Die Fabrikbuchhaltung.

² v. d. Daele: Fabrikbuchhaltung, Seite 18.

³ Johanning: Die Organisation der Fabrikbetriebe, Seite 56.

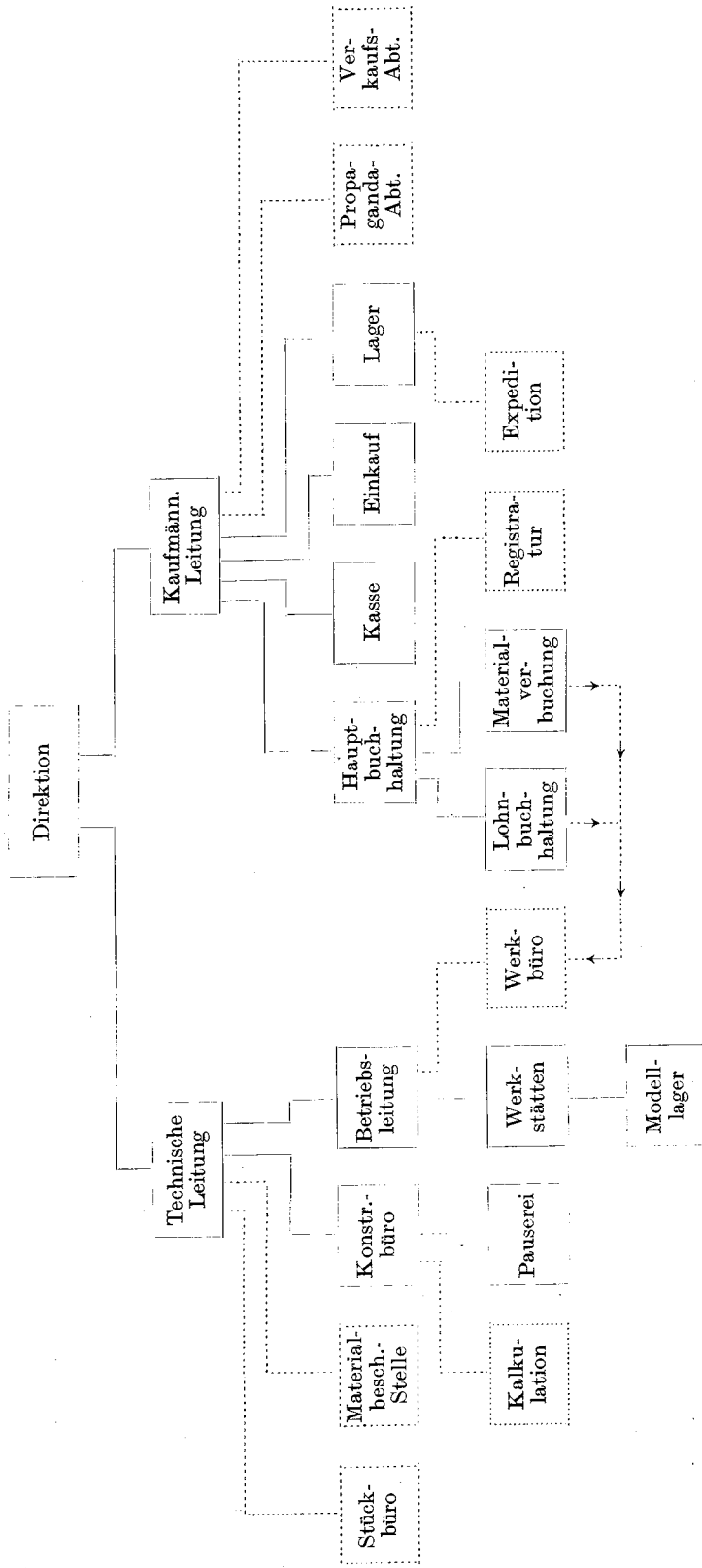


Abb. 1. Organisationsplan. Die gestrichelt gezeichneten Abteilungen werden erst beim Wachsen des Wertes eingerichtet; Lohnbuchhaltung und Materialverbuchung kommen dann in das Werkbüro, das dem Betrieb angegliedert ist. Im Falle einer Einschränkung wären zunächst Lohnbuchhaltung mit Materialverbuchung, dann Hauptbuchhaltung mit Kasse und Einkauf mit Lagerverwaltung zu vereinigen.

Dem technischen Leiter unterstehen:

1. a) das Entwurfsbüro,
b) das Konstruktionsbüro mit der Pauserei,
2. der Betrieb (Werkstätten, Platz, Transportmittel, Arbeiterfragen).

Dem kaufmännischen Leiter unterstehen:

1. die Hauptbuchhaltung mit Registratur,
2. die Lohnbuchhaltung,
3. die Betriebsbuchhaltung mit Nachkalkulation,
4. die Kasse,
5. der Einkauf,
5. das Lager mit Lagerbuchhaltung und Expedition.

Es dürfte sich empfehlen, daß die Leiter täglich zu einer kurzen Besprechung zusammentreten, vielleicht im Anschluß an die nach Eingang der Hauptpost stattfindenden Postbesprechung. Diese erscheint leicht überflüssig, ist aber doch für den glatten Geschäftsgang von großem Vorteil. Natürlich soll nicht jedes eingelaufene Angebot zum Gegenstand des Gesprächs gemacht werden, nur die nach Wahl des Direktors wichtigsten Sachen sollen kurz erörtert werden. Ferner ist über den Stand schwebender Verhandlungen zu berichten, damit die Möglichkeit einer zweckmäßigen Arbeits- und Gelddisposition gewahrt bleibt. Auch Ausfälle von einzelnen Beamten durch Krankheit oder Urlaub stören dann den glatten Geschäftsgang nicht.

Organisationsfragen sind von den Abteilungsleitern zu bearbeiten und der Direktion vorzutragen. Die endgültige Fassung neuer Vorschriften soll durch Unterschrift beglaubigt werden.

Es ist ferner zu bestimmen, an welcher Stelle der Buchhaltung die Auftragsbücher zu führen sind und wie die Aufträge eingeteilt werden sollen. Grundsätzlich ist daran festzuhalten, daß alle Aufträge schriftlich, gegebenenfalls unter Beifügung von Skizzen und Zeichnungen, erteilt werden.

Bei den Aufträgen unterscheiden wir z. B.:

- B-Aufträge, das sind alle solche, die den Neubau von Schiffen betreffen;
- R-Aufträge, sind Aufträge für Reparatur von Schiffen;
- RM-Aufträge, sind Aufträge zur Reparatur von Motoren und Maschinen;
- A-Aufträge, sind solche zur Ausführung von Arbeiten anderer Art, wie sie z. B. als Füllarbeit zur Ausnützung bestehender Einrichtungen übernommen werden;
- L-Aufträge, sind solche, bei denen das eigene Lager als Besteller auftritt, z. B. bei Werkzeugen, Vorrichtungen und ähnlichem;
- U-Aufträge, sind alle Arbeiten, die zur Unterhaltung des eigenen Werkes notwendig sind; diese werden für laufende Arbeiten zweckmäßig feste Nummern erhalten: z. B. Modellausbesserung, die nach bestimmten Zeiträumen, monatlich oder vierteljährlich, abgerechnet werden.

Die L- und U-Aufträge sind interne Aufträge und gehen über Unkostenkonto.

Ein ganz besonders wichtiges Tätigkeitsfeld findet die Direktion in der Propaganda. Sie erfordert unter allen Umständen die größte Aufmerksamkeit.

Jede wirksame Propaganda muß in möglichst individueller und vornehmer Form gehalten sein, soll sie ihren Zweck erfüllen. Diese Form soll ihr das Widerliche der kaufmännischen Werbetrommel nehmen und das Aufdringliche der Reklame vermeiden. Das Reklamehafte verspricht, die Propaganda beweist¹.

Es mögen an dieser Stelle noch kurz die Lieferungsbedingungen erwähnt werden. Diese Bedingungen werden ein für allemal festgelegt und gedruckt allen Angeboten beigelegt; in den Begleitschreiben ist ausdrücklich auf sie zu verweisen. Etwaige Abweichungen von den allgemeinen Lieferungsbedingungen sind unbedingt schriftlich festzulegen². Zweckmäßig wird man in diesen Bedingungen festsetzen, daß Streitigkeiten technischer Art durch ein Schiedsgericht von Sachverständigen geregelt werden sollen. Ein Prozeß bringt bei der leider häufig mangelnden technischen Einstellung der Gerichte eine Unmenge von Arbeit, Ärger und Zeitverlust, auch wenn er gewonnen wird.

Schließlich ist noch die Bücherei zu erwähnen. Über die Anschaffung von Zeitungen, Zeitschriften und Büchern entscheidet die Direktion nach Rücksprache mit den Abteilungsleitern. Daß die einschlägigen Fachzeitschriften gehalten werden müssen, ist selbstverständlich. Auch das Reichsgesetzblatt ist unumgänglich nötig. Die wichtigsten Nachschlagwerke und Tabellen müssen vorhanden sein. Die Anschaffung von Fachliteratur, Normenblättern usw. richtet sich nach den Erfordernissen der Werft.

Neben diesen auf sachlichem Gebiet liegenden Fragen hat die Direktion auch auf persönlichem Gebiet eine Reihe von Aufgaben zu lösen, ganz abgesehen von der Einstellung und Entlassung von Beamten. Es ist unausbleiblich, daß kaufmännische und technische Interessen mitunter hart gegeneinanderprallen, daß zwischen Betrieb und Büro sich Gegensätze herausbilden. Ihre Beseitigung ist Sache der Direktion.

Ein Kapitel für sich ist die Erhaltung der Dienstfreudigkeit durch angemessene Bezahlung und durch vernünftige und anständige Behandlung. Hier wird leider noch sehr viel gesündigt. Es ist nicht angebracht, Angestellte, die jahrelang in ihrem Beruf stehen und Tüchtiges geleistet haben, einfach als Nummern zu betrachten, als notwendiges Übel. Der Schaden, der dadurch dem Geschäft zugefügt wird, ist unberechenbar. Und dabei ist es so leicht, durch gelegentliche Anerkennung und kleine persönliche Bemerkungen in den Angestellten das Gefühl wachzurufen und zu erhalten, daß sie als willkommene Mitarbeiter nach Gebühr geschätzt und gewürdigt werden. Dann wird auch ein gelegentlicher scharfer Tadel, sofern er berechtigt ist und sachlich bleibt, keine Störung in das gegenseitige Verhältnis bringen. Dabei muß und kann die nötige Distanz gewahrt werden. Es soll auch die Direktion bei den Abteilungsleitern auf pünktliche Einhaltung der Dienststunden dringen. Der pünktliche Dienstanfang ist bei allen Firmen selbstverständlich, aber wie sieht es mit dem Schluß aus? Da finden wir häufig die Erscheinung, daß Angestellte, die pünktlich schließen, mit scheelen Augen angesehen werden, als ob die Dauer der Arbeitszeit der

¹ Herzog: Industrielle und kaufmännische Propaganda, Seite 6.

² Wöbeken: Der Ingenieur-Kaufmann, Seite 209.

Maßstab für die Güte der Leistung wäre. Es ist selbstverständlich, daß bei besonders eiligen Sachen die festgesetzte Arbeitszeit gelegentlich überschritten werden muß, nur darf das nicht zur Regel werden; und wenn einmal für einen besonderen Zweck längere Zeit hindurch Mehrarbeit geleistet werden muß, so sollte sie in irgendeiner Form vergütet und anerkannt werden. Angestellte, die unter normalen Verhältnissen mit ihrer Arbeit in der festgesetzten Dienstzeit nicht fertig werden, können entweder nicht disponieren, sind also für ihren Posten ungeeignet, oder sie sind überlastet und müssen eine Hilfe bekommen. Denn ein ausgesprochen fauler Arbeiter wird wohl von keinem Abteilungsleiter geduldet werden. Durch geflissentliches Längerbleiben den Eindruck eines besonderen Fleißes erwecken zu wollen, ist ein Verfahren, das wohl jeder Vorgesetzte in kürzester Zeit durchschauen und verhindern wird. Pünktlichkeit soll auch beim Geschäftsschluß herrschen. Beim Arbeiter ist sie selbstverständlich, und ohne etwa den Beamten mit dem Arbeiter vergleichen zu wollen, muß es hier heißen: Was dem einen recht ist, ist dem anderen billig¹. Dann wird auch eine gelegentliche starke Mehrbeanspruchung der Angestellten die Arbeitsfreude nicht verringern.

2. Das Konstruktionsbüro.

Die Aufgaben des Konstruktionsbüros zerfallen in zwei Gruppen:

1. soll es die Unterlagen für alle Angebote und Anfragen liefern;
2. soll es alle für den Betrieb zur Ausführung von Arbeiten nötigen Zeichnungen und Angaben bereitstellen.

Es sind also dem Konstruktionsbüro alle eingehenden Anfragen zur Bearbeitung zuzuweisen. Es liefert die Angebotszeichnungen, die Baubeschreibungen und die Unterlagen für die Preisstellung, hat also die Vorkalkulation mit zu erledigen. Die Eigenart des Kleinschiffbaues, besonders des Jachtbaues, hat zur Folge, daß fast für jede Anfrage eine neue Angebotszeichnung erforderlich ist. Bei der Fülle der Anfragen, die sich erfahrungsgemäß besonders im Herbst häufen, wäre es unmöglich, jedem Angebot eine in allen Einzelheiten durchgearbeitete Angebotszeichnung beizulegen. Es genügt aber auch, wenn diesen Angeboten Zeichnungen kleinen Formats beiliegen, die die äußeren Umrisse und die Einrichtung in großen Zügen zeigen, ohne näher auf konstruktive Einzelheiten und Feinheiten einzugehen. Es ist unbedingt erforderlich, daß alle hinausgehenden Zeichnungen und Blaupausen den Urheberschutzstempel tragen, um unberechtigte Benutzung oder Mitteilung an Dritte ahnden zu können.

Der technische Leiter oder ein älterer Konstrukteur mit reicher Erfahrung sind auf Grund der vorhandenen Unterlagen und ihrer eigenen Erfahrungen in der Lage, die benötigten Kostenvoranschläge in kürzester Zeit zu liefern. Es ist allerdings erforderlich, daß die tatsächlichen Kosten gebauter Schiffe auf das genaueste erfaßt und, nach Baugruppen geordnet, mit Stundenzahl und Baustoffmengen dem Büro zur Verfügung stehen, d. h. also, daß die ausgeführten Bauten planmäßig durch die Nachkalkulation bearbeitet werden. Diese Arbeit darf man

¹ Johanning: Die Organisation der Fabrikbetriebe, Seite 57.

nicht scheuen, denn sie liefert die allein richtigen Grundlagen für die Vorkalkulation. Grundverkehrt wäre es, auf anderen Werften erzielte Werte für die eigene Kalkulation zu benutzen, denn auch nur annähernd gleiche Betriebsverhältnisse wird man in zwei voneinander unabhängigen Betrieben niemals

L = ____ B = ____ H = ____ Tg = ____ D = ____ m ³ Ps = ____ v = ____ L × B × H = _____ U = _____ U × L = _____ Segelfläche = _____ m ²	Baumeister Typ _____ Entwurf Nr. ____																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Zimmerei</td><td></td></tr> <tr><td>Eisenschiffbau</td><td></td></tr> <tr><td>Tischler</td><td></td></tr> <tr><td>Schmiede</td><td></td></tr> <tr><td>Schlosser, Motor</td><td></td></tr> <tr><td>Schlosser, Ausbau</td><td></td></tr> <tr><td>Takler</td><td></td></tr> <tr><td>Elektriker</td><td></td></tr> <tr><td>Maler</td><td></td></tr> <tr><td>Platz</td><td></td></tr> <tr><td>Lohnstunden</td><td></td></tr> </table>	Zimmerei		Eisenschiffbau		Tischler		Schmiede		Schlosser, Motor		Schlosser, Ausbau		Takler		Elektriker		Maler		Platz		Lohnstunden		Baubeschreibung:
Zimmerei																							
Eisenschiffbau																							
Tischler																							
Schmiede																							
Schlosser, Motor																							
Schlosser, Ausbau																							
Takler																							
Elektriker																							
Maler																							
Platz																							
Lohnstunden																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Materialpreis</td><td></td></tr> <tr><td>Maschinenanlage</td><td></td></tr> <tr><td>Ausrüstung</td><td></td></tr> <tr><td>Inventar</td><td></td></tr> <tr><td>Löhne</td><td></td></tr> <tr><td>Zuschlag</td><td style="text-align: right;">%</td></tr> <tr><td>Verdienst</td><td style="text-align: right;">%</td></tr> <tr><td>Verkaufspreis</td><td></td></tr> <tr><td>Stundenlohn:</td><td></td></tr> <tr><td>Datum;</td><td></td></tr> <tr><td>Unterschrift:</td><td></td></tr> </table>	Materialpreis		Maschinenanlage		Ausrüstung		Inventar		Löhne		Zuschlag	%	Verdienst	%	Verkaufspreis		Stundenlohn:		Datum;		Unterschrift:		Material:
Materialpreis																							
Maschinenanlage																							
Ausrüstung																							
Inventar																							
Löhne																							
Zuschlag	%																						
Verdienst	%																						
Verkaufspreis																							
Stundenlohn:																							
Datum;																							
Unterschrift:																							

Abb. 2. Vordruck für Vorkalkulationskartei. Größe 1/2 Folio oder Din 148×210.

finden¹. Als Vergleichswerte werden sie aber von großem Nutzen sein und vielfach zu Verbesserungen anregen. Die Resultate trägt man zweckmäßig in vorgedruckte Blätter ein, die, nach Schiffstypen geordnet, in einer Kartei oder in einem Ordner abgestellt werden (Abb. 2). Es ergibt sich also zwangsläufig die Vergleichsmöglichkeit für Schiffe gleichen Typs, die sich beim Abstellen nach Entwurfsnummern nicht erreichen läßt. Dieses Blatt braucht die Preise

¹ Siegerist: Die moderne Vorkalkulation in Fabrikbetrieben, Seite 6.

der einzelnen Werkstoffe nicht zu enthalten, es genügen die Summen in der Zusammenstellung.

Hat die Werft eine eigene Abteilung Maschinenbau, die Maschinen und Kessel herstellt, so wird der Kalkulator von dieser die Verkaufspreise für die Maschinenanlage anfordern und entsprechend einsetzen. Die Voranschläge der Abteilung Maschinenbau werden nach demselben Prinzip auf einem entsprechend ausgestalteten Vordruck aufgestellt.

Die Eigenart des Werftbetriebes, wo vielfach nur nach Entwurfsskizzen und Übersichtszeichnungen angeboten werden muß, bringt es mit sich, daß auf die Nachkalkulation der allergrößte Wert gelegt werden muß. Denn sie allein gibt uns die für einen neuen Voranschlag nötigen Überschlags- und Durchschnittswerte, die eine schnelle und trotzdem sichere Preisabgabe ermöglichen. Es ist einfach unmöglich, für alle einlaufenden Anfragen erschöpfende Entwurfszeichnungen anzufertigen, zumal die Zahl der Aufträge im Vergleich zur Menge der hinausgehenden Angebote verschwindend klein ist. Dazu kommt noch, daß es nicht üblich ist, die Angebotszeichnung in Rechnung zu stellen, so daß schon die Rücksicht auf die Kosten die Anfertigung ausführlicher Zeichnungen für gewöhnliche Anfragen verbietet. Es scheint aber, als ob sich der Gebrauch herausbilden wollte, Zeichnungen, die auf besondere Anfragen hin angefertigt werden, mit ihrem Wert dem Anfragenden in Rechnung zu stellen und ihm diese Summe im Falle einer Bestellung gutzuschreiben. Ein entsprechender Vermerk in den Angeboten ist vielfach zu finden und durchaus zu begrüßen.

Halten wir also fest: Die Nachkalkulation soll uns sagen, wie weit die veranschlagten Selbstkosten in unserem Angebot stimmen, ob wir mit dem eingesetzten Unkostenzuschlag ausgekommen sind und ob wir den erwarteten Gewinn erzielt haben; das ist ihr kaufmännischer Zweck. Dem Techniker aber soll sie noch mehr sagen; er will von ihr wissen: was kosten die einzelnen Baugruppen im Verhältnis zu einem bei jedem Schiff vorhandenen leicht feststellbaren Grundwert, z. B. $L \times B \times H$ (Länge \times Breite \times Seitenhöhe) oder $U \times L$ (Hauptspantumfang \times Länge); wie verhalten sich die in dem Voranschlag nicht genau erfaßbaren Werkstoffwerte zu den Werten der großen Baustoffgruppen? Ein Beispiel soll dies erläutern: Es wurde bei einer Reihe von ähnlichen Schiffen (also gleichen Typs) aus den verbrauchten Stundenzahlen und dem Wert $U \times L$ gefunden:

$$\frac{\text{Stunden}}{U \times L} = 180 - 185,$$

d. h. also, je m² $U \times L$ sind 180 bis 185 produktive Lohnstunden verbraucht worden, und zwar bis zur Ablieferung des Schiffes, so ist das ein Wert, der uns bei dem Voranschlag für einen neuen Entwurf schon gute Dienste leisten kann. Dieser Wert ist die Summe der Einzelzahlen der verschiedenen Baugruppen. Erscheint diese genauere Unterteilung nicht nötig, so kann man die Gruppen auch anderweitig zweckentsprechend zusammenziehen, etwa nur: Rumpf, Ausbau, Maschinenanlage, Takelage, Inventar. Der Zeitaufwand dafür wird aber

kaum geringer als für die genauere Aufstellung (Abb. 3). Über die Baugruppen wird weiter unten noch ausführlich zu sprechen sein.

Da, wie gesagt, für den Voranschlag fast niemals genaue Einzelzeichnungen vorhanden sind, ist es auch unmöglich, jeden einzelnen Werkstoff zu erfassen.

L = ___ B = ___ H = ___ Tg = ___ D = ___ m ³ Ps = ___ v = ___ L × B × H = ___ U = ___ U × L = ___ Segelfläche = ___ m ²	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <i>Baumuster</i> Typ _____ Entwurf Nr. _____ Bau Nr. _____ </div>																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Stundenverbrauch</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="width: 80%;">Zimmerei</td><td></td></tr> <tr><td>Eisenschiffbau</td><td></td></tr> <tr><td>Tischler</td><td></td></tr> <tr><td>Schmiede</td><td></td></tr> <tr><td>Schlosser, Motor</td><td></td></tr> <tr><td>Schlosser, Ausbau</td><td></td></tr> <tr><td>Takler</td><td></td></tr> <tr><td>Elektriker</td><td></td></tr> <tr><td>Maler</td><td></td></tr> <tr><td>Platz</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Stundenverbrauch		Zimmerei		Eisenschiffbau		Tischler		Schmiede		Schlosser, Motor		Schlosser, Ausbau		Takler		Elektriker		Maler		Platz		Baubeschreibung:
Stundenverbrauch																							
Zimmerei																							
Eisenschiffbau																							
Tischler																							
Schmiede																							
Schlosser, Motor																							
Schlosser, Ausbau																							
Takler																							
Elektriker																							
Maler																							
Platz																							
Stundenverbrauch je m ² U × L																							
Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6	Gruppe 7																	
Schiffskörper	Deck	Aufbauten	Inneneinrichtung	Ruderanlage	Decks-ausrüstung	Takelage																	
Gruppe 8	Gruppe 9	Gruppe 10	Gruppe 11	Gruppe 12	Gesamt																		
Rohrleitungen	Ausrüstung und Inventar	Maschinenanlage	Elektrische Anlage	Nebenarbeiten, Platz, Versicherung	Gruppen 1—12																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%; padding: 2px;">Unerfaßtes Material</td> <td style="width: 10%; padding: 2px; text-align: center;">%</td> <td rowspan="4" style="width: 30%; padding: 2px; vertical-align: middle;">} vom Grundwert der Hauptbaustoffe.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Fertig bezogene Einbauteile</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Inventar</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Zuschlag zum Grundwert</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">%</td> </tr> </table>							Unerfaßtes Material	%	} vom Grundwert der Hauptbaustoffe.	Fertig bezogene Einbauteile	%	Inventar	%	Zuschlag zum Grundwert	%								
Unerfaßtes Material	%	} vom Grundwert der Hauptbaustoffe.																					
Fertig bezogene Einbauteile	%																						
Inventar	%																						
Zuschlag zum Grundwert	%																						

Abb. 3. Vordruck für Nachkalkulationskartei. Größe 1/2 Folio oder Din 148 × 210.

Da uns die Nachkalkulation nun den Verbrauch bis ins einzelne gibt, so wird folgender Weg einzuschlagen sein, um zu brauchbaren Zahlen für den Voranschlag zu kommen. Die Hauptbaustoffe werden in Gruppen zusammengefaßt, und zwar nach ihrem Wert, z. B.

Holz	M. 4200.—
Eisen	„ 3300.—
Kupfer, Messing, Bronze	„ 700.—
Nieten, Nägel, Schrauben	„ 660.—
zusammen	M. 8860.—

1. Bootskörper	2. Deck	3. Aufbauten	4. Inneneinrichtung	5. Ruderanlage	6. Decksausrüstung
100 Aufschnüren	200 Decksbalken	300 Luken	400 Fußböden	500 Ruder	600 Klampen
101 Stapeln	201 Kniee	301 Oberlichter	401 Kammerwände	501 Ruderbeschläge	601 Krüsen
102 Male anfertigen u. aufstellen	202 Diagonalen	302 Niedergänge	402 Feste Kojen	502 Ruderbocker	602 Feste Takelagebeschläge
103 Steven, Kiel, Spiegel	203 Stringer	303 Kockpit (Plicht)	403 Klappkufen	503 Ruderleitung	603 Winden u. Spills
104 Eiszerne Spanten	204 Unterschläge	304 Steuerstand	404 Bänke	504 Steuerapparat	604 Davits
105 Holzbohlen	205 Unterzüge	305 Deckshäuser	405 Tische	505 Steuerapparat	605 Flagstockfüllen
106 Boden wrangen	206 Decksstützen	306 Windschutz	406 Stühle u. Sessel	506 Decksverschraubungen	606 Pumpen
107 Balkweger u. Dollbaum	207 Decks	307 Wellenbrecher	407 Klappsitze	507 Schornsteine	607 Lüfter
108 Kinn- u. Duchtweger	208 Decksbelag	308 Treppen an Deck	408 Pantry u. Eiskiste	508 Waschtische u. W.-C.	609 Sonnensegel
109 Außenhaut	209 Lernwandbezug	309 Grätings	409 Wegerung	509 Schornsteine	610 Lose Grätings
110 Eishaut u. -verstärkungen	210 Schanzkfeld	310 Beschläge, Handleisten pp.	410 Deckenverkleidung	510 Laternenbretter	611 Fischerei-Einrichtung
111 Stringer	211 Reeling	311	411	511	611
112 Diagonalen	212 Geländer	312	412	512	612
113 Kupferung	213 Kalfaten	313	413	513	613
114 Schuerleisten, Berghölzer	214 Hobeln	314	414	514	614
115 Schwerkasten	215 Decksbeschläge	315	415	515	615
116 Schotte	216	316	416	516	616
117 Schotte	217	317	417	517	617
118 Maschinenfundamente	218	318	417	518	618
119 Wellenaustritte	219	319	418	519	619
120 Wellenböcke	220	320	419	520	620
121	221	321	420	521	621
122	222	322	421	522	622
123	223	323	422	523	623
124	224	324	423	524	624
125 Zementieren	225	325	424	525	625
126 Kalfaten, Verstemmen	226	326	425	526	626
127 Verzierungen	227	327	426	527	627
128 Namen	228	328	427	528	628
129	229	329	428	529	629
130	230	330	429	530	630
131 Trimmversuch	231	331	430	531	631
132 Bleikiel Modell	232	332	431	532	632
133 Einformen	233	333	432	533	633
134 Gießen	234	334	433	534	634
135 Bearbeiten	235	335	434	535	635
136 Anbringen	236	336	435	536	636
137 Bolzen	237	337	436	537	637
138	238	338	437	538	638
139	239	339	438	539	639
140	240	340	439	540	640
141	241	341	440	541	641
142	242	342	441	542	642
143	243	343	442	543	643
144	244	344	443	544	644
145	245	345	444	545	645
146	246	346	445	546	646
147	247	347	446	547	647
148	248	348	447	548	648
149 Malerarbeiten	249	349	448	549	649
150	250	350	449	550	650
151	251	351	450	551	651
152	252	352	451	552	652
153	253	353	452	553	653
154	254	354	453	554	654
			454		

7. Takelage	8. Rohrleitungen	9. Ausrüstung und Inventar	10. Maschinenanlage	11. Elektrische Anlage	12. Nebenarbeiten, Platz, Versicherung
700 Rundhölzer	800 Lenzleitung	900 Fertigmachen	1000 Hauptmaschinen	1100 Stromerzeuger m. Antrieb	1200 Verschieben
701 Höhle Spieren	801 Ballastleitung	901 Einbauen	1001 Hilfsmaschinen	1101 Batterie	1201 Zu Wasser bringen
702 Maststuhl, Mastbacken	802 Trinkwasserleitung	902 Anker und Ketten	1002 Kessel	1102 Schalttafel	1202 Aufholen
703 Stehendes Gut	803 Schmutzwasserleitung	903	1003 Brennstofftanks	1103 Beleuchtungsanlage	1203 Reinigen
704 Laufendes Gut	804 Frischwasserleitung	904	1004 Schmieröltanks	1104 Fernsprecher	1204 Winterlagerung
705 Blöcke	805 Warmwasserleitung	905	1005 Petroleumtanks	1105 Klingelanlage	1205 Verladen
706 Spanschrauben	806 Wasserverleitung	906	1006 Wasertanks	1106 Anlasser	1206
707 Segel	807 Feuerlöschleitung	907 Fallreeps	1007 Drucktanks	1107 Zigarrenanzünder u. ä.	1207
708 Persennage	808 W.-C.-Leitung	908 Balbocke	1008	1108 Funkanlagen	1208
709 Rundholzbeschläge	809 Heizleitung	909 Tautender	1009	1109 Montagebeleuchtung	1209
710	810 Lüftungsleitungen	910 Bootsräumen	1010 Brennstoffleitung	1110	1210 Transporte
711	811	911 Kuderdollen pp.	1011 Kthwasserleitung	1111	1211 Lagerung
712	812	912 Halbvorrichtungen	1012 Schmierleitung	1112	1212
713	813	913	1013 Auspuffleitung	1113	1213
714 Mast einsetzen	814 Sprachrohre	914	1014 Luftleitung	1114	1214
715 Aufakeln	815	915	1015	1115	1215
716 Segel unterschlagen	816	916	1016	1116	1216 Versicherungen
717	817	917	1017 Leitern	1117	1217 Abgaben, Lizenzen
718	818	918	1018 Stevenrohre	1118	1218 Provisonen, Reisekosten
719	819	919	1019 Schotstropfbuchsen	1119	1219
720 Segel abschlagen	820	920	1020 Wellenleitungen	1120	1220
721 Abtackeln	821	921	1021 Transmissionsen	1121	1221
722 Mast herausnehmen	822	922	1022 Motorwanne	1122	1222
723	823	923	1023 Maschinentelegraphen	1123	1223
724	824	924	1024 Flurplatten	1124	1224
725	825	925	1025 Geländer	1125	1225
726	826	926	1026	1126	1226
727	827	927	1027	1127	1227
728	828	928	1028	1128	1228
729	829	929	1029	1129	1229
730	830	930	1030 Pfeifenanlage	1130	1230
731	831	931	1031	1131	1231
732	832	932	1032	1132	1232
733	833	933	1033	1133	1233
734	834	934	1034	1134	1234
735	835	935	1035	1135	1235
736	836	936	1036	1136	1236
737	837	937	1037	1137	1237
738	838	938	1038	1138	1238
739	839	939	1039	1139	1239
740	840	940	1040 Rohölvorgasereinbau	1140	1240
741	841	941	1041 Reparaturen	1141	1241
742	842	942	1042	1142	1242
743	843	943	1043	1143	1243
744	844	944	1044	1144	1244
745	845	945	1045	1145	1245
746	846	946	1046	1146	1246
747	847	947	1047	1147	1247
748	848	948	1048	1148	1248
749	849	949	1049	1149	1249
750	850	950	1050	1150	1250
751	851	951	1051	1151	1251
752	852	952	1052	1152	1252
753	853	953	1053	1153	1253
754	854	954	1054	1154	1254
					1254

Abb. 4. Arbeitsgruppenplan.

Nun werden die Werte aller Werkstoffe zusammengezählt, die in dem Voranschlag sich nur ungenau erfassen lassen, z. B. Leim, Sandpapier, Schmieröl, Hanf, Kitt, Glas usw., und ergeben als Wert (Selbstkostenpreis) beispielsweise M. 354.—, so sind das etwa 4% von der obigen Summe. Dasselbe machen wir mit den fertig bezogenen Ausrüstungsteilen: Fenstern, Beleuchtungskörpern, Herden, W.-C., Waschtischen, Polstern, Beschlägen usw. und finden z. B. 17%; ebenso mit der Ausrüstung: Ankern, Ketten, Trossen, Laternen, Teppichen, Eimern usw. und finden 7%; dann werden wir also zu dem Geldwert der Hauptbaustoffe 4 und 7 und 17% = 28% hinzuschlagen müssen, um zu dem Gesamtpreis des Schiffskörpers zu kommen. Takelage und Maschinenanlage werden immer besonders gerechnet.

Die Ergebnisse der Nachkalkulation werden ebenfalls in den entsprechenden Vordruck (Abb. 3) eingetragen und entweder mit den Voranschlägen der Entwürfe oder gesondert abgestellt. Die Karten für Voranschlag und Nachkalkulation erhalten verschiedene Farben, um sie leichter unterscheiden zu können.

Da diese beiden Vordrucke in verhältnismäßig geringen Mengen gebraucht werden, ist es zweckmäßig, sie nicht drucken zu lassen, sondern auf einem guten Vervielfältigungsapparat selbst herzustellen.

Die Zahlen für die verbrauchten Werkstoffmengen geben uns auch im Vergleich zu den tatsächlich eingebauten Mengen, die sich durch genaue Berechnung verhältnismäßig sicher feststellen lassen (das Wiegen der fertigen Bauteile vor dem Einbau ins Schiff ist kostspielig und nur bei schärfster Kontrolle erfolgssicher), die Verschnittprozente an.

Hat die Werft eigenen Maschinen- und Kesselbau, so wird die Nachkalkulation hierfür nach denselben Gesichtspunkten durchzuführen sein.

Zur genauen Erfassung der Kosten jedes einzelnen Bauteils und jeder einzelnen Arbeit bedient man sich zweckmäßig einer Gruppeneinteilung, die sich auf die gesamte Bauausführung des Schiffes erstreckt. Eine solche Gruppeneinteilung zeigt Abb. 4. Sie ermöglicht eine einfache und genaue Nachkalkulation dadurch, daß die Gruppennummern auf allen Lohn- und Materialzetteln erscheinen und so eine bequeme Einzelabrechnung ermöglichen. Ebenso ergibt sie eine scharfe Kontrolle des Verbrauchs an Werkstoffen.

Eng mit der Gruppeneinteilung hängen die „Teilaufträge“ zusammen. Der beigefügte Gruppenplan, der für eine Yachtwerft ohne eigene Maschinenfabrik aufgestellt ist, zeigt die Form, in der er in den Werkstätten angeschlagen wurde. Alle Gruppen beziehen sich auf Neubau und Reparaturen. Es ist Sache des technischen Leiters, alle Einzelheiten des Gruppenplanes genau zu überlegen und den Betriebsverhältnissen anzupassen, damit Rückschläge tunlichst vermieden werden. Diese Einrichtung läßt sich auch bei äußerster Einschränkung der Arbeiterzahl durchführen, wenn auch vielleicht die Auswertung infolge des Abbaues des Büropersonals zunächst unterbleiben muß. Es liegen dann aber für spätere Bearbeitung alle Einzelheiten fest und können bei besserer Gelegenheit aufgerechnet und ausgewertet werden. Im allgemeinen soll die Nachkalkulation unmittelbar im Anschluß an die Fertig-

stellung des Baues gemacht werden, damit vorkommende Unklarheiten sofort nachgeprüft werden können, solange die Arbeiter und Meister sich noch an alle Einzelheiten erinnern. Die Arbeit nimmt beispielsweise für eine hölzerne Motor-yacht von etwa 13 m Länge bei Verwendung einer Addiermaschine 2—2 $\frac{1}{2}$ Tage in Anspruch, ohne diese etwa 3 Tage.

Zu den Grundlagen, die das Konstruktionsbüro für Angebote zu liefern hat, gehört außer der Angebotszeichnung und dem Kostenvoranschlag die Bau-beschreibung. Sie soll alles enthalten, was für den Anfragenden von Wichtigkeit ist, braucht aber auf Einzelheiten nicht einzugehen. Daß das technische Büro den einschlägigen Schriftwechsel erledigt, besonders technische Angebote einholt, braucht wohl nicht näher ausgeführt zu werden. Dies bezieht sich sowohl auf Anfragen für Angebote, wie auch auf Beschaffung von Motorenzeichnungen usw. für die Bauausführung bzw. den Betrieb.

Die zweite wichtige Aufgabe des technischen Büros ist die Anfertigung der Zeichnungen und Unterlagen, die der Betrieb zur Bauausführung braucht. Sie sollen so ausführlich sein wie nur irgend möglich, denn es muß mit aller Energie daran festgehalten werden, daß bei Neubauten der Betrieb nichts zu konstruieren hat! Er hat lediglich die Anordnungen des Konstruktionsbüros auszuführen. Deswegen sind auch in den Stücklisten der Zeichnungen die Untergruppen anzugeben, in welche die betreffenden Bauteile gehören. Einwendungen gegen irgendwelche Anordnungen sind bei dem Betriebsleiter zur Sprache zu bringen, der sich mit dem Konstruktionsbüro in Verbindung zu setzen und gegebenen Falles seinerseits Vorschläge zu machen hat. Besonders wenn ein guter alter Stamm von Arbeitern und Meistern vorhanden ist, wird man leicht versucht sein, die Ausführung von Einzelheiten dem Betrieb zu überlassen. So gut solche Ausführungen auch sein können, so werden sie doch niemals zeichnerisch festgelegt und gehen dem Büro als Erfahrung verloren. Alle berechtigten Verbesserungsvorschläge des Betriebes sind deshalb sofort zu Papier zu bringen bzw. in die Zeichnungen einzutragen. Oft wiederkehrende Teile werden zweckmäßig besonders herausgezeichnet und als Werknorm betrachtet. Sie sind gesondert zu sammeln und werden in Mappen auch dem Betrieb zugänglich gemacht. In zukünftigen Zeichnungen werden sie unter Hinweis auf das entsprechende Normblatt nur angedeutet.

Die Vervielfältigung der Zeichnungen geschieht in der Pauserei nur auf Anweisung des technischen Leiters bzw. des ersten Konstrukteurs. An diesen sind daher alle Anforderungen an Pausen für Angebote, Anfragen und Betrieb zu richten. Der Empfang ist von den Bedarfsstellen in einem Pausenausgangsbuch zu bestätigen. Das Buch enthält außer der Zeichnungsnummer auch die Größe der Pause in Quadratmetern, um den Verbrauch an Pauspapier kontrollieren und dem betreffenden Auftrag in Rechnung setzen zu können. Zweckmäßig wird dieses Maß gleich an eine bestimmte Stelle gesetzt, z. B. die linke untere Ecke. Die Zahl der für den Betrieb auszugebenden Pausen richtet sich ganz nach seinen Bedürfnissen. Es darf nicht vorkommen, daß durch gemeinsame Benutzung einer Pause durch mehrere Arbeiter Zeitversäumnisse entstehen, die viel mehr Kosten verursachen als eine Pause wert ist.

Die Anfertigung der Zeichnungen erfolgt in der Reihenfolge, in der der Betrieb sie braucht. Der technische Leiter hat dafür zu sorgen, daß die Termine für die Lieferung der Zeichnungen eingehalten werden. Denn es ist unverantwortlich, wenn wegen nicht rechtzeitig fertiggestellter Zeichnungen ein ganzer Bau abgestoppt werden muß und alle Arbeitseinteilungen über den Haufen geworfen werden.

Die Aufbewahrung und Einordnung der Zeichnungen sollen so eingerichtet sein, daß jede beliebige Zeichnung schnell aufgefunden werden kann. Die Nummerierung der Entwurfszeichnungen erfolgt fortlaufend. Für jede Zeichnung sind zwei Karten (Abb. 5) auszufüllen, und zwar auf folgende Weise: Die erste Karte erhält auf der Fahne, die man entsprechend stehen läßt, die Projektnummer, das Feld „Baunummer“ wird zunächst nicht ausgefüllt; dies geschieht erst dann,

Proj. Nr.: _____		Bau Nr. _____
Typ: _____		_____
L ü. A. = _____	D = _____	Material: Motor:
L WL = _____	Ps = _____	
B ü. A. = _____	V = _____	
B WL = _____	Segelfläche = _____	
T m = _____	_____	
T gr = _____	Datum: _____	

Abb. 5. Karte für Zeichnungsregistratur. Din 105×148.

wenn das Angebot zu einer Bestellung geführt hat. Die zweite Karte wird ebenso ausgefüllt, es werden aber die Fahnen ganz abgeschnitten und die Karten mit Leitkarten, die die Schiffstypen enthalten, in einer zweiten Kartei abgestellt. Als Leitkarten benutzt man den gleichen Vordruck mit halbabgeschnittenen Fahnenstreifen, und zwar die Rückseite. Eine dritte Karte kann man für die Baukartei verwenden; die entsprechend abgeschnittene Fahne erhält dann die Baunummer. Man läßt zweckmäßig dasselbe Formular auf drei verschiedenfarbigen Kartons drucken, braucht also nur einen Drucksatz und spart an Kosten. Die Bauzeichnungen für jeden Bau werden durchlaufend nummeriert. Eine Liste der Zeichnungen befindet sich vorn in der Bauakte, die für jeden Bau von dem technischen Büro geführt wird. Nach beendetem Bau werden die Zeichnungslisten in einem Sammler nach Baunummern geordnet abgelegt. Die Originale der Bauzeichnungen werden, am besten nach Baugruppen geordnet, in Mappen aus starkem Papier aufbewahrt, die nach Baunummern geordnet abgelegt werden. Alle Originale sind möglichst in einem feuersicheren Schrank aufzubewahren. Für den Gebrauch im technischen Büro genügen Weiß- oder Blaupausen, ebenso für den Betrieb, der niemals Originale erhalten soll. Sollte

die feuersichere Aufbewahrung der Originale zunächst auch als sehr kostspielig erscheinen, so ist doch zu bedenken, daß in den vielen Zeichnungen erhebliche Werte stecken und daß diese Werte im Falle eines Verlustes praktisch unersetzbar sind. Es ist auch zu erwägen, ob man nicht von den wichtigsten Originalen (Linien- und Segelrisse, Aufmaßtabellen, Einrichtungsplan) Weißpausen an einem sicheren Ort außerhalb des Werftgeländes aufbewahrt, wenn man sich zur Anlage eines feuersicheren Aufbewahrungsortes nicht entschließen kann. Die Aufbewahrung der im Büro befindlichen Blau- und Weißpausen erfolgt wohl am zweckmäßigsten nach Typen geordnet, so daß alle gleichartigen Fahrzeuge zusammenliegen, in der Reihe der Projektnummern. Die Aufbewahrung der Zeichnungen für Reparaturen und andere Arbeitsaufträge erfolgt in derselben Weise wie bei den Bauzeichnungen.

Werden Handskizzen in den Betrieb gegeben, so sind sie unter allen Umständen zu unterzeichnen und mit dem Datum zu versehen.

Es darf hier noch über das Stückbüro gesprochen werden, das auf dem Organisationsplan als spätere Einrichtung gekennzeichnet und der technischen Leitung unterstellt ist. Das Stückbüro hat die Aufgabe, die Arbeitsaufträge für den Betrieb vorzubereiten, d. h. die einlaufenden Zeichnungen und Stücklisten so zu bearbeiten, daß sie im Betriebsbüro nicht weiter behandelt zu werden brauchen. Dazu gehört die Zerlegung in Einzelarbeiten, Verteilung dieser auf die Werkstätten und unter Umständen die Terminfestsetzung. Es hat aus den Stücklisten die Materialzettel und die Arbeitslaufkarten herauszuziehen, zu vervielfältigen und dem Betrieb zuzuleiten. Es hat also den Betrieb bzw. die Meister von Denk- und Schreiarbeiten zu entlasten. Wie oben erwähnt, können auch die Nachkalkulationsdaten in die Stücklisten eingetragen werden, so daß sich vorausbestimmte und wirklich verbrauchte Zeiten sowie veranschlagte und verbrauchte Werkstoffe gegenüberstehen¹.

3. Der Betrieb.

Der Betrieb umfaßt die Werkstätten, die Helling- und Slipanlagen, das Winterlager (falls vorhanden) und die Transportanlagen. Seine Leitung ist einem Betriebsingenieur oder Obermeister zu übertragen, der dem technischen Leiter untergeordnet wird und ihm für die Betriebsführung verantwortlich ist. Es ist nicht zweckmäßig, dem technischen Leiter, falls er gleichzeitig Chefkonstrukteur ist, auch die Betriebsleitung zu übertragen. Die Tätigkeit des Chefkonstruktors erfordert ungestörte Arbeit im Büro, der Betriebsingenieur soll aber möglichst wenig Büroarbeit haben. Bei Werften mit eigenem Maschinenbau ist für diese Abteilung ein eigener Betriebsleiter zweckmäßig. Auf jeden Fall aber ist zu fordern, daß der Betriebsleiter die modernen Arbeits- und Verwaltungsmethoden kennt, die Weiterentwicklung der Technik seines Gebietes verfolgt und Neuerungen keinen aus Bequemlichkeit oder Einseitigkeit geborenen unnötigen Widerstand entgegengesetzt, sich aber andererseits auch vor kritikloser Übernahme neuer Einrichtungen und Verfahren hütet.

¹ Sachsenberg: Grundlagen der Fabrikorganisation, 3. Auflage, Seite 45.

Der Betriebsleiter ist dem technischen Leiter voll verantwortlich für die genaue Ausführung sämtlicher Arbeiten nach den gelieferten Zeichnungen und Angaben. Er hat die einzelnen Arbeiten an die Meister zu verteilen und ihnen alle Grundlagen dafür auszuhändigen. Zweckmäßig setzt er eine bestimmte Tagesstunde zu einer Besprechung mit sämtlichen Meistern fest, in der alle laufenden Sachen kurz besprochen werden, und in der die Meister ihre besonderen Wünsche und Anregungen vorbringen können.

Die Meister sind dem Betriebsleiter für die saubere und sachgemäße Ausführung aller Arbeiten verantwortlich und haben über den Fortgang der Arbeiten in der täglichen Besprechung zu berichten und ihren Bedarf an Arbeitern anzumelden.

Ein wichtiges Arbeitsgebiet des Betriebsleiters ist die Terminkontrolle. Die Liefertermine sind nach reiflichem Überlegen aller Verhältnisse so abzugeben, daß bei normalen Arbeitsverhältnissen eine Überschreitung des Termins nicht eintritt. Gerade im Yächtbau ist diesem Punkt ungeteilte Aufmerksamkeit zu schenken: Sportkreise sind in bezug auf Terminüberschreitung besonders empfindlich.

Das Wichtigste für den Betriebsleiter ist die Sorge für das glatte Laufen des Betriebes mit all seinen Maschinen und Einrichtungen. Dahin gehört die Sorge für rechtzeitige Instandsetzung und Erneuerung von Maschinen und sonstigen Werftanlagen, die Einstellung und Entlassung von Arbeitern und die Festsetzung bzw. die Genehmigung der Akkorde. Hierbei ist er auf die Mitarbeit der Meister angewiesen, die ihm nach Rücksprache mit dem Akkordnehmer die ausgefüllten Akkordzettel vorzulegen und zu erläutern haben. Er wird auch in Streitfällen zunächst mit den Arbeitern oder dem Arbeiterrat zu verhandeln haben. Über alle Verhandlungen mit dem Arbeiterrat hat er dem technischen Leiter bzw. der Direktion zu berichten und ihre Entscheidung einzuholen.

Über die Einrichtung der Werkstätten ist im Rahmen dieser Abhandlung nur zu sagen, daß jede Gelegenheit zu Verbesserungen ausgenutzt werden soll. Daß bei Neuanlagen die transporttechnischen Gesichtspunkte im Vordergrund stehen müssen, ist selbstverständlich.

Die Mitarbeit des Betriebsleiters und der Meister in der Organisation ist von großer Bedeutung für den Erfolg. Deshalb ist das Verständnis für die Organisation bei den Meistern mit allen Mitteln zu fördern und die Einhaltung der gegebenen Vorschriften rücksichtslos durchzusetzen.

Es soll hier auf die Anlage von Akkordpreisbüchern hingewiesen werden, die auf Grund der ausgeführten Akkordarbeiten im Betriebsbüro zu führen sind. Auch sie werden zweckmäßig die Form einer Kartei haben, in der die Karten nach Baugruppen geordnet abgestellt werden. Sie enthalten Art und Umfang der ausgeführten Arbeit, bewilligte und benötigte Stundenzahl und den Überschuß in Prozenten, ferner den Stundenverbrauch bezogen auf die Einheit. Es wird sich empfehlen, eine zweite Karte auszufüllen und der Kalkulation zuzuleiten, die eine gleiche Kartei führt. Die Kosten sind verschwindend gegenüber dem Nutzen. Ebenso ist es nötig, daß die Meister die Kosten der in Stunden-

lohn ausgeführten Arbeiten, z. B. Aufplanken, Decklegen, Verstemmen, Kalfaten, Anstreichen, kurz Arbeiten, die besondere Sorgfalt erfordern und selten in Akkord vergeben werden, in ähnlicher Weise auf Karten festlegen, die ebenfalls in die Betriebs- und Kalkulationskartei kommen. Der Vordruck kann für beide Karten kombiniert, die Karten selbst müssen durch die Farbe unterschieden werden. Diese Angaben schlummern sonst in den Notizbüchern der Meister und kommen nie zur Kenntnis der Stelle, die sie am dringendsten braucht, der Kalkulation.

In welchem Umfang in Akkord gearbeitet wird, ist bei den einzelnen Werften sehr verschieden. Manche glauben bei ausgesprochener Qualitätsarbeit auf den Akkord verzichten zu müssen, andere benützen ihn ständig und mit gutem Erfolg. Es ist dies hauptsächlich eine Arbeiterfrage, vor allem aber hängt der Erfolg von der Beaufsichtigung durch die Meister ab. Es dürfen hierbei die Akkorde nicht zu sehr beschnitten werden; ein Akkordüberschuß von 40—50 % ist bei schneller und erstklassiger Arbeit durchaus erträglich.

Nicht zu empfehlen ist die häufig geübte Festsetzung eines Akkord-Höchstverdienstes, der nicht überschritten werden soll. Dadurch bremst man ohne erkennbaren Zweck die Leistungen der tüchtigsten Leute, die durch besondere Geschicklichkeit und großen Fleiß eine bedeutende Verringerung besonders der toten Zeit zu erreichen vermögen. Sind derartig leistungsfähige Leute imstande, die gleiche Arbeit in wesentlich geringerer Zeit fertigzustellen als der Durchschnitt ihrer Mitarbeiter, so soll man ihnen auch den entsprechenden höheren Verdienst gönnen. Durch Auszahlung des vollen Überverdienstes ohne Herabsetzung des entsprechenden Akkordpreises sollte man solche Leute als Vorbild und Ansporn für die an geringere Arbeitsintensivität gewöhnten Arbeiter hochhalten, aber die Stücklöhne nicht nach solchen Glanzleistungen berechnen¹.

Das Festlegen der Akkordsätze kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden:

1. durch den Meister; das ist das einfachste Verfahren, kommt aber, da die Schätzung vielen äußeren Einflüssen unterliegt, nur ausnahmsweise in Frage, z. B. bei Instandsetzungen;

2. durch Herstellen eines Probestückes; das gibt recht genaue Werte, kommt aber meist nur bei Herstellung größerer Mengen in Frage;

3. durch Führen einer Akkordstatistik; sie gibt sehr zuverlässige Unterlagen und ist einfach durchzuführen. Sie ermöglicht auch das Aufstellen von Arbeitsnormen für den Betrieb;

4. durch Zeitstudien; dieses Verfahren liefert die genauesten Unterlagen, erfordert aber einen großen Aufwand an Zeit und Arbeitskraft und verbietet sich für eine kleine Werft von selbst wegen des Fehlens großer Herstellungsreihen und wegen der hohen Kosten.

Wie alle Akkordarbeiten durch besondere Akkordzettel vergeben werden, so sollten auch alle Arbeiten, die in Zeitlohn ausgeführt werden sollen, schriftlich an die Arbeiter vergeben werden. Die früher vielgeübte Art, daß der Meister

¹ Siegerist: Die moderne Vorkalkulation in Fabrikbetrieben, Seite 3.

die Arbeiten vergibt und sie eventuell in sein Notizbuch einträgt, läßt sich heute nicht mehr verantworten. Einerseits fehlt vielen Werften der alte unbedingt zuverlässige Arbeiterstamm, andererseits darf man die deswegen nötigen Kontrollen nicht auf ein immerhin leicht verlierbares Notizbuch aufbauen. Wenn nun eine schriftliche Vergebung bei Akkordarbeiten durchaus üblich und nützlich ist, weshalb soll man das bei Zeitlohnarbeiten unterlassen? Ein entsprechen-

Welna - Werft.					Hierzu eine Zeichnung Nr. _____					Auftrag Nr. _____	
Auszuführende Arbeiten: _____ _____										Teilauftrag Nr. _____	
										Blatt Nr. _____	
Die Zeichnungen sind nach Beendigung der Arbeit sofort zurückzugeben!										Bemerkungen:	
Datum	Kontroll-Nr.	Stunden	Überstunden	Lohnsatz	Datum	Kontroll-Nr.	Stunden	Überstunden	Lohnsatz		
Summe		_____			Summe		_____			Meister: _____	Angefangen: _____
										Hierzu Blatt Nr. _____	Beendet: _____

Abb. 6. Vordruck für Teilaufträge. Größe $\frac{1}{2}$ Folio oder Din 148 × 210.

der Vordruck ist bald aufgestellt und wird, da er nun einmal vorhanden ist, noch zu weiteren Kontrollen benutzt (Abb. 6). Er soll oben im Kopf rechts die Nummern von Hauptauftrag, Teilauftrag, Blatt und Gruppe enthalten, links den Namen der Werft und die auszuführende Arbeit, dann auf der linken Seite Spalten für Datum, Kontrollnummern des oder der an dem Teilauftrag beschäftigten Arbeiter und Arbeitsstunden, rechts ein breites Feld für Bemerkungen. Hier kommen alle Vorkommnisse hinein, die die Arbeit erschwert haben: Unzugänglichkeit des Arbeitsplatzes, Notwendigkeit von Stellagenbau, untauglicher

Baustoff usw.; unten rechts ist ein Platz vorzusehen für die Unterschrift des Meisters und die Angabe, ob zu diesem Blatt noch weitere desselben Teilauftrages gehören. Die Rückseite hat die verbrauchten Werkstoffe einschließlich der Nummern der Materialzettel aufzunehmen. Es kann also, falls Materialzettel, Tageslohnzettel, Materialberechnungsblätter oder Listen der Lohnbuchhaltung verlorengehen, der ganze Auftrag zur Not auch nach den Teilaufträgen abgerechnet werden, indem man die Lohnsätze und Materialpreise in diese Vordrucke überträgt. Diese Teilaufträge sind nach ihrer Erledigung — es können bei längerer Arbeitsdauer für jeden Teilauftrag auch mehrere Blätter sein — an die Materialbuchhaltung und die Lohnkontrolle zu leiten und werden dort geprüft und abgeschlossen. Dann sind sie in der Kalkulation zu bearbeiten und abzulegen, und zwar geordnet nach Bau- und Gruppennummern. Auf diese Weise läßt sich jede Einzelarbeit jeder Untergruppe genau feststellen und zu Vergleichszwecken auswerten.

4. Der kaufmännische Teil.

Von den kaufmännischen Abteilungen soll nur das behandelt werden, was auf das engste mit dem Betrieb und seiner Organisation zusammenhängt: der Einkauf, das Lager, die Lohnbuchhaltung und die Buchhaltung, soweit sie die Festsetzung des Unkostenzuschlages betrifft. Von der Höhe der allgemeinen Unkosten (Generalien) hängt die Lebensfähigkeit des ganzen Betriebes ab, ihre Ermittlung ist der Zweck der gesamten Buchhaltung und Kalkulation. An ihrer Höhe ist die Wirkung einer guten Organisation am besten zu beobachten. Das wichtige Gebiet der Kontrollen soll nur soweit gestreift werden, als es für die Betriebsorganisation in Betracht kommt.

Ehe wir auf die Aufgaben des Einkaufs näher eingehen, soll kurz die Frage gestreift werden, ob der Einkäufer auch gleichzeitig Lagerverwalter sein darf. Vom Standpunkt der Kontrolle aus ist das unbedingt zu verneinen. Denn da in diesem Falle eine Person alle ein Material betreffenden Schriftstücke allein bearbeitet und ihre Arbeit auch allein überwacht, ist die Möglichkeit zu Unredlichkeiten gegeben; der Einkäufer wird bei auch nur einigermaßen lebhaftem Geschäftsgang gar nicht in der Lage sein, die Pflichten eines Lagerverwalters einwandfrei wahrzunehmen, da dessen Tätigkeit, wenn sie nutzbringend sein soll, eine volle Arbeitskraft beansprucht. Das erkennen wir schon, wenn wir uns die Pflichten des Einkäufers genauer betrachten. Er hat zu erledigen:

1. die Bestellung des gesamten Werkstoffbedarfs auf Grund der von den verschiedenen Stellen einlaufenden Bedarfsmeldungen einschließlich des dazu gehörigen Schriftwechsels;
2. die Überwachung der Liefertermine;
3. die Prüfung der eingehenden Werkstoffe auf Menge und Güte, wo nötig unter Hinzuziehung von Sachverständigen aus dem Personal;
4. die Prüfung der Eingangsrechnungen;
5. die Festsetzung der Verrechnungspreise, falls solche eingeführt;

6. die Führung des Lieferantenverzeichnisses und des Preisbuches;

7. die Überwachung der Preisbewegung auf dem Markt¹.

Es erscheint also neben dem Einkäufer ein Lagerverwalter notwendig, da der Einkäufer in seinem Arbeitsbereich genügend zu tun hat.

Zu 1. Die Bestellung der Werkstoffe geschieht auf Grund der von den einzelnen Dienststellen einlaufenden Bedarfsanmeldungen. Es ist zweckmäßig, die Zahl der zur Ausschreibung berechtigten Dienststellen möglichst klein zu halten. Es kommen in Betracht:

a) das technische Büro für Neubaumaterial, Material für größere Reparaturen und für Zeichenmaterial;

b) das Betriebsbüro für Betriebsmaterial aller Art;

c) der Lagerverwalter für alles Lagermaterial, für das ein Mindestbestand festgesetzt ist;

d) die Registratur bzw. Buchhaltung für Bürobedarf, Vordrucke usw.

Die Meldung geschieht in Durchschreibbüchern; das Original geht von dem Abteilungsleiter unterzeichnet an den Einkauf, die Durchschrift bleibt dem Besteller zur Kontrolle. Der Einkauf fordert die entsprechenden Angebote ein, fertigt die Bestellungen aus und hat vor allem darauf zu achten, daß die von den Bedarfsstellen geforderten Liefertermine eingehalten werden. Den besonderen Wünschen der Bedarfsstellen hat er Rechnung zu tragen, soweit sich das mit den geforderten Preisen vereinbaren läßt. Glaubt er, diese nicht bewilligen zu können, so hat er mit der betreffenden Bedarfsstelle Rücksprache zu nehmen bzw. die Entscheidung der Direktion einzuholen.

Zu 2. Die Überwachung der Liefertermine ist die Hauptaufgabe des Einkaufs. Er muß mit allen Mitteln danach streben, die von den Bedarfsstellen angegebenen Fristen einzuhalten. Gewinnt er aus den einlaufenden Angeboten den Eindruck, daß dies nicht möglich sein wird, so hat er sich sofort mit der betreffenden Bedarfsstelle in Verbindung zu setzen, damit gegebenenfalls die Arbeitseinteilungen rechtzeitig entsprechend geändert werden können. Arbeitsstockungen aus Materialmangel dürfen nicht vorkommen. Der Betrieb muß die Sicherheit haben, daß angefordertes Material zur rechten Zeit da ist. Ein einfacher und bequemer Ausweg ist es natürlich, sich das Lager möglichst voll zu füllen, es ist aber zu bedenken, daß ein großes Lager zwar sehr bequem, aber totes Kapital ist. Es muß das Ziel jedes Einkäufers sein, das Lager so klein wie irgend möglich zu halten, um die Geldflüssigkeit seines Werkes zu erhöhen. Ausnahmen sind nur zulässig, um eine günstige Marktlage zum Beschaffen einzelner Werkstoffe in größeren Mengen auszunutzen.

Zu 3. Die Prüfung des eingehenden Materials auf die angeforderte Menge wird im allgemeinen der Lagerverwalter vornehmen. Die Güte ist unbedingt von dem Einkäufer zu prüfen, der gegebenenfalls einen Sachverständigen der Bedarfsstelle zur Prüfung heranzieht; das dürfte besonders bei Ausrüstungsteilen und Hölzern der Fall sein. Den Befund hat er auf dem Eingangsschein zu vermerken und eventuell nötige Beanstandungen dem Lieferanten umgehend

¹ v. d. Daele: Fabrikbetrieb, Seite 34.

mitzuteilen oder ihm, im Falle der Abnahmeverweigerung, das Material zur Verfügung zu stellen.

Zu 4. Die Eingangsrechnungen sind auf Übereinstimmung mit Bestellung und Lieferung, Preis- und Zahlungsbedingungen und die auf der Lieferung lastenden Gebühren für Transport, Versicherung usw. zu prüfen.

Zu 5. Der Preis, mit dem der Werkstoff für eine Arbeit verrechnet wird, setzt sich aus folgenden Teilen zusammen: Dem reinen Materialpreis, den Transport- und Verpackungskosten, Zoll- und Lizenzgebühren. Es ist vielfach üblich, hierzu noch einen Zuschlag von einigen Prozent für Lagerkosten zu machen, doch scheint dieses Verfahren nicht berechtigt zu sein. Es wäre dies angängig, wenn bei der Aufstellung der unproduktiven Löhne (für die „Generalunkosten“) die Löhne für das Lagerpersonal fortgelassen würden, da ja sonst eine doppelte Belastung eintritt. Das wird meist übersehen und gibt leicht zu Fehlern Veranlassung. Der Inventurwert wird höher, als er tatsächlich ist; die Nachkalkulation ergibt höhere Materialwerte, als sie dem Verbrauch entsprechen, und fälscht damit die Werte für die Vorkalkulation, für die meist Tagespreise eingesetzt werden; die Fabrikationskosten werden unberechtigt höher und erschweren unter Umständen das Hereinbringen neuer Aufträge. Deshalb sollten irgendwelche Verwaltungsgebühren nicht auf das Material geschlagen werden. Anders ist es, wenn ein Kleinverkauf von Material stattfindet, da ist natürlich ein Gewinnzuschlag angebracht.

Auch ein buchhalterischer Grund spricht dafür, daß die Materialien mit dem gleichen Preis in Ausgang gebracht werden müssen, mit dem das Lager belastet wurde: damit das Fabrikationskonto ein reines Bestandskonto wird, dürfen die Baumaterialien, mit denen es belastet wird, keinen Gewinn enthalten¹.

Der Verrechnungspreis wird in die Materialkarten der Lagerbuchhaltung eingetragen, und zwar bei jedem neuen Materialeingang.

Zu 6. Das Lieferantenverzeichnis wird zweckmäßig als Kartei auf einfachen Oktavblättern, alphabetisch nach Werkstoffen geordnet, geführt. Um es möglichst reichhaltig zu gestalten und durchaus auf dem laufenden zu halten, muß der Einkäufer sich eingehend mit den Anzeigenteilen der Fachzeitschriften beschäftigen, die meist auch besondere Lieferantenverzeichnisse bringen. Es genügt aber nicht, daß er die Namen in sein Verzeichnis bringt, er soll auch durch gelegentliche Anfragen die Leistungsfähigkeit der Firmen feststellen und kurz in seinem Verzeichnis vermerken, damit er, besonders bei eiligen Sachen, sofort die Firma hat, die unter allen Umständen prompt liefert, wenn sie vielleicht auch in normalen Fällen wegen etwas höherer Preise kaum in Betracht kommt.

Zu 7. Die Preisüberwachung ist vor allem nötig auf dem Holzmarkt, der für Yachtwerften besonders wichtig ist. Ein großes Holzlager ist im Gegensatz zu den anderen Materialien zu empfehlen, damit das Holz sachgemäß gepflegt werden kann. Hier sind Konjunkturkäufe oft recht vorteilhaft. Die Güte eines hölzernen Fahrzeuges ist durchaus von der Güte des eingebauten Holzes ab-

¹ Hall: Selbstkostenberechnung und moderne Organisation von Maschinenfabriken, Seite 96.

hängig. Die meisten im Yachtbau verwendeten Hölzer brauchen jahrelange Lagerung, um allen Anforderungen zu genügen. Das Kaufen von Fall zu Fall, wie es für den Eisenschiffbau angebracht ist, ist für den Holzschiffbau nicht zu empfehlen.

Es ist zweckmäßig, den gesamten Bedarf an Werkstoffen und Bauteilen bei einer Stelle anzumelden und ihr die gesamte Beschaffung und Verteilung zu übertragen. Als Beispiel sei eine Einrichtung besprochen, die seinerzeit auf einer Bootswerft geschaffen wurde, um den Einkauf zu entlasten, vor allem von den Sachen, für die man bei dem Einkäufer nicht die nötige Sachkenntnis voraussetzen konnte, nämlich Motoren, Spezialausrüstungsteile usw. Da es von Wichtigkeit war, daß auftretender Bedarf bei Neubauten so schnell als möglich angemeldet wurde, wurde eine Materialbeschaffungsstelle im technischen Büro eingerichtet und mit einem Techniker besetzt. Vorteilhaft, ja eigentlich Vorbedingung ist, daß dieser kaufmännisch veranlagt ist. Dieser Materialbeschaffungsstelle wurden die Bedarfsmeldungen von Lager und Betrieb ebenfalls zugeführt, so daß also ihr Wirkungsbereich sich auf das gesamte technische Material einschließlich Zeichenmaterial erstreckte.

Jeder Konstrukteur setzte sich schon während der Anfertigung der Bauzeichnungen mit dieser Stelle in Verbindung, so daß bei Fertigstellung der Zeichnung schon alles Material dafür bestellt bzw. im Lager zurückgestellt war, was die Materialbeschaffungsstelle dadurch beglaubigte, daß sie jede Zeichnung in der Rubrik „Material bestellt“ des Zeichnungsstempels abzeichnete. Natürlich erforderte es die Stellung der Materialbeschaffungsstelle, daß sie die Lagerkontrolle neben dem kaufmännischen Leiter ausübte. Die in den Durchschreibebüchern von Betrieb und Lager einlaufenden Bedarfsmeldungen wurden von ihr zusammengestellt und geordnet, ebenso natürlich die Meldungen des technischen Büros. Diese Meldungen werden als Bedarfsmeldungen (Abb. 7) an den Einkauf gegeben, soweit es sich um Lagermaterial (Holz, Eisen, Nägel usw.) handelte. Für alle Beschläge und Ausrüstungsteile, Maschinen usw. holte die Materialbeschaffungsstelle die entsprechenden Angebote ein, stellte sie auf der Rückseite des Formulars im Angebotsvergleich zusammen und schlug auf Grund ihrer Erfahrungen mit den einzelnen Firmen die Lieferfirmen vor. Die vom technischen Leiter unterzeichneten Bedarfsmeldungen gingen zur Genehmigung an die Direktion und von dort zum Einkauf. Gleichzeitig mit dem Original wurden zwei Durchschriften angefertigt, von denen die eine zum Lager ging, die zweite als Beleg bei der Materialbeschaffungsstelle blieb. Beide wurden in Karteikästen abgestellt. Der Einkauf versah jede Bestellung mit der Nummer der zugehörigen Bedarfsmeldung und gab je einen Durchschlag an das Lager und die Beschaffungsstelle, die sie mit Heftklammern an der betreffenden Bedarfsmeldung befestigten. Bei Eingang der Ware kam der Wareneingangsschein mit dem Durchschlag der zugehörigen Bestellung an die Beschaffungsstelle, was als Aufforderung zur Abnahme diente. Dadurch war eine scharfe Kontrolle für schnelle Erledigung der Bestellungen durch den Einkauf an zwei unabhängigen Stellen geschaffen, das Lager konnte die zu erwartenden Eingänge

von dem kaufmännischen Leiter unterzeichnet werden müssen. Der erlaubte Höchstbetrag ist festzulegen. Zu einem glatten Arbeiten der Materialbeschaffungsstelle ist es unbedingt nötig, daß alle Bestellungen technischer Art durch sie erledigt werden.

Aufgabe des Lagers ist es, alle eingehenden Materialien in Empfang zu nehmen, zu prüfen, zu buchen und bis zur Verwendung zu lagern. Bei kleineren Betrieben ist es zu empfehlen, das ganze Lager an einer Stelle zu vereinigen, um Löhne zu sparen.

Es erscheint zweckmäßig, die Materialausgabe auf bestimmte Stunden, etwa von 7—10 und von 1—3 Uhr zu beschränken, um der Lagerbuchhaltung Zeit und Gelegenheit zur Erledigung der Abschreibungen nach den Materialzetteln zu geben¹. Muß außer der Zeit Material ausgegeben werden, so ist, nur in wirklich dringenden Fällen, der Materialzettel von dem ausstellenden Meister mit dem Vermerk „eilt“ und besonderer Unterschrift zu versehen. Die Beschränkung der Ausgabe auf bestimmte Tagesstunden ist notwendig, weil die Lagerbuchhaltung unter allen Umständen auf dem laufenden zu halten ist. Das Material wird nur am Schalter ausgegeben; das Betreten des Lagers ist Arbeitern und Meistern nicht zu gestatten der Verantwortlichkeit wegen, die die Lagerarbeiter zu tragen haben².

Für die Lagerbuchhaltung sind für jedes Material zwei Karten zu führen, die an sich gleich sind; nur wird in die Karte, die in die Lagerkartei kommt, der Preis des Materials, gegebenenfalls darunter in Rot auch der Kleinverkaufspreis, eingesetzt. Der Kopf der Karte enthält auch eine Bemerkung über den eisernen Bestand, damit jederzeit ersichtlich ist, wieviel von dem betreffenden Werkstoff ständig vorhanden sein soll. Sinkt der Bestand unter diesen Wert, so hat der Lagerverwalter rechtzeitig für Auffüllung zu sorgen durch Bedarfsmeldung beim Einkauf. Diese Karten sind bis zur Auffüllung durch einen farbigen Reiter zu kennzeichnen. Die Karte ohne eingesetzten Preis kommt als Fachkarte zu dem betreffenden Material. Das ausgegebene Material wird auf beiden Karten nach den Materialzetteln abgebucht, die Zettel gehen dann zu der Stelle, die die Materialien auf die einzelnen Aufträge verbucht; die Zettel sind vom Lager nach Auftragsnummern zu ordnen. Über das Bereitstellen von Material ist schon unter „Materialbeschaffungsstelle“ gesprochen worden.

Dadurch, daß die Fachkarte und die Karteikarte von verschiedenen Leuten bearbeitet werden, ist eine scharfe Überwachung gewährleistet, weil Änderungen von Zahlen auf ihnen und den Materialzetteln vom Lagerverwalter bestätigt sein müssen.

Für die Lagerkartei kommen zwei Ordnungsmöglichkeiten in Frage:

1. Alphabetisch geordnet nach den Materialbezeichnungen.
2. Die Gruppeneinteilung nach Haupt- und Untergruppen unter Verwendung farbiger Leitkarten.

¹ Johanning: Die Organisation der Fabrikbetriebe, Seite 16. — Lewin: Werkstättenbuchführung für moderne Fabrikbetriebe, Seite 93. — Hall: Seite 43.

² Johanning: Seite 16.

Zweckmäßig nimmt man zunächst die Ordnung der Kartei nach 1. vor und ordnet sie nach 2., wenn man sich über die für den Betrieb günstigste Unterteilung klargeworden ist. Diese Arbeit ist klein, denn es handelt sich nur um das Ausschreiben der Leitkarten.

Die Stelle, die die Materialzettel zu verbuchen hat, ist die Betriebsbuchhaltung; darunter wird gewöhnlich der Teil der Fabrikbuchführung verstanden, der sich mit der Feststellung aller Ausgaben für Löhne, Material und Unkosten des Fabrikbetriebes befaßt, und diese Zahlen so zusammenstellt, daß die kaufmännischen Beamten nur die Übertragung dieser Werte in die entsprechenden Konten zu erledigen haben. Es gehört also zu ihr auch die Lohnbuchhaltung. Ihr Zweck ist also:

1. durch knappe und übersichtliche Unterteilung der ausgezahlten Lohnbeträge ihre besondere Verwendung genau erkennen zu lassen;
2. der Nachkalkulation die nötigen Unterlagen zur Ermittlung der Selbstkosten zu schaffen;
3. der Hauptbuchführung die zur Eintragung in die Hauptbücher erforderlichen Zahlen schon in buchungsfähiger Form nach den vorhandenen Kosten geordnet vorzubereiten¹.

Um im Lager Platz zu sparen und die Übersichtlichkeit zu erhöhen, ist es empfehlenswert, für die Neubauten Schiffskammern anzulegen. Diese vertreten die Stelle des „Sammelraumes“ und sollen alle die Teile aufnehmen, die im Betrieb schon fertiggestellt sind, aber noch nicht eingebaut werden können, und die Ausrüstungsteile, die von außerhalb fertig bezogen sind, aber noch nicht an Bord gebracht werden können. Diese werden ja in den Bedarfsmeldungen und Bestellungen so deutlich bezeichnet, daß der Lagerverwalter von dem Meister, der den Bau unter sich hat, die entsprechenden Materialzettel anfordern kann. Man erreicht, außer den oben erwähnten Vorteilen für das Lager, noch, daß die Einlieferung eines vielleicht sehr reichhaltigen Inventars allmählich geschieht, so daß im letzten Augenblick der Ablieferung keine Häufung von Materialzetteln eintritt, die dann leicht zum Übersehen einzelner führen kann. Es wird dadurch auch die Ausstellung von Kartei- und Fachkarten für derartige Einzelteile unnötig.

Lagerverzeichnisse der Hauptmaterialien sollten im technischen und im Betriebsbüro ausliegen, damit Lagermaterial schon beim Entwurf möglichst berücksichtigt wird². Es sollte die Verwendung anderen als in den Listen geführten normalisierten Materials erschwert werden, worauf im Holzschiffbau besonders bei Schrauben und Nägeln zu achten ist. Hier sollte man nach eingehender Rücksprache mit allen in Betracht kommenden Stellen die Zahl der Sorten rücksichtslos beschränken, um den Einkauf und das Lager zu entlasten.

Besondere Aufmerksamkeit ist der Preisfestsetzung im Holzlager zuzuwenden. Bei inländischen Nadelhölzern wird man wohl jede gewünschte Dicke ohne weiteres im Handel bekommen, doch ist es fraglich, ob das Holz auch für den

¹ Lewin: Werkstättenbuchführung für moderne Fabrikbetriebe, Seite 1 und 3.

² Hall: Selbstkostenberechnung und moderne Organisation von Maschinenfabriken, Seite 38.

Verwendungszweck trocken genug ist. Ist noch besondere Trocknung in Trockenkammern nötig, oder muß das Holz noch länger lagern und umgestapelt werden, so sind diese Kosten natürlich zu dem Holzpreis zuzuschlagen. Die Beschaffung von Harthölzern und Auslandshölzern in jeder Dicke wird aber vielfach Schwierigkeiten begegnen. Deswegen werden wohl viele kleine Werften, besonders Yachtwerften, sich ihr Holz selber auf dem Horizontalgatter einschneiden. Die einzuschneidenden Dicken richten sich nach den Bedürfnissen des Betriebes. Für die Preisstellung des fertigen Schnittmaterials ist die genaue Feststellung des Schnittverlustes von Wichtigkeit.

Es soll hier noch eines Lagers gedacht werden, das auf den meisten kleinen Werften recht stiefmütterlich behandelt wird. Das ist das Modellager. Wenn heute auch fast die meisten Beschläge in vorzüglicher Form und Ausführung im Handel zu haben sind, so wird es doch eine Reihe von Fällen geben, in denen besondere Modelle für eine bestimmte Ausführungsart gebraucht werden. Es ist gleichgültig, ob die Modelle nach Zeichnung im eigenen Betrieb oder in einer der zahlreichen Modellwerkstätten außerhalb hergestellt werden. Ein besonderer Modelltischler wird auf kleineren Werften nicht voll zu beschäftigen und zu halten sein, weil er in einer Spezialwerkstatt höheren Lohn bekommt, als man ihm auf der Werft als gewöhnlichem Tischler bewilligen kann. Es ist aber bei Bestellungen von Modellen stets zu vereinbaren, daß der Besteller nach Fertigstellung, aber vor dem Lackieren, Gelegenheit zur Prüfung haben soll, damit kleine Änderungen noch ausgeführt werden können.

Den Lagerraum für die Modelle wird man zweckmäßig dem Tischlermeister zur Verwaltung zuteilen, ihn auch dicht bei der Tischlerei einrichten. Modelle, die beschädigt von der Gießerei zurückkommen, sollen sofort auf eine dauernde Auftragsnummer ausgebessert werden. Alle Modelle, ganz gleich, ob im eigenen oder fremden Betrieb hergestellt, erhalten eine Nummer. Man wird der Übersicht halber die Modelle in Gruppen einteilen: z. B. Wellenböcke, Wellenausritte, Schottstopfbuchsen, Lager, Klüsen, Klampen, Poller usw., und diesen Gruppen besondere Nummernserien zuteilen, so einer Gruppe 1 Nr. 100—199, Gruppe 2 Nr. 200—299 usw. Die Zuteilung zu den einzelnen Gruppen wird vom technischen Büro angegeben, das eine Liste der Modelle führt. Eine gleiche Liste führt der Tischlermeister. Für das technische Büro ist eine Modellkartei¹ mit Karten nach Abb. 8 anzulegen, die Gruppen und Untergruppen sind durch farbige Leitkarten kenntlich gemacht. Erläuterungen erübrigen sich, da aus dem Vordruck alles Nötige hervorgeht. In den für die Skizze vorgesehenen Raum darf auch ein Ausschnitt aus einer Blaupause geklebt werden. Die Modelle werden auf Grund der eingehenden Bedarfsmeldungen vom Einkauf bei dem Modellverwalter zur Auslieferung an die Expedition, die bei kleinen Werften zweckmäßig dem Lagerverwalter untersteht, angefordert. Der Empfang ist im Modellausgangsbuch des Modellverwalters zu bestätigen. Hierbei sei gleich bemerkt, daß selbstverständlich kein Material und keine Ware vom Pförtner ohne schriftliche Genehmigung des Einkaufs, der Verkaufsabteilung oder des Betriebs-

¹ Hall: Selbstkostenberechnung und moderne Organisation von Maschinenfabriken, Seite 61.

leiters hinausgelassen werden darf. Die Auslieferung an Besteller hat nur gegen Quittung bzw. Übernahmebescheinigung auf Grund schriftlicher Freigabe durch eine der drei erwähnten Stellen zu erfolgen¹. Bei Eingang von Gußteilen hat der Lagerverwalter bei fehlenden Modellen oder Modellteilen sofort dem Einkauf zwecks Mahnung der Lieferfirma Mitteilung zu machen. Zahlung vor vollständiger Rückgabe der Modelle ist zu verbieten.

Gegenstand: _____ _____			Modell Nr. _____
			Gruppe: _____
			Auftrag Nr.: _____
Teile	Anzahl der		Skizze und Hauptabmessungen
	Kernkästen	Schablonen	
Hersteller: _____ _____			
Geliefert am: _____			
Modellkosten: _____			
Material des Modells: _____			
Material des Abgusses: _____			
Gewicht des Abgusses: _____			
			Nach Zeichn. Nr.:

Abb. 8. Vordruck für Modellkarte. Größe Din 148×210.

Bei einer durchgreifenden Neuorganisation empfiehlt es sich, das Lohnbüro wegen des engen Zusammenhanges mit den Werkstätten der Betriebsabteilung anzugliedern, nicht der kaufmännischen Abteilung². Auf die Technik der Lohnberechnung und Lohnauszahlung braucht hier nicht weiter eingegangen zu werden. Die Kontrolle nach den täglichen Lohnzetteln, den Stempelkarten und den Teilaufträgen ist allgemein üblich und wird als bekannt vorausgesetzt.

Nach Beendigung der Lohnzahlungsarbeiten beginnen im Lohnbüro die statistischen, zur Betriebskontrolle nötigen Arbeiten. Werkstattweise werden die produktiven und unproduktiven Löhne herausgezogen und einzeln und insgesamt zusammengestellt. Die Eintragung erfolgt in passenden Vordrucken oder weit übersichtlicher in Kurvenblättern. Diese Kurvenblätter geben eine

¹ v. d. Daele: Fabrikbetrieb, Seite 124.

² Hall: Selbstkostenberechnung und moderne Organisation von Maschinenfabriken, Seite 74.

ausgezeichnete Übersicht über die Beschäftigung der einzelnen Werkstätten und des ganzen Betriebes, über das Verhältnis der produktiven zu den unproduktiven Löhnen usw. Sie verursachen wenig Arbeit, da die Eintragungen periodisch erfolgen und lohnen diese Arbeit durch den erzielten Überblick reichlich. Auch für das Betriebsbüro wird die Führung von Kurvenblättern oft vorteilhaft sein, z. B. für Kohlen, Strom- und Wasserverbrauch, Belegung mit Arbeit, Belegschaftsstärken, Werkstättenunkosten usw.

Unter produktiven Löhnen verstehen wir im allgemeinen die Lohnbeträge, die für die Erledigung von Arbeitsaufträgen für fremde Rechnung aufgewendet und auf den verschiedenen Fabrikationskonten gebucht werden.

Zu den unproduktiven Löhnen sind neben den Gehältern alle die Löhne zu zählen, die der Betrieb eines Fabrikationsunternehmens als solcher bedingt: Löhne, die durch infolge Abnutzung notwendige Reparaturen an den Maschinen, maschinellen Anlagen, Werkzeug, Inventar und Gebäuden entstehen; sämtliche Löhne für Instandhaltungsarbeiten an den verschiedenen Leitungsanlagen; für Maschinen und Heizpersonal, Pförtner, Wächter, Bürodienner und Aufsichtspersonal; Reinigungsarbeiten in Werkstätten und Werkplätzen; Transportkosten innerhalb des Werkes während der Bearbeitung usw¹. Lohnbüro und Werkstättenbuchhaltung haben also auf das genaueste unproduktive Löhne und Materialien von den produktiven zu trennen. Sache der Betriebsleitung ist es, die unproduktiven Löhne nach Kräften herabzudrücken, sei es durch Aufstellung transportabler Werkzeugmaschinen (Bandsägen, Stanzen usw.) an den Arbeitsplätzen zur Verminderung der Laufzeiten, sei es durch Vervollkommnung der Transportanlagen, durch zentrale Lage der Magazine, durch Teilmagazine, durch zweckmäßige Verteilung der Abortanlagen usw. Auch die Arbeitsvorbereitungen gehören hierher: Materialbereitstellung, Festlegung des Arbeitsganges u. a. m.

Die Unkosten eines Unternehmens setzen sich aus drei Teilen zusammen. Ein Teil ergibt sich rein aus dem Vorhandensein des Werkes, ohne Rücksicht darauf, ob es in Betrieb ist oder nicht; ein weiterer Teil entsteht durch den Leerbetrieb, gleichgültig, ob Arbeit geleistet wird oder nicht; der dritte Teil entsteht bei der Arbeitsleistung und ist ihr mehr oder weniger proportional. Die beiden ersten Teile sind die festen Unkosten; den dritten Teil bilden die Umsatzkosten oder Betriebsunkosten. Alle drei Teile zusammen bilden die Generalunkosten.

Für die Deckung der Unkosten kommen verschiedene Wege in Betracht, z. B.:

1. Deckung der gesamten Unkosten durch Zuschläge auf die Löhne in Prozentsätzen, und zwar

- a) Einheitssatz auf alle Löhne,
- b) besondere Sätze für die einzelnen Werkstätten,
- c) besondere Sätze nach Berufsarten der Arbeiter.

2. Deckung der Werkstattunkosten durch Anrechnung eines bestimmten Satzes auf die Arbeitsstunde und Deckung der Generalunkosten durch prozentuale Zuschläge auf die „Selbstkosten ab Werkstatt“; die Werkstattunkosten werden gedeckt durch

¹ Lewin: Werkstättenbuchführung für moderne Fabrikbetriebe, Seite 4.

- a) Einheitssatz für alle Arbeitsstunden,
- b) besondere Sätze für die einzelnen Werkstätten,
- c) besondere Sätze nach Berufsarten der Arbeiter,
- d) besondere Sätze nach Art und Größe der Betriebsmittel.

3. Deckung der Werkstattunkosten durch Zuschläge auf die Löhne in Prozentsätzen und der Generalunkosten durch Zuschläge auf die „Selbstkosten ab Werkstatt“; die Werkstattunkosten werden gedeckt durch

- a) Einheitssatz für alle Werkstattlöhne,
- b) besondere Sätze für die einzelnen Werkstätten,
- c) besondere Sätze nach Berufsarten der Arbeiter.

Für eine kleine oder mittlere Werft kommt wohl fast immer das Verfahren nach 1a oder 1b in Frage oder 3a und 3b; Verfahren 2 erfordert neben dem Lohnauszug noch eine Stundenaufstellung, die umständlich und teuer ist.

Die Betriebsunkosten setzen sich zusammen aus den produktiven und unproduktiven Löhnen und Materialien. Die produktiven Löhne und Werkstoffe sind die, die auf den Arbeitsauftrag verbucht werden, die unproduktiven sind die, welche die Führung des Betriebes erfordert.

Die „Selbstkosten ab Werkstatt“ unter 2 und 3 setzen sich zusammen aus den

- 1. Werkstoffen,
- 2. Löhnen,
- 3. Betriebsunkostenzuschlägen,
- 4. Sonderkosten (z. B. Lizenzen).

Die Kosten für nicht werbende Betriebseinrichtungen, wie Versuchsanlagen, Laboratorien und Lager, werden zweckmäßig nicht zu den Betriebsunkosten gerechnet, sondern zu den Generalunkosten.

Bei einer Werft von dem angegebenen Umfang und ihrer einfachen und übersichtlichen Organisation werden sich die anzuwendenden Kontrollen naturgemäß auf wenige Stellen beschränken dürfen. Technische Kontrollen in den Werkstätten bleiben hier außer Betracht. Die Hauptkontrollen beim Einkauf und beim Lager haben wir kennengelernt, die rein buchhaltungstechnischen brauchen uns hier nicht weiter zu interessieren. Bei den Kontrollen trifft, wie überall, der Satz zu, daß sie nicht mehr kosten dürfen, als der zu erwartende Schaden beträgt. Die beste Kontrolle ist immer das egoistische Interesse. Man kann die Beamten für von ihnen begangene Fehler geldlich haftbar machen, man kann Fehlerauffindungsprämien oder Schadenverhütungsprämien in Höhe von einigen Prozent der geretteten Summe aussetzen, alles das wirkt meist viel besser als jede noch so ausgetüftelte Kontrolleinrichtung. Infolgedessen ist am dringendsten an den Kontrollen der Unternehmer interessiert, den bei mangelhafter Durchführung der Schaden unmittelbar trifft. Unter sonst gleichen Verhältnissen ist die vom Unternehmer ausgeübte Kontrolle die wirksamste, die wichtigsten Kontrollarbeiten müssen also ihm selbst zugewiesen werden, er ist „oberstes Kontrollsubjekt“¹.

Eine wirksame und unauffällige Gelegenheit zur Nachprüfung sind der Wechsel verantwortlicher Personen und die Urlaubsvertretungen. Jeder Ver-

¹ Grull: Die Kontrolle in gewerblichen Unternehmungen, Seite 124.

antwortliche hat an sich ein großes Interesse daran, bei der Abgabe seiner Tätigkeit durch gründliche Kontrolle entlastet zu werden. Ebenso ist es bei Urlaubsvertretungen. Denn der Übernehmende bekommt infolge seiner Tätigkeit einen viel tieferen Einblick in die Tätigkeit des von ihm Vertretenen als ein sich nur kurze Zeit damit befassender Kontrollbeamter. Andererseits ist es eine alte kriminalistische Erfahrung, daß Angestellte, die größere Unterschlagungen zu verdecken hatten, jahrelang auf ihren Urlaub verzichteten¹.

Es ist nicht möglich, ein allgemein gültiges Organisationsschema aufzustellen. Jeder Betrieb will entsprechend seinen besonderen Lebensbedingungen individuell behandelt werden. Vor allem aber muß der Unternehmer von der Notwendigkeit der Organisation durchdrungen sein und sie mit allen Mitteln fördern. Und wenn sie eingeführt wird, dann soll sie nicht nur für einzelne Teile, sondern sofort für den ganzen Betrieb eingeführt werden. Teilorganisationen, ohne die Möglichkeit des Zusammenwirkens mit den anderen Teilen, ist von vornherein zum Scheitern verurteilt, sie kann nicht leben und sich auswirken. Man hört so oft die Bemerkung: „Die Organisation ist ja ganz schön, wir wollen sie mal bei einem Teil des Betriebes versuchen, und wenn sie sich bewährt, wollen wir sie auch auf den ganzen Betrieb ausdehnen.“ Der Erfolg ist natürlich gleich Null und die ganze Arbeit umsonst. Die Organisation einer Werft ist wie ein lebendiges Wesen, ein Glied allein kann unmöglich leben und arbeiten. Bei solcher Einstellung des Unternehmers bleibt die Enttäuschung nicht aus, wenn die Organisation nicht klappt; selbstverständlich hat die Organisation die Schuld. Nur ganze Arbeit kann hier den erhofften Erfolg bringen.

Zusammenfassung.

Es wurde gezeigt, daß eine für mittlere und für kleinere Betriebe völlig ausreichende Organisation, die auch dem modernen Betriebsingenieur genügend Aufklärung über alle wissenswerten Vorgänge im Betrieb zu geben vermag, sich mit geringen Mitteln und ohne besonderen Personalbedarf einrichten läßt. Die wenigen Vordrucke, die für die Durchführung der Organisation gebraucht werden, sind billig herzustellen und werden bis auf den Vordruck für die Teilaufträge nur in geringen Mengen gebraucht. Entwicklungs- und Ausbaumöglichkeiten sind in reichem Maße vorhanden, wurden an den entsprechenden Stellen behandelt und gehen aus dem beigefügten Organisationsplan Abb. 1 hervor. Die hier vorgeschlagenen Wege und Vordrucke sind fast alle vom Verfasser entworfen, eingeführt und erprobt worden, und haben unter den schwierigen Verhältnissen der Nachkriegszeit allen Erwartungen entsprochen. Vor allem hat die so wichtige Erfassung der Einzelkosten einwandfrei gearbeitet und die wichtigsten Unterlagen für neue Geschäftsabschlüsse geliefert. Daß dieser Hauptzweck jeder Betriebsorganisation erreicht wurde, ist dem Verfasser der Beweis, daß die eingeschlagenen Wege die richtigen waren.

¹ Grull, Seite 146.

XVI. Der Benson-Dampfprozeß im Schiffsbetrieb.

Von Dipl.-Ing. M. Eule, Siemensstadt.

Die Wirtschaftlichkeit einer Schiffsmaschinenanlage ist wie die jeder anderen Maschinenanlage durch die Gesamtaufwendungen für Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals, für Betriebsstoffe und Löhne, für laufende Unterhaltungs- und Reparaturkosten, ferner durch Versicherungskosten, soweit sie durch die Maschinenanlage beeinflußt werden, bedingt. Je geringer diese Gesamtsumme auf die gefahrene Seemeile bezogen ist, um so besser ist der wirtschaftliche Erfolg. Wenn heute bei Landanlagen einer Erhöhung des Dampfdruckes zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit das Wort geredet wird, so hat diese Maßnahme trotz der damit verbundenen Brennstoffersparnis keinen Zweck bei Schiffsanlagen, falls die Senkung der Betriebskosten nur durch eine Erhöhung der Anlagekosten, hervorgerufen durch eine schwerere und kompliziertere Maschinenanlage, erkaufte wird, denn einerseits bedingt das erhöhte Anlagekapital vergrößerte Verzinsungs- und Amortisationskosten, andererseits vermindert das vermehrte Maschinengewicht die Frachteinnahmen. Das Gesamtergebnis kann dann leicht an Stelle einer erwarteten Ersparnis eine Mindereinnahme ergeben. Bei Übergang zu höheren Drücken im Schiffsbetrieb wird genau untersucht werden müssen, wie sich die einzelnen Ausgabenposten gestalten. Die Untersuchung hat sich also auf folgende Punkte zu erstrecken:

1. Billigkeit der Gesamtmaschinenanlage, geringes Maschinengewicht, geringer Raumbedarf,
2. niedrige Brennstoff- und Betriebskosten,
3. niedrige Unterhaltungs- und Reparaturkosten,
4. Betriebssicherheit,

Mit Bezug auf den Höchstdruckdampf sind noch folgende Forderungen zu stellen:

5. gesicherter Wasserumlauf,
6. Explosionssicherheit,
7. schnelle Anpassungsfähigkeit an schwankende Dampfenahme durch schnelle Inbetrieb- oder Außerbetriebnahme von Kesseln, und damit zusammenhängend geeignete Dampfereserve.

Es dürfte unbestritten sein, daß die Triebturbine die billigste, leichteste und betriebssicherste Maschine darstellt, die der Schiffsmaschinenbau bis heute aufgebracht hat. Es liegt nahe, auch auf sie zurückzugreifen, wenn man im Schiffsbetrieb

betrieb zu Höchstdrücken übergeht. Ihre Verwendung wird dadurch erleichtert, daß sie ohne Ausbildung einer großen Anzahl neuer Elemente ohne weiteres auch als Höchstdruckturbine verwendbar ist. Das einzige Maschinenelement, das hier vielleicht Schwierigkeiten machen kann, ist die Wellenstopfbüchse. Im übrigen ist die Turbine in thermischer Hinsicht in letzter Zeit derartig vervollkommen worden, daß sie auch in dieser Hinsicht an der Spitze marschiert. Die Erfüllung der obigen Forderungen kann also bei der Turbine in der Ausführung als Höchstdruckturbine mit guter Berechtigung gewährleistet werden. Umstrittener dürfte die Frage sein, welches für Höchstdrücke brauchbare Kesselsystem den genannten Forderungen am besten genügt. Verschiedene Systeme stehen hier in Konkurrenz: das normale Trommelsystem, die verschiedenen Verfahren der indirekten Dampferzeugung, das Bensonsystem. Hier soll nur das letztere in bezug auf die obengenannten Punkte untersucht und ihre Erfüllung geprüft werden. Hierbei wird die allgemeine Kenntnis dieses Systems vorausgesetzt und dabei auf die verschiedenen Aufsätze von Gleichmann und Abendroth hingewiesen. Lediglich das sei nochmals als das Wesentlichste bei diesem System wiederholt, daß die Dampfbildung bei kritischen Druckverhältnissen ohne Bildung von Dampfblasen im Wasserteil vor sich geht. Vielmehr nimmt dieser bis zum kritischen Punkt lediglich Flüssigkeitswärme auf. Bei weiterer Wärmezufuhr geht das Wasser stetig in den überhitzten Dampfzustand über. Da es also bei diesem System Fragen des selbsttätigen Wasserumlaufs nicht gibt, sondern dieser zwangsmäßig durch Pumpendruck gewährleistet wird, so können die wärmeaufnehmenden Rohre ohne Rücksicht mehrmals hintereinander herauf- und heruntergeführt werden. Das hat den großen Vorteil, daß der Kessel hauptsächlich unter Voranstellung der feuerungstechnischen Forderungen, nicht unter Vorstellen der dampftechnischen, konstruiert werden kann. Es ergibt sich bei diesem System weiterhin der Vorteil, daß der Verbrennungs- und Strahlungsraum weitgehendst mit Rohren umkleidet und damit den neueren strahlungstechnischen Forderungen Genüge geleistet werden kann. Es dürfte bekannt sein, daß die Ausnutzung der Verbrennungswärme besonders erfolgreich und mit wenig Flächenaufwand zu ermöglichen ist, wenn ein hochbelasteter Verbrennungsraum allerseits mit Strahlungswärme aufnehmenden Verdampfungsflächen umgeben ist. Dieses Verfahren ist um so günstiger, je höher die Luftvorwärmung getrieben wird. In diesem Zusammenhang sei mitgeteilt, daß der neue Bensonkessel im SSW-Kabelwerk im Strahlungsteil bei Vollast 72000 WE/pro 1 m² u. h. überträgt, das heißt auf Normaldampf von 639 WE bezogen, 1 m² verdampft 112 kg/h Dampf. Diese Zahlen beziehen sich auf die gesamte Rohrfläche im Strahlungsraum; setzt man nur die die Strahlung tatsächlich aufnehmende Rohrseite in Rechnung, so erhöhen sich die Zahlen auf 144000 WE/pro 1 m² u. h. resp. 224 kg/h Dampf. Auch der später beschriebene Schiffskessel ist unter Anwendung dieses Prinzips konstruiert.

Bevor auf weitere Einzelheiten eingegangen wird, seien zunächst die für den Schiffsbetrieb möglichen und schon unter den heutigen Verhältnissen ausführbaren Prozesse besprochen. In allen Fällen wird der Dampf (siehe IS-Dia-

gramm Abb. 1 bis 4) unter kritischen Verhältnissen im sog. Erhitzer erzeugt; er erhält hier schon eine gewisse Überhitzung, wobei der kritische Druck durch das Überströmventil (siehe Schaltplan Abb. 5) gehalten wird. Der Dampf tritt dann in den Überhitzer ein, und zwar ist der Druck am Ende des Kessels im Falle I 105 ata bei einer Temperatur von 450°C , im Falle II 105 ata bei 490° , im Falle III 190 ata bei 430° , im Falle IV 165 ata bei 450° . In den beiden ersten Fällen tritt eine Zwischenüberhitzung nicht ein, im Falle III erfolgt eine weitere Zwischenüberhitzung bei 40 ata durch Zurückleiten des Dampfes in den Kessel, im Falle IV erfolgt die Zwischenüberhitzung an der Maschine, und zwar durch hinter der ersten Turbinenstufe entnommenen Dampf von 315° , der den in die III. Stufe der Turbine eintretenden Dampf von 8 ata auf 253° bringt. In allen Fällen liegt die Dampfmasse des aus der Maschine austretenden Dampfes unter 10%, nur im Falle III bei etwa 12%. Die einzelnen Prozesse sind unter folgenden Gesichtspunkten zu bewerten.

Der Prozeß I arbeitet mit heute zulässigen Temperaturen und den nach den bisherigen Erfahrungen im Höchstdruckteil und den nachgeschalteten Stufen mit Sicherheit erreichbaren Wirkungsgraden. Beim Dampfprozeß II kommen höhere Temperaturen und höhere Wirkungsgrade zur Anwendung, doch sind auch diese Werte zum mindesten bei Landanlagen heute schon als zulässig anzusehen. Dem Prozeß III und IV liegt die Absicht zugrunde, die hohen Anfangstemperaturen etwas zu erniedrigen; hierbei muß bei den angenommenen höheren Turbinenwirkungsgraden natürlich eine Zwischenüberhitzung stattfinden.

Aus dem Vergleich der einzelnen Prozesse ergibt sich, daß der für Schiffszwecke geeignetste wohl der nach I, II und IV ist. Eine Zwischenüberhitzung entsprechend Prozeß III dürfte für Schiffszwecke zunächst eine nicht erwünschte Komplikation sein.

Sämtlichen Prozessen liegt weiterhin die Annahme zugrunde, daß bei 8 bzw. 8,2 ata ein Teil des Dampfes entnommen wird, um in einer Hilfsturbine durch Expansion bis auf Vakuum die Antriebskraft zum Betrieb der Schleuderpumpe zu liefern. Bei dieser ist mit einem Wirkungsgrad von 55% an der Kupplung gerechnet. Weiter wurde in allen Fällen bei 8 ata ein Teil des Dampfes abgezweigt, um zur Vorwärmung des Wassers von 115° auf 165° in der II. Vorwärmestufe zu dienen.

Ein dritter Teilstrom wird ebenfalls bei 8 ata entnommen, um zunächst in verschiedenen Hilfsmaschinen Arbeit zu verrichten. Der Abdampf geht dann mit etwa 2 ata in einen Verdampfer, dessen Abdampf zur Vorwärmung des Speisewassers in der ersten Vorwärmestufe dient. Die Ausnutzung im IS-Diagramm ist für diesen Teilstrom unter Annahme eines Durchschnittswirkungsgrades von etwa 54% für die durch ihn betriebenen Antriebshilfsmaschinen gestrichelt, kenntlich gemacht. Die hierbei an der Kupplung der Hilfsmaschinen erzielbaren PS_e unter Zugrundelegung von 13000 WPS betragen:

Tabelle 1.

Fall I	Fall II	Fall III	Fall IV
268 PS_e	234 PS_e	225 PS_e	238 PS_e

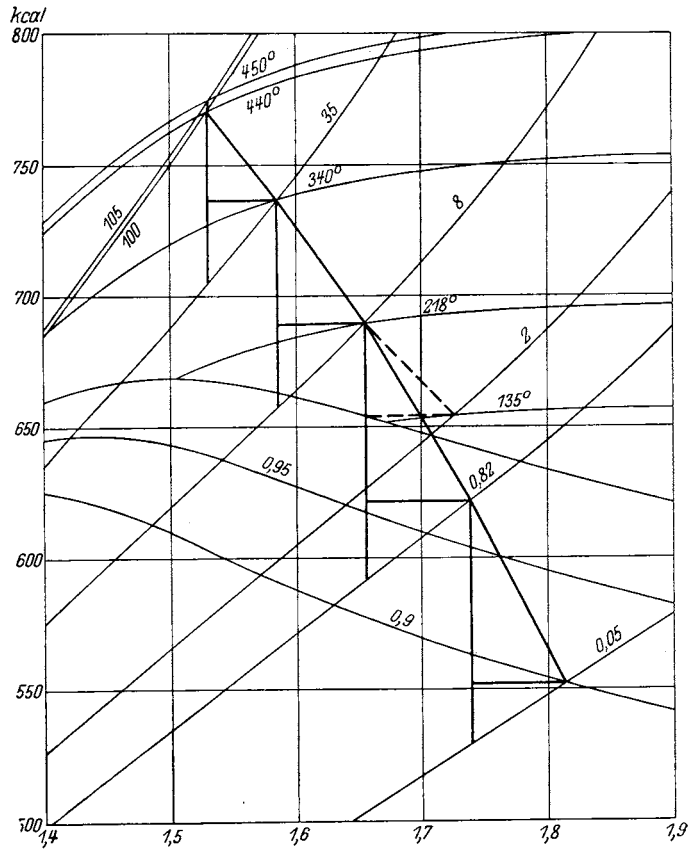


Abb. 1.

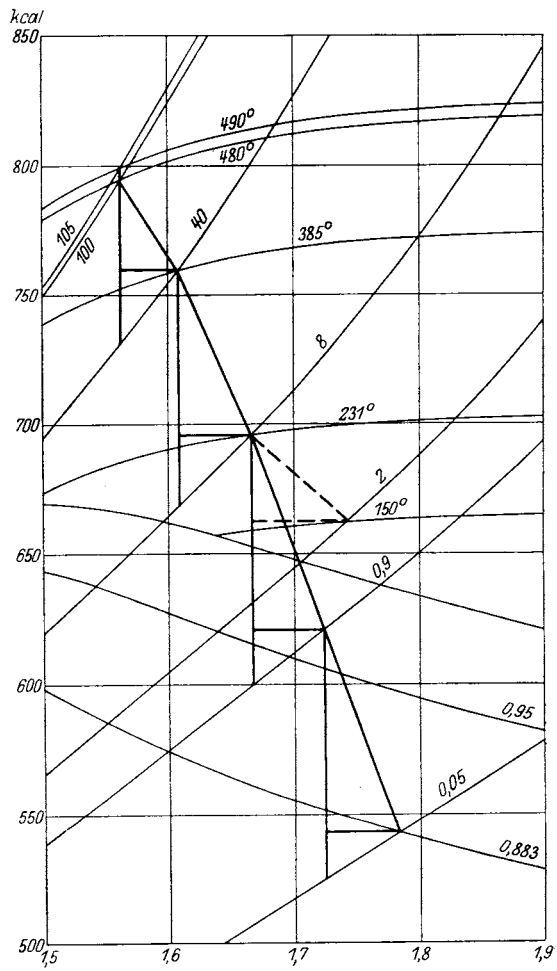


Abb. 2.

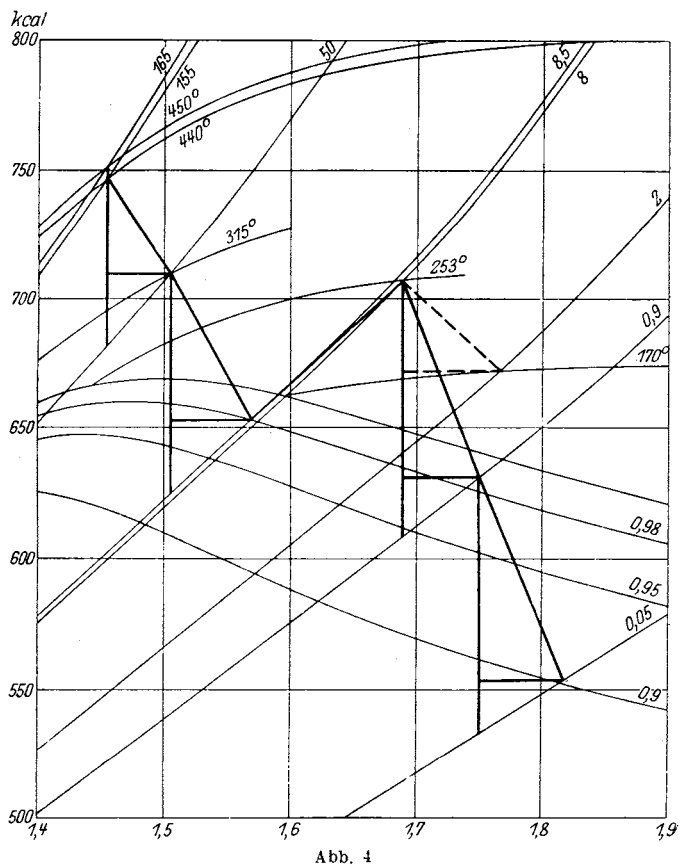
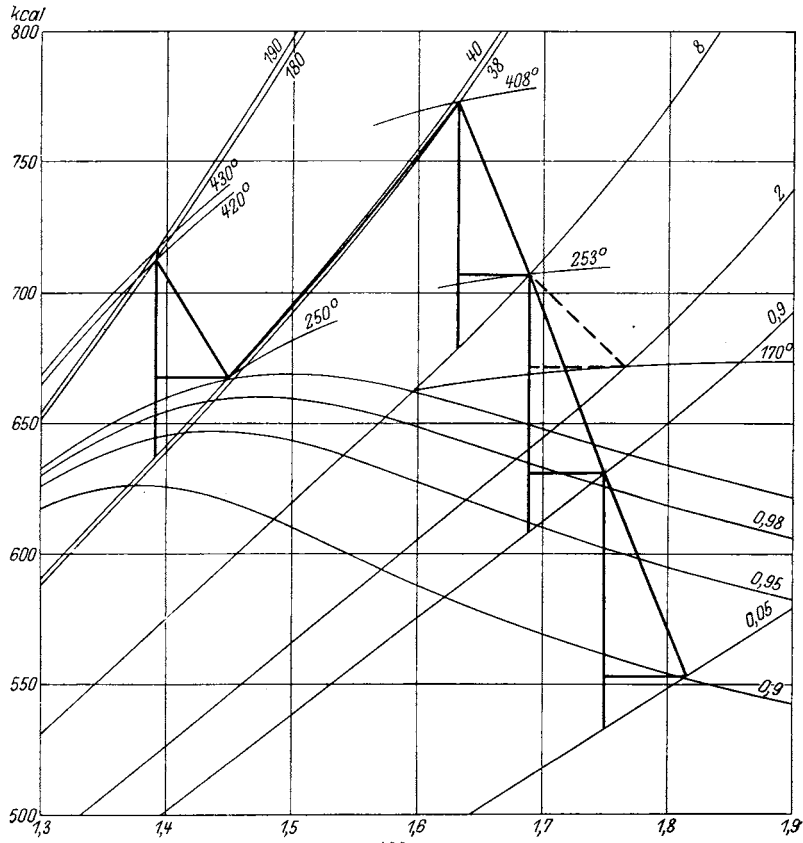


Tabelle 2.

Dampfprozeß I	Druck	Temperatur in °C	Feuchtigkeitsgehalt in %	Überhitzung in °C	Wärmeinhalt pro 1 kg	Abzapfung in kg	Tatsächliche Flußmenge	Wärmeinhalt bei adiab. Exp./1 kg	Adiabatisches Wärmegefälle 1 kg	η thermodynamisch	Ausgenutztes Wärmegefälle pro 1 kg	dto. bezogen auf tatsächliche Flußmenge	Gesamtgefälle in WE bez. auf 1 kg (in der Hauptturbine ausgen.)	Durch Überhitzung zugef. Wärme	Zugef. Wärme im Kessel pro 1 kg Wasser	Gesamtwirkungsgrad bezogen auf 1WSP	Dampfverbrauch in kg pro 1WPS	Brennstoffverbrauch pro 1WE bezogen auf Heizöl m. 9320 WE
Speisewasser		165			166,5		1											
Ende Kessel	105	450	—	137	775	—	1											
Eintritt Turb. I	100	440	—	130	770	—	1	704	66	50%	33	33						
Austritt Turb. I	35	340	—	105	737	—	1											
Eintritt Turb. II	35	340	—	105	737	—	1	658	79	61%	48	48						
Austritt Turb. II	8	218	—	48	689	—	1											
Zwischenüberhitzung																		
Eintritt Turb. III	8	218	—	48	689	0,08 ¹ 0,1 ²	0,706	592	97	70%	68	48						
Austritt Turb. III	0,82	96	2,5%	—	621	0,114 ³ 0,294												
Eintritt Turb. IV	0,82	96	2,5%	—	621	0,08 ¹ 0,1 ²	0,706	528	93	74%	69	49						
Austritt Turb. IV	0,05	33	0,9	—	552	0,114 ³ 0,294									608,5	23,6%	3,74	2,87

Tabelle 3 (Dampfprozeß II).

Dampfprozeß II	Druck	Temperatur in °C	Feuchtigkeitsgehalt in %	Überhitzung in °C	Wärmeinhalt pro 1 kg	Abzapfung in kg	Tatsächliche Flußmenge	Wärmeinhalt bei adiab. Exp./1 kg	Adiabatisches Wärmegefälle 1 kg	η thermodynamisch	Ausgenutztes Wärmegefälle pro 1 kg	dto. bezogen auf tatsächliche Flußmenge	Gesamtgefälle in WE bez. auf 1 kg (in der Hauptturbine ausgen.)	Durch Überhitzung zugef. Wärme	Zugef. Wärme im Kessel pro 1 kg Wasser	Gesamtwirkungsgrad bezogen auf 1WSP	Dampfverbrauch in kg pro 1WPS	Brennstoffverbrauch pro 1WE bezogen auf Heizöl m. 9320 WE	
Speisewasser		165			166,5		1												
Ende Kessel	105	490	—	180	800	—	1												
Eintritt Turb. I	100	480	—	170	795	—	1	732	63	55,5%	35	35							
Austritt Turb. I	40	385	—	136	760	—	1												
Eintritt Turb. II	40	385	—	136	760	—	1	662	92	69,5%	64	64							
Austritt Turb. II	8	231	—	61	696	—	1												
Zwischenüberhitzung																			
Eintritt Turb. III	8	231	—	61	696	0,072 ¹ 0,098 ²	0,717	600	96	78%	75	54							
Austritt Turb. III	0,9	97	3	—	621	0,113 ³ 0,283													
Eintritt Turb. IV	0,9	97	3	—	621	0,072 ¹ 0,098 ²	0,717	524	97	80%	78	56							
Austritt Turb. IV	0,05	35	11,7	—	543	0,113 ³ 0,283									633,5	27,5%	3,19	0,247	

Die jeweiligen Abzapfungen gehen aus Tabelle 2 bis 5 hervor. Aus der Zusammenstellung sind die Gesamtwirkungsgrade, bezogen auf die effektive Leistung an der Propellerkupplung inkl. Berücksichtigung der Speisepumpen- sowie Hilfsmaschinenarbeit zu ersehen (Tabelle 2—5). In der Tabelle 6 sind unter der gleichen Voraussetzung die Dampfverbrauchsziffern pro 1 PS_i, sowie 1 WPS, ferner die Brennstoffverbräuche auf 1 WPS bezogen, zusammengestellt.

Tabelle 6.

	Fall I	Fall II	Fall III	Fall IV
Dampfverbrauch in kg pro 1 PS _i . . .	3,55	3,03	2,85	3,4
do. pro 1 WPS	3,74	3,19	3	3,58
do. pro 13000 WPS	48 600	41 500	39 000	46 600
Brennstoffverbrauch in kg pro 1 WPS (bezogen auf Öl von 9320 WE) . . .	0,287	0,247	0,241	0,25
do. pro 13000 WPS	3750	3210	3140	3260

Die weiteren Untersuchungen sollen sich nur auf Fall I, II und IV erstrecken.

Es wird also bei diesen drei Dampfprozessen unter Einrechnung der Speisepumpenleistung sowie derjenigen für die übrigen maschinellen Hilfsmaschinen ein Brennstoffaufwand benötigt: im ersten Falle von 0,287 kg/WPS, im zweiten Falle von 0,247 kg/WPS und im vierten von 0,25 kg/WPS, bezogen auf Kesselheizöl von 9320 WE oder 0,268 kg/WPS resp. 0,231 kg/WPS und 0,234 kg/WPS bezogen auf Öl von 10000 WE.

Bevor auf die Wirtschaftlichkeitsfrage noch weiter eingegangen wird, sei zunächst der Einbau von Bensonkesseln an Bord an einem konkreten Beispiel gezeigt, und zwar soll diese Frage an unseren zur Zeit modernsten Dampfschiffen, nämlich der Deutschlandklasse der Hapag, geprüft werden. Dabei ist auf die Aufsätze von Förster und Sütterlin: Die Doppelschrauben-Turbinendampfer „Albert Ballin“ und „Deutschland“, in der Zeitschrift Werft Reederei Hafen 1923, Heft 12, sowie Zetzmann und Goos: Der Zweischraubenturbinendampfer „Hamburg“ in der gleichen Zeitschrift vom Jahre 1926, Heft 7, bezug genommen.

Einbau der Bensonanlage an Bord.

Der Einbau der Bensonanlage an Bord sei an Hand des Dampfschemas Abb. 5 besprochen. (A) sind die fünf mit Öl gefeuerten Bensonkessel, die Dampf von 225 ata erzeugen. Hierbei ist der Dampfprozeß Nr. I als relativ schlechtester zugrunde gelegt. Der Druck von 225 kg wird innerhalb der Kessel durch die gesteuerten Überströmventile R_1 gehalten. Aus dem 225 ata-Teil tritt der Dampf in den 105 ata-Teil ein, wo er weiter überhitzt wird. Er verläßt den Kessel und gelangt mit etwa 100 ata und 450° durch Ventil V_1 in die Turbine. Die Turbine hat 4 Stufen und entspricht in der allgemeinen Anordnung der auf den übrigen Schiffen dieser Klasse vorgesehenen, mit dem einen Unterschied, daß die HD-Stufe nicht direkt, sondern über ein Vorgelege an der Ritzelwelle angreift. Die Rückwärtsturbinen sind ebenfalls in der den früheren Schiffen entsprechenden Art und Weise angeordnet. Aus der Turbine strömt der Dampf in den Kondensator (C) ab. Vorwärts- und Rückwärtsturbinen sind hinter der HD₂-Stufe

mit dem Zwischendampfnetz von 8,2 ata verbunden, das seinerseits an die zwei Kesselspeicher (*K*) angeschlossen ist. Die Kesselspeicher (*K*) haben verschiedene Funktionen. Sie dienen als Speicher des in den HD-Kesseln (*A*) zeitweilig zuviel erzeugten Dampfes, wenn beim Manövrieren die Turbinen plötzlich abgestellt werden. Sie geben auf der anderen Seite Dampf an die Turbinen durch das Ventil *V*₃ resp. *V*₄ ab, wenn die Hauptkessel (*A*) einer plötzlichen Belastungsspitze nicht sofort folgen können. Das kann hauptsächlich bei Revierfahrten eintreten, falls die Hauptkessel nur halb belastet laufen. Auf See werden das 8,2 ata-Netz und damit auch die Speicherkessel durch Anzapfung der Hauptturbinen hinter der HD₂-Stufe auf 8,2 ata gehalten. Beim Manövrieren kann der Druck des

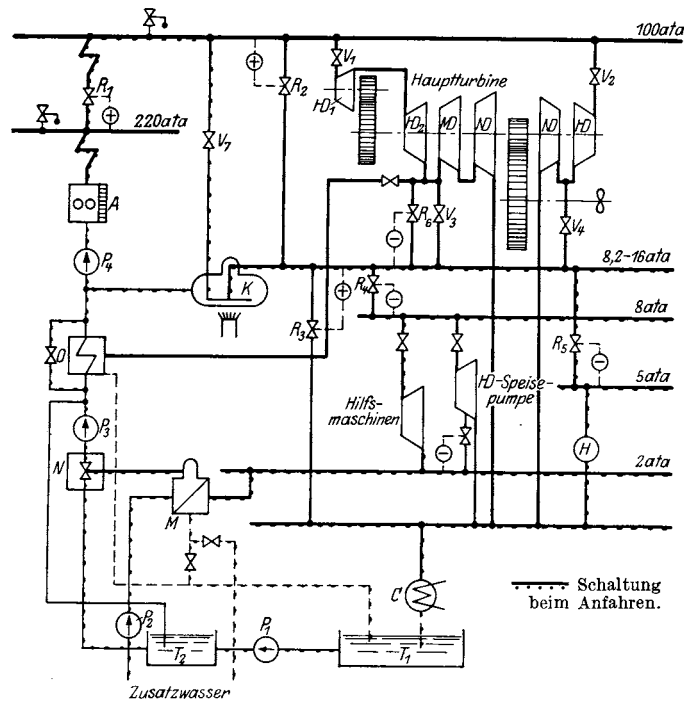


Abb. 5. Schaltbild für eine Benson-Schiffsanlage.

A Kessel mit Ölföuerung, *C* Kondensator, *K* Kesselspeicher, *T*₁ Speisewasserbehälter, *T*₂ Speisewasserhochtank, *N* Mischdampfvorwärmer, *O* Vorwärmer, *M* Verdampfer, *P*₄ Hochdruckpumpe, *P*₁–*P*₃ Pumpen, *H* Verbraucher, *R*₁–*R*₆ gesteuerte Ventile, *V*₁–*V*₇ Ventile mit Handbetrieb.

8,2 ata-Netzes innerhalb der Grenzen von 8,2 bis 16 ata schwanken. Aus dem 8,2 (bis 16) ata-Netz wird das 8 ata-Netz gespeist, an das die mit 2 ata Gegendruck arbeitenden Hilfsmaschinen sowie die auf Kondensation arbeitenden Turbinen zum Antrieb der Höchstdruckspeisepumpen angeschlossen sind. Der Druck im 8 ata-Hilfsdampfnetz wird durch das Reduzierventil *R*₄ konstant gehalten. An die 8,2 bis 16 ata-Leitung ist durch Vermittlung des Reduzierventils *R*₅ die Dampfheizungsleitung angeschlossen, deren Druck auf 5 ata gehalten wird.

Der Dampf der 100 ata-Leitung strömt bei plötzlichem Abstellen der Hauptturbinen durch das Überströmventil *R*₂ in die 8,2 ata-Leitung und lädt die Speicherkessel auf. Ist deren Druck auf 16 ata gekommen, öffnet das Überströmventil *R*₃ und läßt den überschüssigen Dampf evtl. nach Kühlung durch einen Einspritzkopf in den Oberflächenkondensator abströmen. Auf See sollen die Speicherkessel und damit die 8,2 bis 16 ata-Leitung, wie schon gesagt, auf etwa

8,2 ata gehalten werden. Dies wird durch das gesteuerte Ventil R_6 besorgt. Bei Revierfahrten werden die Bensonkessel mit verminderter Belastung und so gefahren, daß ein allmähliches Aufladen der Speicherkessel bis auf etwa 13 ata stattfindet. Die Speicherkessel sind so imstande, trotz verminderter Belastung der Höchstdruckkessel durch Abgabe von Zusatzdampf in die Turbine durch Ventil V_3 resp. V_4 eine plötzliche Forzierung der Fahrt nach vorwärts resp. rückwärts zu gestatten. Die Ventile V_1 und V_3 für Vorwärtsfahrt sind gekuppelt, ebenso die für Rückwärtsfahrt V_2 und V_4 und zwar so, daß V_3 resp. V_4 erst öffnen, wenn V_1 resp. V_2 vollkommen geöffnet sind. Ebenso schließen beim Abstellen zuerst V_3 resp. V_4 und hinterher V_1 resp. V_2 . Bei normaler Fahrt ist V_3 resp. V_4 natürlich geschlossen. Die Speicherkessel sollen nicht nur dem Speichern und dem Ausgleich dienen; sie übernehmen während des Hafendienstes auch die Lieferung des notwendigen Heiz- und evtl. Hilfsmaschinendampfes. Aus diesem Grunde sind sie heizbar; sie ermöglichen also auch eine selbständige Dampferzeugung. Sie stellen auf See eine stets bereite Kraftreserve dar. In ihrem Aufbau entsprechen sie den normalen Rundkesseln der Handelsmarine. — Sämtliches Kondensat wird im Speisewasserbehälter T_1 gesammelt und dann nach dem Hochtank T_2 gedrückt. Von dort läuft das Kondensat dem durch den Verdampfer beheizten Mischdampfvorwärmer (M) zu. Das Mischkondensat wird durch den Vorwärmer (O) und dann der Höchstdruckpumpe zgedrückt. Etwaige Überschubförderung geht in den Speicherkessel oder in den Hochtank zurück.

Zur Beheizung des Verdampfers (M) dient der Abdampf der Hilfsmaschinen. Diese Abdampfmenge und damit die Zahl der durch Dampf angetriebenen Hilfsmaschinen ist durch die Gesamtkondensatmenge und die Temperatur derselben nach dem Mischdampfvorwärmer bestimmt. Die hierdurch erzielbare Anzahl an PS für die Hilfsmaschinen ist in Tabelle 1 bereits angegeben. Alle sonstigen Hilfsmaschinen werden elektrisch angetrieben, der Antriebsstrom derselben durch Dieseldynamos erzeugt.

Zunächst noch einiges über den Betrieb im Hafen und auf See.

Während der Hafenziegezeit wird nur ein Speicherkessel geheizt. Er wird mit 5 ata betrieben und dient zur Heizung. Alle Hilfsmaschinen werden dieselelektrisch angetrieben. Sollen die Hauptkessel in Betrieb genommen werden, so werden beide Speicherkessel auf 8,2 ata gebracht und mit dem so erzeugten Dampf die mit Dampf betriebenen Hilfsmaschinen in Tätigkeit gesetzt. Evtl. kann auch schon Dampf von 8,2 ata in die Hauptturbinen gegeben werden, z. B. um anzuwärmen, ferner um das Herausschleppen auf See zu erleichtern. Dann wird die Hochdruckspeisepumpe P_4 angestellt, die Hochdruckkessel werden zunächst nur halb belastet. Das erzeugte Dampfgemisch tritt durch das von Hand bediente Ventil V_7 in den Speicher ein. Nachdem im 100 ata-Netz der Dampfzustand mit der notwendigen Überhitzungstemperatur eingetreten ist, wird V_7 zgedreht und das gesteuerte Ventil R_2 in Betrieb genommen. Die Hauptturbinen können nunmehr in Betrieb gesetzt werden, wobei R_2 schließt, wenn die gesamte durch die Höchstdruckkessel erzeugte Dampfmenge weggenommen wird. Die Feuerung unter den Speicher-

kesseln wird abgestellt. Die Kesselleistung wird dann auf die der Fahrt entsprechende Höhe gebracht. Die normale Schaltung während des Anfahrens ist besonders hervorgehoben.

Es sei hieran noch eine Beschreibung des Kessels angeschlossen.

Der Kessel (s. Abb. 6) ähnelt in seiner Bauart einem normalen Einenderkessel. Er besitzt in seinem unteren Teil zwei große Verbrennungskammern, die durch

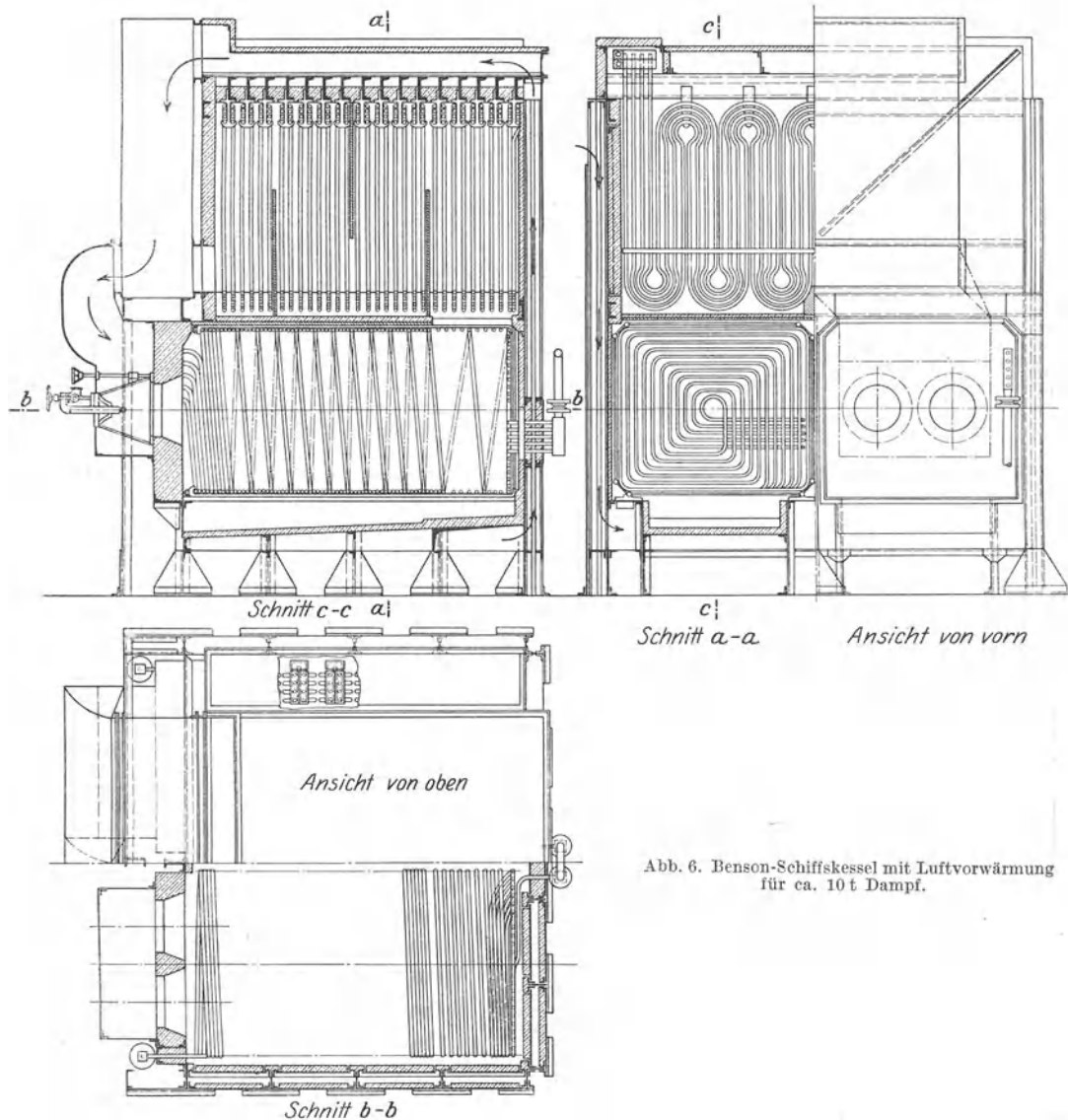


Abb. 6. Benson-Schiffskessel mit Luftvorwärmung für ca. 10 t Dampf.

schraubenartig gewickelte Rohrstränge gebildet werden. Die Rohrstränge sind zu fünf (s. Abb. 7) parallel, die beiden Rohrkammern dagegen hintereinander geschaltet. Durch diese Schaltung wird ermöglicht, daß bei ungleichmäßigem Brennen der 4 Ölbrenner oder selbst bei vollständigem Ausfallen einzelner derselben die gleichmäßige Dampferzeugung mit gleicher Endtemperatur nicht ge-

stört wird. An den hinteren Enden sind die Stränge etwas auseinandergezogen und erlauben den Rauchgasabfluß nach oben in den Übertragungsraum. Die Rohrkammern lassen sich nach vorn herausziehen. Im Übertragungsraum hängen mäanderartig geführte Rohrelemente, die zu je 4 oder 8 Rohrsträngen parallel geschaltet sind. Hierbei liegen je 4 Stränge in einer Ebene. Die 4 Stränge sind am Anfang und am Ende an Flaschen angeschlossen. Je nachdem 8 oder 4 Parallelstränge vorgesehen sind, sind die Flaschen entweder direkt hintereinander oder

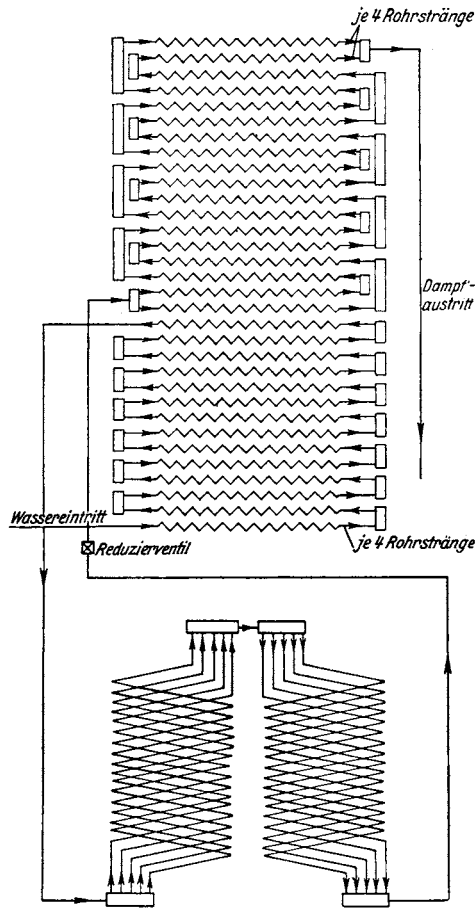


Abb. 7. Schematischer Plan der Rohrführung im Kessel.

erst nach Parallelschaltung von 2 Flaschen hintereinandergeschaltet. Die Rohrelemente hängen zu je zweien an Laschen aus Spezialgußeisen. Letztere sind an flußeisernen U-Trägern befestigt. Die einzelnen U-Träger können nach oben mitsamt den daranhängenden Rohrelementen herausgezogen werden. Es muß also dieser Raum über den Kesseln frei bleiben. Da der Kessel an und für sich nicht sehr hoch baut, ist diese Forderung leicht zu erfüllen. An den Rohrelementen sind noch Führungsbleche befestigt, die zur Rauchgasführung dienen. Aus dem Übertragungsteil treten die Rauchgase in den Luftvorwärmer ein. Letzterer wärmt die Verbrennungsluft auf 250°C vor. Rohrkammern und Hängeelemente sind in einem kastenartigen Gehäuse untergebracht, das aus Profileisen aufgebaut, gut versteift und mit doppeltem Blechmantel versehen ist. Durch den doppelten Blechmantel wird die Verbrennungsluft durchgedrückt. Der Weg derselben ist auf der Zeichnung mit Pfeilen angegeben. Auf diese Weise werden alle Wärmeverluste vermieden und auf der anderen Seite eine wirksame Kühlung ge-

schaffen. Auf der Feuerseite ist die Blechummantelung gegen die Einwirkung des Feuers teilweise durch vorgelegte Wasserrohre, ferner durch Schamotteleichte- steine und Asbest geschützt.

Die Gesamtschaltung ist aus Abb. 7 zu ersehen. Das Wasser tritt oben in den Übertragungsteil auf der Luftvorwärmerseite in die zu vieren parallelgeschalteten Rohrstränge ein, durchläuft dann etwa die Hälfte des Übertragungsteiles und fällt hierauf nach unten in den zu fünf Parallelsträngen geschalteten Strahlungsteil, dessen Schaltung schon erläutert ist. Am Ende des Strahlungsteiles ist das Überströmventil angeordnet, das den Druck im bisher durchflossenen Teil auf mindestens 225 kg hält. Nach dem Durchströmen des Überströmventils springt der Dampf Fluß wieder nach oben und durchläuft dann die zu achten paral-

lelgeschalteten Rohrbündel des übriggebliebenen Übertragungsteiles, wobei der Druck am Ende etwa 105 kg beträgt.

Die Flächenverteilung ist für Fall I und II in Tabelle 7 zusammengestellt. Hierbei ist entsprechend der Hamburg die Anzahl der WPS mit 13000 zugrunde gelegt. Die notwendige Dampflieferung beträgt hierbei im Fall I 48600 kg/h Dampf, im Falle II 41500 kg/h Dampf, im Falle IV 46600 kg/h Dampf. Dem entsprechen 5 Kessel für etwa 10000 kg/h für I, 4 Kessel für etwa 11000 kg/h für II und 5 Kessel für etwa 9300 kg/h für IV.

Die Gewichte der Kessel inkl. Isolierung und Ummantelung sowie inkl. sämtlicher Rohrverbindungen innerhalb des Kessels und der innerhalb des Kessels liegenden Ventile sind ebenfalls in Tabelle 7 angegeben.

Tabelle 7.

	10-t-Kessel	11-t-Kessel
Fläche im Strahlungsteil	40 m ²	45 m ²
Fläche im Übertragungsteil	278 m ²	300 m ²
Fläche im Lufterhitzer	250 m ²	320 m ²
Gewicht des Kessels ohne Luftvorwärmer	38 t	42 t
Gewicht des Kessels mit Luftvorwärmer	45 t	51 t

Nachdem in vorangehendem die allgemeine Anordnung besprochen worden ist, sei die Einhaltung der früher aufgestellten Forderungen nachgeprüft.

1. Billigkeit der Gesamtmaschinenanlage, geringes Gewicht und geringer Raumbedarf. Es werde zunächst auf die Raumfrage eingegangen. Aus Abb. 8 ergibt sich, daß in bezug auf die alte Anlage ungefähr 6 Spantlängen erspart werden. Dies gilt für eine Anlage entsprechend Dampfprozeß I (s. Tabelle 2). Für die Anlage nach Prozeß II (Tabelle 3) und IV (Tabelle 5) kann mindestens mit der gleichen Raumersparnis gerechnet werden. Für den Gewichtsvergleich ergibt sich folgendes:

a) Alte Anlage.	b) Projekt. Anlage nach I.	c) Projekt. Anlage nach II.
4 Einender	2 Kesselspeicher	2 Kesselspeicher
mit Wasser 360 t	mit Wasser . 180 t	mit Wasser . 180 t
4 Doppelender	5 Hochdruck-	4 Hochdruck-
mit Wasser 700 t	kessel . . . 185 t	kessel . . . 160 t
<u>1060 t</u>	<u>365 t</u>	<u>340 t</u>

Das Gewicht der Rohrleitungen kann gleich angenommen werden, da die bisherigen Ausführungen ergeben, daß eine Rohrleitung von 100 ata leichter wird trotz erhöhter Betriebstemperatur als eine solche von 15 ata (s. Vergleichsdiagramm für Rohrgewichte bei verschiedenen Drücken Abb. 9). Ebenso werden die Ventile nicht schwerer bei Höchstdrücken als ebensolche bei 15 at. In Abb. 10 und 11 sind einige Ventile für 30 t Dampfdurchgang dargestellt (benutzt in der 180-ata-Anlage, Kabelwerk S.S.W.). Es geht daraus hervor, daß man bis zu recht hohen Dampfdurchlässen mit sehr kleinen venturiartig ausgebildeten Ventil-

querschnitten auskommt. Bei den hohen Drücken und Temperaturen werden prinzipiell nur einsitzige Ventile, niemals doppelsitzige oder Schieber verwandt.

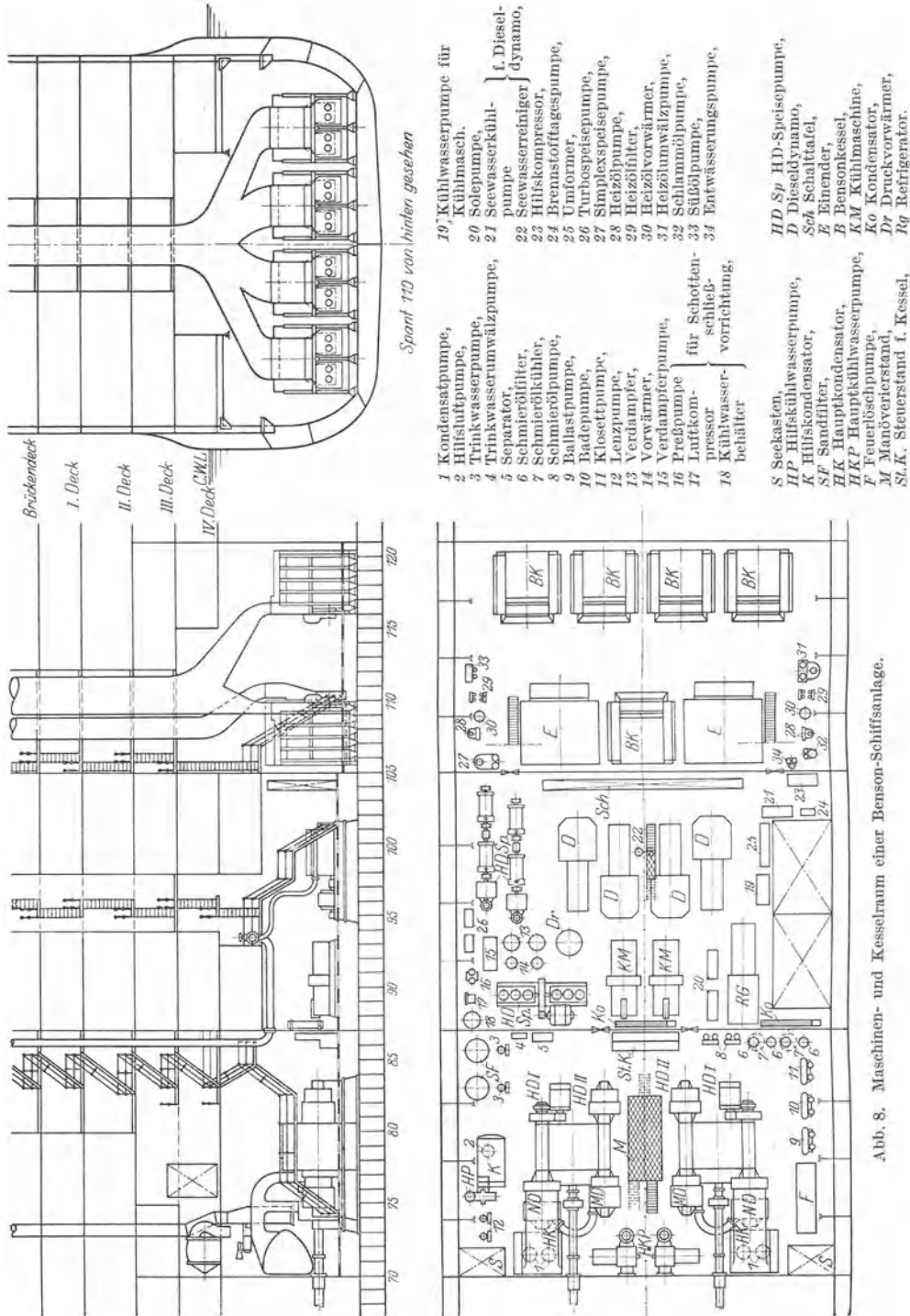


Abb. 8. Maschinen- und Kesselraum einer Benson-Schiffsanlage.

Zu Lasten der Höchstdruckanlagen gehen noch die drei Hochdruckpumpen (eine zum Betrieb, zwei in Reserve), deren Gewicht mit den Antriebsmaschinen etwa 40 t beträgt.

Unter Berücksichtigung des Vorgehenden ergibt sich zugunsten der Anlage nach I eine Ersparnis von 655 t, zugunsten der Anlage nach II eine Ersparnis von 680 t. Die Ersparnisse an mitgeführtem Speisewasser, die sich infolge des verminderten Dampfverbrauchs ergeben, wurden nicht in Rechnung gesetzt, einmal, um eine Reserve zu haben, und ferner, um das erhöhte Hauptturbinengewicht zu berücksichtigen. Hierbei ist es noch sehr die Frage, ob sich dieses tatsächlich erhöht, wenn man die verkleinerten Kondensatoren sowie den verkleinerten ND-Teil der Turbine in Betracht zieht.

Was nun die Anlagekosten anbelangt, so kann aus dem verminderten Maschinengesamtgewicht mit Sicherheit geschlossen werden, daß die Höchstdruckanlagen

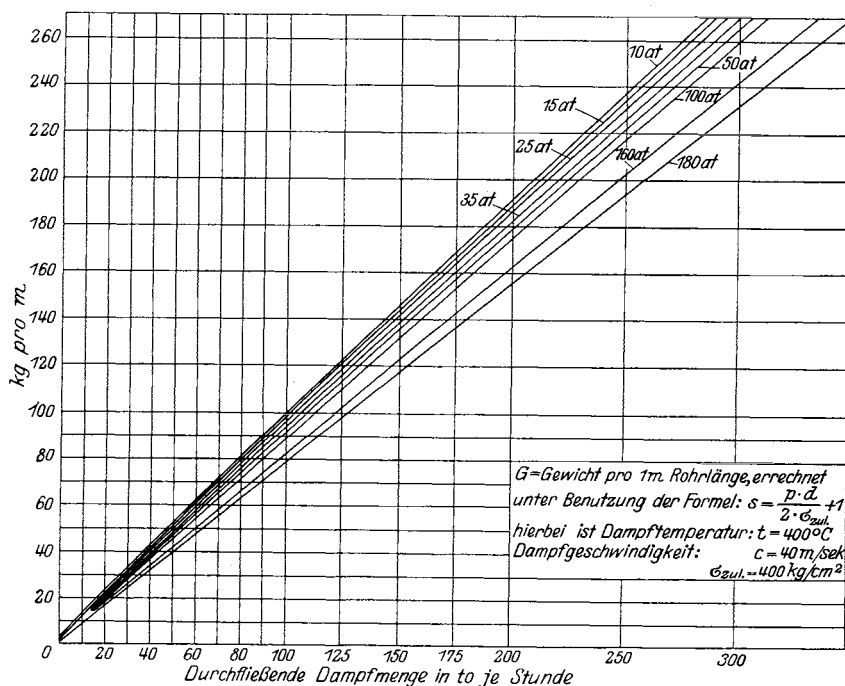


Abb. 9. Rohrgewichte in Abhängigkeit von Dampfmenge und Druck.

auf keinen Fall mehr kosten als eine normale Anlage von 15 at. Es kann mit großer Wahrscheinlichkeit sogar mit dem Gegenteil gerechnet werden. Bei den Kesselrohren, ebenso bei sämtlichen Leitungen kommt Fl.E. in der normalerweise für Heißdampfleitungen benutzten Qualität zur Verwendung. Es ist ferner zu berücksichtigen, daß bei den Kesseln infolge Wegfalls von Trommeln, größeren Sammlern usw. natürlich auch die mit diesen Teilen verbundenen besonderen Kosten wegfallen. Man kann im Gegenteil sagen, daß der Bensonkesselbau auf sehr einfachen werkstattechnischen Grundlagen beruht. Die Kesselrohre, normalerweise in den Abmessungen 20×33 , lassen sich mit den einfachsten Vorrichtungen ohne jede Sandfüllung biegen. Die Verbindungen der Rohre erfolgen entweder durch elektrische Stumpfschweißung oder durch Thermitschweißung. Namentlich die letztere hat sehr gute Resultate ergeben und ist sehr einfach vorzunehmen. Die Verbindung der Rohre mit Stützen wird in der Regel durch Einschrauben und nachträgliche Lichtbogenschweißung hergestellt. Im übrigen

verwendet man für losnehmbare Rohrverbindungen Flanschen unter Zwischenlegen von Linsendichtungen aus Nickel. Lediglich für die Muttern, soweit sie über 300°C liegen, wird Sondermaterial, und zwar Nickelbronze, für Stiftschrauben V₂A-Stahl genommen, um ein Festfressen der Muttern auf den Bolzen zu verhindern.

Besondere Aufwendungen entstehen noch durch die halbautomatische oder ganzautomatische Regulierung des Kessels, ferner durch die Notwendigkeit der Verwendung einer größeren Anzahl gesteuerter Ventile.

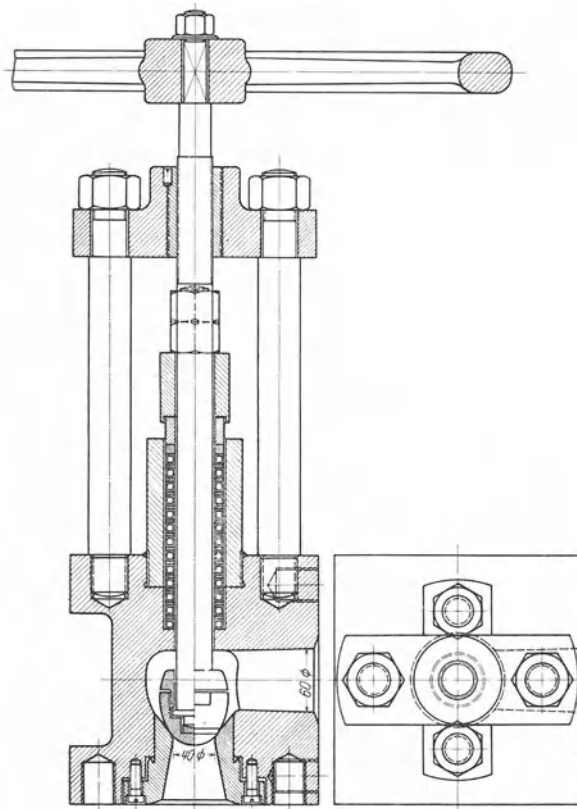


Abb. 10. Normales Durchgangsventil für 30 t/h Dampf.

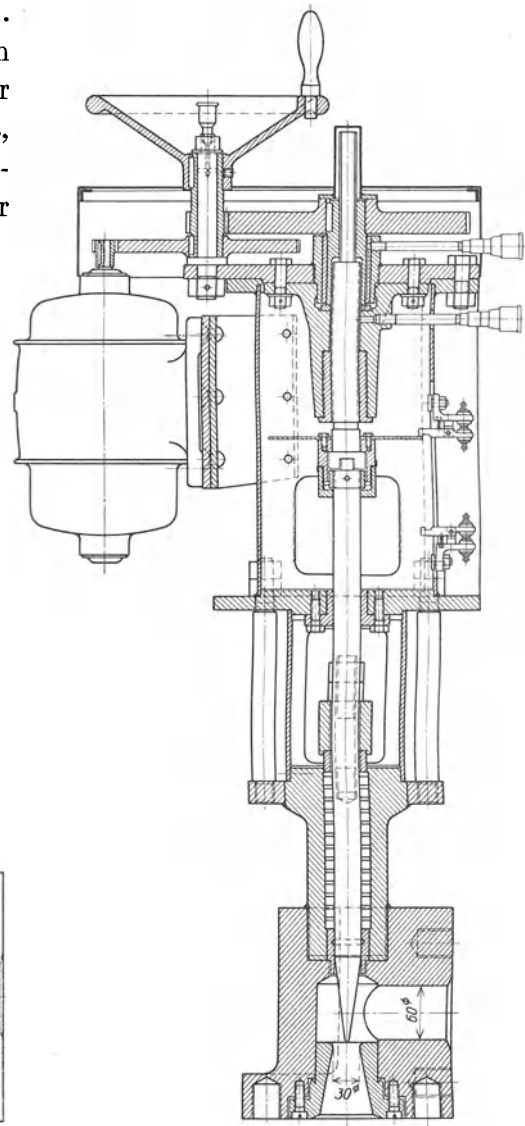


Abb. 11. Regulierventil für 30 t/h Dampf.

Immerhin haben eingehende Kostenrechnungen ergeben, daß auch diese Ausgaben nicht imstande sind, die durch die Kessel ersparten Baukosten wieder aufzuheben.

Als Quintessenz des Vorstehenden kann jedenfalls angenommen werden, daß die Baukosten einer Höchstdruck-Bensonanlage diejenigen einer normalen 15-at-Anlage von entsprechender Leistungsfähigkeit nicht übersteigen werden.

Bevor auf die Brennstoff- und Betriebskosten eingegangen wird, mögen zunächst die anderen Punkte, nämlich die Unterhaltungs- und Reparaturkosten

betrachtet werden, da die ersteren bei Erörterung der Gesamtwirtschaftlichkeit mit erledigt werden sollen.

Es ist hier natürlich schwierig, heute schon etwas Positives zu sagen, da erst einmal Erfahrungen abgewartet werden müssen. Jedenfalls geben die bisherigen Erfahrungen keine Veranlassung, einen Höchstdruckkessel der Bensonbauart nebst Rohrleitungen höher zu belasten als eine normale Kesselanlage. Ungeklärt sind diese Fragen noch bei der Turbine und der Schleuderpumpe. Bei der ersteren sind die ersten Erfahrungen schon gesammelt durch die 100-atü-Turbine der S.S.W. im Kraftwerk Nonnendamm; bei der letzteren liegen erst die ersten Versuche in der Kabelwerksanlage der S.S.W. vor. Die Erfahrungen mit der Turbine waren jedenfalls so aussichtsreich, daß sie zur Bestellung einer größeren Turbine geführt haben. Was den nächsten Punkt — die Betriebssicherheit — anbelangt, so gilt in gewissem Sinne das, was bei dem Vorherigen gesagt worden ist. Der Kessel hat seine Betriebssicherheit in der Nonnendammanlage erwiesen. Nachdem die ersten Anstände, die durch ungleichmäßige Wärmebelastung der Rohrstränge hervorgerufen wurden, überwunden waren, hat der Kessel längere Dauerbetriebe vollkommen betriebssicher durchgehalten, trotzdem er nur teilweise mit Kondensat, zu 30 % dagegen mit permutiertem Wasser gespeist wurde. Was die Betriebssicherheit der Turbine anbelangt, so kann heute gesagt werden, daß sie weniger von den Drücken als von den Temperaturen abhängt. In sämtlichen Projekten wurde deshalb darauf Rücksicht genommen, die laufenden Teile mit Temperaturen über 400° C nicht in Berührung zu bringen (durch Verwendung von vorgeschalteten Curtisstufen, wobei der Dampf in den ersten vor den Curtisrädern liegenden Düsen entsprechend weit expandiert). Was die Betriebssicherheit der Schleuderpumpen anbelangt, so ergeben die bisherigen Versuche, daß grundsätzliche Bedenken gegen ihre Verwendung nicht vorliegen, wenn auch bei der Erstaussführung sich noch Änderungen zwecks Verbesserung der Wirkungsweise als wünschenswert herausgestellt haben. Ein Grund, in der Wirtschaftlichkeitsberechnung mit erhöhten Reparatur- und Unterhaltungskosten oder mit verminderter Betriebssicherheit zu rechnen, liegt daher nicht vor.

Ein Punkt sei bei der Frage der Betriebssicherheit noch mit erwähnt, nämlich der, wie verhält sich der Bensonkessel bei unreinem Wasser und namentlich bei Wasser, das durch Kondensatorundichtheit Salz aufgenommen hat. Aus der Betriebszeit des Bensonkessels im Kraftwerk Nonnendamm, die 2500 Stunden nunmehr überschritten hat, ergibt sich, daß dieser Kessel auch mit Teilzusatz von Permutitwasser fahren kann, wenn man durch Anbringung von Abschlammentilen dafür sorgt, daß von Zeit zu Zeit größere Ansammlungen von Schlamm wieder entfernt werden. Die Kontrolle über etwaigen Schlammansatz hat man durch Thermolemente, die Ablagerungen in den Einzelsträngen durch Temperaturanstieg anzeigen. Diese Kontrolle kann fortlaufend thermoelektrisch in Verbindung mit Lichtsignalanzeige stattfinden. Ein direktes Festbrennen des Schlammes sowie Kesselsteinbildung ist bis heute nicht beobachtet worden. Wenn trotzdem die Forderung erhoben wird, den Kessel nur mit Kondensat zu speisen, so ist der Grund weniger im Kessel als in der Tatsache zu suchen, daß der durch

den Kessel mitgerissene und später als fester Staub ausgeschiedene Schlamm Anfrassungen an den Turbinenschaufeln hervorruft, die natürlich nicht zugelassen werden können. Aus dem Vorgehenden ist schon zu entnehmen, daß auch Salzwasser, das durch Undichtigkeiten des Kondensators in den Höchstdruckkessel gekommen ist, diesem nichts schadet. Die Salze werden trocken ausgeschieden und mit fortgerissen. Alle die Unzuträglichkeiten, die sich sonst an Kesseln mit geringem Speicherraum durch Aufkochen und Spucken zeigen, sind beim Bensonkessel bei der Natur seines Dampferzeugungsprozesses vollkommen ausgeschlossen. Daß man natürlich nicht allzuviel Salzwasser dem Kessel zumutet, dürfte schon durch das früher in bezug auf Turbinenschaufelanfrassungen Gesagte erwiesen sein.

In bezug auf die Höchstdruckkessel waren noch einige Forderungen aufgestellt worden, deren erste, nämlich gesicherter Wasserumlauf, hier noch kurz behandelt sei. Fragen des selbsttätigen Wasserumlaufs gibt es beim Bensonkessel nicht. Die Zirkulation wird durch den Pumpendruck aufrechterhalten. Natürlich muß bei mehreren Parallelsträngen — man rechnet mit 2,5—4 t Wasserdurchlauf bezogen auf einen Rohrquerschnitt von 20 mm lichtigem Durchmesser, bei größeren entsprechend mehr — für gleichen Widerstand in jedem Einzelstrang gesorgt werden. Jedoch bietet die Erfüllung dieser Forderung keine Schwierigkeiten. Auf die besonderen Vorteile des durch Pumpendruck gewährleisteten Wasserumlaufs wurde schon hingewiesen. Auf der anderen Seite dürfte es klar sein, daß der Wasserumlauf bei normalen Höchstdruckkesseln schwieriger sein muß als bei Niederdruckkesseln, denn der Wasserumlauf ist im wesentlichen bedingt durch den Unterschied der spezifischen Gewichte in den Steigrohren und Fallrohren. Dieser Unterschied muß bei Höchstdruckkesseln kleiner werden infolge Abnahme des spezifischen Gewichtes des Wassers in den Fallrohren und Zunahme des spezifischen Gewichtes des Dampf-Wassergemisches infolge der wesentlich kleineren Dampfblasen in den Steigrohren.

Als weitere Forderung war die der Explosionssicherheit aufgestellt worden. Der gesamte Inhalt des später im einzelnen behandelten Hochdruckkessels beträgt im 225 ata -Teil unter Annahme eines mittleren spezifischen Volumens von 2 l pro 1 kg Wasser etwa 400 kg. Diese Menge ist so gering, daß sie bei einer Rohrsprengeung eine Gefährdung des Kessels und damit der Bedienung nicht herbeiführen kann. Wie eine Rohrexpllosion bei dem Versuchskessel im Kraftwerk Nonnendamm gezeigt hat, zieht der entstehende Dampf ohne Schwierigkeiten durch den Schornstein ab, selbst wenn der Kaminquerschnitt durch einen eingebauten Beetzpropeller, wie in diesem Falle, sehr beengt ist. Der ganze Schaden besteht, wie aus Abb. 12 ersichtlich ist, in einem gerissenen und etwas verbogenen Rohr, ein Schaden, der durch Zwischenschweißung eines neuen Rohrstückes in kürzester Zeit behoben war. Daß ein normaler Höchstdruckkessel der Trommeltype in dieser Beziehung sich wahrscheinlich weniger angenehm verhalten würde, braucht wohl nicht erst bewiesen zu werden.

Ich komme nunmehr auf die zuletzt aufgestellte Forderung — schnelle Anpassungsfähigkeit an schwankende Dampfernahme und weiterhin geeignete

Dampfreserve — zu sprechen. Es ist immer ein von Konstrukteuren und Erfindern viel verfolgtes Problem gewesen, einen Kessel zu schaffen, der durch kleinen Wasserraum ein schnelles Aufheizen und schnelle Inbetriebnahme ermöglichte. Diese Aufgabe ist an und für sich durch jeden Wasserrohrkessel mit kleinem Wasserraum leicht lösbar, schwieriger sind dabei die mit der Regulierung und Speisung des Kessels zusammenhängenden Fragen. Daran sind auch alle derartigen Pläne gescheitert. Daß der Bensonkessel bei seinem kaum nennenswerten Wasserinhalt sowie seinem geringen Eigengewicht nur eine ganz minimale Zeit zur Inbetriebnahme braucht, ist ohne weiteres durch die geringe Gesamtsumme von aufzuwärmendem Wasser und Eisen bedingt. Ebenso ist ein momentanes Abstellen des Kessels ohne jeden Schaden für diesen vornehmbar, natürlich



Abb. 12.

unter der Voraussetzung einer möglichen völligen Abschaltung der Feuerung. Hier muß nun im Anschluß die andere Frage behandelt werden, wie ist der Bensonkessel in sich regulierbar, um geringen Dampfschwankungen zu folgen. Es kann heute durch automatische Regulierversuche am Nonnendammkessel als erwiesen angenommen werden, daß der Kessel 20proz. Dampfschwankungen in einem längsten Zeitraum von 5 Minuten folgen kann, ohne daß Temperaturschwankungen des Gebrauchsdampfes eintreten. Diese Zeitspanne läßt sich bei der später besprochenen Schiffstypen des Bensonkessels mit großer Wahrscheinlichkeit auf 3 Minuten und weniger herabsetzen. Innerhalb dieser Zeit müssen plötzliche Belastungsstöße mit anderen Mitteln ausgeglichen werden. Hierzu ist ein Heißwasservorrat imstande, der auf der einen Seite durch Nachverdampfen die fehlenden Dampfmen gen liefern, auf der anderen die überschüssigen speichern kann, also ein Gefällespeicher. Es erhebt sich die prinzipielle Frage, in welchem Druckgebiet ist dieser Speicher anzuordnen, in der Höchstdruckzone, wie bei normalen

Trommelkesseln resp. den bis jetzt bekannten indirekten Dampfverfahren, oder im Niederdruckgebiet, wie es für den Bensonkessel vorgeschlagen wird.

Hier muß kurz auf Hoch- und Niederdruckspeicherung eingegangen werden, wobei unter Hochdruckspeicherung die direkt im Kessel angeordneten Wasserräume von Höchstdruckkesseln, unter Niederdruckspeicherung normale Gefällespeicher nach Ruths, die in den Dampfprozeß, also hinter dem Bensonkessel, eingeschaltet sind, verstanden werden sollen. In das Wesen der Sache, namentlich in seiner Anwendung im Schiffsbetrieb, dringt man am besten ein, wenn folgende 3 Fälle der Dampfspeicher- resp. Dampfabgabefähigkeit betrachtet werden.

1. Dampflieferung sämtlicher Kessel der „Hamburg“ bei Druckabfall um 10%, also von 15 auf 13,5 atü.

2. Dampflieferung einer äquivalenten Anzahl von Höchstdruckkesseln mit Speicherraum im Höchstdruckgebiet bei ebenfalls 10% Druckabfall von 100 ata auf 85 ata.

3. Dampflieferung einer Anzahl von äquivalenten Gefällespeichern bei Druckabfall von 13 ata auf 8 ata.

Es ergibt sich folgendes:

- | | |
|---|----------------------|
| a) Gesamtwassergewicht der „Hamburg“ in den Kesseln ca. . . . | 490 to, |
| Dampflieferung dieser Wassermenge bei Druckabfall von 10% | |
| in kg/h | 5000 kg/h, |
| b) Äquivalente reduzierte Dampfmenge bei Druckabfall von 100 kg | |
| auf 85 kg (wegen des vergrößerten Wärmegefälles pro 1 kg Dampf | |
| unter Berücksichtigung der größeren Dampfnässe) | 4000 kg/h, |
| Dazu notwendiges Wassergewicht | 91 to, |
| Entsprechender Rauminhalt | 130 m ³ , |
| dazu notwendiger Trommelraum | 173 m ³ . |
| c) Äquivalente Dampfmenge zu a) bei Druckabfall von 13 ata auf | |
| 8 ata | 5300 kg, |
| dazugehöriges Wassergewicht | 114 to, |
| entsprechender Rauminhalt | 125 m ³ , |
| dazu notwendiger Speicherraum | 156 m ³ . |

Kesselgesamtwichte.

für a) 4 Einender, 4 Doppelender: 1060 to mit Wasser 1060 to,

für b) 8 Hochdruckkessel, Trommelgewicht 690 to inkl. Wasser

Sonstige Gewichte 150 to 840 to,

für c) 3 Einender, 5 Bensonkessel, 270 to + 185 to mit Wasser 455 to.

Aus der Gewichtszusammenstellung ergibt sich, daß die Gefällespeicherung im Niederdruckgebiet unter Voraussetzung gleicher Wirksamkeit die niedrigsten Gesamtgewichte verursacht. Die Anwendung dieser Gefällespeicher stellt daher das geeignetste Mittel dar, um plötzliche Belastungsstöße aufzufangen. Mit ihrer Verwendung ist weiterhin der Vorteil verbunden, daß lediglich normale Kesselarbeit mit den üblichen Herstellungsverfahren zur Verwendung kommt. Sie lassen sich ohne weiteres auch als Hilfskessel für den Hafenbetrieb resp. als

Reservekessel auf See gebrauchen. Sie stellen gleichzeitig Speisewasserbehälter dar, für die sonst in anderer Art und Weise gesorgt werden müßte. Die schon früher für den Bensonkessel beanspruchten Vorteile: schnelle Betriebsbereitschaft, schnellste Forcierbarkeit und Explosionssicherheit bleiben für diesen auch in seiner Verbindung mit Speicherkesseln bestehen.

In dem ausgeführten Entwurf ist die Aufstellung von nur 2 Kesselspeichern vorgesehen, da die schnellere Regulierfähigkeit der Bensonskessel mit in Rechnung gesetzt und aus diesem Grunde eine Reduktion des Speicherraums für zulässig angesehen wurde.

Wirtschaftlichkeit.

Zetzmann und Goos stellen folgenden Jahresbrennstoffverbrauch für die Schiffe der Deutschlandklasse auf, um die Wirtschaftlichkeit des Turbinenantriebs im Verhältnis zu der bei Dieselantrieb nachzuprüfen. Hierbei ist Turbinenantrieb für die Hauptmaschinen, ebenso Dampftrieb für sämtliche Hilfsmaschinen in Rechnung gesetzt (entsprechend der Ausführung auf den Schiffen „Deutschland“ und „Albert Ballin“):

9 Reisen mit 192 See- und Reviertagen und 117 Hafentagen.

Der Heizölverbrauch beträgt insgesamt:

für die Dampftage	26055 to,	
für die Hafentage	<u>4840 to,</u>	
	30895 to zu Mk. 48,30 t	Mk. 1495000.—
Schmieröl 8 to zu Mk. 500.—/t		„ 4000.—
		<u>Mk. 1499000.—</u>

Das Dieselmotorschiff würde im gleichen Zeitraum verbraucht haben:

Treiböl für 192 See- und Reviertage	13150 t,
Treiböl für 177 Hafentage	<u>600 t,</u>
	13750 t.

Kosten (die in Rechnung gesetzten Brennstoffkosten pro 1 t sind jeweils angegeben).

13750 t zu Mk. 60,50/t	Mk. 833000.—
Heizöl für Hilfskessel 400 t zu Mk. 48,30/t	„ 19320.—
Schmieröl 70 t zu Mk. 500.—/t	„ 35000.—
Verzinsung, Amortisation und Versicherung für den Mehrpreis des Dieselmotorschiffs	„ 220000.—
Hiervon gehen ab die Minderkosten für das Personal	„ <u>9800.—</u>
Verbleiben an Gesamtbetriebskosten	Mk. 1097520.—

Die Betriebskosten betragen für das Turbinenschiff also Mk. 1499000.—, für das Dieselschiff die in Rechnung zu setzenden Vergleichskosten Mk. 1097520.— jährlich. Um die Ökonomie zu verbessern, wird teilweise diesel-elektrischer Betrieb der Hilfsmaschinen, verbesserte Kesselausnutzung durch Luftvorwärmung, höhere Dampftemperatur vorgesehen. Für die so geänderten Schiffe werden die jährlichen Betriebskosten mit Mk. 1248000.— angegeben.

Trotzdem diese Summe noch größer ist als die in Vergleich zu setzende Summe von Mk. 1097520.— bei Dieselantrieb, wird der Turbinenantrieb vorgezogen, da

seine Vorzüge: unbedingte Betriebssicherheit, Vibrationslosigkeit — für seine Beibehaltung sprechen.

Die vorgenannten Zahlen sind geeignet, die bei Höchstdruckbetrieb mit Bensedampf erzielbaren Erfolge zu beleuchten. Für die folgende Aufstellung ist der Prozeß Nr. 1 zugrunde gelegt. Da während des Hafensbetriebs sämtliche Hilfsmaschinen diesel-elektrisch angetrieben werden sollen, sind die Kosten für die 177 Hafentage denen des Dieselschiffs gleichgesetzt. Der Ölverbrauch setzt sich aus folgenden Beträgen zusammen:

Heizölverbrauch für 13000 WPS/1 Std.	3750 kg	
Heizölverbrauch für 192 Dampftage	17300 t/à	48,30
Dieselölverbrauch für 192 Dampftage	550 t/à	60,50
Heizölverbrauch für Kesselspeicher für 177 Hafentage	400 t/à	48,30
Dieselölverbrauch für 177 Hafentage	600 t/à	60,50
Schmieröl	15 t/à	500.—

Zusammenstellung der Betriebskosten:

Heizölverbrauch:

Dampftage	17300 t	
Hafentage	400 t	
	<u>17700 t à 48,30</u>	Mk. 855000.—

Dieselölverbrauch:

Dampftage	550 t	
Hafentage	600 t	
	<u>1150 t à 60,50</u>	Mk. 70000.—

Schmieröl 15 t à 500.—	„	<u>7500.—</u>
Gesamtkosten	Mk.	932500.—

Es ergibt sich also eine Ersparnis von

Mk. 566500.— im Vergleich zu den Schiffen „Deutschland“ und „Albert Ballin“,
 „ 315500.— im Vergleich zu dem Schiff „Hamburg“,
 „ 165020.— im Vergleich zu dem Dieselmotorschiff.

Unter Zugrundelegung des Dampfprozesses Nr. 2 reduziert sich der Heizölverbrauch auf 14800 t + 400 t =

15200 t à 48,30 = Mk. 735000.—

Es entsteht also ein nochmaliger Gewinn von „ 120000.—

Die entsprechenden Ersparniszahlen sind also nunmehr:

im Vergleich zur „Deutschland“	„	686500.—
im Vergleich zur „Hamburg“	„	435500.—
im Vergleich zum Dieselmotorschiff	„	285020.—

Die Ersparniszahlen für Prozeß Nr. IV sind fast die gleichen.

Aus der Wirtschaftlichkeitszusammenstellung ist zu ersehen, daß bei Zugrundelegung der angenommenen Ölpreise, die heute für das Hafengebiet New York noch annähernd gültig sind, sich schon recht bedeutende Ersparnisse im Verhältnis zum Dieselbetrieb erzielen lassen. Der Bensonkessel ist aber nicht nur

für Ölbetrieb geeignet, er ist auch der Kessel, mit dem die Einführung der Kohlenstaubverbrennung an Bord am leichtesten zu lösen ist. Ein derartiger Kessel ähnelt in seiner Ausführung den von den Siemens-Schuckert-Werken gebauten Kohlenstaubkessel für das Kabelwerk Gartenfeld. Abb. 13 zeigt die Anordnung im Schiff unter Verwendung von vier derartigen Kesseln, wobei jeder Kessel normal 11—12 t/h Dampf liefert, sowie 2 Kesselspeichern. Der Kessel besteht

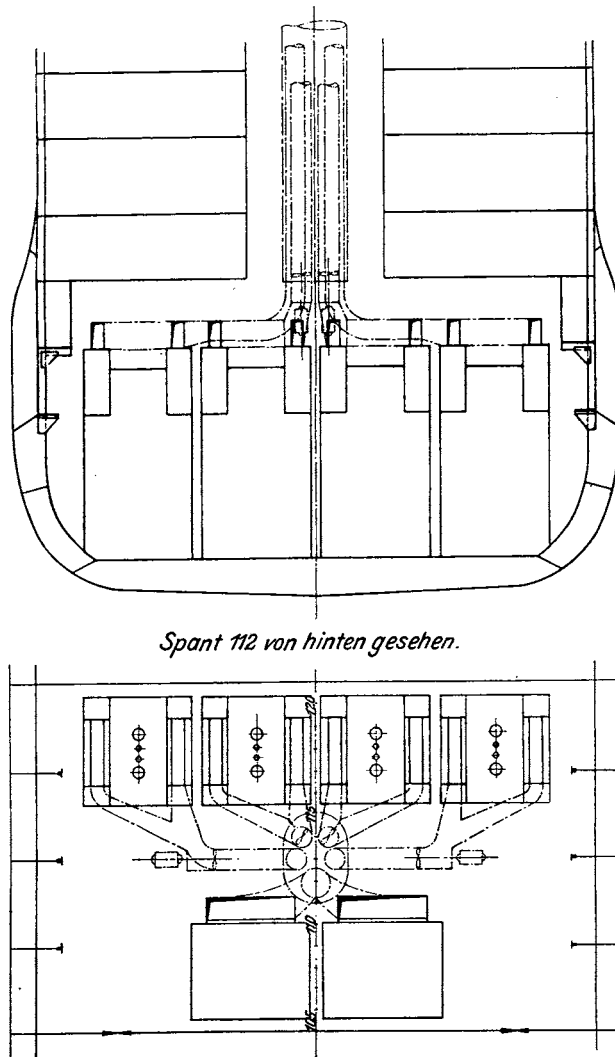


Abb. 13. Schiffsanlage mit Benson-Kohlenstaubkesseln.

aus einem Mittelteil, der die allseitig mit Rohren ausgekleidete Brennkammer umfaßt, sowie 2 Seitenkammern, in denen die Überhitzerrohre untergebracht sind. Über diesen Überhitzerkammern bauen sich im direkten Anschluß die Luftvorwärmer auf, in denen die Luftvorwärmung auf 400°C getrieben wird.

Die Ausbildung des Bensonkessels als Rostkessel soll hier nicht weiter behandelt werden, da erst die im Gange befindlichen Versuche abgewartet werden müssen. Die Ausgestaltung dieses Kessels wird wesentlich mit von dem Ausgang der Versuche abhängen, den die Einführung von mechanischen Rosten an Bord ergeben haben werden.

Es kann als sicher angenommen werden, daß bei Einführung der Kohlenstaubverbrennung an Bord sich die Brennstoffkosten mindestens um weitere 25% heruntersetzen lassen. Für Schiffe, die keine Route laufen, auf der sie billiges Öl benutzen können, läßt sich dieser Prozentsatz noch ganz wesentlich steigern. Ein solcher Kessel ist aber auch für kombinierten Betrieb — Öl- und Kohlenstaubbetrieb — verwendbar. Je nach der Marktlage und je nach der gefahrenen Route kann mit dem Brennstoff gewechselt werden, es können so ganz immense Vorteile durch Ausnutzung der billigsten Brennstoffpreise herausgeholt werden. Auf die Frage der Verwendung minderwertiger Kohlen an Bord sei dabei nur hingewiesen. Die Reederei ist bei Bestellung eines Neubaus der Sorge enthoben, wie sich in Zukunft die Brennstoff- und vornehmlich Ölpreise entwickeln werden. Gerade für uns Deutsche, die wir mit unseren Kapitalaufwendungen besonders umsichtig vorgehen müssen, sollten diese Gesichtspunkte stark beachtet und die Verwirklichung nicht dem Ausland überlassen werden. Das einfachste und, wie man heute schon wohl auch mit guter Berechtigung sagen darf: das aussichtsreichste Mittel zur Verwirklichung dieser Gedanken ist der Bensonkessel.

Besichtigung.

XVII. Die Junkers-Werke in Dessau.

Von Dr. F. W. Schulze zur Marbke.

Der Rohstoff, den der Boden hergibt, die technische Idee, die ihn für menschliche Zwecke formt, und der Mensch selbst mit seinen Lebensansprüchen, dem beide dienen, bestimmen in ihrer Gesamtheit den Inhalt und das äußere Bild der Wirtschaft. Das Ziel, diese Faktoren einem einheitlichen Streben nach allseitigem wirtschaftlichen Erfolg unterzuordnen und in den Dienst der Gesamtheit zu stellen, ist überall das gleiche, die Wege sind verschieden.

Amerika mit seinem großen Bodenreichtum sieht seine Hauptaufgabe darin, technische Hilfsmittel zu entwickeln, die es ihm auf einfachstem Wege ermöglichen, seine Naturschätze in großen Mengen zu erschließen. Seine natürlichen Verhältnisse bestimmen auch seine technischen Formen. Die deutsche Technik steht vor dem Problem, aus teuren Rohstoffen hochwertige Güter mit sparsamsten Mitteln herauszuholen. Erforschung und Einführung neuer, fortschrittlicher Methoden, Verfahren und Maschinen müssen der deutschen Volkswirtschaft den Ausgleich für den mangelnden Bodenreichtum geben.

Hochwertige Leistungen mit dem geringsten Aufwand hervorzubringen, ist für Aufgaben auf technisch-wirtschaftlichem Neuland, wie Junkers sie sich von Anfang an gestellt hat, besonders wichtig. Infolge dieser Eigenart ihrer Aufgaben sind die Junkers-Werke in allen ihren Teilen als Forschungsunternehmen aufgebaut. Ihre Arbeitsweise besteht darin, die technischen, wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und organisatorischen Teilprobleme bereits bei Inangriffnahme der Aufgabe klar zu erfassen und unter einheitlicher Führung Hand in Hand zu bearbeiten. Dieses enge, planmäßige Zusammenwirken aller an der Lösung der Gesamtaufgabe mitarbeitenden Stellen hat es ermöglicht, auf eigenen Forschungsergebnissen beruhende Unternehmungen aufzubauen, die dem äußeren Anschein nach wenig miteinander zu tun haben, in Wirklichkeit aber, wie aus der nachfolgenden Darstellung der einzelnen Arbeitsgebiete hervorgeht, organisch zusammengehören.

I. Junkers-Motorenbau.

Als Junkers Anfang der neunziger Jahre sich mit dem Problem beschäftigte, einen leistungsfähigen Ölmotor zu schaffen, stand die Motorenentwicklung noch in den ersten Anfängen. Als einzige brauchbare Lösung war der Otto-Motor

vorhanden, der im Prinzip eine bedeutsame fortschrittliche Lösung darstellte, dessen Leistungsgrenze aber noch verhältnismäßig niedrig lag.

Bei der Bearbeitung der Aufgabe, Ölmotoren für die verschiedensten Leistungen und Anwendungsgebiete zu schaffen, beschränkte Junkers sich nicht darauf, beispielsweise die Ursachen mangelnder Betriebssicherheit ohne weiteres durch konstruktive Einzelverbesserungen an bestehenden Maschinensystemen zu beseitigen und dafür die Maschine unter Umständen mit geringerer Wirtschaftlichkeit und unter Einschränkung ihrer Anwendung arbeiten zu lassen. Selbstverständlich sind alle technischen Lösungen Kompromisse, die Praxis kann nicht alles das erreichen, was Idee und Theorie verlangen. Die Forderung ging dahin, das günstigste Kompromiß zu finden. Das bedingte um so mehr ein systematisches Eindringen in das Wesen der Maschine, d. h. in den Kern des Arbeitsvorganges, je weiter die Maschine von ihrem Endziel entfernt war, also je mehr sie sich im Forschungsstadium befand. Junkers begnügte sich deshalb nicht damit, den Motor, so wie er vorlag, mit geringerer Wirtschaftlichkeit in Kauf zu nehmen, nur um speziellen Anforderungen gerecht zu werden, sondern er untersuchte andere Möglichkeiten, der Verbesserung des Systems im ganzen näher zu kommen. Die Frage war deshalb nicht so zu stellen: Wie weit kann man mit einer nun einmal vorliegenden Maschinenbauart in der Beanspruchung gehen? sondern: Welche Aufgabe liegt vor, was wird von der Maschine verlangt? Welche Anforderungen ergeben sich hiernach an die Maschine? Welche Schwierigkeiten liegen vor, welche technischen Erfahrungen und Hilfsmittel sind vorhanden oder noch zu entwickeln, um der theoretisch denkbaren Höchstwirkung in der Praxis möglichst nahezukommen?

Solche Untersuchungen und Feststellungen sind naturgemäß um so schwieriger, je verwickelter das Objekt ist, je mannigfaltiger die Einflüsse sind, die den Gang der Maschine bestimmen, wie es gerade beim Verbrennungs-Ölmotor der Fall ist.

In der Versuchsanstalt von Oechelhaeuser und Junkers in Dessau wurden zur Bearbeitung des gestellten Problems umfangreiche Untersuchungen angestellt, die Junkers später in seinen Aachener Versuchswerkstätten und in der Dessauer Forschungsanstalt fortsetzte.

Bei diesen Forschungsarbeiten ging Junkers in der Weise vor, daß er, um den Aufwand an Material und Arbeit nach Möglichkeit einzuschränken, in möglichst elementar ausgeführten Versuchsmaschinen unter Weglassung alles unnötigen Beiwerkes, also solcher Teile, die die Durchführung der Aufgabe nur belasten, den Arbeitsvorgang in seinen einzelnen Abschnitten untersuchte. Auf diese Weise, vom Kern des Arbeitsvorganges über die einzelnen Arbeitsphasen fortschreitend, wurden nach und nach die schwierigen Fragen geklärt, so daß sich ein Gesamtbild über den Arbeitsvorgang, seine Anforderungen und Auswirkungen ergab.

Einige Beispiele aus diesen Vorarbeiten sind für die Art des Vorgehens besonders bezeichnend.

Den wichtigen Forderungen für die Verbesserung des Verbrennungsprozesses an sich und den aus den Wärmewirkungen des Verbrennungsvorganges sich er-

gebenden Anforderungen wurde anfangs allgemein nicht in genügendem Maße Beachtung geschenkt, einesteils, weil ihre Wichtigkeit noch nicht klar erkannt war und andererseits, weil die für ihre Beurteilung nötigen wissenschaftlichen Grundlagen noch nicht in ausreichendem Umfange bekannt waren.

Um die wärmewirtschaftlichen Verhältnisse des Verbrennungsmotors festzustellen, wurden damals in der Dessauer Versuchsanstalt eingehende Untersuchungen vorgenommen.

Zunächst wurde eine einfache Versuchsmaschine derart hergerichtet, daß ein Zylinder mit Deckel, Kolben und dem üblichen Getriebe ausgeführt wurde, indem man Zylinder und Welle mit ihren Lagern einfach auf Doppel-T-Träger stellte. Der Auspuff war in der Weise ausgeführt, daß in den Zylinder Löcher gebohrt wurden, die mit einfachen Pfropfen verschlossen werden konnten. Man konnte die Öffnungen daher leicht verkleinern und vergrößern.

Diese Einrichtung hatte den Erfolg, daß äußerst wichtige Untersuchungen in kürzester Zeit erledigt wurden, zum Beispiel die Feststellung, wieviel Überdruck man zur Ausspülung braucht, sowie Feststellungen über die Drucksteigerung bei erhöhter Kompression. Für solche Versuche genügte ein Betrieb von wenigen Minuten, so daß Kühleinrichtungen nicht erforderlich waren. Ein Wassermantel, der für die Untersuchung wichtiger Vorgänge, wie Drucksteigerung, Expansion, Wärmeabfuhr u. a. nur hinderlich gewesen wäre, konnte deshalb der Einfachheit halber fortgelassen werden.

Die nächste Versuchsvorrichtung diente dazu, einen Schritt weiterzugehen und die gefundenen Erkenntnisse auszuwerten. Bei ihr wurde nicht nur der Auslaß, sondern auch der Einlaß durch den Kolben gesteuert, da die Versuche an der ersten Maschine gezeigt hatten, daß der Kolben ein ideales Steuerorgan ist, ganz besonders für Verbrennungsmaschinen und für die Aufgabe, in kürzester Zeit große Mengen Luft in den Zylinder einzuführen, und zwar allseitig, so daß die im Zylinder befindlichen Gase in möglichst vollkommener Weise ausgespült werden konnten. Diese Maschine verwirklichte die Forderung eines reinen Luftgemisches und lieferte in maschinentechnischer Beziehung wichtige Erkenntnisse.

Eine weitere Vorrichtung diente dem Zweck, die günstigste Gestalt für die Spül-schlitze festzustellen und überhaupt die günstigsten Bedingungen für die Spülung zu ermitteln. Gerade hierbei zeigte sich die Zweckmäßigkeit, die besondere Aufgabe, losgelöst von den übrigen komplizierten Arbeitsphasen einer Verbrennungsmaschine, für sich zu behandeln und mit einfachen Mitteln zu lösen. Die Stellung der Aufgabe und ihre Abgrenzung ist in solchen Fällen nicht minder schwierig als das Entwerfen der geeigneten Versuchsvorrichtung. Die Maschine gestattete die präzise Verwirklichung eines Spülvorganges. Es waren Einrichtungen vorgesehen, auch während der Spülung, also innerhalb eines Sekundenbruchteils, Proben zu entnehmen, um den Inhalt des Zylinders in jedem Stadium untersuchen und so die Güte der Spülung feststellen zu können.

Neben derartigen Arbeiten an Versuchsmaschinen wurden zu verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Mitteln umfangreiche Spezialuntersuchungen

besonders über das schwierige Kapitel des Wärmeüberganges angestellt, z. B. in Explosionsgefäßen (Bomben) bei hohem und niedrigem Druck, um den wärmetechnischen und konstruktiven Verhältnissen des Verbrennungsraumes auf den Grund zu gehen und speziell diejenigen Einflüsse zu ermitteln, die zu unwirtschaftlichen Wärmeverlusten Anlaß gaben. Die Versuche lieferten wertvolle Diagramme über den Druckverlauf, über den Einfluß von Druck und Wirbelung und über den Spannungsabfall.

Ein anderer Apparat für Wärmeübergangsversuche, der zwei Zylinder

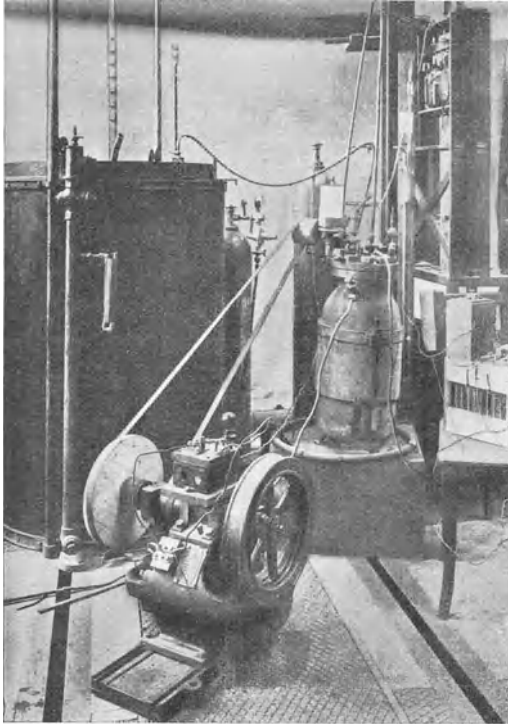


Abb. 1. Bombenapparat für Wärmeübergangsuntersuchungen.



Abb. 2. Freikolben-Pendel-Apparat.

Von den grundlegenden physikalischen Untersuchungen im Motorenbau.

enthielt, der sog. Freikolben-Pendelapparat, arbeitete mit Kolben, die durch die Explosion hin- und hergeworfen wurden, so daß die heißen Gase in den Zylindern abwechselnd einer Volumenänderung unterzogen wurden.

Angeregt durch Erfahrungen, die mit diesem Apparat erzielt wurden, befindet sich in den Junkers-Werkstätten zur Zeit ein neuer Motortyp in der Erprobung. Das von Junkers entwickelte Doppelkolbenprinzip ist hier auf die Konstruktion eines Ölmotors mit freifliegenden Kolben, d. h. eines Motors ohne jedes Kurbelgetriebe und ohne alle besonderen Schwungmassen angewandt. Der anfänglich nur für Versuchszwecke gebaute Motor befriedigte so, daß er bereits dem praktischen Betrieb übergeben werden konnte. Er bietet besonders für die wirtschaftliche Erzeugung von Druckluft ganz neue Möglichkeiten. Sein vollständiger Massenausgleich, sein grundsätzlich kleines Gewicht, seine einfache Rohrform und seine Schnellläufigkeit machen ihn hervorragend geeignet zum Einbau in fahrbare Anlagen.

Um bei den Versuchen zu möglichst exakten Ergebnissen zu kommen, wurden möglichst verschiedene, voneinander abweichende Methoden angewandt. Die Ergebnisse konnten dann miteinander verglichen werden und lieferten ein genaues Endresultat, das der Weiterarbeit zugrundegelegt werden konnte. Eine von den beschriebenen Versuchsmethoden in ihrer Art gänzlich abweichende Methode bestand in der Messung der Wärmemenge, welche von elektrisch geheizten Drähten an Gase unter verschiedenen Drucken und Strömungszuständen übertragen wurde.

Obwohl diese und andere Versuche, von denen die vorstehenden Beispiele ein Bild geben, bei aller Zweckmäßigkeit so einfach und so billig wie möglich eingerichtet waren, mußte doch, um die Freiheit der Forschung zu erhalten, Wert darauf gelegt werden, die Arbeiten nach Möglichkeit so einzurichten, daß sie sich selbst finanzierten.

Mehrere, ursprünglich nur für Meßzwecke an den Versuchsmaschinen vorgesehene Hilfsapparate, die Junkers entwickelt hatte, konnten zu selbständigen Gebrauchsinstrumenten umgebaut und in Fabrikation genommen werden, so daß die Motorenforschung wesentliche finanzielle Beihilfen erhielt. Hier ist besonders das Kalorimeter zu nennen, das in vielen Industriezweigen im In- und Auslande gebraucht wird. Aus dem Kalorimeter wiederum entstand der Gasbadeofen, dessen Fabrikationsabsatz seit der Gründung der Firma Junkers & Co. im Jahre 1895 auch die Arbeiten am Motor unterstützt hat. Abgesehen von dieser finanziellen Unterstützung wurden die Arbeiten am Motor auch durch wärmewirtschaftliche Erfahrungen aus dem Apparatebau befruchtet. So gaben z. B. die Forschungsarbeiten am Gasbadeofen und den anderen Warmwasserapparaten wertvolle Hinweise für die bereits erwähnten Bombenversuche. Die wichtigen Erfahrungen, die bei der Ermittlung des Einflusses der Geschwindigkeit auf die Wärmeübertragung bei den Warmwasserapparaten gesammelt worden waren, wurden auf diese Weise verwertet. Ebenso wurden die Versuche mit Lamellenkörpern bei Untersuchung gewisser Vorgänge im Motor nutzbar gemacht. Sie förderten die Erkenntnis der großen Wichtigkeit der Oberflächen- und Wirbelungsverhältnisse im Verbrennungsraum.

Die Wärmeübergangsversuche bilden aber nur einen Teil der angestellten Untersuchungen im Motorenbau. Sie haben dazu geführt, die Wärmeverluste in der Ölmaschine erheblich zu vermindern und den Brennstoffverbrauch zu verringern. Nicht minder wichtig als die Feststellung der Wärmeverluste war ein anderer Einfluß der hochoberhitzten Gase, nämlich die außerordentliche Beanspruchung der Zylinderwandungen, die den Verbrennungsraum bilden. Damals war diese Feststellung von außerordentlicher Wichtigkeit, denn sie zeigte den prinzipiellen Unterschied zwischen Dampfmaschine und Verbrennungsmotor vom Standpunkte der Konstruktion. Der Unterschätzung dieser Einflüsse sind viele Mißerfolge auf dem Ölmotorengelände zuzuschreiben. Durch seine Versuche und Messungen kam Junkers zu der für die Betriebssicherheit von Großmaschinen entscheidenden Feststellung, daß durch den intensiven, nach außen gerichteten Wärmetransport die Wand des Verbrennungsraumes entgegen der

landläufigen Anschauung besonders dann äußerst stark beansprucht wird, wenn die Wandstärke groß ist.

Weitere spezielle Messungen ergaben die Notwendigkeit einer reinen kalten Ladung, d. h. eines möglichst großen Luftgewichtes zur Erzielung einer vollkommenen Verbrennung.

Erst auf Grund dieser Ergebnisse konnte Junkers einen ganz neuen Weg für den Ölmotorenbau bestimmen, der dahin führt, bei der konstruktiven Ausbildung der Maschine von den Vorgängen beim Verbrennungsprozeß und den sich hieraus ergebenden Forderungen aus an die Ausgestaltung des Verbrennungsraumes zu gehen.

Diese Forschungsarbeiten führten zu dem für die Weiterentwicklung des Ölmotors richtunggebenden Leitsatz: Die grundlegenden Bedingungen bestehen in der Verwirklichung eines günstigen Verbrennungsraumes, einer guten Ausspülung und geeigneten Brennstoffzufuhr unter gleichzeitiger Erzielung größter Betriebssicherheit.

Hieraus ergaben sich folgende Forderungen an die Konstruktion: Die Endtemperatur der Kompression (auch bei niedrigen Anfangstemperaturen) soll möglichst hoch sein — auch unter anormalen, erschwerenden Umständen, z. B. bei niedriger Drehzahl und beim Anlassen der kalten Maschine. Zu diesem Zweck muß die in der Nähe des inneren Totpunktes stark gekühlte Wandungsfläche möglichst klein sein, der eingespritzte Brennstoff muß allseitig von Verbrennungsluft umgeben und der Abstand der den Verbrennungsraum in axialer Richtung abschließenden Wandungen möglichst groß sein, damit die Flamme sich frei entwickeln kann; das Auftreffen des eingespritzten Brennstoffes auf kalte Wandungen ist möglichst zu vermeiden.

Die wichtigste Forderung, nämlich die Verwirklichung eines günstigen Verbrennungsraumes, verlangte, diesen in möglichst einfacher Gestalt und mit einer im Verhältnis zu seinem Volumen möglichst kleinen Oberfläche auszubilden, wobei natürlich auch den übrigen konstruktiven Anforderungen Rechnung getragen werden mußte. Ferner war der Verbrennungsraum freizuhalten von Elementen, die den Verbrennungsprozeß stören können.

Bei dem damaligen allgemeinen Stand des Ölmotorenbaues war diese Forderung an den bestehenden Systemen nicht zu verwirklichen; der obere Zylinderabschluß mit seinen notwendigen Durchbrechungen für die Steuerungsorgane und seinen Kühlwasserräumen stand hindernd im Wege. Der Aufbau der Dieselmachine zeigte außerdem mehrere Mängel, namentlich hohe Beanspruchung des Gestelles und der Hauptlager durch die Maschinenkräfte.

Eine einfache Umänderung und Anpassung bestehender Systeme an die neu gefundenen Erkenntnisse versprach deshalb keine wärmewirtschaftlich und betriebstechnisch befriedigende Lösung. Es handelte sich also darum, eine neue Maschine auf Grund der gewonnenen Ergebnisse zu entwerfen. Es zeigte sich hierbei, daß das bereits Anfang der neunziger Jahre während der gemeinsamen Arbeiten von Junkers und Oechelhaeuser im Gasmotorenbau entwickelte Doppelkolbensystem ein wertvolles Mittel zur konstruktiven Verwirklichung

der gefundenen Erkenntnisse darstellte. Die daraufhin einsetzenden Versuche an ausgeführten Versuchsmaschinen bewiesen die Richtigkeit dieser Feststellung und schufen die Konstruktion, die zum erstenmal im Jahre 1907 in der Aachener Versuchsanstalt ausgeführt wurde und seitdem der konstruktiven Weiterentwicklung und der Fabrikation des Junkers-Motors zugrunde liegt.

Die neuen Wirkungen, die mit dem neuen Motorensystem erzielt wurden, bestanden in ihrem wesentlichen Teil in der Erhöhung des thermischen Wirkungsgrades, in der Erleichterung des Angehens, in der Ermöglichung des Betriebes bei niedrigen und hohen Drehzahlen und in erhöhter Betriebssicherheit.

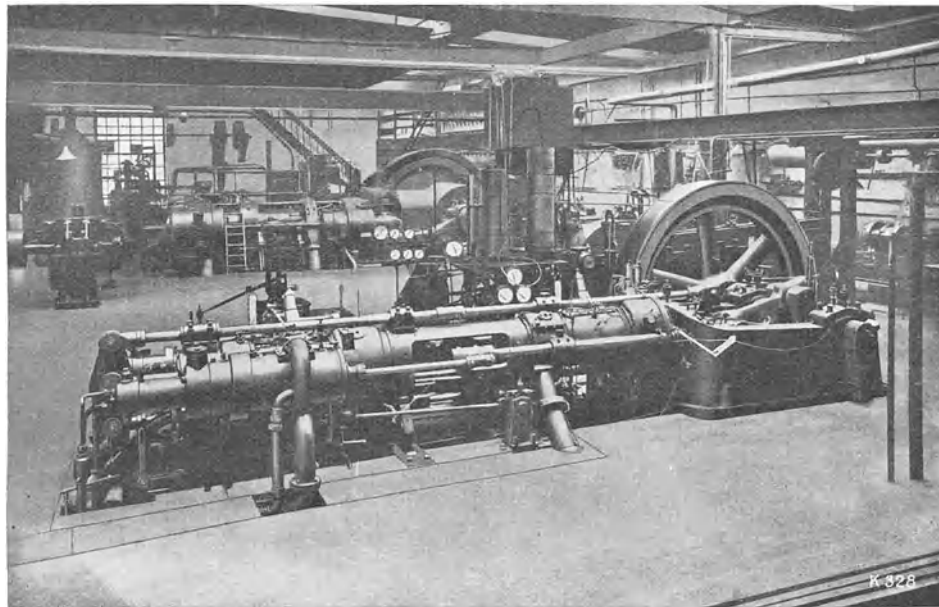


Abb. 3. Blick in die Aachener Versuchsanstalt. Versuchsausführung eines 1000 PSe Junkers-Motors 1908.

In den Abb. 4 und 4a sind Aufbau und Arbeitsweise des Junkersmotors veranschaulicht.

Die verlangte einfache, glatte Form ist neben kleinster Oberfläche des Verbrennungsraumes bei der Doppelkolben-Anordnung ohne weiteres gegeben. Störende Ein- und Ausbuchtungen fehlen. Da die Kolben den beiderseitigen Abschluß bilden und erst in ihrer äußeren Stellung Spül- und Auspuffschlitze freilegen, sind weder Zylinderdeckel vorhanden, noch die sonst zum Einlaß und Auspuff erforderlichen großen Wanddurchbrechungen des Verbrennungsraumes. Da der obere Kolben den Zylinderdeckel arbeitleistend ersetzt, sind keinerlei Flanschverschraubungen und Hochdruckdichtungen erforderlich, wodurch neben anderen betrieblichen Vorteilen der Ausbau der Kolben wesentlich erleichtert wird. Tangentialstellung der Spülschlitze bewirkt zusammen mit dem glatten, von oben nach unten gerichteten Verlauf der Strömung die beste Zündung, Spülung und Ladung. Die eingeleitete Rotation der Luft bleibt auch nach Beendigung der Kompression noch erhalten, sie fördert

die Verteilung des eingeführten Brennstoffes und damit die Zündsicherheit und die Güte der Verbrennung.

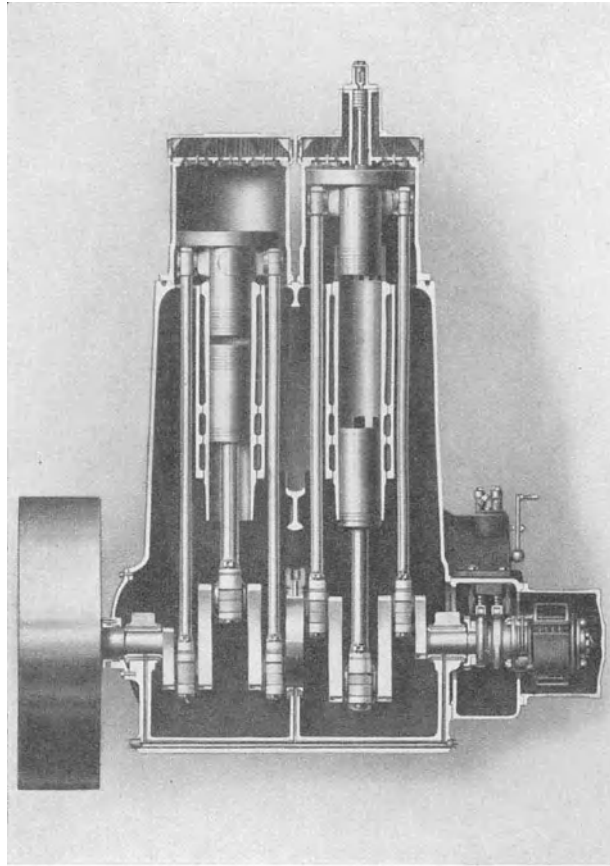


Abb. 4. Schnitt durch einen Zweizylinder-Junkers-Motor.

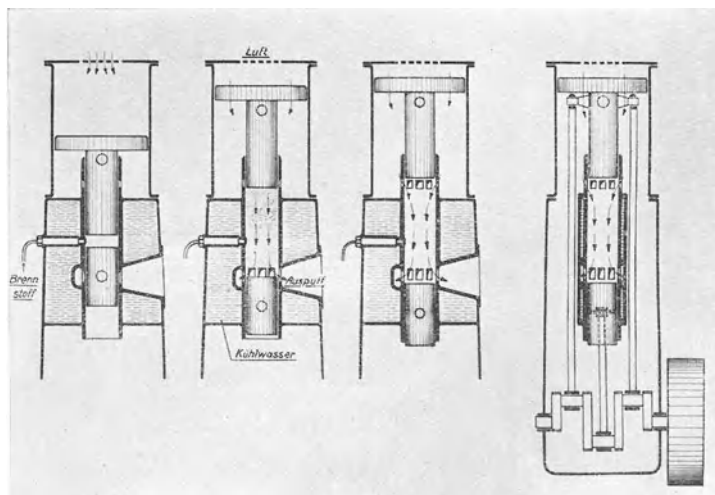


Abb. 4 a. Arbeitsweise des Junkers-Motors.

Die seitliche Einführung des Brennstoffes hält den eingespritzten Brennstoff frei von kühlen Wandungen, läßt ihn vielmehr direkt in den heißen Kern der Ver-

brennungsluft gelangen und sichert dadurch eine gute Verbrennung, sehr leichtes Anlassen und sichere Zündung auch bei kleinsten Drehzahlen.

Die Gasdruckkräfte verlaufen vollständig innerhalb des stählernen Triebwerkes. Dadurch werden Gehäuse und Rahmen fast vollständig entlastet; sie können infolgedessen entsprechend leicht ausgeführt werden, so daß das Leistungsgewicht des Junkersmotors sehr gering ausfällt. Während 1913 schon 69 kg pro PSe erzielt wurden, konnten durch weitere konstruktive Zusammenziehung der Maschine 1921 bereits 29 kg pro PSe erreicht werden. Durch Verwendung von Leichtmetall und Ausnutzung der guten Schnelläufereigenschaften des Doppelkolbensystems konnte bei dem im Jahre 1927 gebauten Fahrzeugmotor ein Leistungsgewicht von nur 6,5 kg pro PSe erreicht werden.

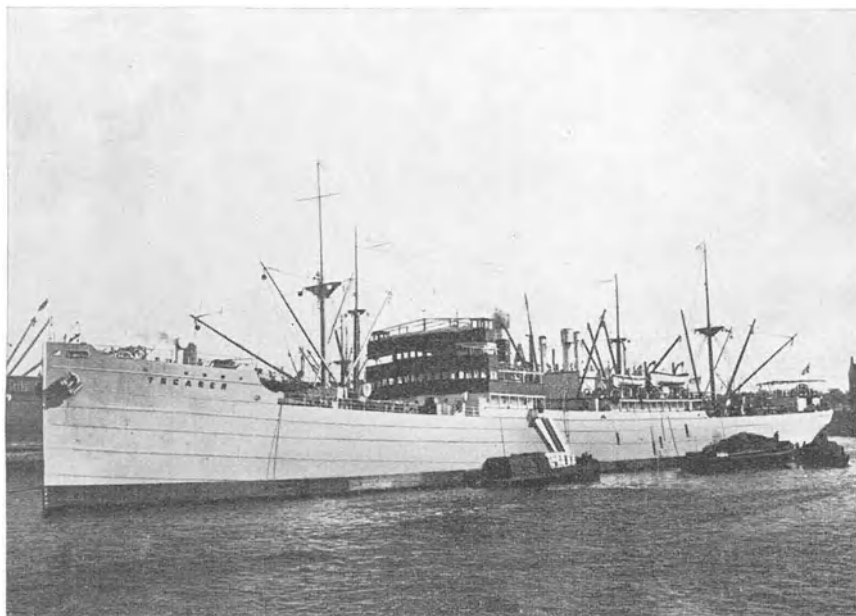


Abb. 5. Motorschiff „Yngaren“. Maschinenanlage nach dem System Junkers gebaut von der Firma Doxford in Sunderland.

Die in dem Bestreben nach Vereinfachung der gesamten Konstruktion vorgenommenen Versuche zur Vermeidung des Hochdruckluft-Kompressors hatten schon in den Jahren 1913/14 Erfolg. Nach Unterbrechung durch die Kriegszeit konnte daher sehr bald die erste betriebsreife kompressorlose Maschine gebaut werden.

Aus der systematischen Bearbeitung des Motorengbietes und den damit erzielten Erfolgen geht hervor, daß Junkers sich nicht damit begnügte, etwa nur eine neue Spezialmaschine zu schaffen, sondern daß er sich das viel weitgehendere, wirtschaftlich und technisch bedeutend wichtigere Problem stellte, die Anwendungsmöglichkeiten des Ölmotors auf den verschiedensten Gebieten zu steigern bzw. zu erschließen.

Seit dem ersten Junkers-Ölmotor aus dem Jahre 1907 werden sowohl Großleistungsmaschinen bis zu 6000 PSe wie auch kleine schnellaufende Maschinen

bis herunter zu 8 PSe teils in den Junkers-Werken selbst, teils im Lizenzbau bei anderen Firmen hergestellt. Aus den im Jahre 1913 in Magdeburg errichteten Werkstätten sind die Betriebe der Junkers-Motorenbau G. m. b. H. in Dessau hervorgegangen.

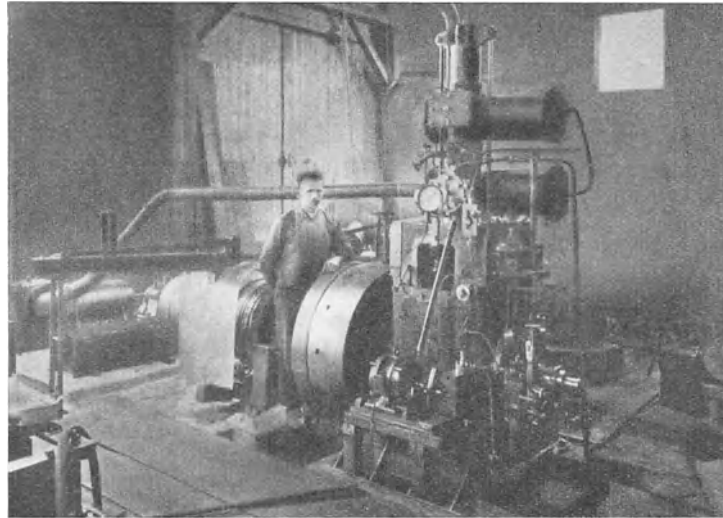


Abb. 6. Versuche mit luftloser Einspritzung.

Die langjährige vielseitige Erprobung des neuen Motorensystems in Forschung, Fabrikation und Praxis lieferte wertvolle Erfahrungen nicht nur bezüg-



Abb. 7. 8 PSe Junkers-Motor, eingebaut in einen primitiven Drehkran.

lich konstruktiver Verbesserungen, sondern insbesondere auch auf dem Gebiete der Materialbehandlung. Wichtige Beiträge zu den Arbeiten am Kleinmotor ergaben sich aus den auf anderen Arbeitsgebieten der Junkers-Werke, besonders im Flugmotorenbau, gesammelten Leichtbauerfahrungen.

In stationärer Ausführung findet der Junkersmotor Anwendung zur Licht- und Krafterzeugung in Elektrizitätswerken, in industriellen und Gewerbebetrieben auch zum Antrieb von Transmissionen und Arbeitsmaschinen. Seine große Anpassungsfähigkeit an die jeweiligen Betriebserfordernisse hat ihm in denjenigen Betrieben in erhöhtem Maße Eingang verschafft, die sich bei der Beschaffung einer Kraftquelle nach ihrer Ausnutzungsmöglichkeit für verschiedene Betriebszwecke richten müssen. Zum Antrieb von Pumpen, Kompressoren und Gebläsen dient der Junkersmotor in Bohrbetrieben und in Wasserwerken und Pumpstationen, wo er für die Wasserversorgung von industriellen, landwirtschaftlichen und Baubetrieben für Bewässerungs- und Entwässerungszwecke verwendet wird. Weiterhin werden Junkersmotoren in der Schifffahrt

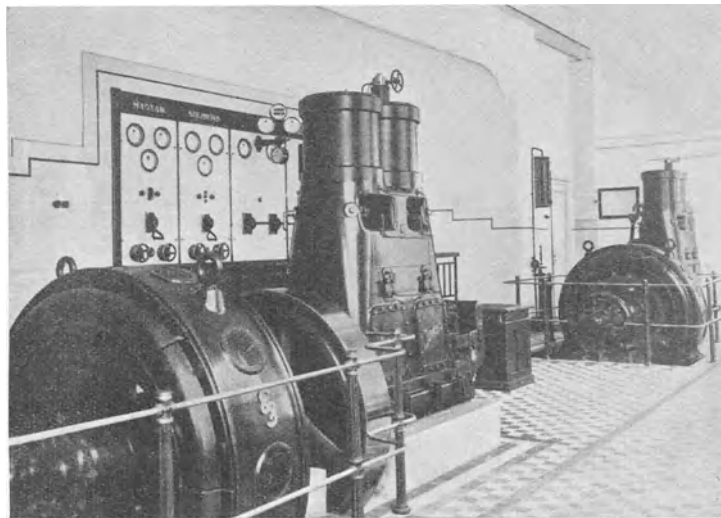


Abb. 8. 120 PSe Junkers-Motoren als Antriebsmaschinen für Lichterzeugung in einem Elektrizitätswerk.

als Haupt- und Hilfsmaschinen, ferner auf Baggern, in Kran- und Förderanlagen verwendet. Im April 1927 wurde der erste Lastkraftwagen mit einem Junkers-Ölmotor in Betrieb genommen.

Eine Sonderaufgabe für den Motorenbau ergab sich mit der fortschreitenden Entwicklung eines anderen Arbeitsgebietes von Junkers, des Flugzeugbaus. Auf die konstruktiven Grundformen der während der Kriegszeit entwickelten Flugmotoren gehen auch die nach dem Kriege in den Junkers-Werken gebauten Flugmotoren zurück.

Die Verkehrsluftfahrt stellt aber andere Anforderungen an den Motorenbau als das Flugzeug für den Kriegsdienst. Bei letzterem müssen die speziellen Anforderungen des Frontdienstes hinsichtlich Höchstgeschwindigkeit, Steigfähigkeit usw. den Ausschlag geben. Der Motor hatte notwendig eine Lebensdauer von nur wenigen Betriebsstunden, auch auf Herstellungskosten und Brennstoffverbrauch konnte und sollte keine Rücksicht genommen werden. Die Brauchbarkeit des Verkehrsflugzeuges richtet sich nach der Wirtschaftlichkeit, die zum großen Teil gerade eine Frage der Motorenentwicklung ist, denn der Motor hat den

größten Anteil an den Betriebskosten und der Betriebssicherheit des Flugzeuges. So wie der Flugmotor bei Beendigung des Krieges vorlag, war er deshalb für die Bedürfnisse der Verkehrsluftfahrt nicht ohne weiteres zu gebrauchen.

Die Weiterentwicklung des Kriegsmotors, seine Anpassung an die Verkehrsforderungen, verlangte eine dauernde Steigerung der Lebensfähigkeit und der Betriebssicherheit, wesentliche Verringerung der Herstellungs- und Betriebskosten. Heute ist man der Erfüllung dieser Anforderungen um einen erheblichen Schritt näher gekommen. Wie die letzten großen Dauerflüge ergeben haben, kann dem Junkers-Flugmotor bereits eine Dauerbeanspruchung von 350 bis 400 Stunden ohne Überholung zugemutet werden.

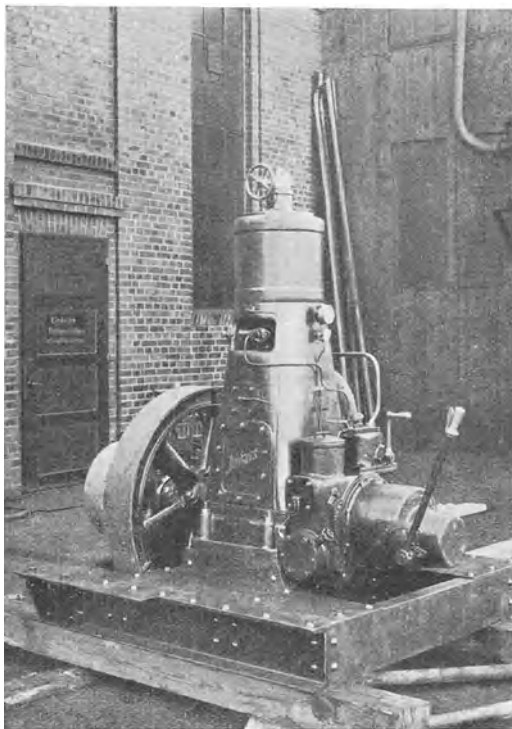


Abb. 9. 25 PSe Motor für Bohrantrieb, auf Eisenrahmen montiert.

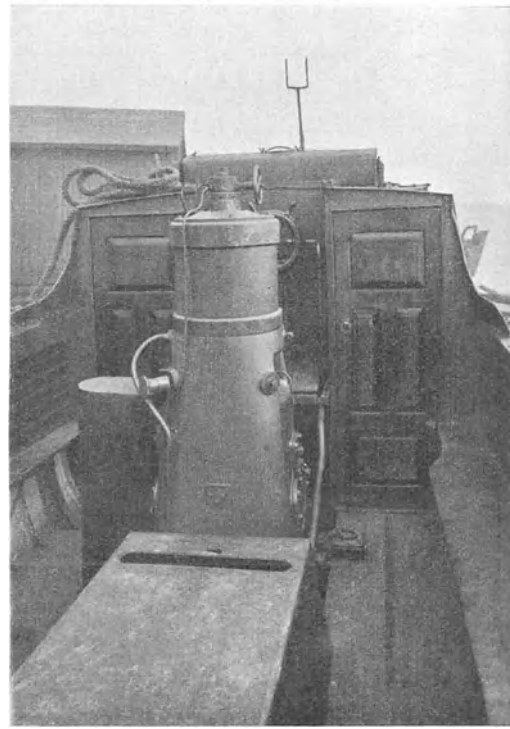


Abb. 10. Junkers-Motor als Antriebsmaschine auf einem Elbeschlepper; Aufstellung ungeschützt auf Deck.

Eine derartige Leistungssteigerung war naturgemäß nur möglich auf dem Wege über eine dauernde Verbesserung der Baustoffe und strenge Überwachung der Werkstattarbeit. Zugunsten erhöhter Zuverlässigkeit im Dauerbetrieb, die kaum auf einem anderen Gebiete von so ausschlaggebender wirtschaftlicher Bedeutung ist wie in der Luftfahrt, hat man beim Junkers-Flugmotor auch das etwas höhere Leistungsgewicht gegenüber den Kriegs- und neueren Hochleistungsmotoren in Kauf genommen. Die Leistungsfähigkeit des auf dem Ostasienfluge im Jahre 1926 verwendeten Junkers-L 2-Motors kommt durch die nur 13% unter der Spitzenleistung liegende Dauerleistung zum Ausdruck. Außer dem L 2-Motor, der 230/260 PSe leistet, findet im In- und Auslande ein anderer Motorentyp, der 280/310 PSe leistet und dessen Brennstoffverbrauch bemerkenswert gering ist,

im Dienste der Verkehrsluftfahrt Verwendung. Anfang 1927 hat ein Motor mit etwa der doppelten Leistung, der Typ L 55, seine ersten erfolgreichen Proben abgelegt.

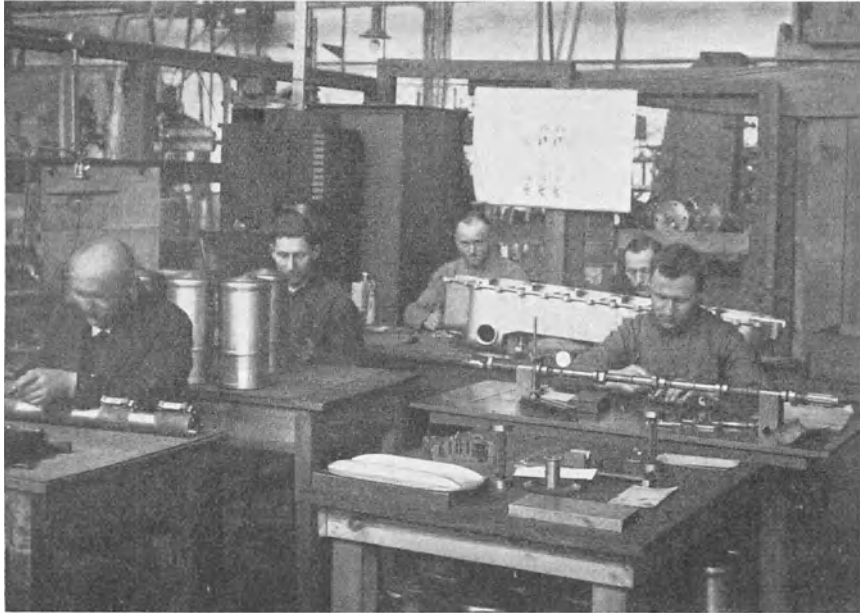


Abb. 11. Kontrollstelle zur Überwachung der Einzelteile für Schweröl- und Leichtmotoren.

Die Arbeiten am Flugmotor wurden stark gefördert durch die Betriebserfahrungen, die die im praktischen Dienst stehenden Flugzeuge und Motoren

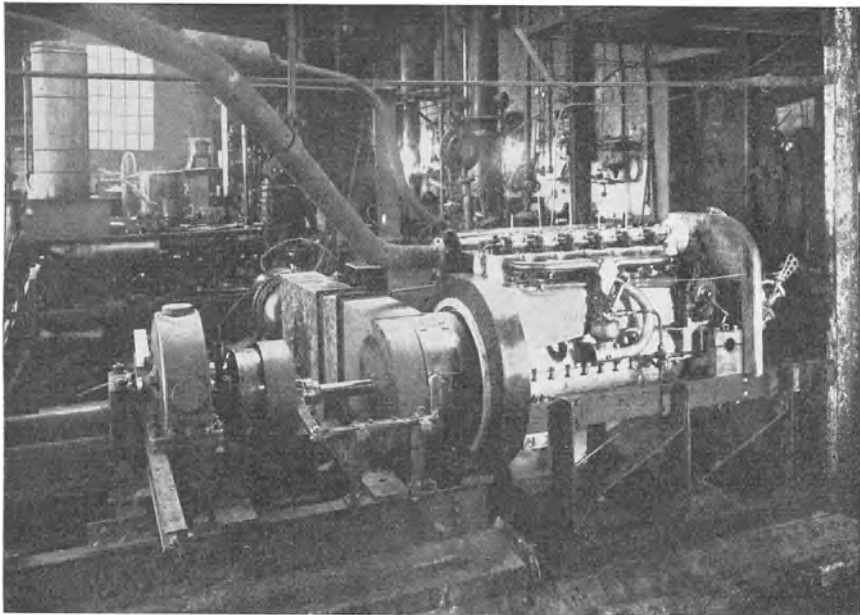


Abb. 12. Aus der Entwicklungszeit des Leichtmotors. Flugmotoren-Versuchsstand.

zurückbrachten. Die in den Junkers-Werken von Anfang an gepflegte enge Zusammenarbeit zwischen dem Flugzeugbau und dem Verkehr geben auch

weiterhin die Möglichkeit, den Flugmotor von der Forschungsanstalt über die Fabrikation bis in den praktischen Verkehrsbetrieb zu verfolgen. Dadurch sind die Mittel gegeben, die Erfordernisse, die die Verkehrsluftfahrt an den Motorenbau stellt, allseitig und bis ins einzelne zu erforschen und bei der konstruktiven Weiterentwicklung und in der Werkstattarbeit zu berücksichtigen.

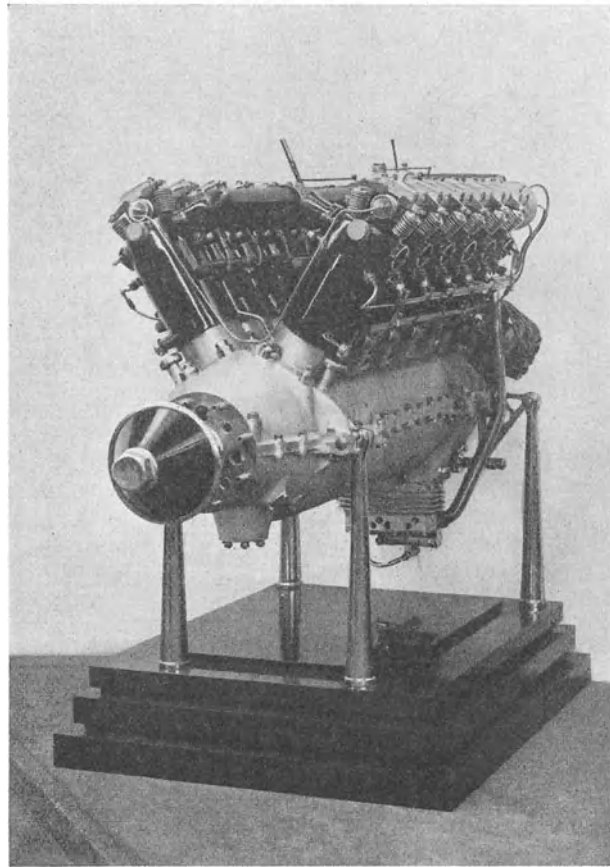


Abb. 13. Zwölfzylinder-Reihenstandmotor Junkers L 55.

II. Junkers - Warmwasserapparate.

Bereits kurz nach Einführung des Leuchtgases setzten die ersten Versuche ein, das Gas auch der Wärmezeugung nutzbar zu machen. Die ersten Gasapparate für Warmwasserbereitung und Raumheizung entstanden in den fünfziger Jahren.

Die Konstruktion der ersten Gasbadeöfen lehnte sich naturgemäß an die Kohlenbadeöfen an, indem die Kohlenfeuerung einfach durch einen Gasbrenner ersetzt wurde, wobei aber die Vorzüge der Gasfeuerung mit ihrer gleichmäßigen Wärmeentwicklung noch nicht zur Geltung kamen. Die fortschreitende Kenntnis der Eigenschaften des Gases führte mit der Zeit zu neuen Formen. Einen Fortschritt brachten die Gasbadeöfen „offenen“ Systems, bei denen das Wasser nicht in einem Vorratsbehälter, sondern in der Weise erhitzt wurde, daß es

während des Ausströmens aus der Leitung mit den strömenden heißen Verbrennungsgasen in direkte Berührung gebracht, also während des Fließens erwärmt wurde. Die neuen Badeöfen hatten den Vorteil steter Betriebsbereitschaft und sofortiger Warmwasserlieferung unmittelbar nach Inbetriebsetzung. Ein Nachteil in heizungstechnischer Hinsicht war aber der, daß das Wasser durch die Berührung mit den Verbrennungsgasen verunreinigt wurde. Die Badeöfen offenen Systems wurden bis in die achtziger Jahre fast ausschließlich angewendet. Um diese Zeit entstanden die ersten Gasbadeöfen nach dem „geschlossenen“ System. Bei ihnen durchströmte das Wasser geschlossene Kanäle,



Abb. 14. Junkers & Co., Dessau, Fabrik für Warmwasser-Apparate.

ohne mit den Heizgasen in Berührung zu kommen. Wasser und Heizgas sind räumlich getrennt. Der Wärmeübergang von den Gasen an das Wasser erfolgt durch Vermittlung einer Wand, der Heizfläche. Diese Konstruktion ist der erste Vorläufer des modernen Gasbadeofens.

Die wärmewirtschaftlichen Untersuchungen im Motorenbau und die neu entwickelten gastechnischen Meßinstrumente gaben Junkers Veranlassung, die gewonnenen Erfahrungen auch auf anderen Gebieten des damals stark in der Entwicklung begriffenen Gas- und Wasserfachs anzuwenden. Das beim Junkers-Kalorimeter entwickelte Prinzip der einfachen Wasser- und Heizgasführung zeigte, daß zwei Vorgänge für die Konstruktion und den Nutzeffekt von Warmwasserapparaten von ausschlaggebender Wichtigkeit sind: die Wärmeentwicklung und die Wärmeübertragung auf das Wasser.

Um eine günstige Wärmeentwicklung zu erzielen, muß der Verbrennungsvorgang möglichst vollkommen, d. h. es muß ausreichend Sauerstoff bzw. Luftzufuhr vorhanden sein, die Flammen müssen sich unbehindert entwickeln können. Die bei der Verbrennung entwickelte Wärme muß zu einem möglichst großen Teil nutzbar gemacht werden, d. h. die Konstruktion ist so zu gestalten, daß ein möglichst großer Teil der entwickelten Wärme durch die Heizfläche an das zu erwärmende Wasser übertragen wird. Um die Wärme restlos nutzbar zu machen, wären aber derartig große Heizflächen erforderlich, daß eine solche Konstruktion praktisch nicht durchzuführen ist. Der Nutzeffekt erreicht aber trotzdem 90% der entwickelten Wärme.

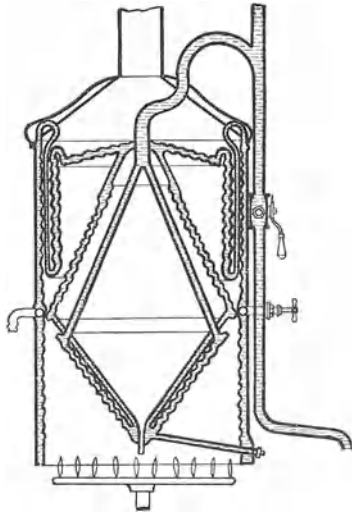


Abb. 15. Älterer Badeofen geschlossenen Systems.

Das Kalorimeter zeigte in seiner konstruktiven Anordnung wesentliche Merkmale, die seine Verwendung als Warmwasserbereiter möglich erscheinen ließen. Es war als Versuchsinstrument für Heizwertbestimmungen an Gasmotoren in der Versuchsanstalt von Oechelhaeuser und Junkers in Dessau von Junkers gebaut worden. Seitdem bildet es einen selbständigen Fabrikationszweig und dient zur Untersuchung von Heizapparaten, Generatoren und zur fortlaufenden

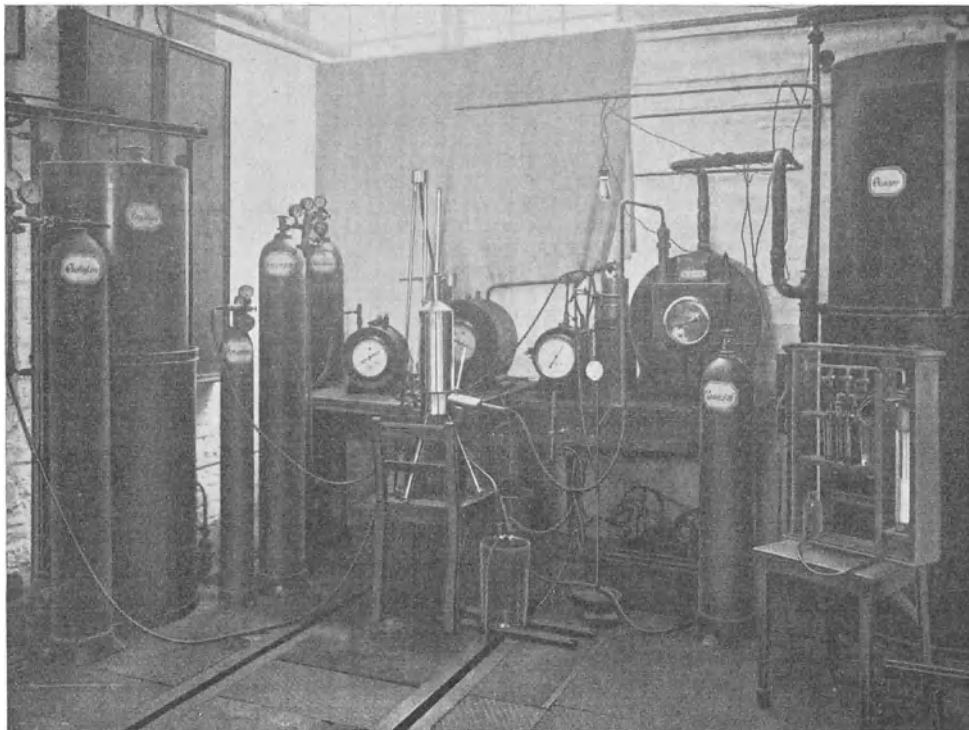


Abb. 16. Physikalische Untersuchungen in der Aachener Motorenversuchsanstalt. Heizwertbestimmungen mit dem Junkers-Kalorimeter.

Kontrolle bei der Leuchtgas- und Generatorgaserzeugung, in Kokereien, Hochofenanlagen und sonstigen Betrieben, in denen brennbare Gase auftreten, zur Überwachung der betreffenden Prozesse. Gegenüber anderen Vorrichtungen zur Heizwertbestimmung lag ein besonderer Vorzug des Junkers-Kalorimeters darin, daß der Heizwert nicht durch Stichproben, sondern fortlaufend bestimmt wird, so daß alle Schwankungen und Veränderungen während des Vorganges mit größter Genauigkeit zur Kenntnis kommen.

Die Aufgabe, Wärmeentwicklung und Wärmeübergang günstig zu gestalten, stellte zu Anfang schwierige konstruktive und werkstattechnische Probleme.

Der damalige Stand der Technik des Badeofens war

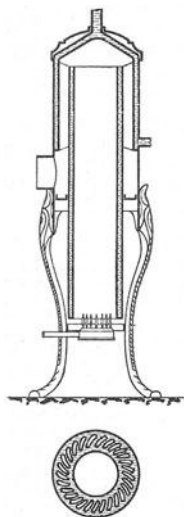


Abb. 17. Erster Junkers-Gasbadeofen.
Einfache Wasser- und Heizgasführung.

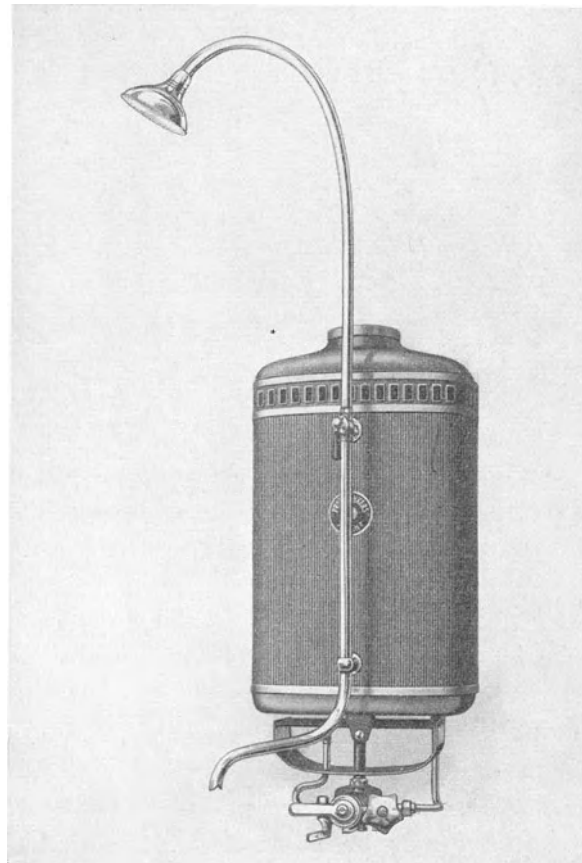


Abb. 18. Moderner Junkers-Gasbadeofen.

der, daß zur Erzeugung der Wärme durchweg Bunsenbrenner Verwendung fanden und bei der konstruktiven Formgebung der Heizflächen von der Anschauung ausgegangen wurde, daß zur guten Wärmeübertragung zwischen Gas und Wasser lange Wege nötig seien. Die Badeöfen der damaligen Zeit zeigen dementsprechend umständliche, verschlungene Wasser- und Gaswege. Im Gegensatz hierzu hatte Junkers aus dem Kalorimeterbau die Erfahrung gewonnen, daß für eine gute Verbrennung eine freie Entflammung erforderlich ist und der Wärmeaustausch zwischen Gas und Wasser am besten durch einfache Wasser- und Heizgasführung vermittelt wird.

Dem einfachen Aufbau des Kalorimeters entsprechend zeigte dann auch der erste auf den neuen wärmewirtschaftlichen Erkenntnissen beruhende Junkers-Gasbadeofen in seinem ganzen Aufbau große Einfachheit bei gutem

wärmewirtschaftlichen Nutzeffekt. Er ist eigentlich nur ein Kalorimeter in etwas veränderter Form.

Dieses günstige Ergebnis gab Anlaß, die neu begonnene Aufgabe weiter zu verfolgen und die für eine weitere Verbesserung der Verbrennung und der Wärmeübertragung erforderlichen Bauelemente zu schaffen.

Im Laufe der Entwicklung ist daraus der heutige Junkers-Gasbadeofen entstanden. Der Fortschritt der Junkers-Konstruktion ist darin zu sehen, daß durch das Bestreben nach erhöhter Wirksamkeit bei äußerster Einfachheit der Materialaufwand und die Herstellungskosten bedeutend verringert wurden.

Es ist bezeichnend, daß Junkers trotz seiner großen praktischen Erfahrungen auf wärmetechnischem Gebiete viele Jahre gebraucht hat, um die Konstruktionselemente durchzubilden. Es waren nicht nur Probleme konstruktiver Art, sondern besonders auch die Frage der geeigneten Werkstattmethoden, die die Auswertung der auf dem Versuchswege gewonnenen wärmewirtschaftlichen und konstruktiven Unterlagen zunächst erschwerten. Sollte der Gasbadeofen sich seiner volkswirtschaftlichen Bedeutung entsprechend allgemein einführen, so mußten besonders auf fabrikatorischem Gebiete neue Wege gefunden werden, die es ermöglichten, die Blechbearbeitung aus dem Stadium der handwerklichen Klempnerei in die maschinelle Herstellungsweise überzuführen. Die Blechbearbeitungsmethoden mußten eine grundsätzliche Umstellung erfahren. Denn nur auf dem Wege der planmäßigen Massenfabrikation war es möglich, bei gleichzeitiger Erhaltung und Verbesserung der Qualität die Herstellungskosten des Apparates auf ein Mindestmaß herabzusetzen und ihn damit zu einem wirklichen Kulturgut auf breitester Grundlage zu machen.

Welche Wege Junkers beschritt, um die konstruktiven und fabrikatorischen Anfangsschwierigkeiten beherrschen zu lernen und zu überwinden, soll in folgendem an einigen Beispielen gezeigt werden.

Nach dem ersten Modell aus dem Jahre 1895, dem Gründungsjahr des Werkes Junkers & Co., wurde zunächst ein zweiter Gasbadeofen, der sog. Evolventenofen, entwickelt, der einige neue konstruktive Merkmale aufwies, die auf inzwischen erprobten wärmetechnischen Gedanken beruhten. Dieser Ofen zeigte zum erstenmal die praktische Verwirklichung des Prinzips, den Gasstrom in dünne Einzelschichten aufzuteilen. Der Zweck dieses Vorgehens war, die Wärmeausnützung weiter zu verbessern. Die dünn-schichtige Aufteilung wurde durch Heizrohre von langgestrecktem, schmalem, evolventenförmigem Querschnitt bewirkt.

Eine weitere entscheidende Verbesserung zeigten die nächsten Konstruktionen, bei denen die Aufteilung durch dünn-schichtige Lamellenkanäle hervorgerufen wurde und die gleichzeitig eine außerordentliche Vereinfachung im Aufbau und in der Herstellung des Apparates zur Folge hatten. Dieser Erfindung lag der bekannte Erfahrungssatz zugrunde, daß der Wärmeübergang von gasförmigen Körpern an Metall viel schlechter ist als derjenige von Metall an Flüssigkeiten, und daß ferner die gasförmigen Stoffe ihre Wärme um so besser abgeben, je dünner die Heizgasschichten sind.

Die von den aufsteigenden Gasen bespülte Heizfläche wurde bei dem neuen Apparat erstmalig von in der Strömungsrichtung liegenden Blechlamellen gebildet, welche den ganzen Querschnitt des Heizgasstromes in dünn-schichtige Kanäle teilen, die Wärme mit beiden Flächen aus den Heizgasen aufnehmen und beiderseitig an die Wandungen, mit welchen sie wärmeleitend verbunden sind, weiterleiten. Hierdurch wurde eine möglichst große Heizfläche, dann aber auch eine möglichst vollständige Wärmeabgabe seitens der Heizgase an die Heizfläche erzielt.

Die früheren Konstruktionen hatten eine sehr große Anzahl von wasserberührten Lötstellen. Die Ausführung war daher kompliziert und wenig stabil. Das war bei dem neugeschaffenen Lamellensystem nicht der Fall. Einen weiteren Vorteil brachte die Anwendung des Lamellensystems dadurch, daß die Ausscheidung von Kondenswasser vermieden wurde. Der in den Abgasen stets enthaltene Wasserdampf verursachte bei den alten Ausführungen Niederschläge von Kondenswasser, die ätzend wirkten und die Haltbarkeit und Lebensdauer des Materials beeinträchtigten.

Es bedurfte aber erst eingehender und sehr umfangreicher Versuche, um festzustellen, in welcher Form die Lamellen zur Konstruktion eines Badeofens benutzbar waren. Es mußten die Wärmeleitfähigkeit dünner Bleche, die zulässige Länge, Breite, Höhe der Lamellen, der gegenseitige Abstand, sowie der erforderliche Querschnitt für die Gase festgestellt werden.

Auch hierbei zeigte sich die Wichtigkeit des wirtschaftlichen Leitgedankens, der solche Versuche beherrschen muß. Obwohl vor der Schaffung des Lamellenbadeofens bereits andere Wärmeaustauschapparate mit Lamellenanordnung von Junkers gebaut worden waren, ergaben die auf die allgemeine Steigerung des Wirkungsgrades des Gasbadeofens gerichteten Versuche, daß u. a. erst der doppel-seitige Anschluß der Lamellen beim Badeofen die wärmewirtschaftlichen Vorteile verwirklicht, die dem Lamellensystem an sich anhaften, während es bei den vorher gebauten Apparaten vollkommen gleichgültig war, wie die Verbindung der Lamellen mit den Wänden erfolgt, ob einseitig oder beiderseitig.

Erst das Lamellensystem ermöglichte ferner den Übergang von der rein handwerklichen Herstellung in die planmäßige maschinelle Serienfabrikation. Die Verwendung von Lamellen erforderte ja an sich schon maschinelle Herstellungsmethoden, da eine Fertigung solcher einfachen Massenelemente von Hand aus wirtschaftlichen Gründen undenkbar wäre.

Aber erst nach einer größeren Anzahl von Versuchen, die mit zum Teil ganz primitiven Mitteln im wesentlichen von dem damaligen, auch später dem Junkers-Betrieb treu gebliebenen Obermeister Knick durchgeführt wurden, konnten Bearbeitungsmaschinen entwickelt werden, die dem Grundsatz der Einfachheit entsprachen und dabei präzise Arbeit leisteten.

Eine weitere erhebliche Verbesserung erfuhr das Lamellensystem durch die später eingeführte Unterteilung des Lamellenheizkörpers. Durch die Unterteilung ist erreicht worden, daß die Wärmeabgabe der Heizgase in den einzelnen Zonen gleich ist und damit die Überlastung des Heizkörperunterteils vermieden wird. Aber nicht nur die Lebensdauer der Apparate wurde auf diese Weise weiter

erhöht, sondern auch der Wärmeübergang gestaltete sich durch die Unterbrechungen intensiver, so daß also pro Flächeneinheit eine größere Leistung in der Wärmeabgabe erzielt wurde.

Wenn das Lamellensystem an dieser Stelle ausführlicher behandelt worden ist, als es zu verdienen scheint, so ist auf seine Bedeutung als Kernpunkt einer umfangreichen Forschung und Fabrikation hinzuweisen, die sich bei den Junkers-Werken um die schwierigen und umfangreichen Lamellenversuche gruppiert.

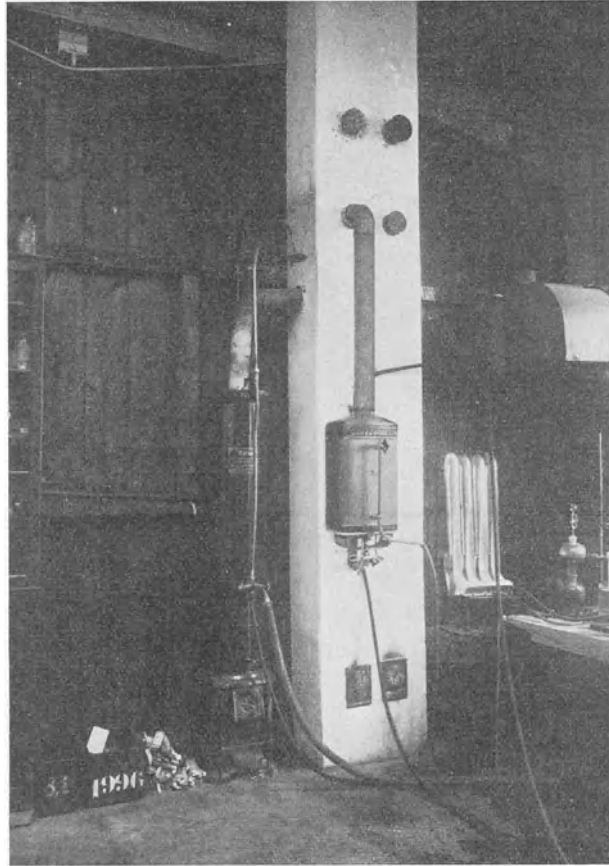


Abb. 19. Abgasversuche an Kohlen- und Hängeöfen.

Nicht nur die Gas- und Wasserwirtschaft wurde durch dieses so einfach scheinende und in seinen wärmewirtschaftlichen und betrieblichen Ausführungen so komplizierte Konstruktionselement richtunggebend beeinflusst, sondern auch für den Heizungs- und Lüftungsbau zeigten sich neue Wege, die die Wirtschaftlichkeit der Apparate befruchteten.

Die Untersuchung von Strömungs- und Wirbelungsvorgängen im Gasbadeofen gaben auch der Motorenforschung wichtige Hinweise. Sie trugen dazu bei, den wärmetechnischen Verhältnissen des Verbrennungsraumes auf den Grund zu gehen, indem sie beim Studium der Oberflächen- und Wirbelungsverhältnisse im Verbrennungsraum des Motors wertvolle Dienste leisteten. Während bei den Versuchen am Gasbadeofen die Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit und

eine intensive Wirbelbildung sich als wertvolles Mittel erwies, um den Wärmeübergang zu verbessern, und dementsprechend geeignete konstruktive Maßnahmen getroffen wurden, förderten diese Versuche bei den Forschungsarbeiten im Motorenbau, die zum Teil mit denselben Apparaten vorgenommen werden konnten, die für die Betriebssicherheit insbesondere von Großölmaschinen ausschlaggebende Erkenntnis des Einflusses, den der hohe Druck und die Wirbelung der Verbrennungsgase auf die Wandung des Verbrennungsraumes ausüben. Auch die verbrennungstechnischen Studien bei der Ermittlung des Wirbelungseinflusses auf den Verbrennungsvorgang im Motor wurden durch die Forschungsergebnisse aus dem Badeofenbau gefördert.

Außer dem Lamellensystem sind auch andere wichtige Erkenntnisse, die heute Allgemeingut des Apparatebaus sind, von Junkers zum erstenmal festgestellt und praktisch durchgeführt worden. Junkers hat den Gedanken, den Badeofen

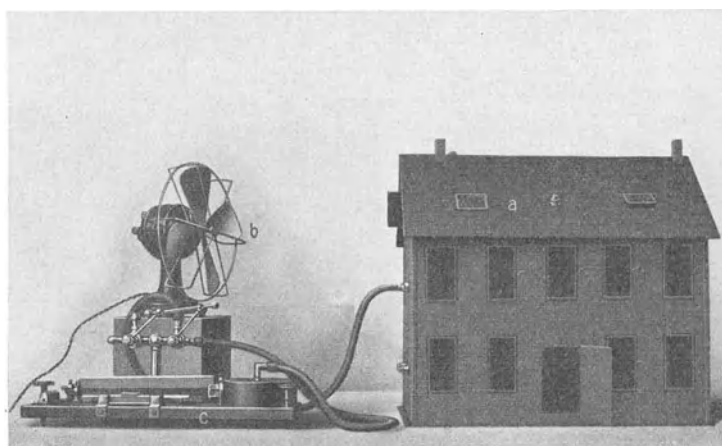


Abb. 20. Modellhäuschen zur Ermittlung der Wirkung des Windes auf die Abführung der Abgase.

an die Wand zu hängen, zum erstenmal verwirklicht. Es sprachen dafür der Raumangel in den Badezimmern und die Tatsache, daß man den stehenden Ofen an ein sehr starkes Gasrohr anschließen muß. Bei dem Verkauf der ersten Hängeöfen hatte Junkers allerdings mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen, da die von ihm eingeführte Ausbildung des Gasrohres als Tragorgan allgemein als unvorsichtig galt.

Auch die Erkenntnis, daß beim Gasbadeofen der Schornstein ganz andere Aufgaben hat als beim Kohlenofen, geht auf Forschungsarbeiten in den Junkerswerkstätten zurück. Auf dem Wege über eingehende und vielseitige Modellversuche wurden von Junkers diejenigen Einflüsse festgestellt, die für die Zugerzeugung maßgebend sind. Der Einfluß der Zusammensetzung und der Temperatur der Abgase auf ihre Abführung, die Mittel zur Beseitigung des Einflusses des Schornsteinzuges mußten untersucht werden. Um die Wirkung des Windes auf die Abführung der Abgase zu veranschaulichen und den praktischen Verhältnissen möglichst nahezukommen, wurde das in Abb. 20 dargestellte Modellhäuschen angefertigt, in dem die verschiedensten Erscheinungen geprüft wurden, z. B. die

Wirkung des Windes bei offenstehendem Fenster, die Wirkung der Schornsteinmündung, die Abgasführung ins Freie durch die vom Wind bestrichenen Wände.

Die Erkenntnis, daß sich die Zugerzeugung bei Anwendung von Gas ohne Zuhilfenahme des Schornsteins durch den Ofen selbst erzielen läßt, liegt der Schaffung der auftrieberzeugenden, rohrgekühlten Verbrennungskammer zugrunde. Sie umgibt den Flammenraum und hat die Aufgabe, den für die Inganghaltung notwendigen Auftrieb der Gase zu bewirken. Die Kühlung der Verbrennungskammer erfolgte bei den vorher gebauten Apparaten vielfach in der

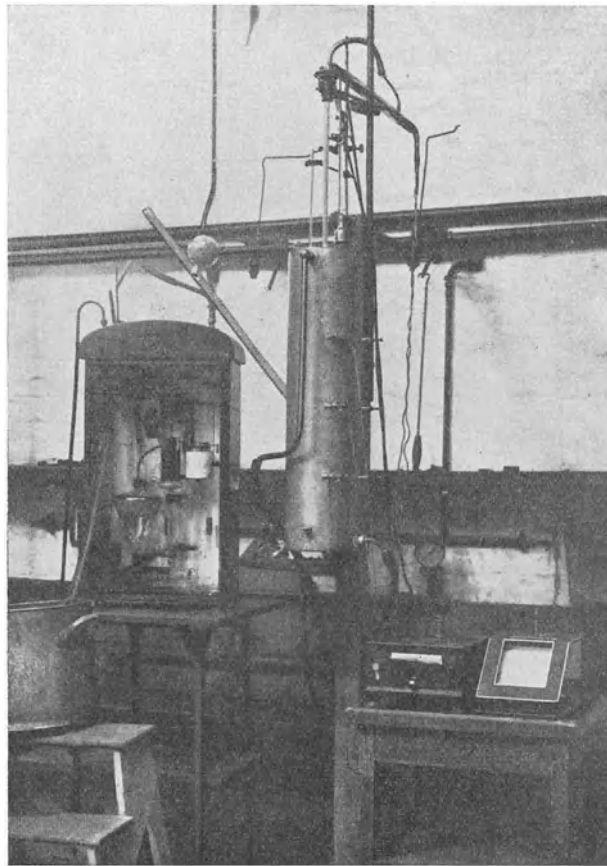


Abb. 21. Aus der Entwicklung der Verbrennungskammer. Versuchsanordnung.

Weise, daß man einen Doppelmantel verwendete und das zu erhitzende Wasser zwischen, beide Mäntel hindurchführte. Diese Art der Kühlung bedingt eine wesentliche Gewichtsvermehrung und Verteuerung — insbesondere bei den Hochdruckapparaten, bei denen die Wand an sich schon stärker sein muß — ein Übelstand, der bei der von Junkers gewählten Form der Kühlung, Verwendung eines einwandigen, mit Kühlzonen versehenen Mantels, vermieden wird.

Im Laufe der Entwicklung vollzog sich auch der Übergang von der runden Form zum Viereckofen. Beim Rundofen hatte es sich gezeigt, daß er reichlich sperrig war. Es entstand deshalb die Aufgabe, eine möglichst flache Form zu finden. Natürlich hat auch die Konstruktion des Viereckofens mehrere Stadien durchgemacht.

Die im Jahre 1901 erfolgte Einführung des Lamellensystems, seine weitere Entwicklung und die Entstehung der auftrieberzeugenden Verbrennungskammer sind die wichtigsten Abschnitte in der Entwicklung des Junkers-Gasbadeofens. Sie gaben die Grundlagen für den einfachen Aufbau, die gute Wärmewirtschaft, die Betriebssicherheit und einfache Herstellung und Handhabung der Junkers-Warmwasserapparate.

Mit der Vervollkommnung der Konstruktion mußte naturgemäß auch die Entwicklung der Armaturen Schritt halten. Die Entwicklung von den primitiven Einrichtungen bis zur modernen Sicherheitsarmatur mit ihrem geschlossenen gedrängten Bau erstreckte sich nicht allein auf die Konstruktion, sondern griff auch auf das Gebiet der Fabrikation über. Ein besonderes Gebiet bildete die Wassermangelsicherung. Erfahrungsgemäß sind die Warmwasserapparate der Gefahr der Überhitzung und des Durchbrennens ausgesetzt, wenn der Wasserzufluß während des Betriebes aufhört. Um die daraus entstehenden Schäden zu verhüten, wurde eine besondere, selbsttätige Sicherheitsvorrichtung entwickelt, die auch bei geöffnetem Gashahn die Gaszufuhr zum Brenner abschließt, sobald der Wasserzufluß zu gering wird oder aufhört.

Je nach den speziellen Gebrauchsanforderungen, die gestellt werden, ist die Grundform der Junkers-Warmwasserapparate als Durchstrom- oder Vorratsapparat ausgebildet. Wärmeentwicklung und Wärmeübergang sind bei beiden gleichartig.

Zu den Stromapparaten zählt vor allem der normale Badeofen, der heute in den Werken von Junkers & Co. in mehreren Typen fabriziert wird. Auch in kleinen Leistungen für Küchenzwecke, ärztliche Zwecke, Friseure usw. sind besondere Wasserstromapparate ausgebildet worden. Diese Apparate, die der Einzelversorgung dienen, haben ihr größtes Anwendungsgebiet naturgemäß im Wohnhaus, da im Haushalt warmes Wasser für die verschiedensten Zwecke gebraucht wird und hier die große Annehmlichkeit des Gases als Wärmequelle besonders zur Geltung kommt. Denn Sauberkeit, Arbeitersparnis, Bequemlichkeit und Einfachheit aller technischen Einrichtungen sind erste Bedingung, wenn die Technik in den Haushalt eindringen soll.

Für zentrale Warmwasserversorgung mit mehreren Zapfstellen sind die unter dem Namen „Strom-“ oder „Druckautomaten“ bekannten Wasserstromapparate ausgebildet worden. Sie werden in Leistungen von 300—700 WE pro Minute gebaut. Die Wirkungsweise und die Leistung dieser Apparate entsprechen im allgemeinen denen der einfachen Badeöfen. Eine besondere Schwierigkeit bei der Entwicklung bestand darin, den Wasserraum dieser Apparate drucksicher auszubilden, da sie unter vollem Wasserleitungsdruck stehen, der bis zu 10, im Durchschnitt etwa 4—5 at beträgt. Die Apparate unterscheiden sich also von den anderen dadurch, daß der Heizkörper von druckfesten Wasserräumen umgeben ist.

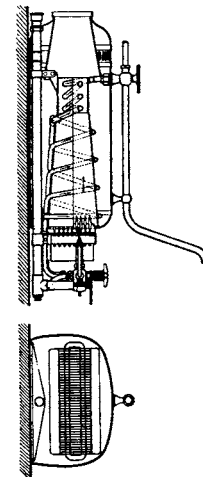


Abb. 22. Konstruktion der Junkers-Warmwasserapparate.

In dieser Beziehung machte die viereckige Bauart zunächst Schwierigkeiten. Junkers begann deshalb mit der runden Form, weil hier die meisten Erfahrungen vorlagen. Als Vorläufer des Druckautomaten ist deshalb der kleine Vorratsautomat anzusehen, der in Abb. 24 dargestellt ist. An ihm erkannte man zunächst die Schwierigkeiten der Druckfestmachung. Die Erfahrungen mit diesem Apparat führten ohne besonderen großen neuen Versuchsaufwand unmittelbar zur Schaffung der endgültigen Form des Druckautomaten. Auch hier

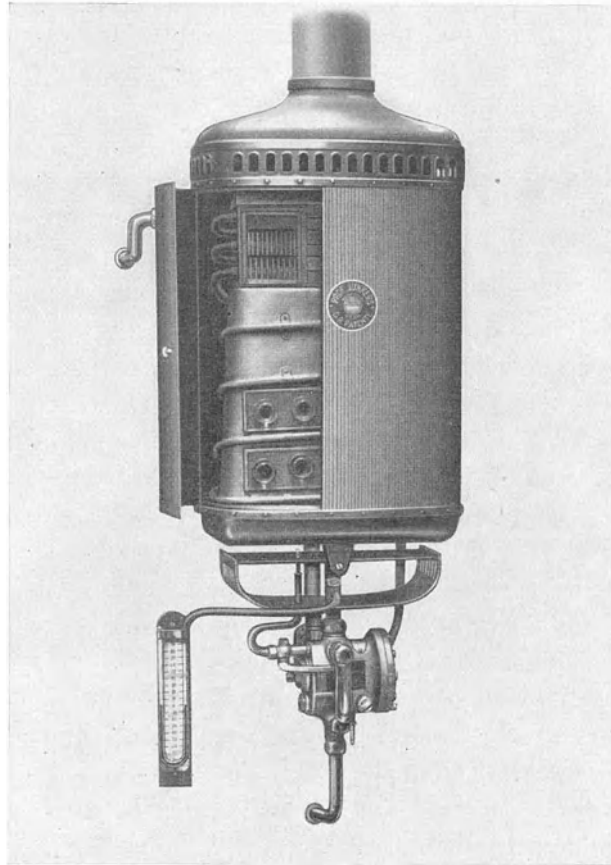


Abb. 23. Schnittmodell eines Heißwasser-Stromautomaten.

zeigte sich wieder die Nützlichkeit des Prinzips, die dem Konstrukteur vorschwebenden Formen über eine Reihe wirtschaftlich selbständiger Zwischenstufen zu entwickeln, die die notwendigen Konstruktions- und Betriebserfahrungen auf billigstem Wege sichern.

Beim Vorratsautomaten ist der Vorgang wesentlich anders als bei den Wasserstromapparaten, wo Wärmezufuhr und Wärmeentnahme zeitlich zusammenfallen, da ein größerer Wasservorrat das Reservoir zur beliebigen Aufnahme und Abgabe von Wärme bildet. Die Vorratsapparate sind hinsichtlich Wirtschaftlichkeit den nach dem Stromsystem arbeitenden Apparaten im allgemeinen unterlegen, da sie in der Anlage teurer sind und selbst bei bester Isolierung eine gewisse Gasmenge zur Warmhaltung des Wassers nötig haben, während beim

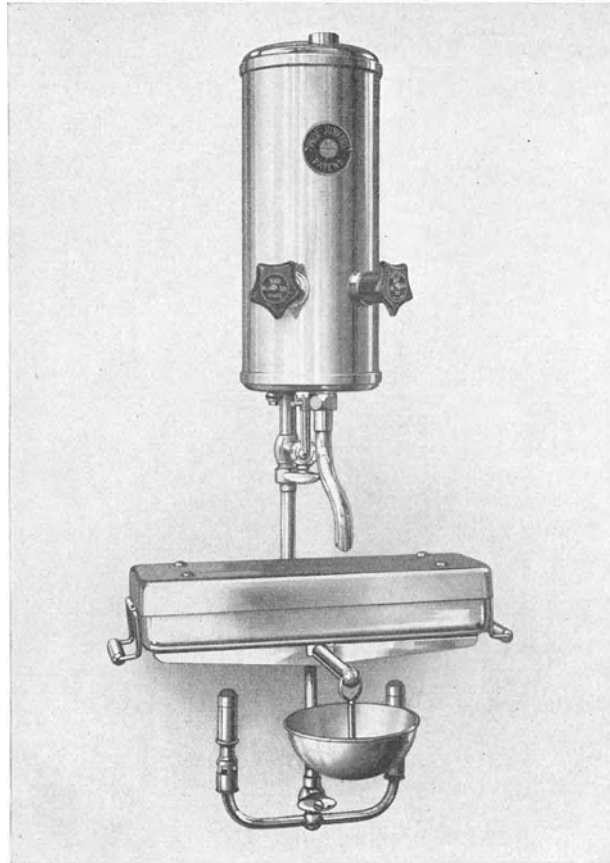


Abb. 24 „Heißquell“ Apparat für kleineren Bedarf.



Abb. 25. Junkers & Co., Blick in eine Stanzerei.

Stromautomaten nur die Zündflamme brennt. Sie sind dort von Vorteil, wo hinsichtlich Zweckmäßigkeit und Bequemlichkeit im Gebrauch besondere Ansprüche gestellt werden.

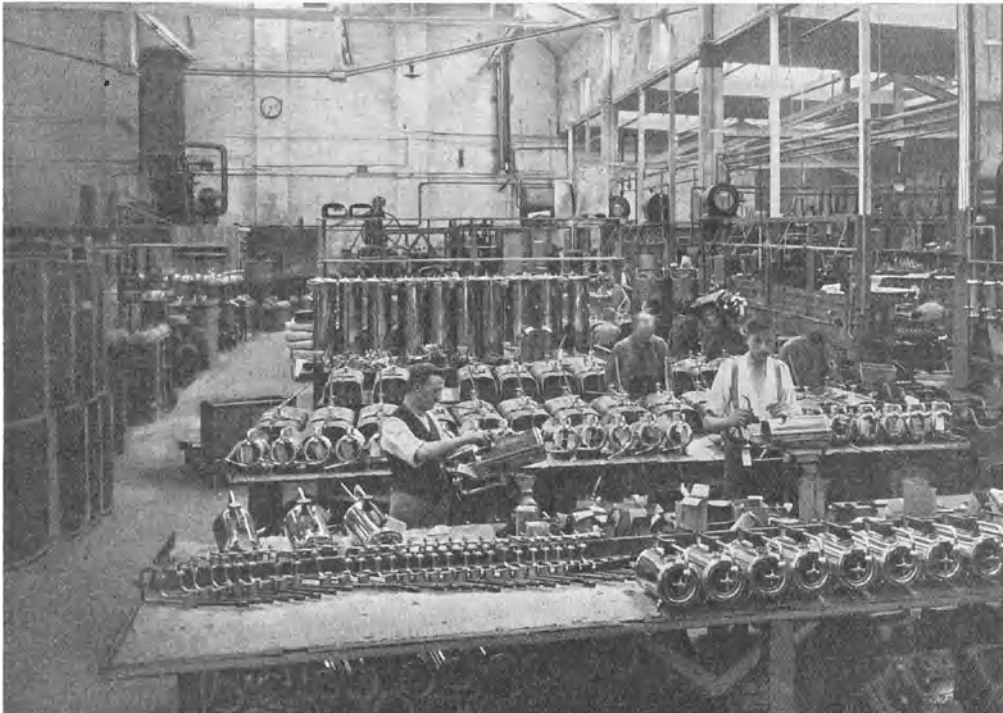


Abb. 26. Junkers & Co., Blick in eine der Montagehallen.

Billigkeit im Gebrauch und einfache, hygienisch einwandfreie Arbeitsweise der Warmwasserapparate sind für alle Anwendungsgebiete Voraussetzung. Übelstände, die übrigens im Laufe der Entwicklung auf ein geringstes Maß zurückgegangen sind, haben ihre Ursache fast ausschließlich in unsachgemäßer

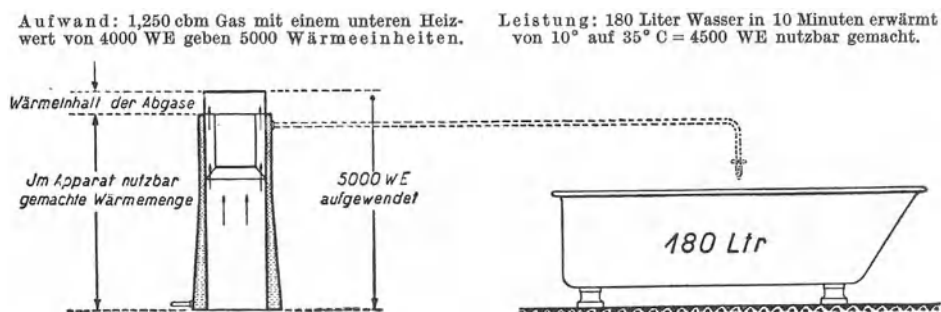


Abb. 27. Schematische Darstellung des Wirkungsgrades.

Installation. Sachgemäße Ausbildung der Installateure und engster Erfahrungsaustausch zwischen der Werkstatt, dem Vertrieb und dem Installateurhandwerk sind Aufgaben, die von Junkers mit der fortschreitenden Einführung seiner Apparate in Angriff genommen worden sind. Besondere Demon-

strations- und Vortragsräume innerhalb des Werkes dienen dem Zweck, denjenigen Kreisen, die mit dem Apparatebau und seiner Installation zu tun haben, die notwendigen Hilfsmittel möglichst umfassend, jedoch in leicht faßlicher Weise, den besonderen Zwecken angepaßt, nutzbar zu machen. Hierbei werden nicht nur die in Betracht kommenden physikalischen Gesetze gründlich behandelt, der Hauptwert wird vielmehr darauf gelegt, an Hand von praktischen Beispielen zu zeigen, wie die Vorgänge beim praktischen Betrieb der Apparate sich nach den

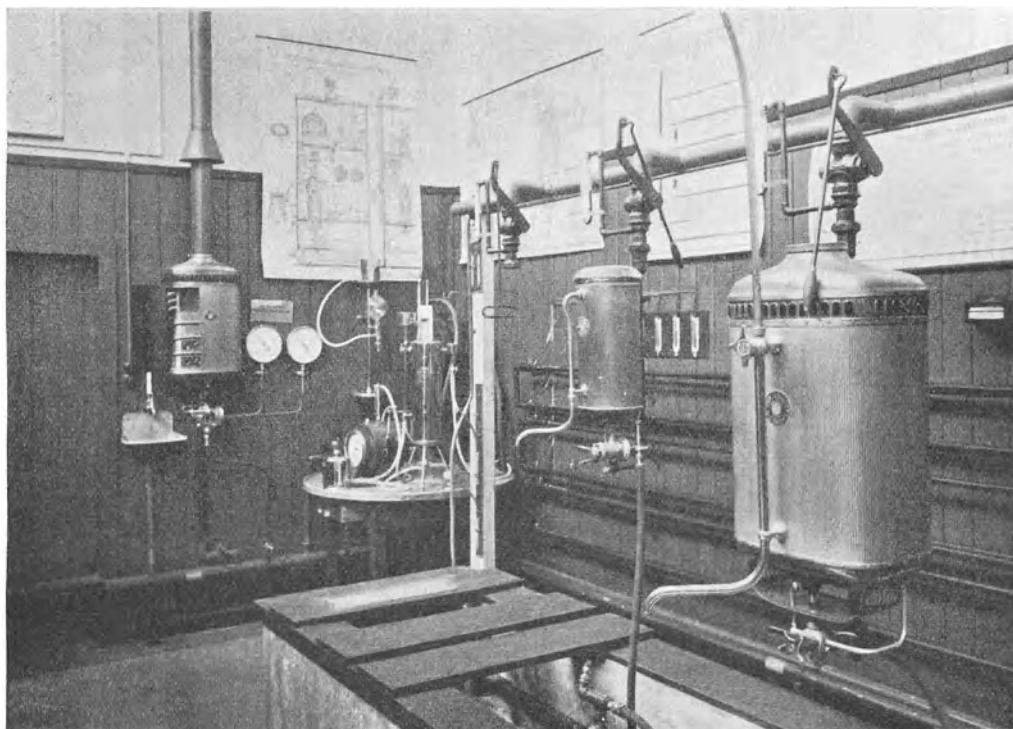


Abb. 28. Demonstrationsraum für Unterrichtszwecke.

Gesetzen regeln. Eine solche Schulung, die, wenn auch in abgeschwächter Form, auf die Belegschaft und die Ausbildung des Nachwuchses ausgedehnt wird, gewährleistet am besten den Erfolg und die Vermeidung von Fehlern im Gebrauch der Apparate.

III. Heizungs- und Lüftungsapparate.

Unmittelbar anschließend an die Lamellenerprobung beim Bau der Warmwasserapparate hatte Junkers sich die neue Aufgabe gestellt, die Anwendungsmöglichkeit des Lamellensystems auch auf andere, dem Gas- und Wasserfach verwandte Gebiete zu prüfen.

Er untersuchte die Wirkung der Lamellenkonstruktion außer für den Wärmeübergang von Verbrennungsgasen an Wasser, wie beim Gasbadeofen, auch für den Wärmeübergang von Dampf an Luft, von Warmwasser an Luft, von Heißluft und heißen Rauchgasen an Wasser und Luft, um die konstruktive Brauch-

barkeit des Lamellensystems und seine wirtschaftliche Bedeutung für Heizungs-, Lüftungs- und Kühlanlagen festzustellen.

Aus diesen Forschungen entstand zunächst ein neuartiger Heizapparat, der Lamellenkalorifer. Sein wichtigstes Konstruktionselement ist die La-

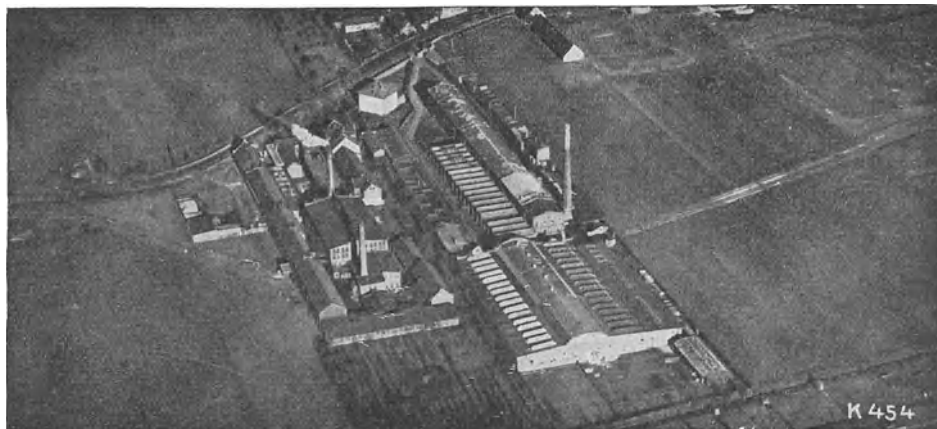


Abb. 29. Kaloriferwerk Hugo Junkers, Dessau.

melle. Sie gab die Möglichkeit, große Heizflächen auf verhältnismäßig kleinem Raum unterzubringen. Der Heizkörper besteht aus einer Anzahl Röhren, durch welche das Heizmittel, als welches Dampf wie auch Warmwasser dienen kann, hindurchströmt. Die Röhren sind mit Lamellen besetzt, deren Abstand vonein-

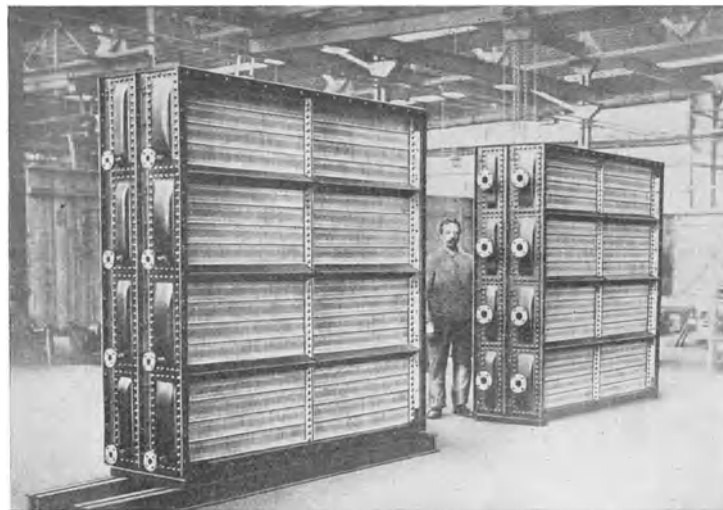


Abb. 30. Junkers-Lamellenkalorifere.

ander je nach der Leistung und dem Verwendungszweck bemessen ist. Diese Lamellen werden von der Luft bzw. von den Gasen umspült und geben dabei die aus den Röhren übernommene Wärme nach außen ab. Das wesentliche Kennzeichen dieser Konstruktion ist die gute Wärmeausnutzung, die ihren Grund

darin hat, daß infolge der Aufteilung des Luftstromes jedes Luftteilchen mit der Heizfläche in Berührung gebracht wird.

Schon im Kalorimeter- und Gasbadeofenbau hatte es sich herausgestellt, daß nicht die Dauer der Berührung für den Wärmeübergang maßgebend ist, sondern vielmehr die Geschwindigkeit des Gases bzw. der Luft. Der geringe Luftwiderstand der Kaloriferkonstruktion ermöglichte eine Erhöhung der Luftgeschwindigkeit und damit eine Steigerung der Wärmeübertragung. Wirtschaftlich wirkt sich dieser Vorteil in der Weise aus, daß bei gleichem Arbeitsaufwand bei An-

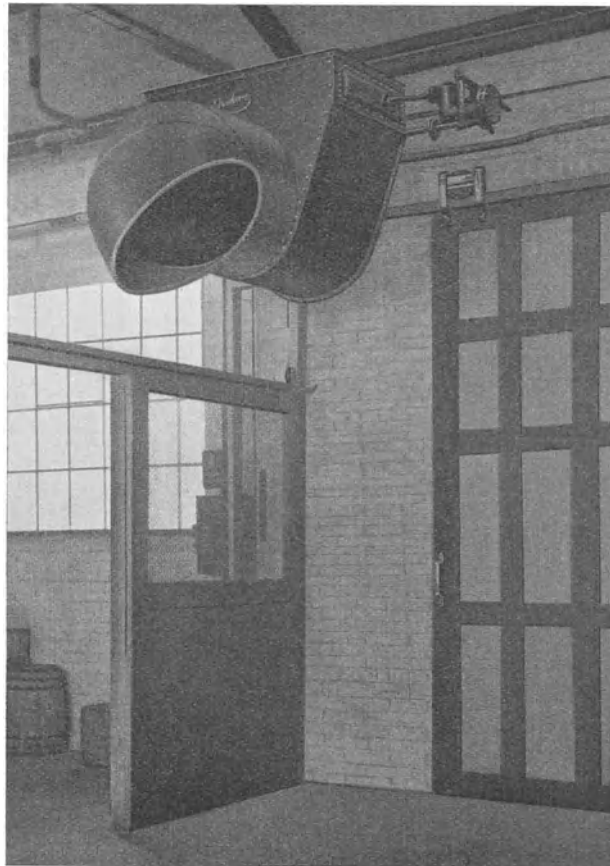


Abb. 31. Aggregat mit besonderer Luftlenkvorrichtung über einem größeren Tor zur Verhinderung des Kaltluft-Eintrittes.

wendung des Lamellensystems eine höhere Luftgeschwindigkeit erzielt wird als bei anderen, nicht nach dem Lamellensystem arbeitenden Luftherwärmern und damit die Heizleistung erheblich gesteigert werden kann, oder es kann für eine bestimmte vorgeschriebene Leistung ein kleinerer Apparat gewählt werden.

Das Hauptanwendungsgebiet der Kalorifere sind Luftheizungsanlagen. Die großen Vorteile der Luftheizung für große Räume vor der direkten Heizung mit Koksöfen oder Dampfrohren sind heute allgemein anerkannt, so daß besonders größere Fabrikbauten in den meisten Fällen ausschließlich mit Luftheizung versehen werden. Für die Beheizung derartiger Großräume sind von Junkers be-

sonders geeignete Luftheizungsaggregate ausgebildet worden, deren Haupteigenschaft neben geringem Kraftbedarf in der leichten Anbringungsmöglichkeit an beliebigen Stellen, z. B. an den Wänden, an Pfeilern oder an der Decke zu sehen ist.

Neben räumlich günstiger, billiger Heizungsanlage bietet der Lamellenkalorifer die Möglichkeit, mit der Heizung zugleich auch eine Lüftung zu verbinden. Da für solche Anlagen Kalorifer und Ventilator organisch zusammengehören, wurde auch die Entwicklung von Ventilatoren in Angriff genommen. Die Erfahrungen in der rationellen Herstellungsmethode und speziell in der Blechverarbeitung konnten bei diesen Arbeiten mit Erfolg herangezogen werden, ebenso die Windkanaluntersuchungen im Flugzeugbau. Das dicke aerodynamisch günstige Flügelprofil der Junkers-Ganzmetall-Flugzeuge lieferte wichtige

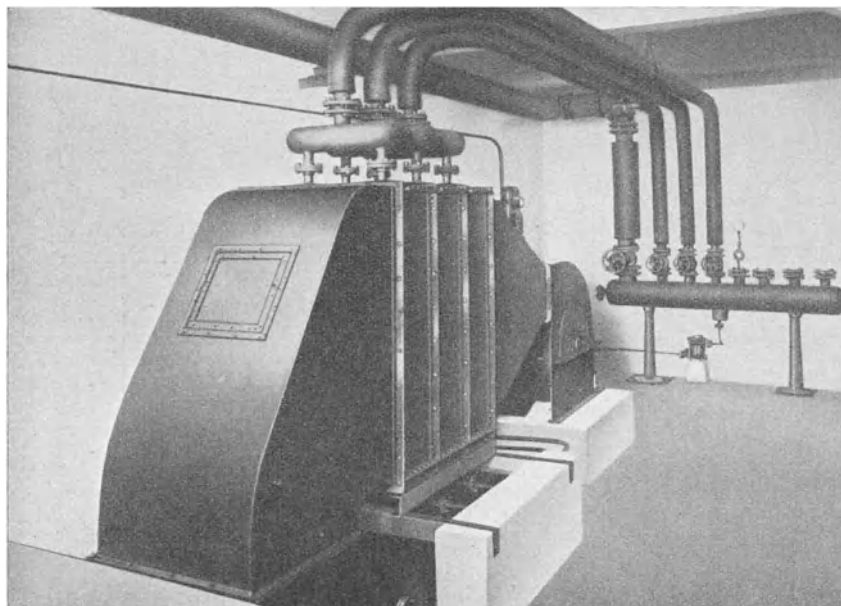


Abb. 32. Aggregate mit 3 einzeln absperzbaren Elementen für eine Holztrocknungsanlage. Leistung 250 000 WE/Std.

Beiträge für die Feststellung der geeigneten Flügelform der Ventilatoren Die Flügel sind Stromlinienkörper, die den Tragflächen der Junkers-Flugzeuge gleichen. Infolge ihrer günstigen Form haben sie bei hoher Förderfähigkeit einen verhältnismäßig geringen Luftwiderstand, also bei hohem Wirkungsgrad einen geringen Kraftverbrauch. Auch konstruktiv zeigen die Flügel im Vergleich zu anderen Ausführungen besondere Eigenschaften. Sie sind innen hohl und verwirklichen die Forderung möglichst geringen Gewichtes bei gleichzeitiger hoher mechanischer Festigkeit, die auf ihrer Formgebung beruht. Infolge dieser Eigenschaften findet der Ventilator, seiner konstruktiven Eigenart entsprechend auch als Hohlschaufellüfter bezeichnet, dort mit Vorteil Verwendung, wo große Luft- oder Gasmengen bei verhältnismäßig geringem Widerstand zu fördern sind. Der Apparat eignet sich zur Be- und Entlüftung von Räumen, zur Absaugung von Rauchgasen und Dämpfen, für Entnebelungs-, Trocknungs- und Heizungsanlagen.

Bei der Fabrikation des Kalorifers mußte auf die verschiedensten Bedürfnisse weitgehend Rücksicht genommen werden, vor allem bezüglich der Anpassung seiner äußeren Form an die jeweils vorhandenen Apparate, um nach Möglichkeit die ganze Anlage zu vereinfachen und zu verbilligen.

Bei Verunreinigung der Kühlluft durch Säuren oder chemische Gase, hohe Staubhaltigkeit und Feuchtigkeit der Luft oder besondere örtliche Verhältnisse, die eine Unterbringung von Zu- und Abluftkanälen unmöglich machen, hat der Kalorifer seine Eignung als Kühlungsapparat bewiesen. Für diese Verwendung ist er als sog. Ringlaufkühler ausgebildet. Dieser hat den betrieblichen Vorteil, daß alle wesentlichen Einzelteile zur Reinigung oder Instandsetzung nötigenfalls auch während des Betriebes bequem ausgebaut werden können. Die Kühlfläche

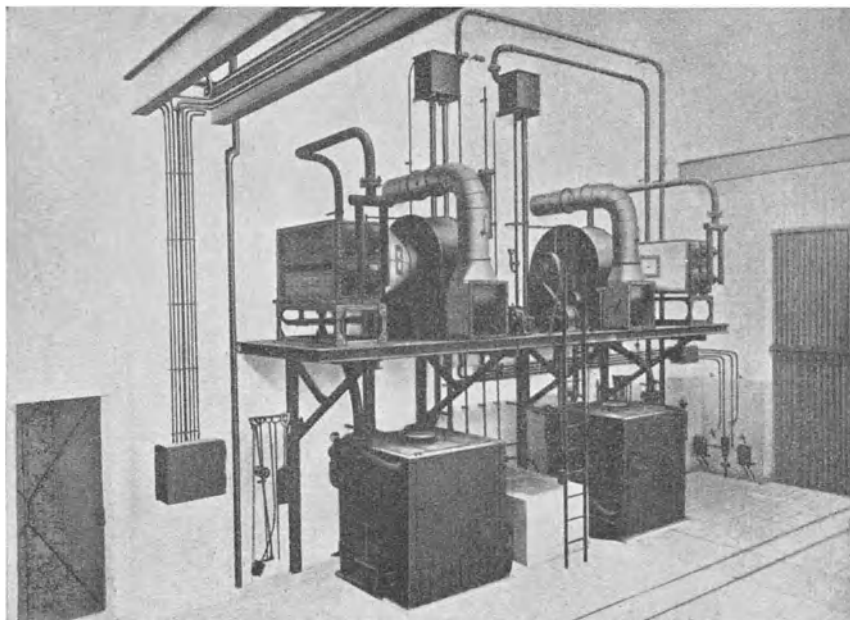


Abb. 33. Heizkammer einer Zentral-Dampfluft-Heizungsanlage für eine stündliche Leistung von 400 000 Wärmeeinheiten.

— Wasserrohr und Lamellen — ist in Kupfer oder verzinktem Eisen ausgeführt, während die Heizungsaggregate fast ausschließlich aus verzinktem Eisen hergestellt werden. Der Übergang von der ausschließlichen Verwendung von Kupfer zum Eisen vollzog sich während des Krieges unter dem Einfluß des Kupfermangels. Die schmiedeeiserne Konstruktion genügte jedoch den Ansprüchen und wurde infolge ihrer Bewährung der Einfachheit und Billigkeit halber auch späterhin vielfach beibehalten.

Für größere Luftheizungs- und Lüftungsanlagen, welche die Förderung sehr großer Luftmengen erfordern, kann der Hohl-schaufellüfter keine Verwendung finden. Für diesen Zweck sind besondere Zentrifugal-Ventilatoren ausgebildet worden, mit denen Mengen bis zu 60 000 cbm/st gefördert und hohe Widerstände überwunden werden können. Dieselben Gesichtspunkte, die bei der Entwicklung und Fabrikation der Hohl-schaufellüfter maßgebend waren, treffen auch für die Zentrifugalventilatoren zu. Bei diesen war jedoch noch auf eine

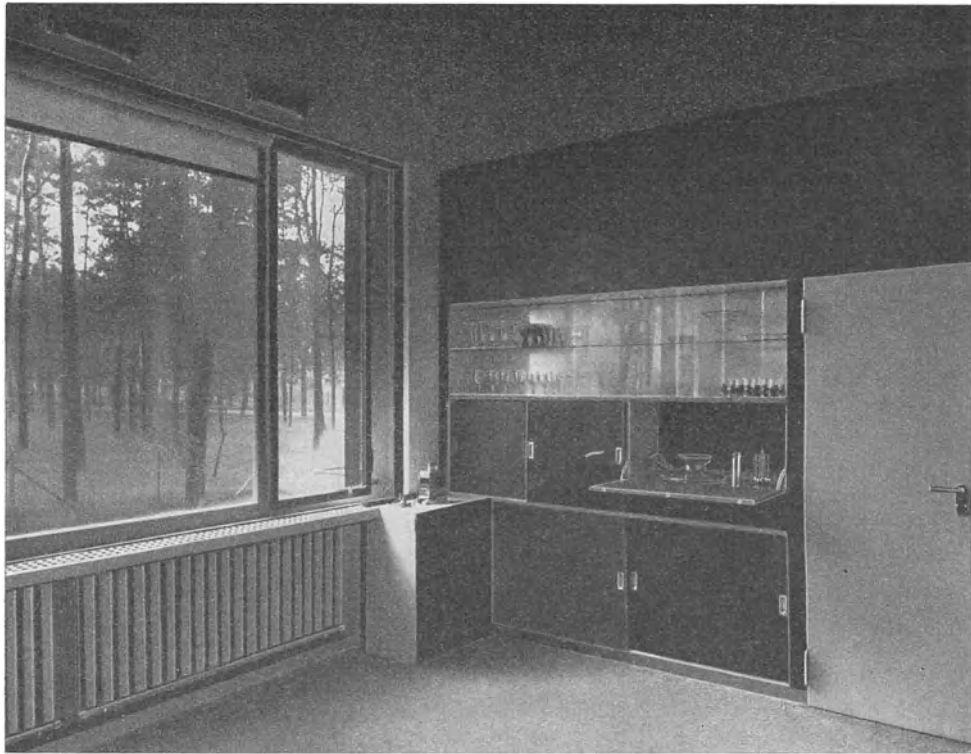


Abb. 34. Junkers-Röhren-Radiator im Wohnhaus.

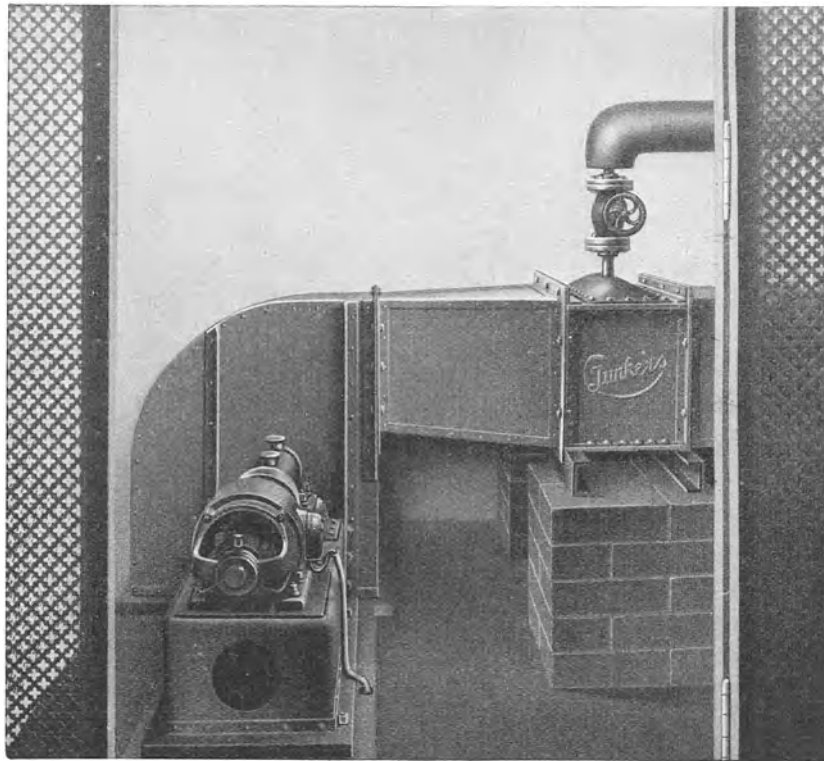


Abb. 35. Verwendung eines Luftheizungsaggregates zur Entnebelung einer Schwimmhalle.

Reihe besonderer Begleitumstände Rücksicht zu nehmen, so z. B. auf die Art der Lagerung infolge des größeren Gewichtes.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der entwickelten vorteilhaften Heizflächenform ergab sich im Heizapparatebau durch die Schaffung des Röhrenradiators, der infolge seiner günstigen wärmewirtschaftlichen Wirkungen und seines einfachen Aufbaus günstige Eigenschaften aufweist. Die geringe Oberflächentemperatur als Folge der indirekten Wirkung der Heizflächen verhindert die

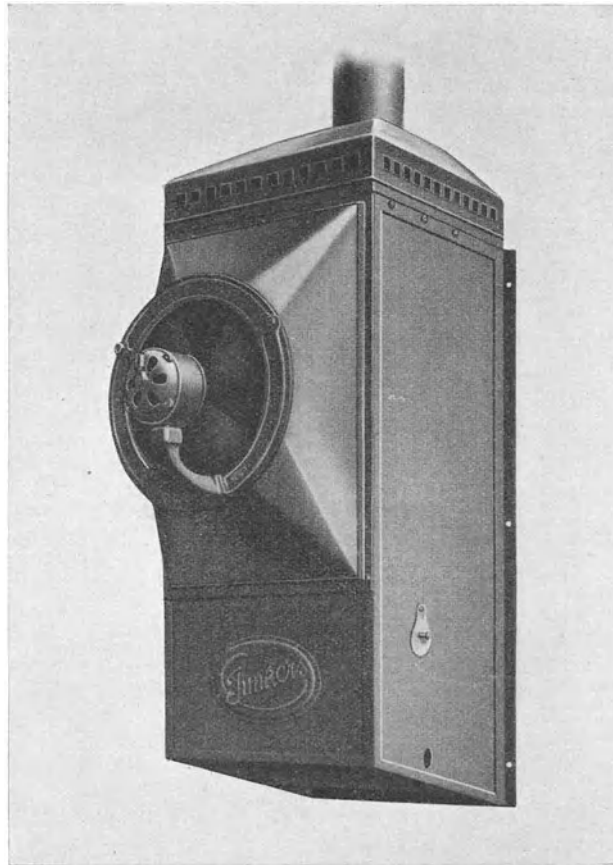


Abb. 36. Gasluftherhitzer mit eingebautem Ventilator.

bei anderen Apparaten sich oft unangenehm bemerkbar machende Staubversengung und gestattet infolge des relativ kleinen Wasserinhaltes kurze Anheizzeiten. Gegenüber gußeisernen Heizkörpern ist das Gewicht des Röhrenradiators bei gleicher Grundfläche durchschnittlich um vier Fünftel geringer, was sich wirtschaftlich in geringen Fracht-, Transport- und Montagekosten auswirkt.

Eine weitere für die Apparatefabrikation richtunggebende Auswertung erfuhren die Wärmeübertragungsversuche durch die Schaffung der Gasluftheritzer, die sich nicht nur für Raumheizung, sondern in gleicher Weise wie die Lamellenkalorifere auch für Lüftung und Trocknung eignen. Ihre wesentlichen Konstruktionselemente sind der Gasbrenner, der darüberliegende Wärmeaustauschkörper zur Übertragung der Wärme von den Verbrennungsgasen an die Luft

und der Ventilator für die Luftbewegung. Durch entsprechende Ausbildung des Wärmeaustauschkörpers mußte bei der Entwicklung dieser Apparate dafür gesorgt werden, daß die angesaugte zu erwärmende Frischluft nicht verunreinigt wird.

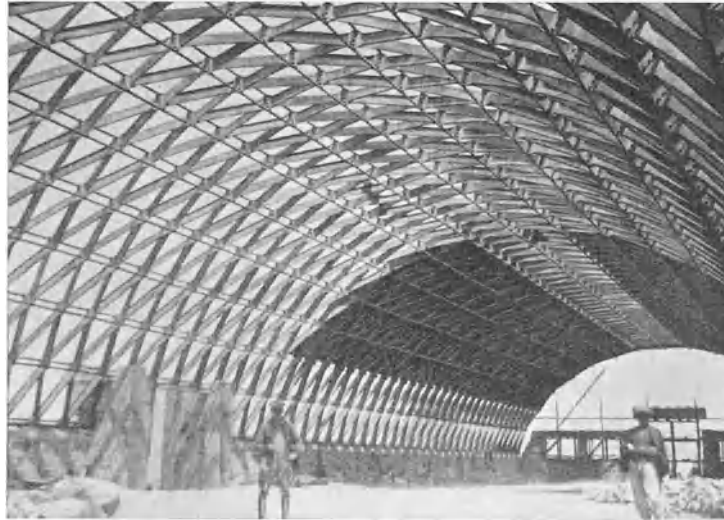


Abb. 37. Junkers-Zollbau-Lamellendach im Rohbau. In Zentralkleinasien wurde im Jahre 1927 eine Fabrik errichtet, deren Dachkonstruktion in wenigen Tagen von ungelerten türkischen Arbeitern montiert werden konnte.

Für große Räume, die nur von Zeit zu Zeit oder vorübergehend beheizt werden, wie Kirchen, Vortragsäle, Ausstellungshallen, ist diese Form der Heizung besonders infolge der geringen Anlagekosten anderen Heizungssystemen wirt-

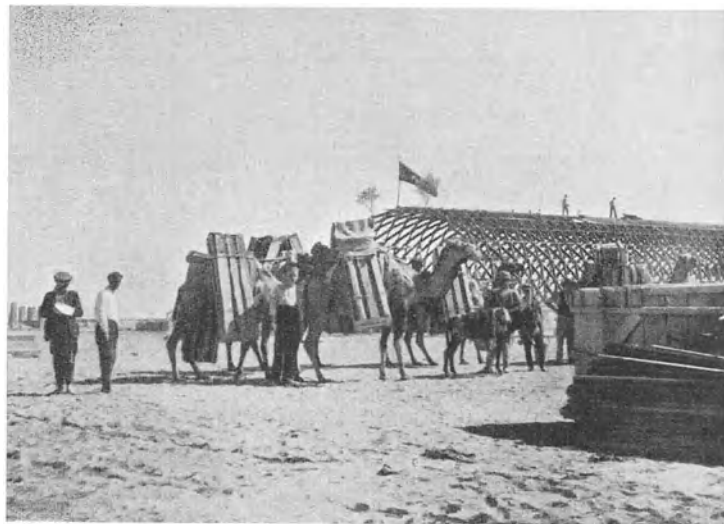


Abb. 38. Lamellendach im Ausland. Die kleinen leichten Einzelteile lassen sich in Bündeln verpacken. Ihr Transport ist deshalb billiger als der sperriger Konstruktionen. Dieser Vorteil gewinnt dort erhöhte Bedeutung, wo nur primitive Verkehrsmittel zur Verfügung stehen.

schaftlich überlegen. Hohe Lufttemperaturen, wie sie mitunter zu Trocknungszwecken in der chemischen Industrie erforderlich sind, können oft nur durch Gasluftherhitzer erreicht werden.

Wie die Arbeitsergebnisse auf den einzelnen von Junkers bearbeiteten Gebieten immer wieder zusammengeführt und für neue Gedanken und Konstruktionen ausgewertet worden sind, zeigt ein neuer Fabrikationszweig, der in den letzten Jahren dem Kaloriferwerk Hugo Junkers angegliedert worden ist, das Lamellendach. Bei seiner Entwicklung haben sowohl die Wärmeübertragungsforschungen und die Lamellenversuche wie auch konstruktive Erfahrungen aus dem Flugzeugbau mitgewirkt.

Daß bisher Eisenblech im Hochbau fast vollständig abgelehnt wurde, hat seinen Grund darin, daß durch Schwitzwasser das Blech bald zu rosten beginnt.



Abb. 39. Aufenthaltsraum eines modernen Hotels. Für den Architekten bietet die auf modernen Grundsätzen aufgebaute Lamellen-Dachkonstruktion außer den konstruktiven Vorteilen auch die der ästhetischen Wirkung. Mit einfachen Mitteln lassen sich schöne Raumwirkungen schaffen.

Junkers hatte nun bei seinen Wärmeübertragungsversuchen die Erfahrung gewonnen, daß dünnwandige Bleche infolge der guten Wärmeleitfähigkeit ihre Temperatur sehr schnell der Lufttemperatur annähern, so daß die Dünnwandigkeit der beste Schutz gegen Anfressungen ist und deshalb in der Hallendachkonstruktion gut ausgewertet werden konnte.

Im Flugzeugbau hatte Junkers schon früher bei der Herstellung der freitragenden Flügel Blechstäbe verwendet, die, mit Rohrholmen verbunden, eine Gitter-Träger-Konstruktion bilden. Die hier gesammelten Erfahrungen boten wertvolle Anknüpfungspunkte bei der Ausbildung der Dachkonstruktion.

Der Hauptteil der Konstruktion, die Lamelle selbst, besteht aus 25—35 cm breiten, 2 m langen Blechstreifen, die in Form eines Z-Profiles gepreßt sind. Sie sind an den Enden derart aufgebogen, daß ein einfacher und sicherer gegen-

seitiger Anschluß ermöglicht wird. Durch besondere konstruktive Anordnungen ist eine leichte Auswechselbarkeit der einzelnen Lamellen gesichert. Die Eigenart der Konstruktion bringt es mit sich, daß die Dachhaut selbst zur Erhöhung der Festigkeit in weit höherem Maße herangezogen wird, als dies bei anderen Bauarten der Fall ist.

Das Bauwerk läßt sich völlig ausreichend berechnen. Die Berechnungen sind durch Belastungs- und Zerreißversuche auf ihre Richtigkeit hin geprüft. Einflüsse von Materialfehlern können sich infolge der großen Verteilung der Lasten überhaupt nicht auswirken, da die Wirkung einer Überbeanspruchung einzelner Teile infolge der netzartigen Verbindung aller Einzelteile durch Übertragung auf die Nachbarglieder aufgehoben wird.

Die im Lamellendachbau zum ersten Male mit Erfolg durchgeführte Normalisierung von Dachkonstruktionen, die maschinelle und daher exakte Herstellung verbürgen eine kurze Lieferzeit und schnelle Montage. Im Vergleich zu ähnlichen Konstruktionen haben in Lamellenbau ausgeführte Dächer bei gleicher Tragfähigkeit eine Gewichtersparnis von 25 % ergeben.

IV. Flugzeugbau und Luftfahrt.

Die ersten Erfolge des Flugwesens und eigene Arbeiten auf den Gebieten der Strömungslehre und der Blechbearbeitung gaben Junkers schon mehrere Jahre vor dem

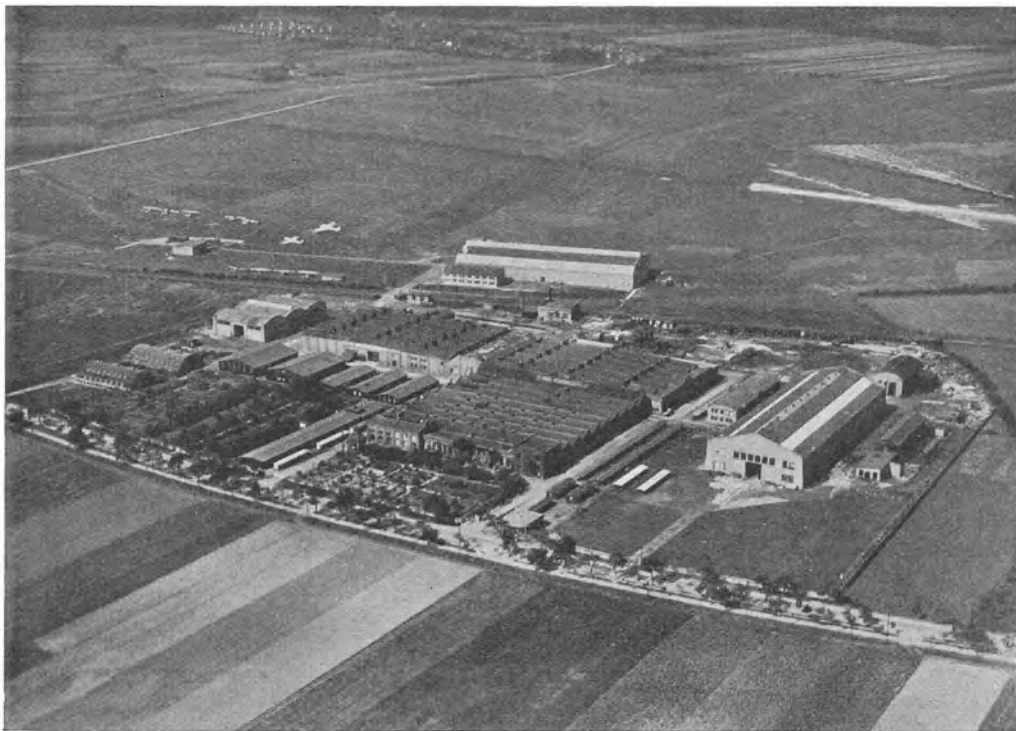


Abb. 40. Junkers-Flugzeugwerk A.-G. und Junkers-Motorenbau G. m. b. H., Dessau.

Kriege zu flugtechnischen Studien Veranlassung. Damals zeigten die bestehenden Flugzeuge in ihren Grundelementen je nach ihrer sportlichen oder militärischen

Verwendung noch recht verschiedene Anordnungen und Konstruktionsprinzipien.

Die konstruktiven Grundgedanken, die das erste flugtechnische Patent von Junkers aus dem Jahre 1910 enthält, kommen aus der Überlegung, das Flugzeug als Transportmittel in den Dienst der Wirtschaft zu stellen. Zum erstenmal wird hier in der Geschichte der Flugzeugentwicklung ein konstruktives Programm für die wirtschaftliche Richtung im Flugzeugbau festgelegt, das die spätere Entwicklung maßgebend beeinflußt hat.

Junkers sah die Hauptaufgabe in der weitgehenden Verringerung des Luftwiderstandes und in der Auffindung des geeigneten Materials zur Lösung dieser Aufgabe. Wenn man zwei Flugzeuge vergleicht, so wird dasjenige, dessen Widerstand geringer ist, infolge Verminderung des Motor- und Brennstoffgewichts erheblich mehr Nutzlast befördern können oder der Flug kann durch die Mitnahme einer größeren Brennstoffmenge auf eine längere Strecke ausgedehnt werden. Um die gleiche Nutzlast zu befördern, läßt sich ferner ein kleineres, billigeres Flugzeug bauen. Unter Verzicht auf die Ersparnis an Motorleistung läßt sich schließlich eine größere Fluggeschwindigkeit erzielen.

Der Weg zur Verringerung des Widerstandes ist in dem Patent von 1910 vorgezeichnet, welches verlangt, daß möglichst alle Teile mit einer stromlinienförmigen Hülle zu umgeben sind und diese Umhüllungen gleichzeitig zu Hohlräumen ausgebildet werden sollen, die bei möglichst geringem Widerstand gleichzeitig ein Maximum an Auftrieb erzeugen. Es war also die konstruktive Anordnung so zu treffen, daß möglichst alle Konstruktionselemente des Flugzeuges, wie Holme, Stiele, Verspannungen, sowie die Motoren, die mitzuführenden Brennstoffvorräte, Lasten und Personen im Innern untergebracht werden können.

Nach Prüfung der Richtigkeit dieser Leitgedanken ergab sich die Aufgabe, dieses Prinzip in praktisch brauchbarer Form zu verwirklichen, d. h. in der Weise, daß mit der Widerstandsverringerng auch den übrigen Anforderungen bezüglich Festigkeit, Gewicht, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Kosten, Dauerhaftigkeit, Massenfabrikation usw. in genügendem Maße Rechnung getragen wurde.

Die Gesamtaufgabe erstreckte sich also auf einen aerodynamischen Teil zur Ermittlung der Auftriebs- und Widerstandsverhältnisse und auf einen konstruktiv-fabrikatorischen Teil.

Den in Aachen vorhandenen Laboratoriumswerkstätten, die sich bis dahin hauptsächlich mit der Entwicklung des Junkers-Doppelkolben-Motors befaßt hatten, wurde eine Kanalstromanlage angegliedert — ähnlich den Anlagen von Eiffel in Auteuil und Prandtl in Göttingen — welche die wissenschaftlichen Grund-

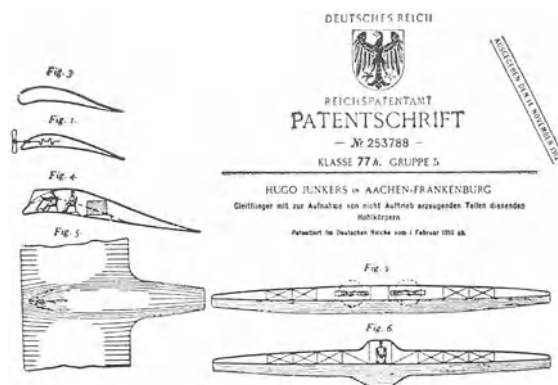


Abb. 41. Auszug aus der Patentschrift aus dem Jahre 1910.

lagen für die günstigste Formgebung liefern sollte. Eine zweite Anlage wurde später in Dessau im Februar 1916 fertiggestellt. Nachdem auf Grund dieser Versuche die Erkenntnis gewonnen war, daß der für die verspannungslose Bauart erforderliche dicke Flügel sich nicht nur mit einer wesentlichen Verbesserung des Verhältnisses „Auftrieb zu Widerstand“, sondern auch mit günstigeren Stabilitätseigenschaften bauen ließ, und als ferner die Frage des Baumaterials sich aus kon-

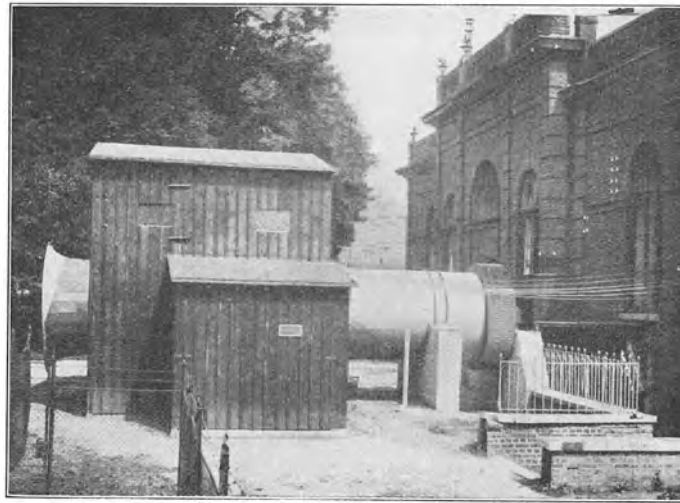


Abb. 42. Windkanal der aerodynamischen Abteilung der Aachener Forschungsanstalt.

struktiven und wirtschaftlichen Gründen zugunsten des Metalls entschied, ging Junkers an den Bau von Versuchsflügeln.

In der der Firma Junkers & Co. gehörenden, für Blechbearbeitung eingerichteten Fabrik in Dessau wurde mit den ersten Bauversuchen im Juli 1915



Abb. 43. Junkers-Eisenetdecker J 1 aus dem Jahre 1915. Erstes Flugzeug in Ganzmetallbauart und mit verspannungslosen freitragenden Flügeln.

begonnen. Als Baumaterial wurde Eisenblech gewählt. Das erste Versuchsflugzeug (Eindecker mit 120 PSe Mercedesmotor) war im Dezember 1915 fertig. Die ersten Flügel konnten Januar 1916 in Döberitz ausgeführt werden. Im gleichen Jahre wurde erstmalig ein Heeresauftrag auf 6 Flugzeuge in Metallkonstruktion erteilt. Trotz der primitiven Mittel und der geringen Erfahrungen in der Flugzeug-

fabrikation war das erste Flugzeug im Juli 1916 flugfertig. Bei der damals sehr schnellen Entwicklung des Heeresflugwesens änderten sich die Ansprüche

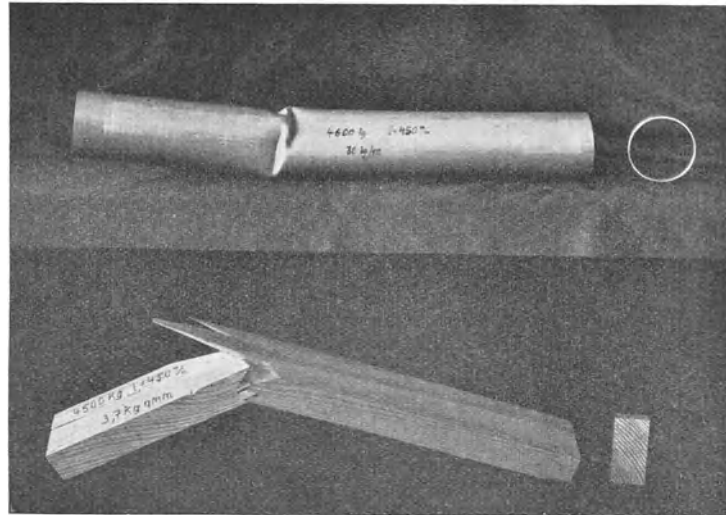


Abb. 44. Festigkeit verschiedener Baustoffe. Knickversuche an Holz und Duraluminrohr bei gleicher Knicklast.

naturgemäß sehr schnell, so daß schon Ende 1916 ein weiteres, mit Panzer-schutz versehenes Flugzeug in Angriff genommen wurde. Von dieser Type sind im ganzen 228 Stück hergestellt worden. Bis Ende 1917 entstanden ein weiterer Einsitzertyp und zwei Zweisitzertypen.

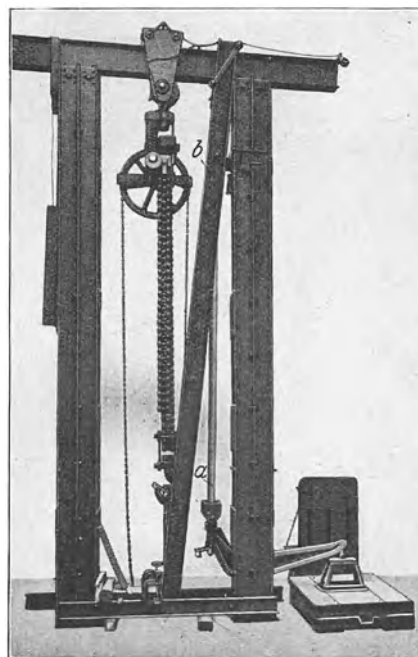


Abb. 45. Mit einfachen Mitteln errichtete Prüfsäule für Festigkeitsversuche aus der ersten Zeit der Flugzeugentwicklung.

Bei den im Jahre 1916 fertiggestellten Flugzeugen war man bereits zur Verwendung von Leichtmetall übergegangen. Denn trotz der günstigen Flug-

eigenschaften genügten die aus Eisenblech gebauten Flugzeuge nicht den Anforderungen des Frontdienstes. Sie waren zu schwer, um den Anforderungen auf rasches Steigvermögen gerecht zu werden. Die inzwischen gesammelten Erfahrungen und Forschungsergebnisse ließen die Verwendung von Leichtmetallen im Flugzeugbau günstig erscheinen. Junkers entschied sich für das Duralumin.

Vorher hatte Duralumin im wesentlichen nur für solche Zwecke Verwendung gefunden, bei denen es nicht in dem hohen Maße auf Zug- und Biegezugfestigkeit beansprucht wurde, wie es beim Flugzeug der Fall ist und die auch nicht Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse notwendig machten. Die Korrosionserscheinungen am Duralumin waren noch in keiner Weise gründlich erforscht und beachtet.

Durch zahlreiche Festigkeitsversuche studierte Junkers zunächst die Eigenschaften des neuen Metalls. Um zu sehen, wie weit die dem Konstrukteur vor-

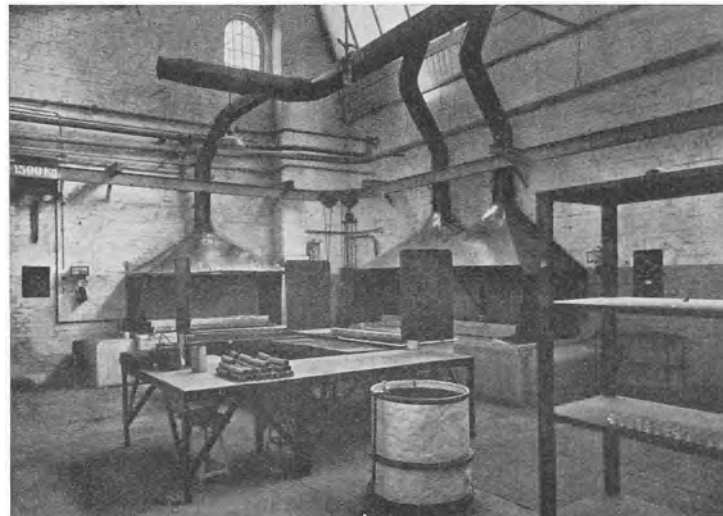


Abb. 46. Behandlung des Leichtmetalls. Gegen die Verwendung von Duralumin werden noch von manchen Kreisen Bedenken erhoben. Genau wie bei anderen Metallen kommt es aber auf die Behandlung an. Das Bild zeigt einen Raum, in dem Duralumin-Flugzeugteile durch Warmbehandlung „veredelt“ werden.

schwebenden Formen in diesem Metall verwirklicht werden konnten, waren Versuchsversuche in kaltem und warmem Zustande erforderlich, die zur Ersparnis von Kosten und Zeit durchweg an vereinfachten und verkleinerten Teilen ausgeführt wurden.

Das neue Metall hatte andere Eigenschaften und ein anderes Verhalten bei der Fabrikation. Zahlreiche Schweiß- und Lötverfahren wurden auf ihre Eignung für den Duraluminbau geprüft. Es zeigte sich, daß die bei dem Eisenflugzeug mögliche elektrische Verschweißung der Einzelteile beim Leichtmetall undurchführbar war. Junkers griff deshalb auf Nietverfahren zurück, die wiederum erst im eigenen Betrieb entwickelt und erprobt werden mußten. Die Materialprüfungsstelle der Forschungsanstalt führte Hand in Hand mit dem Konstrukteur zahlreiche einfache und zusammengesetzte Bauteile aus, die dann auf Festigkeit geprüft wurden, und zwar zur Kontrolle der Berechnungsmethoden in weite-

rem Umfange, als es dem vorliegenden Bedarf entsprach. Besondere Rücksicht mußte bei der Formgebung auf die aerodynamischen Eigenschaften des Flugzeuges genommen werden. Mancher günstige Konstruktionsentwurf wurde wieder verlassen, weil die fabrikatorische Herstellung Schwierigkeiten machte, oder einen Serienbau, der damals schon in die Berechnung einbezogen wurde, nicht gestattete.

So wurde schließlich das Flugzeug in allen Einzelheiten und im Gesamtaufbau auf das geringstmögliche Gewicht bei möglichst überall gleicher, zulässig höchster Beanspruchung gebracht.

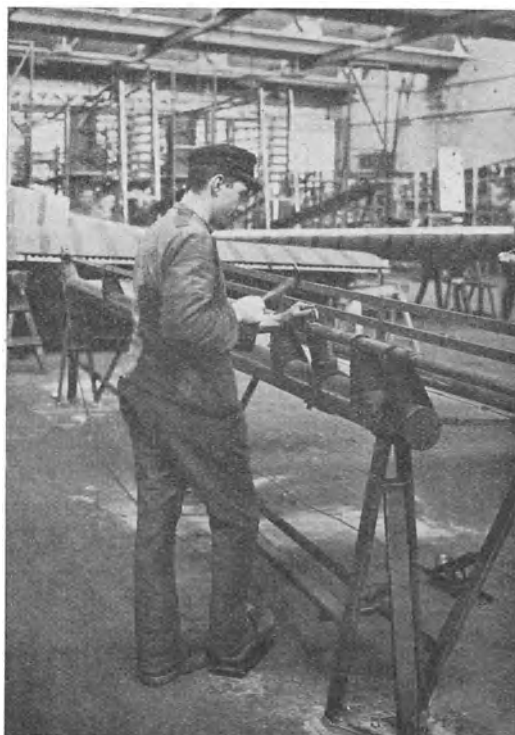


Abb. 47. Nietexzenter. Der große Aufwand und die nicht immer erreichte gute Zusammenarbeit des Nieters mit dem Helfer veranlaßte den weiteren Ausbau der Nietwerkzeuge, der mit Erreichung der für den Reihenbau sehr wichtigen „Einmann-Nietung“ zum Erfolg führte.

Planmäßige Versuche zur Untersuchung der Witterungseinflüsse zeigten Mittel und Wege, die Schwierigkeiten, die die Korrosionsfrage zunächst bereitete, zu beseitigen und hatten wichtige Konsequenzen für die Behandlung und Werkstattverarbeitung des Duralumins zur Folge.

Erst nachdem die Bedingungen für die Materialbehandlung, für die fabrikatorische Herstellung und den später zu erwartenden Serienbau mit den vorhandenen Mitteln und Erfahrungen des Betriebes durchgearbeitet worden waren, schritt man zum Bau neuer Versuchsflugzeuge in Leichtmetall, deren Eigenschaften und Leistungsfähigkeit schließlich nach den aerodynamischen Versuchen im Windkanal und nach Vornahme einer nochmaligen Gesamtbelastung in der Luft erprobt wurden.

Die Abb. 48—50 zeigen einige Stadien aus der Entwicklung der Bauteile und der Prüfung ganzer Flugzeuge. Damals entstanden die zum größten Teil auch

heute noch verwendeten Bauelemente, wie Holme aus Duraluminrohr, Flügelverschraubungen, Rohrstreben, Z-Streben, Stahlknotenstücke und die Ausführung der Außenhaut in gewelltem Blech. Zahlreiche Patente aus dieser Zeit zeigen, wie man die konstruktiven und fabrikatorischen Anfangsschwierigkeiten der Rohrbauweise beherrschen lernte.

Mit Ende des Krieges vollzog sich die an sich außerordentlich schwierige Umstellung auf die Friedensanforderungen dank der reichen Erfahrungen und der Vorarbeiten in so beschleunigtem Maße, daß bereits im August 1919 die erste

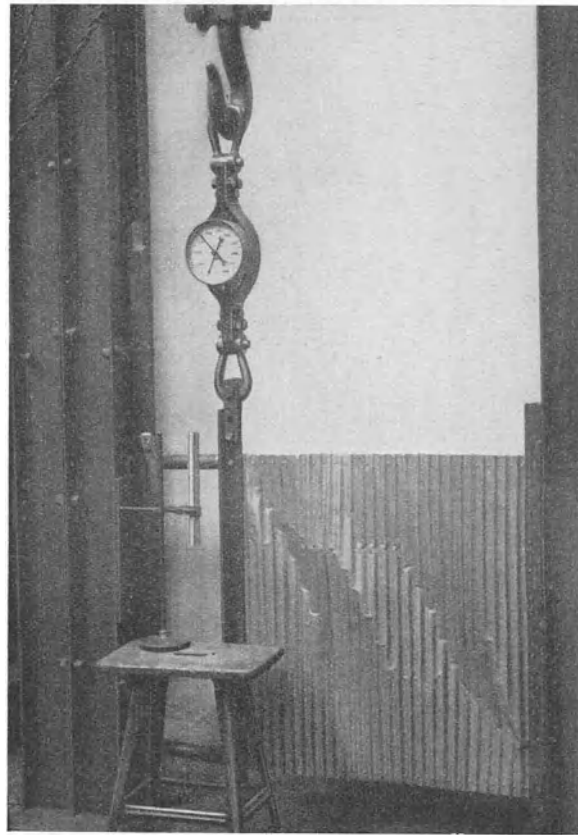


Abb. 48. Festigkeitsversuche an Duraluminblech.

ausschließlich nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten gebaute Verkehrsmaschine, Type F 13, die ersten Flugversuche erledigen konnte. Als die ersten beiden Versuchsstücke dieser Type sich gut bewährten, wurde sofort mit dem Bau einer kleinen Serie begonnen.

Um Raum zu schaffen, hatte die Firma Junkers & Co. inzwischen eine neue Fabrik in der Nähe des alten Werkes errichtet, in welcher seit dem 1. Mai 1918 die Flugzeugfabrikation betrieben wird. Das Werk führte bis Mitte 1919 den Namen Junkers-Fokker-Werke A.-G., bis nach dem Wiederaustritt Fokkers die heutige Firma Junkers-Flugzeugwerk A.-G. entstand.

Der neu entstandene Fabrikationszweig stellte an die Werkstätten auch in bezug auf die Herstellungsmethoden ganz neue Aufgaben, da in der gesamten

Metallindustrie, selbst für einfache Bauelemente, keine Vorbilder vorhanden waren, und somit die Arbeitsverfahren von Grund auf entwickelt werden mußten.

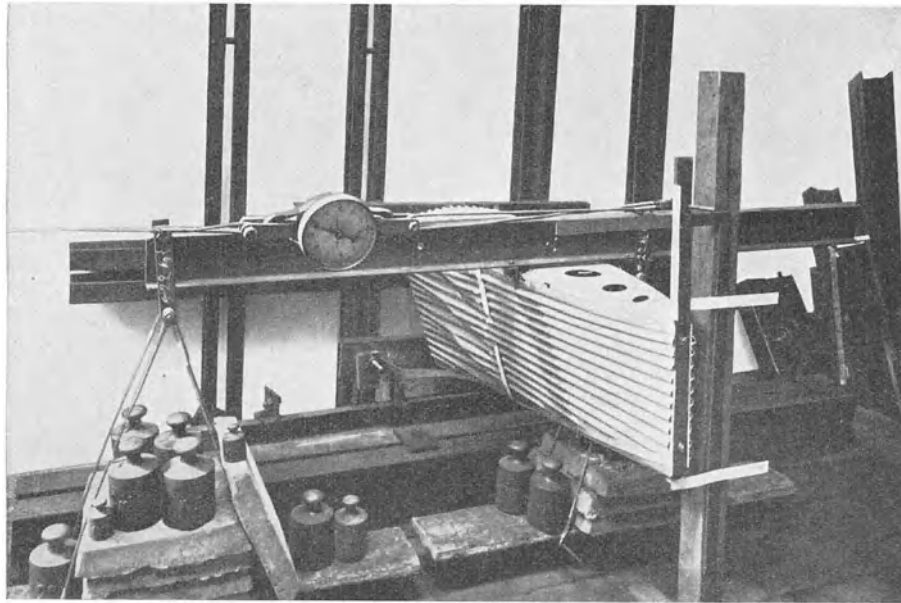


Abb. 49. Biege-Torsionsversuch am Rumpffende.

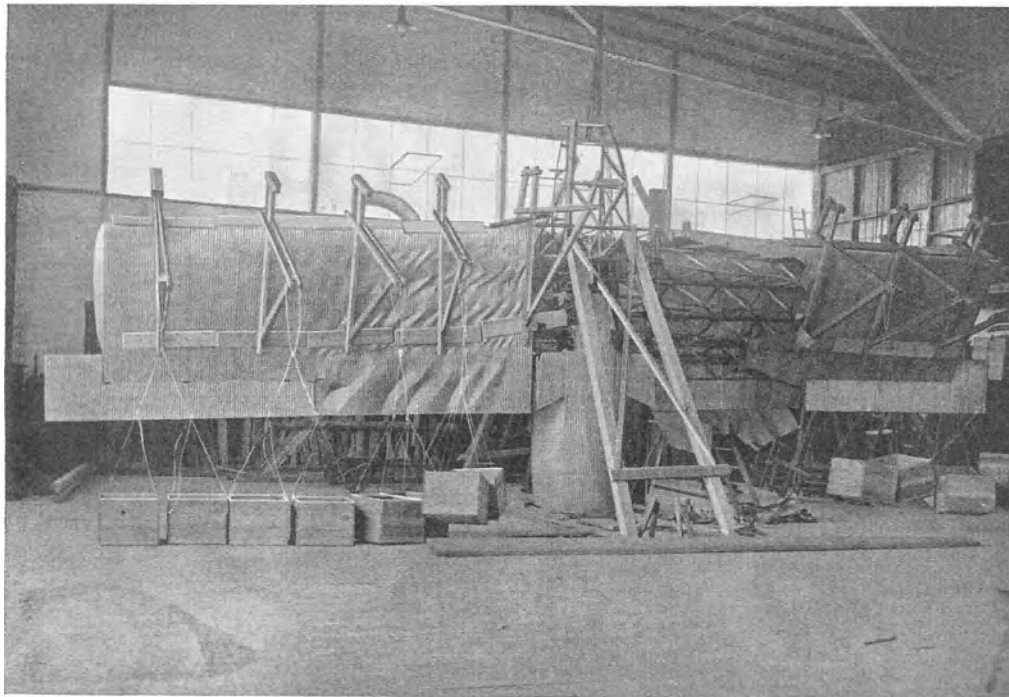


Abb. 50. Festigkeitsversuch an einem ganzen Flugzeug.

Wertvolle Fabrikationserfahrungen lieferten die für Blechbearbeitung eingerichteten Werkstätten von Junkers & Co.

Die im Maschinenbau allgemein gebräuchlichen Vorrichtungen, Werkzeuge und Arbeitsmethoden konnte der Metallflugzeugbau nicht anwenden, da seine Arbeitsobjekte unter grundsätzlich anderen technischen Bedingungen zu gestalten sind. Neue Wege wurden ferner notwendig, weil die Werkstücke des Metallflugzeugbaues sehr große Dimensionen haben und dabei doch keinesfalls geringere Ansprüche an Präzision und Festigkeit stellen als z. B. im Maschinenbau. Ferner mußte der Flugzeugbau, besonders im ersten Entwicklungsstadium, sehr beweglich bleiben, um die aus der fortschreitenden Entwicklung sich ergebenden Anregungen ohne prinzipielle Schwierigkeiten aufnehmen zu können. Die Ausbildung der Konstruktionselemente, wie z. B. der Flügel, die kleine Kräfte auf große Entfernungen übertragen müssen, war von Grund auf zu behandeln.

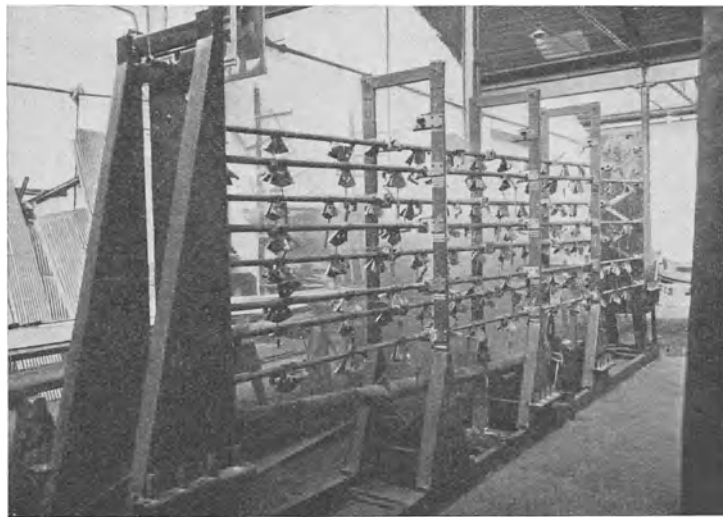


Abb. 51. Flügelaufbaugerüst aus der ersten Zeit der Serienherstellung, ausgebaut für Massenfabrikation unter weitgehender Verwendung von Rohr- und Paßschablonen.

Die gesamten, für die Fabrikation von Metallflugzeugen notwendigen Einrichtungen mußten den gegebenen Arbeitsbedingungen entsprechen und konnten erst dann als wirklich geeignet angesehen werden, wenn sie den gestellten Anforderungen entsprachen. Diese Forderungen an die Fabrikation waren für den Verkehrsflugzeugbau ausschlaggebend. Das Flugzeug mußte schnell herstellbar sein, um plötzlich und an verschiedenen Orten auftretenden Notwendigkeiten der Massenherstellung oder bei Umstellung auf andere Typen mit dem geringsten Arbeits- und Zeitaufwand nachkommen zu können. Die Gesamtanlage mußte so sein, daß absolute Maßhaltigkeit und Paßgenauigkeit sowohl der Einzelteile wie auch im Gesamtaufbau garantiert waren, um Austauschbarkeit der Einzelteile und Flugsicherheit unter allen Umständen zu gewährleisten. Die Forderung der Anpassungsfähigkeit war besonders für die Entwicklungszeit wichtig, um notwendige Änderungen mit geringstem Aufwand an Zeit und Arbeit berücksichtigen zu können. So hat z. B. die F 13 im Laufe der Jahre über 300 Einzelverbesserungen erfahren, die für den Laien kaum erkenntlich sind, im Flugzeugwerk bei der Fabrikation aber berücksichtigt werden mußten. Typisierung und

Normung sind zur Verbilligung der Herstellung, der Reparaturen und der Ersatzteilbeschaffung unbedingt notwendig, können aber nur bis zu der Grenze durchgeführt werden, die die weitere Entwicklung und Vervollkommnung nicht mit neuen kostspieligen Umstellungsarbeiten verknüpft.

Neben der Tatsache, daß für die Erfüllung dieser Aufgaben grundlegend neue Mittel herausgebildet werden mußten, bereitete die Umschulung des technischen Personals, sowohl des Vorrichtungskonstruktors wie des Werkmannes, zunächst unüberwindlich erscheinende Schwierigkeiten. Nicht nur, daß das technische Personal keine diesen vollkommen neuen Aufgaben entfernt entsprechende Schulung und praktische Ausbildung erfahren hatte, es konnte — infolge seiner Anklammerung an althergebrachte bewährte Konstruktions- und Arbeitsverfahren

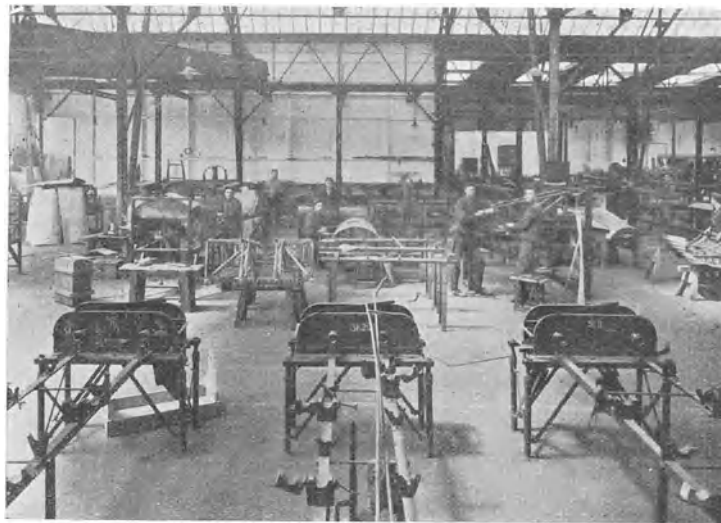


Abb. 52. Blick in eine der Montagehallen. Im Vordergrund Vorrichtungen für die Serienherstellung.

— auch erst ganz allmählich dazu gebracht werden, sich auf die neue Denkweise einzustellen. Alles erschien dem Neuling wie ein Versetztsein in eine andere technische Welt, deren noch unerschlossene Möglichkeiten ihm aber nach Eingewöhnung Anreize boten, die ihn schließlich zu einem begeisterten Anhänger der neuen Arbeit machten.

Eine weitere wesentliche Aufgabe bestand während der ganzen Entwicklungszeit in der fortlaufenden Schulung der Belegschaft und des erforderlichen Nachwuchses. Die Typenentwicklung verlangt Kräfte, die bei bester Handfertigkeit die notwendig werdenden Änderungen selbständig durchführen können. Die erforderlichen Facharbeiter mußten als Lehrlinge in der Lehrlingswerkstatt und als neu eintretende Handwerker in der Facharbeiter-Lehrwerkstatt mit den neuen, nur im Metallflugzeugbau auftretenden Arbeitsverfahren und Materialien vertraut gemacht werden.

Im Reihenbau hingegen konnten durch Verbesserung der Arbeitsverfahren, der Werkzeuge und Vorrichtungen vorwiegend ungelernte Arbeiter verwendet werden. Beim Reihenbau zeigte sich besonders der große wirtschaftliche Vor-

zug, den das Metall gegenüber der vorher allgemein üblichen Holzverwendung im Flugzeugbau bietet. Die weitaus meisten Arbeiten können von Hilfsarbeitern ausgeführt werden. Ihre Unterweisung durch das Stammpersonal geschieht in kürzester Zeit. Die Leistungssteigerung kann infolgedessen sehr schnell durchgeführt werden. Viele Arbeitsstätten können zur Mitarbeit herangezogen werden, und zwar um so mehr, je besser die Organisation aufgeteilt und einheitlich zusammengeführt ist. Durch die im Metallflugzeugbau mögliche Austauschbarkeit der Einzelteile wird die Montage auf die kürzeste Zeitspanne herabgemindert. Die Herstellungskosten werden auf einen Bruchteil derjenigen im Typenbau verringert.

Zu den neu entwickelten Werkzeugen und Vorrichtungen gehören die Wellenbiegemaschine, die Hohlprofilerschneidemaschinen, Vorrichtungen zur Nietung



Abb. 53. Bei den Junkers-Flugzeugen ist auch der Ersatz der Anlaufräder durch Schneekufen vorgesehen. Das Bild zeigt eine mit Schneekufen ausgerüstete F 13 in Helsingfors.

ebener und gewellter Bleche und offener Profile, maschinelle Nietverfahren, ferner Bauvorrichtungen, besondere Werkzeuge und Lehren für den Einzelteil-, Gerüst- und Zusammenbau der Flugzeuge. Durch die Anwendung solcher Spezialeinrichtungen erreicht auch die Qualität einen hohen Grad.

Geeignete Organisationsmaßnahmen sichern eine scharfe Prüfung des eingehenden Materials, eine laufende, bis ins kleinste gehende Überwachung und Kontrolle der gesamten Fabrikation, die laufende und strenge Prüfung aller Bauelemente. Jedes einzelne im Werk eingehende Material — sei es der Hauptbaustoff, das Duralumin, seien es Qualitätsstahl, Messing, Gummi oder Werkzeuge, Instrumente und Armaturen — wird einer peinlich genauen Prüfung auf Qualitätseigenschaften unterzogen. Wenn im Maschinenbau infolge eines Materialfehlers ein Teil zu Bruch geht, so sind die Folgen selten von solcher Auswirkung wie beim Flugzeug. Im ersteren Falle genügt meistens die Beschaffung eines Ersatzstückes; im Flugzeugbau dagegen könnte ein Bruch infolge Materialfehlers sich katastrophal auswirken, da nicht nur große Materialwerte,

sondern vor allem Menschenleben auf dem Spiel stehen. Im Flugzeugbau wird durch die wirtschaftliche Notwendigkeit, trotz hoher Beanspruchung des Konstruktionsmaterials mit geringstem Gewicht auszukommen, eine Ausnutzung der

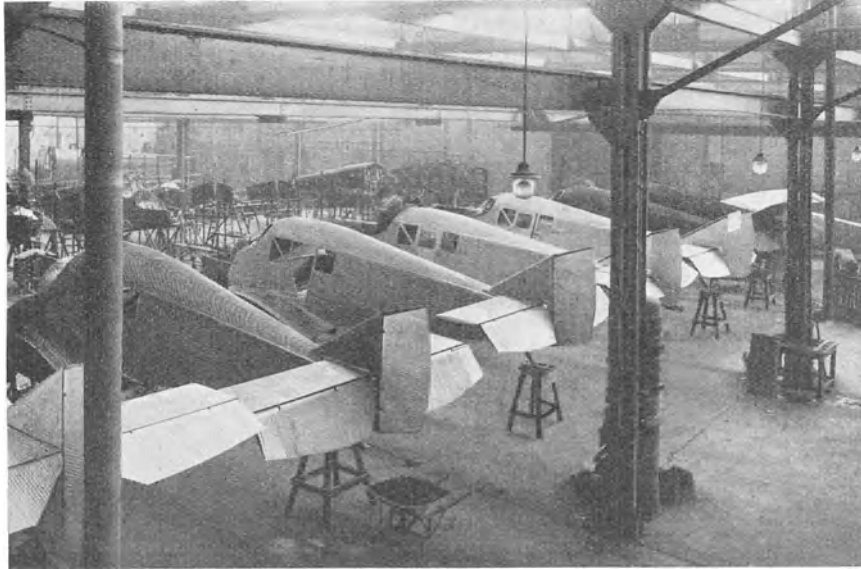


Abb. 54. Serienherstellung der F 13 im Jahre 1922.

Qualitätseigenschaften des Baustoffes betrieben, die einzig dasteht. Die hieraus resultierenden Forderungen nach unbedingt gleichmäßiger Beschaffenheit des Materials müssen streng durchgeführt werden. Darüber hinaus ist aber auch



Abb. 55. Der Flügel des Junkers-Flugzeuges gestattet, wie das Bild zeigt, das Befahren des Flügelinnern mit kleinen Wagen, so daß eine gründliche Kontrolle aller Einzelheiten gewährleistet ist.

während der einzelnen Arbeitsprozesse darüber zu wachen, daß die Qualitätseigenschaften nicht etwa durch Behandlungsfehler wieder verlorengehen. Wird deshalb schon notwendig nur das allerbeste zur Verfügung stehende Material

verwendet, so gibt das rücksichtslose Prüfen den Materialherstellern wichtige Hinweise für immer weitere Steigerung der Qualität, die auch der übrigen Industrie zugute kommt.



Abb. 56. Schwere Bruchlandung. Die Kabine blieb unverletzt.

Die Materialprüfung begnügt sich nicht mit Stichproben; besonders die Hauptbaustoffe werden Stück für Stück geprüft, von jeder eingehenden Sendung werden mehrere Abschnitte einer genauer Untersuchung auf Festigkeit, Dehnung und sonstige Haupteigenschaften auf chemischem oder metallurgischem Wege

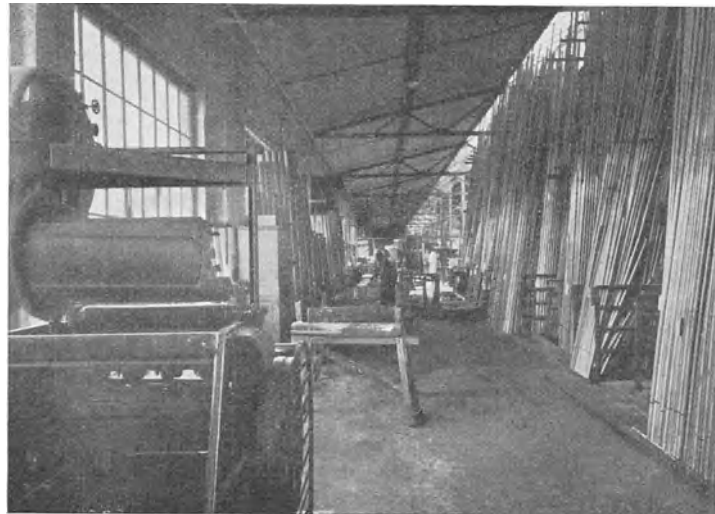


Abb. 57. Teillager für Duraluminrohre.

unterzogen. Darüber hinaus wird jedes Stück auf außen sichtbare Fehler und Beschädigungen untersucht, wobei die Rohre aus Duralumin unter Zuhilfenahme besonderer Beleuchtungs- und Spiegelungsvorrichtungen im Innern genauestens kontrolliert werden. Im Fabrikationsverlauf erstreckt sich diese gewissenhafte

Materialprüfung auch auf fertige und halbfertige Konstruktionsteile aller Abmessungen.

Alle diese schwierigen Fragen des Arbeitsverfahrens, der Werkzeuge, der Vorrichtungen, der Materialprüfung, der Reparaturverfahren und der Arbeiter- und Personalschulung fanden im Laufe weniger Jahre eine Lösung, die eine wirtschaftliche Serienfabrikation bis zu den größten Typen gestattet.

Ausmaß und Tempo der wirtschaftlichen Auswirkungen einer solchen Arbeitsorganisation konnten um so mehr gesteigert werden, je mehr aus der praktischen Verwendung des Flugzeuges Erfahrungen und Anregungen in die Werkstatt kamen. Je mehr Möglichkeiten für die Kritik geschaffen wurden, an der Durchführung der Fabrikationseinrichtungen, an der Erprobung und an den Übungs-

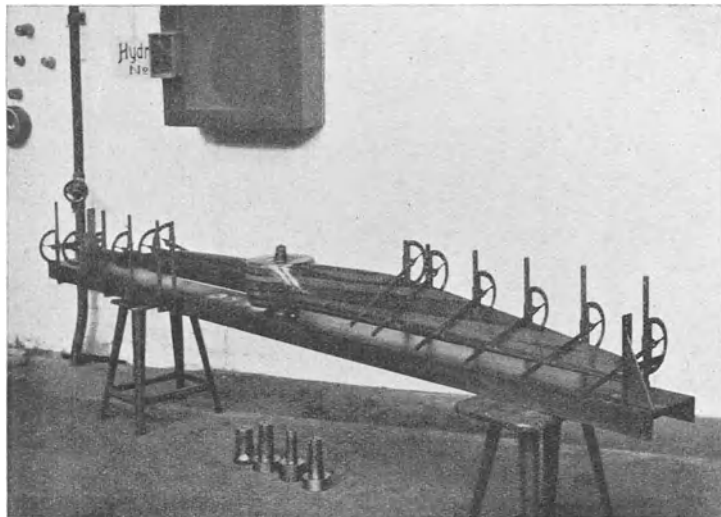


Abb. 58. Vorrichtung für Propellerkontrolle.

arbeiten mitzuwirken, um so schneller und besser konnte die serienmäßige, billige Herstellung von Qualitätserzeugnissen durchgeführt werden.

Die mit dem Einsatz der F 13 beginnende enge Verbindung zwischen Flugzeugentwicklung und Luftfahrt, zwischen Werft und Reederei, war der Aufgabe, dem Verkehrsflugzeug im Wirtschaftsleben Eingang zu verschaffen, außerordentlich förderlich. Der Einsatz der Flugzeuge im eigenen Luftverkehr wurde zu einer Quelle wichtiger Erfahrungen und Anregungen für die konstruktive und werkstattmäßige Weiterentwicklung und für die Schaffung neuer Typen.

Das Vordringen wirtschaftlich tüchtiger Flugzeuge in europäische und außer-europäische Länder weckte den schlummernden Bedarf nach Handelsluftfahrt und steigerte die Anforderungen an die Produktion ständig. Schon im Jahre 1920 standen 73 F 13-Maschinen auf dem Fabrikationsprogramm, die auch sämtlich ausgeführt wurden.

Nachdem die gesteigerte Produktion eine wesentliche Stärkung der wirtschaftlichen Verhältnisse des Flugzeugwerkes eingeleitet hatte, mußte schon gegen Ende des Jahres 1920 in Erwartung des Bauverbots durch die Entente der Betrieb

wieder erheblich eingeschränkt werden. Natürlich wirkte diese Leistungsstörung zunächst vernichtend. Halbfertige Flugzeuge und Einzelteile, die nunmehr totes Material bedeuteten, mußten mit erheblichen Kosten eingelagert und erhalten werden. Wertvolle Arbeitskräfte, in die man eine Menge Aufwand an Anlernungsarbeit hineingesteckt hatte, gingen fort; diejenigen, welche man als Stamm mit großen Verlusten hielt, konnten nicht voll ausgenutzt werden, so daß ihre Erfahrungen zum Teil verlorengingen.

Zur Erhaltung des Betriebes während des Verbotes machte sich die Umstellung auf andere Artikel notwendig. Es galt deshalb, für eine Blechbearbeitungswerkstätte passende Aufträge schnellstens zu beschaffen, die möglichst eine Verwertung und Vermehrung der vorhandenen Spezialerfahrungen gestatteten. Es gelang, derartige Aufträge hereinzubekommen.

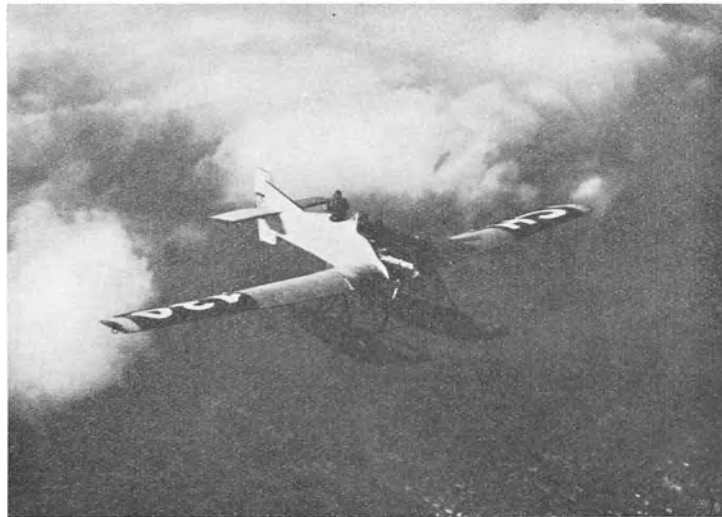


Abb. 59. Das A 20-Wasser-Flugzeug „Switzerland“, das im Jahre 1924 einen Fernflug von Zürich nach Teheran durchführte.

Dreherei und Schlosserei konnten mit der Anfertigung von Armaturen, Fahrradteilen usw. beschäftigt werden. Ferner wurde der Bau von Ruderbooten aufgenommen mit der besonderen Absicht, den Bau von Wasserflugzeugen vorzubereiten bzw. zu fördern und weitere Erfahrungen in der Leichtbauweise zu sammeln. Auch Boote mit Einbaumotoren wurden angefertigt. Gleichzeitig wurden versuchsweise größere Motorboote gebaut. Diese Arbeiten trugen beispielsweise zur Lösung des Problems bei, dünne Bleche wasserdicht zu vernieten. Versuche mit Gleitbooten auf der Elbe brachten Erfahrungen über die zweckmäßige Anordnung der Stufen unter Flugzeugschwimmern und über das Verhalten des Baumaterials.

Unter der Einwirkung des Bauverbots wurde außer einer 1921 versuchsmäßig begonnenen kleinen 3-sitzigen Verkehrsmaschine (K 16) kein neues Flugzeug in Arbeit genommen. Lediglich einige der Ende 1920 begonnenen Verkehrsflugzeuge wurden unter erheblichen Schwierigkeiten im Auslande fertiggestellt.

Nach Aufhebung des Bauverbotes im Juli 1922 wurde der Flugzeugbau sofort wieder aufgenommen. Von 1922 bis 1925 steigerte die Produktion sich von 9 auf 257 Flugzeuge pro Jahr.

Die wachsende Vielseitigkeit des Bedarfs an Flugzeugen ließ es als notwendig erscheinen, den neben dem Verkehr auftretenden Spezialbedürfnissen rechtzeitig Rechnung zu tragen. Auf diese Weise entstanden verschiedene neue Typen für Schulung, Postbeförderung, Kurierdienst usw.

Bis Ende 1924 stellte die Fabrikation der F 13 und ihrer Ersatzteile den Hauptteil der Produktion des Junkers-Flugzeugwerks dar. Durch die Begriffsbestimmungen waren der Weiterarbeit auf dem Gebiete stärkerer und größerer Flugzeuge außerordentliche Beschränkungen auferlegt. Trotzdem

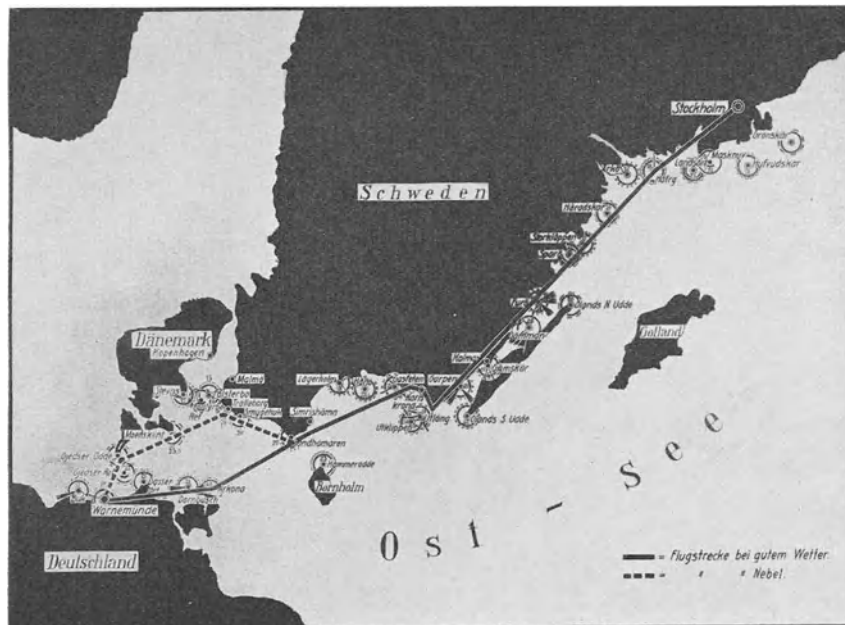


Abb. 60. Der erste regelmäßige Nachtluftverkehr mit Junkers-Flugzeugen geht auf die zweite Hälfte des Jahres 1924 zurück. Die Karte gibt einen Begriff davon, wie eine Nachtluftverkehrsstrecke ganz ähnlich den Seestrecken befeuert werden kann.

wurde, gefördert durch die mit dem Ausbau des Luftverkehrsnetzes aufgetretene Nachfrage nach größeren Verkehrsflugzeugen zur Befliegung längerer Strecken, Anfang 1924 mit der Konstruktion und der Versuchsausführung der 3-motorigen Großverkehrsmaschine G 24 begonnen, die Anfang 1925 in Verkehr gestellt wurde.

Die F 13 hatte in fast allen Gegenden der Welt technische, wirtschaftliche, organisatorische und meteorologische Erfahrungen gesammelt. Das Flugzeug studierte die klimatischen Verhältnisse, den Verkehrsbedarf, die Produktions- und die Absatzfragen und brachte diese Erfahrungen zurück in die Forschungsanstalt. So erklärt es sich auch, daß die G 24 schon bei ihrer Inbetriebnahme einen sehr günstigen Leistungsgrad aufwies, da ja bei ihrer Entwicklung die vielseitigen Erfahrungen des mehrjährigen praktischen Betriebes der F 13 verwendet worden waren. Da diese Erfahrungen der Forschungsarbeit ohne weiteres

zur Verfügung standen, war der Aufwand für neue Entwicklungsarbeiten auf ein Mindestmaß herabgedrückt.

Auch bei der G 24 zeigte sich, daß erst dann, wenn eine größere Anzahl von Flugzeugen sich im Verkehr befindet, genügend sichere und vollständige Daten für die Festlegung des weiteren Arbeitsprogramms erfaßt werden können.

Durch Gründung von Luftverkehrs-Unternehmungen war das neue Beförderungsmittel dem Publikum vertraut gemacht, die notwendige Entwicklungszeit durch systematischen Ausbau wesentlich verkürzt und somit die Basis für eine erhöhte Produktion geschaffen worden, die gleichzeitig die Wirtschaftlichkeit des Werkes hob, weil die Vorteile des größeren Reihenbaus zur Wirkung kamen. Gleichzeitig war es möglich, alle Erfahrungen des Luftverkehrs bei der Fabrikation und



Abb. 61. G 24 klar zum Nachtstart auf dem Flugplatz Tempelhof.

bei Neukonstruktionen zu berücksichtigen, so daß vor allem die Wirtschaftlichkeit des Flugbetriebes und seine Zuverlässigkeit wesentlich gehoben werden konnten.

Natürlich hatte Junkers bei der Ausdehnung seiner Linien mit schwierigen politischen Situationen zu kämpfen. Die starken nationalen Tendenzen in allen Staaten, in den kleineren oft noch mehr als in den großen, machten vielfach erhebliche Schwierigkeiten, die um so eher behoben werden konnten, je mehr die rein wirtschaftlichen Absichten, die der Arbeit von Junkers zugrunde liegen, bekannt wurden. Gerade die Verbindung von Bau und Verkehr, wie sie sich in der planmäßigen Zusammenarbeit zwischen Flugzeugwerk, Motorenbau und der im Jahre 1921 entstandenen Abteilung Luftverkehr der Junkers-Werke, der späteren Junkers-Luftverkehr A.-G., darstellt, erwies sich als Anreiz zum Kauf für das Ausland, das beim Bezug von Flugzeugen wußte, daß es zugleich mit den Flugzeugen die Mitbenutzung langjähriger Erfahrungen im Verkehrsbetrieb erwerben konnte. Deshalb ist man im Auslande auch bereit gewesen, nicht nur als

Käufer aufzutreten, sondern auch die weitere Entwicklung von Bau und Verkehr durch vorübergehende oder dauernde Beteiligung und durch die Einrichtung eigener Fabrikationsstätten zu erleichtern, wie in Rußland, Schweden und in der Türkei.

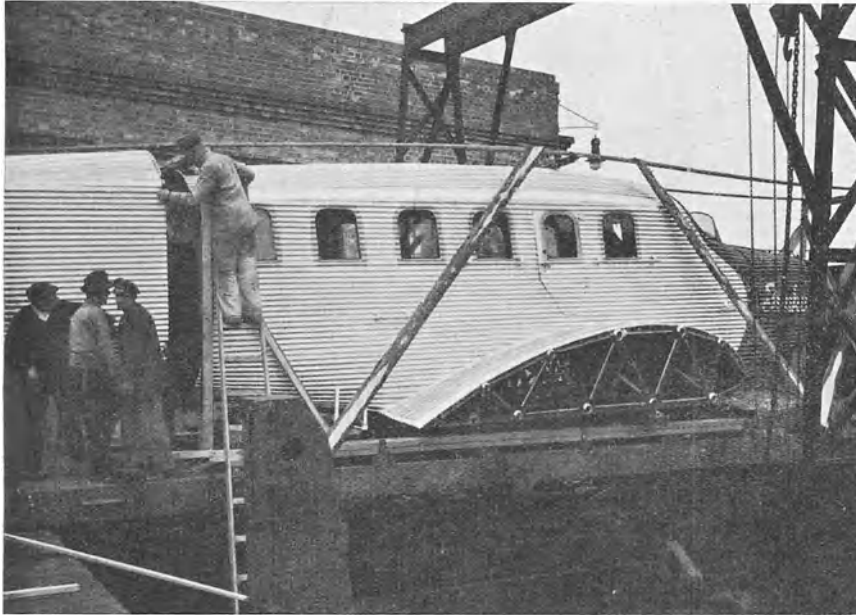


Abb. 62. Die Typisierung der Bauteile gestattet ein Zerlegen des ganzen Flugzeuges in transportable und leicht wieder zusammensetzbare Teile.



Abb. 63. Blick in die Fertigmontagehalle der Junkers-Flugzeugwerke, in welcher die Flugzeuge, die, um Raum zu sparen, in Teilen aufgestapelt sind, für den Start an ihren Bestimmungsort zusammengebaut werden.

Die sich stetig entwickelnde Serienfabrikation erforderte naturgemäß eine erhebliche Vergrößerung der Betriebe. Für die im Jahre 1925 allmählich auf 2100 Mann angewachsene Belegschaft und die große Zahl der Angestellten

mußten die notwendigen Räume geschaffen werden. Die ebenfalls immer dringender werdende Aufgabe der Schaffung eines geeigneten Werkflugplatzes wurde



Abb. 64. Eine als Lazarettflugzeug umgebaute F 13 an der spanischen Marokkofront, von wo Kranke und Verwundete in kürzester Zeit auf diesem Wege nach der Heimat befördert wurden.



Abb. 65. Schädlingsbekämpfung vom Flugzeug aus.

nach längeren Verhandlungen Mitte des Jahres 1925 durch Vermittlung der anhaltischen Regierung und Unterstützung der Stadt Dessau durch langjährige Verpachtung eines größeren Geländes gelöst.

Trotz der Fülle der zu leistenden Aufgaben, die die Entwicklung mit sich brachte, gelang es, im Flugzeugwerk die monatliche Fabrikationsleistung — auf die Zelle F 13 bezogen — von 12 im Jahre 1924 auf 30 im September 1925 zu erhöhen.

Im Laufe der Jahre war es Junkers und seinen Mitarbeitern gelungen, eine ständig wachsende Gemeinschaft verschiedener Luftverkehrsgesellschaften deutscher und andersstaatlicher Nationalität ins Leben zu rufen, die, soweit die deutschen Gesellschaften in Frage kamen, später von der Deutschen Lufthansa übernommen wurden.

Zur Bearbeitung von Nebenaufgaben, die sich bei der praktischen Verwendung des Flugzeuges herausstellten, wurden Spezialapparate und -einrichtungen



Abb. 66. Luftbildplan mit terrestrisch bestimmten Höhenschichten (Roter Berg nördlich Erfurt).

entwickelt; als Beispiele seien nur erwähnt Füll- und Streuvorrichtungen für die Aufnahme und Verteilung von Giftstoffen zur Schädlingsbekämpfung und Anfang 1927 ein Sonderflugzeug für Luftbildvermessung, in dem erstmalig die Orientierung vom Innern der Flugzeugkabine aus geschehen kann.

Auf dem Gebiete der Luftbildvermessung sind in den letzten Jahren ganz bedeutende Fortschritte gemacht worden. Die Technik der Aufnahme und Ausarbeitung erfuhr einen so ausschlaggebenden Fortschritt, daß heute die Herstellung einer exakten Karte unter Benutzung von Luftbildaufnahmen als gelöstes Problem angesehen werden kann. Außerdem zeigt sich die Bedeutung der Luftbildvermessung darin, daß das Verfahren sowohl in zivilisierten, bereits vermessenen Ländern, als auch in unerforschten Gebieten sich allenthalben einführen läßt. Der Wert der Luftbildaufnahme geht daraus hervor, daß heute fast $\frac{9}{10}$ der gesamten Erdoberfläche überhaupt nicht oder teilweise nur ganz un-

genügend vermessen ist. Die Leistungsfähigkeit des Verfahrens bedingt allerdings einen wirtschaftlich arbeitenden Flugbetrieb. In richtiger Erkenntnis dieses Umstandes und der Bedeutung der Luftbildvermessung überhaupt hat sich das Flugzeugwerk eine besondere Abteilung für Luftbildaufnahmen und Luftbildvermessung geschaffen, die sich inzwischen erfolgreich in der praktischen Luftbildarbeit betätigt hat. Mit der Schaffung dieser Abteilung wurde gleichzeitig

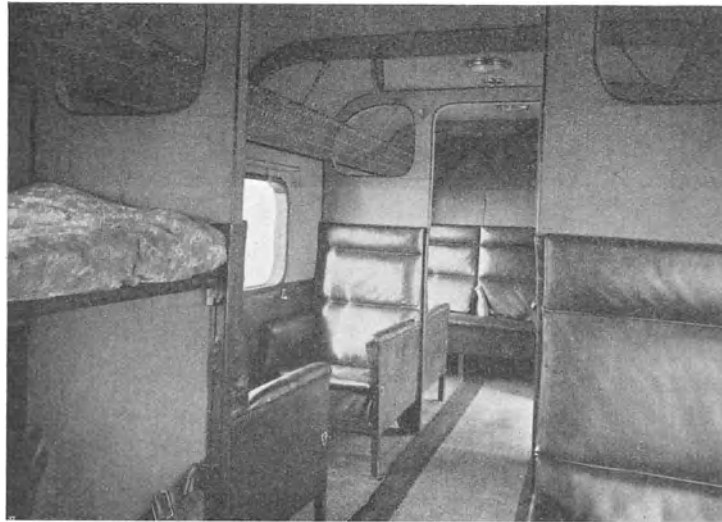


Abb. 67. Kabine der G 31.

der Nebenzweck verfolgt, durch das gewonnene Bild- und Kartenmaterial den Gedanken des Flugwesens zu fördern.

Den stark anwachsenden Bedürfnissen des Frachtverkehrs wurde im Jahre 1926 durch die Schaffung der W 33 und des Großflugzeuges G 31 Rechnung ge-

Jahr	Beförderung		km-Wegleistung gesamt
	Personen	Post, Fracht in t	
1921	2 230	2	350 000
1922	11 005	16	536 353
1923	26 509	67	1 266 769
1924	40 298	142	1 875 371
1925	93 242	656	4 784 756
1926	110 216	1 613	6 912 083

Abb. 68. Personen- und Frachtbeförderung mit Junkers-Flugzeugen.

tragen. Die G 31 kann für Personen- wie auch zur Frachtbeförderung eingerichtet werden. Sie bedeutet einen weiteren Schritt auf dem Wege der von ihrem Endziel noch weit entfernten technischen Entwicklung.

Am 12. Dezember 1915 war es das erste Mal, daß ein Junkers-Ganzmetall-Flugzeug eine Strecke im Fluge erfolgreich zurücklegte. Zehn Jahre später ergibt die Statistik der Weltluftfahrt des Jahres 1925, daß von den 57 000 km des Weltluftnetzes mehr als $\frac{1}{3}$ seiner Ausdehnung mit Junkers-Flugzeugen befliegen wurde.

Die mit den Junkers-Flugzeugen im praktischen Betrieb erzielten Leistungen beweisen die Richtigkeit des von Junkers verfolgten Zieles zur Schaffung eines

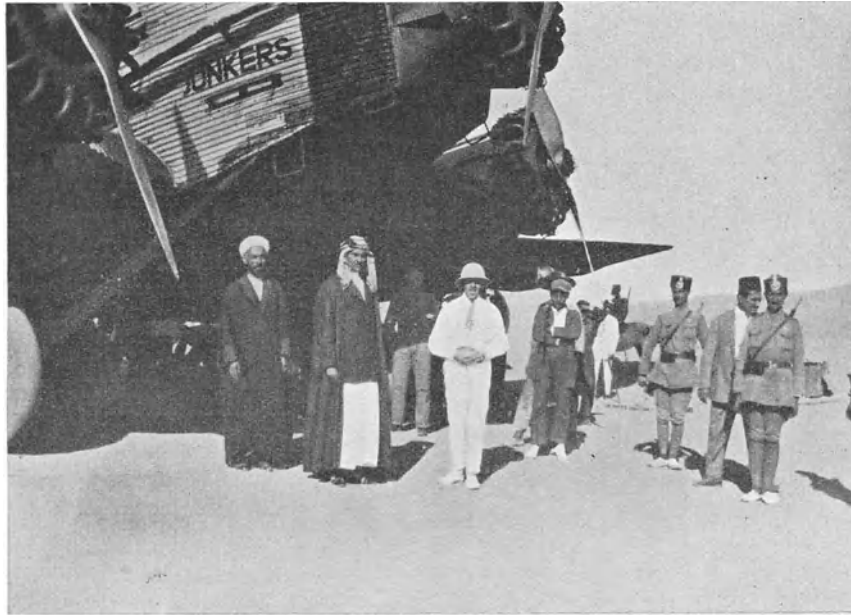


Abb. 69. G 31 in Teheran. Ein Großflugzeug G 31 beförderte auf Bestellung der persischen Regierung im September 1927 große Mengen Impfstoff von Deutschland nach Persien zur Bekämpfung der dort herrschenden Choleraepidemie.

Großflugzeuges über eine Reihe Zwischenglieder, die die noch fehlenden Bau- und Betriebserfahrungen sichern.

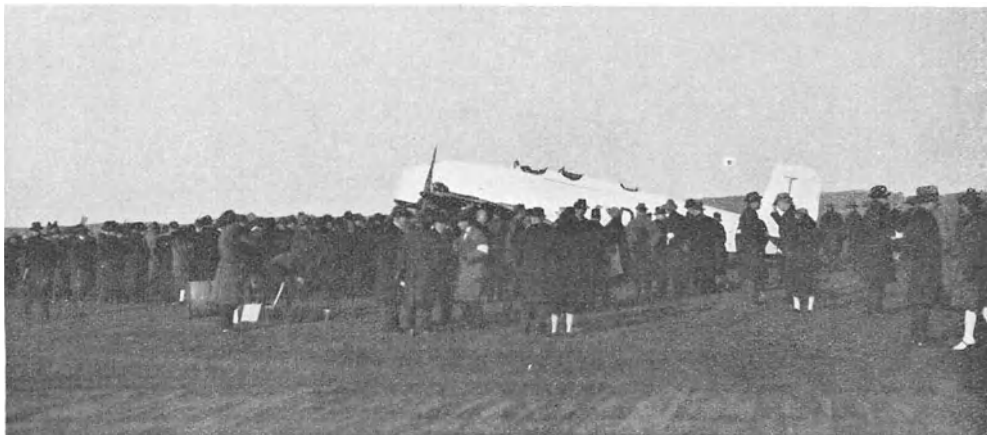


Abb. 70. Mitglieder der Schiffbautechnischen Gesellschaft bei Junkers in Dessau.

XVIII. 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
Allardt	Die Gasschmelzschweißung wird auch im Schiffbau zu größerer Geltung kommen	196
Benjamin	Stabilitätsverhältnisse bei Frachtdampfern	281
Björklund	Kohlensparnisse bei umgebauten Dreifach-Expansionsmaschinen	242
Brose	Erfahrungen mit schmiedeeisernen Zylinder-Laufbüchsen	327
Buchsbaum	Praktische Ausführung der Luksülle als Deckträger	283
Christiansen	Vierzylindermaschine in Doppelverbund-Anordnung eigener Konstruktion	237
Dahlmann	Festigkeitsversuche am fahrenden Schiff sind allen anderen vorzuziehen	148
Danz	Lehrlauf-Verbrauch der Umformer beim Schweißen	190
Eichelberg	Spülvorgang bei Zweitaktmaschinen mit kompressorlosem Betrieb	382
Flamm	Fragen über die Zulässigkeit der Schweißung bei Unterseebooten .	191
Goos	Schmierung der Zylinderwandungen beim Betriebe mit hochüberhitztem Dampf	248
Hartmann	Durch Überhitzung hergestellte Frischdampf-Temperaturen erhöhen die Wirtschaftlichkeit der Dampfmaschine für je 10° um 1%	240
Immich	Kompressorloser doppeltwirkender Zweitaktmotor der Deutschen Werke in Kiel	328
Jaeger	Fortschritte in bezug auf Haltbarkeit und Wirtschaftlichkeit bei Anstrichen an Bord von Schiffen	370
Judaschke	Unterbrechung der festen Schanzkleider querab der Decksluken durch ein wegnehmbares Geländer	286
„	Der bisherige erste Anstrich auf die Eisenbeplattung und die Instandhaltung durch periodisch wiederkehrende Farbenanstriche hat sich bewährt	377
Laas	60 Jahre Bauvorschriften des Germanischen Lloyd	103
Lienau	Dehnungsversuche im Festigkeitsinstitut der Hochschule in Danzig	124
Lottmann	Erfahrungen bei der Anwendung elektrischer Lichtbogen-schweißung im Schiffbau	156
Malisius	Ratschläge für die praktische Durchführung der Schweißung im Schiffbau	193
Rieß	Feste und offene Schanzkleider und die internationalen Bestimmungen	280
Sass	Doppelwirkende kompressorlose Zweitakt-Dieselmotoren für Schiffsantrieb	287
Salge	Gesammelte Erfahrungen mit Lenz-Einheits-Schiffsmaschinen	199
Schnadel	Übereinstimmung der Theorie bei Festigkeitsversuchen mit den praktischen Ergebnissen	151
Schilling	Wasserdruckbelastung oder Belastung durch Ladungsdruck führen zu räumlichen Spannungszuständen, deren Meßbarkeit auch im Laboratorium möglich sind	153

Name des Verfassers oder Redners bei den Erörterungen	Inhalt des Vortrages oder der Erörterungen	Seite
Schönian	Die modernen technischen Einrichtungen in Schiffsküchen . .	334
Schulz	Vergleich von Anstrichen mit Jaegerfarbe auf Gegenstände, die mit alter Farbe behaftet sind, und auf solche, die vorher ganz besonders gereinigt wurden	376
Schwarz	Die Lukenverschlüsse und Sicherheit der Schiffe	250
Siemann	Versuche mit Dehnungsmessern am fahrenden Schiff	153
Strelow	Erfahrungen über die Fließgrenze der Schweiße	191
Stumpf	Die Gleichstrom-Schiffsdampfmaschine verglichen mit den Maschinen von Christiansen und Lentz	242
Vaas	Die Schweißungen mit umhüllten Stäben stellen sich im End- ergebnis billiger als die mit nackten Stäben	197
Winter	Besprechung der von Geheimrat Schwarz angeführten Schiffs- unfälle	282
Wrobbel	Einfluß der Drehungsbeanspruchungen auf die Schubspannungen im Schiffskörper	150