

Inhaltsverzeichnis

1 Schiffstheorie

1.1 Hauptabmessungen	22
1.2 Darstellung der Schiffsform	27
1.3 Berechnung von Flächeninhalten und deren Momente	30
1.31 Gleichungen für Flächen, deren Momente, Schwerpunkte und Trägheitsmomente	30
1.32 Numerische Integration	32
1.321 Trapezregel	32
1.322 Erste Simpsonsche Regel	34
1.323 Zweite Simpsonsche oder $\frac{3}{8}$ -Regel	35
1.324 Dritte Simpsonsche oder $\frac{5}{8}$ -Regel	35
1.325 Regel von <i>Tschebyscheff</i>	35
1.33 Instrumentelle Integration	37
1.331 Planimeter	37
1.332 Integrator	38
1.333 Integraph	39
1.334 Winkelintegrant	39
1.34 Differentiation	40
1.341 Numerische Differentiation	40
1.342 Graphische Differentiation	42
1.4 Formkurvenblatt	43
1.41 Formkurvenblatt für das unvertrimmte Schiff	43
1.411 Praktische Anwendung der ersten Simpsonschen Regel	43
1.412 Berechnung des Kurvenblattes	48
1.413 Darstellung des Kurvenblattes	51
1.414 Angenäherte Berechnung eines vorläufigen, verkürzten Kurvenblattes ..	56
1.42 Trimmkurvenblatt	60
1.5 Querstabilität (Stabilität um die Längsachse)	67
1.51 Allgemeines über Stabilität	67
1.52 Zur Geometrie des Schiffes	67
1.521 Einfluß der Schiffsform auf die Gestalt der <i>F</i> - und <i>M</i> -Kurve und der <i>W</i> -Fläche	70
1.522 Einfluß der Lage des Gewichtsschwerpunktes auf die Stabilität	73
1.523 Form- und Gewichtsstabilität	76
1.524 Zusatzstabilität	79
1.53 Anfangsstabilität	87
1.531 Berechnung der Anfangsstabilität	88
1.532 Angenäherte Berechnung der Anfangsstabilität	88
1.533 Beanspruchung der Stabilität bei kleinen Neigungswinkeln	104

1.54 Stabilität bei größeren Neigungswinkeln.....	107
1.541 Statische Stabilität.....	108
1.542 Dynamische Stabilität	111
1.55 Rechenverfahren zur Stabilitätsbestimmung	118
1.551 Pantokarenen oder Stabilitätsquerkurven	118
1.552 Allgemeines über Stabilitätsrechenverfahren	120
1.553 Integratorverfahren	122
1.554 Planimeterverfahren nach <i>Middendorf</i>	124
1.555 Stabilitätsrechnung nach <i>Barnes</i>	125
1.556 Schnittverfahren	133
1.557 Stabilitätsrechnung nach <i>Krilow</i>	137
1.558 Stabilitätsverfahren nach <i>Prochaska</i>	145
1.559 Über die Wahl des jeweils günstigsten Berechnungsverfahrens	157
1.5510 Stabilitätsrechnung für kleine Neigungswinkel	161
1.5511 Annäherungsverfahren zur Berechnung der Hebelarmkurven.....	166
1.56 Beanspruchung der Stabilität durch äußere Kräfte	170
1.561 Stabilitätsbeanspruchung bei seitlichem Winddruck	171
1.562 Stabilitätsbeanspruchung beim Drehmanöver	173
1.563 Stabilitätsbeanspruchung bei seitlichem Trossenzug	173
1.57 Beanspruchung der Stabilität durch innere Kräfte	174
1.571 Seitliche Verschiebung einer Last	174
1.572 Hängende Last	176
1.58 Berücksichtigung freier Oberflächen	176
1.581 Einfluß freier Oberflächen bei aufrechter Lage	176
1.582 Einfluß freier Oberflächen bei endlichen Neigungen	177
1.59 Stabilität beim Docken und bei Grundberührung	179
1.591 Schiff sitzt mit der ganzen Länge des Kiels auf	179
1.592 Schiff sitzt nur in einem Punkt des Kiels auf	180
1.593 Größter Stapeldruck beim Docken von Schiffen	181
1.6 Trimm (Stabilität um die Querachse)	182
1.61 Trimmrechnung bei kleinen Trimmwinkeln	183
1.62 Trimmrechnung bei größeren Trimmwinkeln	183
1.63 Annäherungsformeln für M_E und $\overline{M_L F}$	184
1.64 Trimm und Stabilität	184
1.7 Wasserdichte Unterteilung des Schiffes	185
1.71 Grundlegende Betrachtungen	185
1.711 Folgen des Flutens	185
1.712 Flutbarkeit (Permeabilität)	186
1.713 Ausmaß der Beschädigung	186
1.714 Unversehrter Auftrieb	187
1.72 Leckrechnung.....	188
1.721 Methode des Verdrängungsverlustes und Gewichtszuwachses	188
1.722 Verwendete Symbole	190
1.723 Leckrechnung ohne nennenswerten Trimm	190
1.724 Leckrechnung bei größerem Trimm	191
1.725 Leckstabilität bei größeren Neigungswinkeln.....	202

1.73 Flutbare Länge und zulässige Länge	205
1.731 Definitionen	206
1.732 Berechnung der Schottenkurve	207
1.74 Allgemeine Betrachtungen über die flutbare Länge und die Leckstabilität ...	228
1.8 Schiffsschwingungen	230
1.81 Begriff der Schwingung und die Hauptschwingungsarten beim Schiff	230
1.82 Trochidentheorie	232
1.821 Mathematische Definition	232
1.822 Voraussetzungen für die Anwendung der Trochidentheorie	234
1.823 Ergebnisse	235
1.824 Ergänzungen und allgemeine Bemerkungen über Wellen	236
1.825 Smith-Effekt	237
1.83 Rollschwingungen	238
1.831 Rollen im glatten Wasser ohne Widerstand	239
1.832 Rollen im glatten Wasser mit Widerstand	240
1.833 Rollen im Seegang ohne Widerstand	244
1.834 Rollen im Seegang mit Widerstand	249
1.835 Einige besondere Aspekte	250
1.84 Die anderen Schwingungsarten	252
1.841 Stampfen	252
1.842 Tauchen	256
1.843 Gieren	257
1.85 Zusammenwirken verschiedener Schwingungsarten	259
1.851 Rollen und Stampfen	259
1.852 Rollen und Tauchen	259
1.853 Stampfen und Tauchen	260
1.854 Rollen, Stampfen und Gieren	260
1.86 Hydrodynamische Massen und hydrodynamische Massenträgheitsmomente ..	260
1.861 Definition und Ergebnisse	260
1.862 Anwendungen	268
1.87 Schlingerdämpfung	270
1.871 Allgemeine Aufgabenstellung	270
1.872 Schlingerkiele	270
1.873 Schlingerdämpfungstanks	271
1.874 Schiffskreisel	276
1.875 Stabilisatoren	277
1.88 Stabilität im Seegang	280
1.9 Bestimmung der Lage des Gewichtsschwerpunktes über Basis	282
1.91 Gewichts- und Momentenrechnung	283
1.92 Krängungsversuch	283
1.921 Theorie des Krängungsversuches	283
1.922 Praktische Durchführung des Krängungsversuches	286
1.923 Krängungsversuchsprotokoll	288
1.93 Rollzeitmessung	293
1.931 Berechnung des Trägheitsmomentes für beliebige Ladefälle	294

1.10 Stapellaufrechnung	299
1.101 Längsablauf	300
1.101.1 Allgemeines	300
1.101.2 Schiff in Ruhe und Ablauf bis Eintauchen	301
1.101.3 Eintauchen bis Aufdrehen	304
1.101.4 Aufdrehen bis Freischwimmen	312
1.101.5 Freischwimmen	316
1.101.6 Stapellaufrechnung	319
1.101.7 Einfluß der Höhe des Wasserspiegels	320
1.101.8 Einfluß von Bahnneigung, Wölbung und Ballast im Schiffe	324
1.101.9 Schlitten und Bahn	325
1.101.10 Reibung	325
1.101.11 Bremsmittel	327
1.101.12 Stabilität während des Stapellaufes	327
1.101.13 Festigkeit des Schiffes während des Stapellaufes	327
1.102 Querstapellauf	328
1.102.1 Allgemeines	328
1.102.2 Schlitten und Bahn	328
1.102.3 Kippen und Dumpen	329
1.11 Verwendete Symbole	332
1.12 Literaturverzeichnis zu Abschn. 1	339

2 Widerstand, Propulsion und Steuern

2.1 Schiffswiderstand	347
2.11 Aufgliederung und Übersicht	347
2.12 Widerstandsanteile	348
2.121 Reibungswiderstand	348
2.122 Druckwiderstand	351
2.123 Wellenwiderstand	351
2.124 Formwiderstand	353
2.125 Windwiderstand	372
2.126 Widerstand der Anhänge und Widerstandszuschläge	372
2.127 Zahlenbeispiele	373
2.13 Widerstand von Motorbooten	375
2.131 Einteilung und Formgebung	375
2.132 Widerstandsrechnung nach Widerstandsanteilen	382
2.133 Zahlenbeispiele für die Widerstandsbestimmung von Motorbooten	383
2.14 Verschiedene andere Verfahren zur Widerstandsbestimmung	386
2.141 Kurven von <i>Ayre-Remmers</i> für normale Seeschiffsformen	386
2.142 Kurven von <i>Dietze</i> für Binnenschiffe	389
2.143 Formwiderstand für die Kahnform „Amanda“	392
2.144 Bestimmung des erforderlichen Leistungsbedarfs für Motorboote	392
2.145 Gesamtwiderstand kleiner Schiffe (Fischkutter, Schlepper, Fährten)	394
2.15 Probefahrt- und Dienstgeschwindigkeit	394
2.151 Widerstandszunahme durch Bewuchs und durch Witterungseinflüsse	395

2.16	Widerstand auf beschränktem Fahrwasser	400
2.161	Beschränkte Fahrwassertiefe	400
2.162	Beschränkte Fahrwasserbreite	405
2.163	Widerstand bei Fahrt auf Kanälen	407
2.164	Besondere Widerstandserscheinungen bei der Flußschiffahrt	412
2.17	Widerstand von Schleppzügen und Schubeinheiten	416
2.171	Schleppzüge	416
2.172	Schubeinheiten	417
2.18	Besondere Fälle	418
2.181	Schlepper	418
2.182	Fischereifahrzeuge	419
2.183	Eisbrecher	419
2.184	Segler	420
2.2	Propulsion	420
2.21	Zusammenwirken zwischen Schiff und Propeller	420
2.211	Nachstrom	420
2.212	Sog	428
2.213	Gütegrade	431
2.214	Wirklicher Slip und scheinbarer Slip	432
2.22	Systematische Propellerversuche	432
2.221	Serienpropeller und ihre Formgebung	432
2.222	Dimensionslose Auftragsgrößen	439
2.223	Propellerschaubilder	440
2.224	Aufgabenstellung	443
2.225	Anwendungsmöglichkeiten	443
2.226	Zahlenbeispiele	452
2.23	Auswahlrichtlinien für Schraubenpropeller	462
2.231	Grundzüge für die Auswahl von Propellern	462
2.232	Propeller als Schwingungserreger	465
2.24	Übertragung der Ergebnisse von Propeller-Freifahrtversuchen auf das System „Schiff + Propeller“ und umgekehrt	466
2.25	Kavitation	467
2.251	Vermeidung von Kavitationserscheinungen	469
2.252	Kavitationsschaubilder	470
2.253	Überkavitation (volle Saugseitenkavitation)	477
2.254	„Singende“ Propeller	477
2.255	Luftleinbruch	479
2.26	Verschiedene Einflüsse	480
2.261	Tiefgang und Trimm	480
2.262	Belastung	480
2.263	Strömendes Wasser	481
2.264	Gleichförmige und veränderliche Steigung	481
2.265	Unrichtige Drehzahl infolge falschen Steigungsverhältnisses	482
2.266	Durchmesser der Nabe	482
2.267	Flügelumriß	483
2.268	Flächenverhältnis (Einfluß auf den Wirkungsgrad)	484
2.269	Blattschnitte (Profile)	485
2.2610	Oberflächenbeschaffenheit (Rauigkeit)	486
2.2611	Herstellungsvorgänge	493
2.2612	Beschädigungen	494

2.27 Verstellpropeller, Umsteuern und Leistungsverteilung	495
2.271 Verstellpropeller	495
2.272 Rückwärtsfahrt (feste Flügel)	499
2.273 Verhältnisse beim Umsteuern	500
2.274 Ungleiche Leistungsverteilung	504
2.275 „Vater-und-Sohn“-Antrieb	504
2.276 Mehrganggetriebe	506
2.28 Charakteristiken, Tendenzen und Übertragungsverluste	506
2.281 Maschinen- und Propellercharakteristik	506
2.282 Tendenzkurven und Auswahlverfahren	509
2.283 Verluste in der Wellenleitung bzw. in den Übertragungsorganen	516
2.29 Berechnung von Propellern	516
2.291 Propellerstrahltheorie	516
2.292 Propellerwirbeltheorie für freifahrende Propeller	518
2.293 Rechnung von Propellern nach der Wirbeltheorie	524
2.294 Dem Nachstrom angepaßte Propeller	558
2.210 Kortdüsen, Ringpropeller und Propulsionsbirnen	559
2.210.1 Kortdüsen	559
2.210.2 Ringpropeller	576
2.210.3 Propulsionsbirnen	577
2.211 Zeichnerische Darstellung von Schraubenpropellern	578
2.212 Angenäherte Bestimmung des Schwungmoments GD^2 von Propellern	580
2.213 Festigkeitsrechnung für Schraubenpropeller	581
2.214 Schaufelradpropeller	589
2.215 Voith-Schneider-Propeller	598
2.3 Ruder und Steuern	601
2.31 Begriffsbestimmungen	602
2.311 Strecken, Kräfte und Winkel am Ruder	604
2.32 Drehkreisfahrt	605
2.33 Steuereigenschaften der Schiffe	608
2.34 Profile	610
2.341 Grundlagen und Begriffsbestimmungen	610
2.342 Einzelheiten über Profile	613
2.35 Gestaltung, Anordnung und Ausführung von Rudern	616
2.351 Gestaltung	616
2.352 Anordnung	619
2.353 Besondere Ausführungsformen	620
2.36 Einfluß des Schiffskörpers und von Propellern	623
2.361 Zusammenwirken von Schiffskörper und Ruder	623
2.362 Einflüsse seitens des Propellers	625
2.37 Verhalten bei verschiedenen Fahrtzuständen und besondere Fälle	626
2.371 Rückwärtsfahrt	626
2.372 Manövrierversuche	627
2.373 Größte auftretende Momente	628
2.374 Steuern von Mehrschraubenschiffen mit Hilfe der Propeller	629
2.375 Neigung um die Querachse infolge der Ruderwirkung	629
2.376 Von Hand gelegte Ruder	629

2.38 Steuern in beschränktem Fahrwasser	630
2.381 Steuern auf Strömen	630
2.382 Steuern auf Kanälen	631
2.39 Besondere Ausführungsformen von Rudern	632
2.391 Ruder für Schuten	632
2.392 Ruder für Binnenschiffe	632
2.393 Flettner-Ruder	633
2.394 Aktivruder	633
2.395 Ruder mit Stauschwanz	634
2.310 Ruderberechnung	634
2.310.1 Berechnung nach empirischen Gleichungen	634
2.310.2 Berechnung nach der Tragflügeltheorie	636
2.310.3 Zahlenbeispiele	637
2.4 Ähnlichkeitsgesetze und ihre Anwendung im Schiffbau	642
2.41 Newtonsches allgemeines Ähnlichkeitsgesetz	643
2.42 Froudesches Ähnlichkeitsgesetz	643
2.43 Reynoldssches Ähnlichkeitsgesetz	644
2.44 Webersches Ähnlichkeitsgesetz	645
2.45 Maßstabeinfluß	645
2.451 Ausschaltung des Maßstabeinflusses	646
2.452 Auswirkungen des Maßstabeinflusses und andere Fehlerquellen	647
2.5 Verwendete Symbole	648
2.6 Literaturverzeichnis zu Abschn. 2	656

3 Schiffsfestigkeit

3.1 Einleitung	665
3.2 Berechnung von Trägern und Tragwerken	666
3.21 Sätze von <i>Mohr</i>	666
3.22 Clapeyronsche Gleichung	669
3.221 Allgemeine Ableitung	669
3.222 Clapeyronsche Gleichung für feldweise konstantes Trägheitsmoment ...	671
3.223 Clapeyronsche Gleichung für Voutenträger	672
3.23 Formänderungsarbeit für Stabwerke	678
3.24 Castiglianosche Sätze	680
3.25 Berechnung eines Trägers auf zwei Stützen mit beliebiger Belastung und beliebigem Trägheitsmomentenverlauf	683
3.251 Beiderseits eingespannter Träger	683
3.252 Einseitig eingespannter Träger	687
3.253 Spezielle Trägerfälle	689
3.254 Bestimmte Belastungen bei Trägern mit streckenweise konstantem Trägheitsmoment (Lukenendbalken, Längssülle)	691
3.26 Ein Verfahren zur schnellen, überschlägigen Berechnung von Lukenkonstruk- tionen	766
3.261 Lukenkonstruktionen ohne Kragträger	766
3.262 Lukenkonstruktionen mit einem Kragträger in der Mitte des Längssüls	774

3.27 Berechnung von Durchlaufträgern und Rahmen	790
3.271 Festpunktverfahren mit konstantem Trägheitsmoment	790
3.272 Festpunktbestimmung für feldweise konstantes Trägheitsmoment und für Knotenpunkte mit mehreren Stäben	797
3.273 Cross-Verfahren ohne Stützensenkung	807
3.274 Cross-Verfahren mit Stützensenkung	818
3.275 Festwertverfahren	824
3.28 Berechnung von Trägerrosten	839
3.281 Einleitung	839
3.282 Definition von Federkonstanten	840
3.283 Berechnung der Federkonstanten für bestimmte Lagerfälle	841
3.284 Beweis für die Gleichheit der Kopplungsfederkonstanten	844
3.285 Natürliche Federkonstante	846
3.286 Berechnung der Zahlentripel bei gegebener Anschlußsteifigkeit	847
3.287 Ermittlung der Verformungen eines Einkreuzes	848
3.288 Verteilung der Knotenbelastungen	849
3.289 Ausnutzung der Symmetrie von Trägerrosten	850
3.2810 Rechenblätter	851
3.2811 Anwendung des Rechenverfahrens auf verschiedene Stabsysteme	854
3.2812 Ersatz des geschlossenen Systems durch ein unendlich langes offenes System	856
3.2813 Verteilung der äußeren Lasten eines geschlossenen Systems	856
3.2814 Anwendungsbeispiel: „Lukenkonstruktion mit Kragträgern“	856
3.29 Literaturverzeichnis zu Abschn. 3.2	874
3.3 Längsfestigkeit des Schiffskörpers	875
3.31 Allgemeines	876
3.32 Überschlägige Ermittlung des maximalen Biegemoments	876
3.33 Erforderliches Widerstandsmoment und zulässige Spannungen	876
3.34 Berechnung des vorhandenen Trägheits- und Widerstandsmoments	878
3.35 Ermittlung des Momentenverlaufs und der Durchbiegungen	881
3.351 Grundlegende Annahmen	881
3.352 Gewichtskurve	883
3.353 Auftriebskurve	884
3.354 Grundgleichungen der Längsfestigkeitsrechnung	884
3.355 Ausgleich für „Ruhigwasser“ und „Wellenberg“	886
3.356 Ausgleich für „Wellental“	888
3.36 Rechnerische Lösung mit Beispiel	889
3.37 Graphische Lösung mit Beispiel	891
3.38 Schubspannung und Schubdurchsenkung	894
3.39 Längsfestigkeit beim Stapellauf	897
3.310 Beanspruchung des Schiffes beim Docken	900
3.311 Literaturverzeichnis zu Abschn. 3.3	904
3.4 Beanspruchung der Platten	905
3.41 Einleitung	905
3.42 Differentialgleichung der Platte	906
3.43 Randbedingungen	909
3.44 Lösungsansätze	910



3.45 Berechnung der Spannungen in einer senkrecht belasteten Rechteckplatte ..	912
3.46 Kritische Beulspannung einer ringsum gelenkig und unverschieblich gelagerten Rechteckplatte	914
3.47 Zusammenstellung von Formeln und Tafeln für die wichtigsten Belastungsfälle und Anleitungen für deren Gebrauch	917
3.471 Belastung senkrecht zur Plattenebene (Biegebeanspruchung)	917
3.472 Belastung in der Plattenebene (Beulbeanspruchung)	919
3.473 Gleichzeitige Belastung in Plattenebene und senkrecht dazu (Knickbiegebeanspruchung)	924
3.48 Beulung im überelastischen Bereich	926
3.49 Mittragende Plattenbreite	929
3.491 Definition der mittragenden Plattenbreite	929
3.492 Mittragende Breite 1. Art	930
3.493 Mittragende Breite 2. Art	933
3.410 Beispiele für die Beulung und Biegung von Platten	935
3.411 Schottberechnung	944
3.411.1 Längs- und querversteiftes Schott	944
3.411.2 Faltschott	949
3.412 Literaturverzeichnis zu Abschn. 3.4	951
3.5 Ladegeschirr- und Mastberechnung	952
3.51 Allgemeine Übersicht	952
3.52 Kräfte im Ladegeschirr	952
3.521 Wirkungsgrad von Lasttaljen	952
3.522 Kräfte im einzelnen Ladegeschirr	955
3.523 Gekoppeltes Ladegeschirr	959
3.53 Beanspruchung des unverstärkten Mastes	965
3.54 Nachrechnung von verstärkten Masten	966
3.541 Grundgedanke des Verfahrens	967
3.542 Maststeifigkeit	968
3.543 Wantsteifigkeit	972
3.544 Ermittlung der resultierenden Festhaltekraft an der Saling und der Beanspruchung des Mastes bei festgehaltener Saling	974
3.545 Sonderprobleme bei Masten, die durch Lüfterpfosten gestützt sind ...	979
3.546 Reduktion der Wantsteifigkeit, wenn die Wanten nicht an der Saling angreifen	982
3.547 Praktische Durchführung der Mastnachrechnung	983
3.55 Bemessung von Masten und Ladegeschirren	992
3.56 Rechenbeispiel 1	997
3.57 Koppelpfosten und Portalmasten	1009
3.571 Pfosten sind durch ein Kopplungssteg oder eine gelenkig angeschlossene Traverse miteinander verbunden	1009
3.572 Portalmasten	1022
3.58 Zweibeinmasten	1025
3.581 Querschiffs belasteter Zweibeinmast	1025
3.582 Längsschiffs beanspruchter Zweibeinmast	1029
3.583 Beliebig belasteter Zweibeinmast	1029
3.59 Literaturverzeichnis zu Abschn. 3.5	1029

3.6 Elastische Schiffsschwingungen	1030
3.61 Einleitung	1030
3.62 Biegeschwingungen eines Schiffes	1030
3.621 Differentialgleichung der Biegeschwingung	1030
3.622 Wege für Näherungslösungen der Differentialgleichung	1032
3.63 Berücksichtigung mitschwingender Wassermassen	1047
3.64 Näherungsformeln für Schiffsschwingungen	1048
3.65 Dynamische Kräfte bei Einschwingvorgängen	1050
3.651 Einleitung	1050
3.652 Idealisierte Fragestellung	1050
3.653 Spezielle Lösungen	1052
3.66 Literaturverzeichnis zu Abschn. 3.6	1059
4 Sachwörterverzeichnis	1063