



Müller/Krauβ

Handbuch für die Schiffsführung

Fortgeführt von

Martin Berger † · Walter Helmers
Karl Terheyden · Gerhard Zickwolff

Achte, neubearbeitete und erweiterte Auflage
in 3 Bänden

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH 1986

Band 1

Navigation

Teil C

Funkpeilwesen, Hyperbelnavigation,
Radar, integrierte Navigation, Physik,
Datenverarbeitung

Herausgegeben von

Karl Terheyden · Gerhard Zickwolff

Unter Mitarbeit von

Bernhard Berking, K. Heinz Cepok,
Jochen Gimm, Karl-Heinrich Hamer, Ludwig Hangen,
Hermann Junge, Heinz-Jürgen Röper

Mit 273 Bildern

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1986

Dr.-Ing. Karl Terheyden
Kapitän, Professor, Oberseefahrtsschuldirektor a. D.
Walter-Delius-Str. 52, 2850 Bremerhaven 1

Dr. Gerhard Zickwolff
Präsident und Professor des Deutschen Hydrographischen Instituts
Sülldorfer Kirchenweg 35, 2000 Hamburg 55

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Müller, Johannes:

Handbuch für die Schiffsführung : in 3 Bd. / Müller ; Krauss. Fortgef. von Martin Berger ...

Teilw. mit d. Erscheinungsorten Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH.

NE: Krauss, Joseph:; Berger, Martin [Bearb.]

Bd. 1. Navigation.

Teil C. Funkpeilwesen, Hyperbelnavigation, Radar, integrierte Navigation, Physik, Datenverarbeitung. – 8., Neubearb. u. erw. Aufl. – 1986

Navigation / hrsg. von Karl Terheyden ; Gerhard Zickwolff.

(Handbuch für die Schiffsführung / Müller ; Krauss ; Bd. 1)

NE: Terheyden, Karl [Hrsg.]

Teil C. Funkpeilwesen, Hyperbelnavigation, Radar, integrierte Navigation, Physik, Datenverarbeitung / unter Mitarb. von Bernhard Berking ... – 8., Neubearb. u. erw. Aufl.

ISBN 978-3-662-21925-6 ISBN 978-3-662-21924-9 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-21924-9

NE: Berking, Bernhard [Mitverf.]

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Die Vergütungsansprüche des § 54, Abs. 2 UrhG werden durch die ‚Verwertungsgesellschaft Wort‘, München, wahrgenommen.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1925, 1938, 1949, 1956, 1961, 1970 and 1986

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo 1986

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1986

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Satz: Graphischer Betrieb Konrad Triltsch, Würzburg;

2060/3020/543210

Vorwort zu Band 1 C

Im Jahre 1911 gab Johannes Müller das jetzt unter dem Namen MÜLLER/KRAUSS bekannte Handbuch der Schiffsführung zum ersten Mal heraus. Von der 2. Auflage (1925) an war Joseph Krauß Mitherausgeber. Beiden zu Ehren soll das Werk weiterhin ihre Namen tragen.

Bei der 3. Auflage (1938) trat Martin Berger als Mitherausgeber hinzu und war bis zu seinem Tode am 19. Januar 1978 Motor des Werkes.

Seit der 6. Auflage sind Walter Helmers und Dr.-Ing. Karl Terheyden Mitherausgeber. Bei der nun vorliegenden 8. Auflage ist Dr. Gerhard Zickwolff Mitherausgeber des Bandes I.

Die Weiterentwicklung und die vielen Innovationen auf allen Gebieten der navigatorischen Schiffsführung machten die Erweiterung und völlige Neubearbeitung des Bandes I notwendig; zusätzliche Wissensgebiete mußten aufgenommen werden. Daher erscheint Band I der 8. Auflage in drei Teilbänden.

Der Band I A enthält die Kapitel Richtlinien für den Schiffsdienst, Gestalt der Erde, Seekarten und nautische Bücher, terrestrische Navigation, Wetterkunde und eine Formelsammlung für die terrestrische Navigation.

Der Band I B behandelt die Mathematik, den Magnet- und Kreiselkompaß, die sonstigen Kreiselgeräte für die Navigation, das Selbststeuer, die Trägheitsnavigation, die astronomische Navigation, die Gezeitenkunde und enthält eine Formelsammlung für die Kompaßkunde, Gezeitenkunde und astronomische Navigation.

Der vorliegende Band I C umfaßt die Themen Funkpeilwesen, Hyperbelnavigation, Radar, integrierte Navigation, Physik und Datenverarbeitung sowie eine Formelsammlung für die Funknavigation.

Die integrierte Navigation und das Satellitennavigationsverfahren NAVSTAR GPS wurden als neue Gebiete aufgenommen. Das so wichtige Navigationshilfsmittel Radar wurde umfassender als bisher und die zeichnerische und automatische Auswertung des Radarbildes zur Kollisionsverhütung besonders ausführlich behandelt.

Dozenten der nautischen Ausbildungsstätten und Mitarbeiter der für die Seefahrt tätigen Institute wirkten bereitwillig an der Neugestaltung mit: Im vorliegenden Band I C bearbeiteten

Dr. Bernhard Berking	Kap. 3.2.3, 3.4, 3.5, 3.7, 4 (außer 4.2)
K. Heinz Cepok	Kap. 7
Jochen Gimm	Kap. 1.2.1
Karl-Heinrich Hamer	Kap. 3.9
Ludwig Hangen	Kap. 1 (außer 1.2.1), 2, 3.1 bis 3.2.2, 3.2.4 bis 3.2.11, 4.2
Dr. Hermann Junge	Kap. 3.3, 3.8
Heinz-Jürgen Röper	Kap. 3.6

(siehe auch Inhaltsverzeichnis). Ihnen gebührt Dank für die Mühen in ihrer Freizeit. Ebenso gebührt Dank dem Deutschen Hydrographischen Institut, dem Seewetteramt, allen Reedereien und sonstigen Firmen, die die Autoren mit Rat und Material unterstützten.

Das Werk befindet sich auf dem neuesten Stand des Wissens, der Technik sowie der Gesetze, Verordnungen und Verträge. Zum besseren Verständnis wurde gelegentlich die geschichtliche Entwicklung aufgezeigt. Erstmals wurden die Benennungen, Abkürzungen, Formelzeichen und graphischen Symbole verwendet, die für die Navigation in See- und Luftfahrt nach DIN 13 312 vorgesehen sind.

Auf das umfangreiche Sachverzeichnis am Ende des Bandes wird besonders hingewiesen. Darin sind zur Erleichterung des Gebrauchs einige im Text verwendete Begriffe zusätzlich noch durch andere in der Praxis ebenfalls übliche Ausdrücke bezeichnet.

Das Buch soll in erster Linie der Bordpraxis in allen Fahrtbereichen dienen. Es wird aber auch an Land Nutzen bringen, insbesondere den Reederei-Inspektoren, den Mitarbeitern der Schifffahrtsbehörden und sonstigen Schifffahrtsinstitutionen, nicht zuletzt den Dozenten und Studenten an den nautischen Ausbildungsstätten.

Die Verfasser wissen, wie wenig freie Zeit die Nautiker heutzutage haben. Wenn sie trotzdem bitten, ihnen Verbesserungsvorschläge – möglichst formlos – mitzuteilen, so geschieht dies, um das Standardwerk der Schiffführung immer vollkommener werden zu lassen (Anschriften der Herausgeber siehe Seite IV).

Bremerhaven und Hamburg,
im Oktober 1985

Karl Terheyden Gerhard Zickwolff

Inhaltsverzeichnis

1 Funkpeilwesen	1
1.1 Grundlagen der Funknavigation	1
1.1.1 Verfahrensübersicht	1
1.1.2 Funktechnische Grundlagen	4
1.1.3 Vorschriften	13
1.1.4 Nautische Unterlagen	14
1.2 Funkpeilung	15
1.2.1 Funkeigenpeilung	15
Funkpeilerprinzip – Bordpeilanlagen – Funkbeschickung – Funkbeschickung und Unsicherheit der Eigenpeilung – Wahl des Rahmenplatzes an Bord – Navigatorische Nutzung der Eigenpeilung	
1.2.2 Funkfremdpeilung	45
1.2.3 Zukünftige Entwicklung der Funkpeilung	47
1.3 Richtfunkfeuer	49
1.4 Drehfunkfeuer	51
1.4.1 Langwellendrehfunkfeuer	51
1.4.2 UKW-Drehfunkfeuer	51
1.4.3 Consol	52
2 Hyperbelnavigation	59
2.1 Grundlagen	59
2.1.1 Meßprinzipien	61
2.2 LORAN-Funkortungsverfahren	64
2.2.1 LORAN A	64
Senderorganisation – Wellenausbreitung – Prinzip des LORAN-A-Empfängers – Auswertung – Zuverlässigkeit des LORAN-A-Verfahrens	
2.2.2 LORAN C	68
Bedeckung – Senderorganisation – Signalformat – Wellen- ausbreitung – Reichweite – LORAN-A/C-Empfänger – Auto- matischer LORAN-C-Empfänger – Rechnergestützte LO- RAN-C-Empfänger – Bedienung des LORAN-C-Empfängers – Auswertung – Zuverlässigkeit des LORAN-C-Verfahrens	
2.3 Decca-Navigationsverfahren	76
2.3.1 Senderorganisation	76
2.3.2 Feinortung	79

2.3.3	Grobortung	79
	Mark-V-Grobortungsverfahren – Mark-X-Grobortungsverfahren – Streifen und Zonen	
2.3.4	Navigatorische Nutzung	81
	Fahren entlang einer Standlinie – Zwei-Ketten-Verfahren – Zuverlässigkeit des Decca-Navigationsverfahrens	
2.3.5	Decca-Empfänger	84
	Decca-Wegschreiber	
2.3.6	Andere Empfänger	89
2.4	Omega	89
2.4.1	Verfahrensgrundlagen	89
	Prinzip – Senderorganisation – Wellenausbreitung – Stantlienschema	
2.4.2	Navigatorische Nutzung	96
	Nautische Unterlagen – Planung der Omega-Nutzung für eine Reise – Auswertung der Omega-Beobachtungen – Einstellen der Zähler – Zuverlässigkeit der Ortung	
2.4.3	Omega-Empfänger	102
	Aufbau und Signalfluß im Omega-Empfänger – Empfängervarianten	
2.4.4	Sondersysteme mit dem Omega-Verfahren	104
	Differential-Omega – Direkte Abstandsmessung mit Omega	
2.5	NNSS – Transit	105
2.5.1	Einführung	105
	Historische Entwicklung – Verfahrensprinzip – Satellitenbewegung	
2.5.2	Aufbau und Wirkungsweise des NNSS	108
	Satellitenverteilung – Bodenorganisation – Satelliten – Satellitenmeßverfahren – Kurzzeitmessung – Einfangen und Verfolgen eines Satellitensignals – Auswertung	
2.5.3	Systematische und zufällige Fehler	112
	Das Referenzmodell der Erde – Refraktion – Koppelgenauigkeit – Zufällige Fehler	
2.5.4	Nautische Nutzung	116
	Beobachtbarkeit – Zusätzliche Möglichkeit des NNSS-Navigators	
2.5.5	Empfänger	118
	Bedienung – Kombinierte Empfänger	
3	Radar	120
3.1	Einführung	120
3.1.1	Zeichen, Abkürzungen und Symbole	120
3.1.2	Prinzip des Radar	121
3.1.3	Literaturhinweise	123
3.2	Radartechnik	124
3.2.1	Systemkomponenten einer Radaranlage	124
3.2.2	Radarsignalverarbeitung	125
	Steuerimpulsgenerator – Modulator – Sendestufe – Wellenleiter – Antennenweiche (TR-Zelle) – Antenne – Empfänger	

3.2.3	Digitale Verarbeitung der Radarsignale	135
	Digitalisierung – Signalverbesserungstechniken – Synthetisches Radarbild mit digitalem Scan-Converter – Farbradar	
3.2.4	Hilfsmittel der Radarbildauswertung	140
	Peilscheibe – Feste Abstandsringe – Veränderlicher Entfernungsmeßring – Elektronisches Peillineal – Plotaufsatz – Antikollisionssysteme	
3.2.5	Realisierung besonderer Darstellungsarten	143
	Relativdarstellungen – Absolute Darstellung (True Motion)	
3.2.6	Kontrolleinrichtungen der Radaranlage	145
3.2.7	Kombination mehrerer Radaranlagen	147
3.2.8	Aufstellung der Radaranlage	149
	Radaranterie – Sende-Empfangs-Einheit – Anzeigeeinheit	
3.2.9	Wartung der Radaranlage	149
3.2.10	Gefährdung durch Radaranlagen	150
	Hochfrequenzstrahlung – Röntgenstrahlung – Radioaktive Strahlung	
3.2.11	Bedienung der Radaranlage	151
	Vor dem Einschalten – Einschalten der Anlage – Einstellen des Bildes – Abschalten der Anlage	
3.3	Radarziele und ihre Darstellung	153
3.3.1	Abbildung und Auflösung von Zielen	153
	Radiale Länge des Radarechos und radiales Auflösungsvermögen – Azimutale Breite des Radarechos und azimutales Auflösungsvermögen – Vergrößerung des Radarechos und Verminderung des Auflösungsvermögens durch Strahlung der Leuchtschicht-Kristallite – Echoimpulsleistung – Dämpfung – Beeinflussung der Echogröße durch Impulsdauer und Antennenumdrehungsfrequenz – Beeinflussung des Radarechos durch Mehrwegeausbreitung – Nahauflösung – Nah-echodämpfung – Regenenttrübung	
3.3.2	Radarreichweite	162
	Radarhorizont, Radarkimm – Über- und Unterreichweiten	
3.3.3	Störungen des Radarbildes	165
	Schattensektoren – Indirekte und Mehrfachechos – Nebenzipfelechos – Überreichweitenechos bzw. Echos auf der 2. Ablenkspur – Störungen durch fremde Radargeräte	
3.4	Darstellungsarten	170
3.4.1	Begriffe	170
3.4.2	Relativ-vorausorientierte Anzeige (Head-Up)	171
3.4.3	Relativ-nordstabilisierte Anzeige (North-Up)	172
3.4.4	Relativ-sollkursstabilisierte Anzeige (Course-Up)	173
3.4.5	Absolute Anzeige (True Motion)	174
3.4.6	Neuentwicklungen	175
3.4.7	Darstellungsart und Fahrtgebiet	175
3.5	Einsatz von Radar in der Navigation	176
3.5.1	Interpretation des Radarbildes	177
	Probleme der Identifizierung – Erfassungsabstände radarauffälliger Ziele – Identifizierungshilfen in der Seekarte – Dekkungsverfahren Radarbild/Seekarte – Weitere Identifizierungshilfen	

3.5.2	Ortsbestimmungen mit Hilfe von Radar	180
	Radarpeilung – Radarabstandsmessung – Beispiele für Ortsbestimmungen – Genauigkeitsstaffelung	
3.5.3	Radarnavigation in verschiedenen Seegebieten	183
	Hohe See – Ansteuern einer Küste – Küstenbereich – Revierfahrt – Binnenschifffahrt	
3.5.4	Parallel-Indexing	186
	Zweck und Prinzip – Vorbereitung – Ausführung und Überwachung – Beispiel zu dem Parallel-Indexing-Verfahren – Anwendungsmöglichkeiten	
3.6	Auswertung des Radarbildes zur Kollisionsverhütung	190
3.6.1	Grundsätze	190
	Auswertungsmethoden – Allgemeine Leistungsgrenzen der Bildauswertung – Bewegungen, Vektoren – Kurse und Kursdifferenzen	
3.6.2	Anforderungen der SeeStrO an die Bildauswertung	193
3.6.3	Ermittlung der absoluten Bewegung	194
	Wegedreieck – Berechnung der Geschwindigkeiten und zurückgelegten Wege – Abschätzen der absoluten Bewegung – Erkennen von festliegenden Objekten, Mitläufern und Gegenkommern	
3.6.4	Ermittlung von CPA und TCA	198
3.6.5	Ermittlung eines Manövers zur Vermeidung des Nahbereichs	199
	Vorhersagedreieck – Vektorielle Berechnung der neuen relativen Bewegung; Differenzvektor – Wahl der „richtigen Tangente“ – Auswirkung des Zeitverlustes auf den Passierabstand	
3.6.6	Erkennbarkeit des Manövers auf dem Radar des anderen Schiffes	208
3.6.7	Ermittlung der Auswirkungen eines Manövers des eigenen Schiffes auf die relativen Bewegungen weiterer Echos	209
3.6.8	Trial-Manöver	210
3.6.9	Drehsinn und Betrag des Echoknicks (δ)	211
	Winkel δ bei Fahrtänderungen – Winkel δ bei Kursänderungen	
3.6.10	Ermittlung des frühesten Zeitpunkts für die Wiederaufnahme des alten Kurses bzw. der alten Geschwindigkeit	215
3.6.11	Plotverfahren	216
	Relativplot – True Plot	
3.6.12	Plotmedien	219
	Papierplot – Bildauswertung auf dem Reflexions-Zeichenaufsatz (Plotscheibe) – Verwendung von Folien	
3.7	Automatische Radarbildauswertegeräte (ARPA)	222
3.7.1	Vorbemerkung	222
3.7.2	Gesamtanlage	222
	Aufbau und Arbeitsweise – Technische Aufgaben von ARPA – ARPA-Bedien- und Anzeigefeld	
3.7.3	Technik der Zielerfassung und Zielverfolgung	225
	Unregelmäßigkeiten von Radarechos – Erfassungs- und Verfolgungsfenster – Zielerfassung – Zielverfolgung und Zieldatenfilterung	

3.7.4	Die Funktionen von ARPA	229
	Zielerfassung (Akquisition) – Vektordarstellung – Vergangenheitsdarstellung – Alphanumerische Anzeige von Zieldaten – Potentielle Kollisionsorte – Gefahrengebiete um potentielle Kollisionsorte – Manöversimulation – Automatische Warnungen – Fahrtmessung durch Referenzechos – Navigationslinien	
3.7.5	Grenzen und Fehler	236
	Fehler der Sensoren und deren Auswirkungen – ARPA-spezifische Mängel und deren Auswirkungen – Anwendungsgebiet – Fehler durch menschliche Interpretation – Unsicherheit – Verhalten des Radarbeobachters	
3.8	Radarhilfsmittel	240
3.8.1	Radarreflektoren	240
	Metallische Reflektoren – Dielektrische Reflektoren	
3.8.2	Radarfunkfeuer, Radarbaken	241
	Ramark – Racon	
3.8.3	Radartagebuch	242
3.9	Landseitige Verkehrsüberwachung und -beratung	243
3.9.1	Ausrüstungsstand mit Landradaranlagen	243
3.9.2	Aufgaben der Revierzentralen	243
3.9.3	Technischer Aufbau der Verkehrssicherungssysteme	246
3.9.4	Erläuterungen zum nautischen Betrieb	248
4	Integrierte Navigation und NAVSTAR GPS	251
4.1	Zweck und Aufgaben der integrierten Navigation	251
4.1.1	Defizite der einzelnen Navigationssysteme	252
4.1.2	Aufgaben und Möglichkeiten der integrierten Navigation	252
	Anwendungsbereiche – Steigerung der Ortungsgenauigkeit – Automatische Bahnregelung – Redundanz – Automatische Ketten- und Senderwahl – Selbstkontrolle	
4.1.3	Verschiedene Integrationsstufen	253
4.2	Prinzipielle Wirkungsweise	254
4.2.1	Überblick	254
4.2.2	Eingabe und Eigenschaften der Meßdaten	254
4.2.3	Datenverarbeitung	255
	Glättung – Filterung – Datenauswahl und Datengewichtung – Module der Datenverarbeitung – Literaturhinweise	
4.3	Darstellung verschiedener integrierter Navigationssysteme	257
4.3.1	Allgemeines	257
	Systemaufbau – Software (Programme) – Bedienung und Dateneingabe – Bildschirmanzeige der Navigationsdaten – Weitere Datenausgabe und Datenverteilung – Unsicherheiten	
4.3.2	Integrierte Navigationsanlage INA	259
4.3.3	Integrierte Navigationsanlage INDAS V	261
4.3.4	Nautomat	262
4.3.5	DATABRIDGE	263
4.3.6	Magnavox MX 1105	264
4.3.7	Weitere Systeme	266

XII Inhaltsverzeichnis

4.4	Satellitenavigationssystem NAVSTAR GPS	266
4.4.1	Prinzip Ortsbestimmung – Geschwindigkeitsbestimmung	267
4.4.2	Charakteristische Merkmale	268
4.4.3	Hauptbestandteile des GPS-Systems Weltraumsegment – Bodenkontrollsegment – Empfängersegment	268
4.4.4	GPS-Signale Frequenzen – Codierung – C/A-Code (S-Code) – P-Code – Zeit im GPS-System – Navigationsnachricht	270
4.4.5	GPS-Empfänger	272
4.4.6	Unsicherheiten und Fehlerquellen Positionsunsicherheit – Fehlerquellen – Differential-GPS	273
4.4.7	Betriebliche Aspekte und Perspektiven (Stand 1984) Betriebliche Aspekte – Planung – Kosten – Bedenken	274
5	Physik	276
5.1	Physikalische Größen und Einheiten Physikalische Größen – Größenarten – Basisgrößen, Basiseinheiten – Größengleichungen – Dimensionen – Einheitengleichungen – Zahlenwertgleichungen – Zugespinnene Größengleichungen – Einheitensysteme – Das Internationale Einheitensystem, Definition der 7 Basiseinheiten des SI-Systems – Atomphysikalische Einheiten für Masse und Energie	276
5.2	Raum und Zeit Größen und Einheiten – Geometrische Größen – Kinematische Größen – Weitere Begriffe aus der Schwingungslehre – Der Doppellereffekt – Zeitskalen	282
5.3	Mechanik Größen und Einheiten – Kinetische Größen – Einige Bemerkungen zum Begriff Gewicht – Die Newtonschen Axiome	290
5.4	Akustik Größen und Einheiten – Weitere Begriffe aus der Akustik	298
5.5	Thermodynamik Größen und Einheiten – Die drei Hauptsätze der Thermodynamik	302
5.6	Elektrizität und Magnetismus Größen und Einheiten – Magnetische Wirkungen des elektrischen Stromes – Schwingkreis – Wärme- und Lichtwirkung des elektrischen Stromes – Galvanische Elemente – Akkumulatoren – Elektrische Maschinen – Umformung elektrischer Energie an Bord – Einige einfache elektrische Meßinstrumente – Begriffe aus der Elektronik	310
5.7	Optische und verwandte elektromagnetische Strahlung Größen und Einheiten	334
5.8	Atom- und Kernphysik, Strahlenschutz Größen und Einheiten – Der Bau der Atome – Radioaktivität und Strahlenschutz – Grundregeln für den Strahlenschutz	338

5.9	Allgemeine Prinzipien der Physik	349
	Die Erhaltungssätze der Physik – Formen der Energie	
5.10	Umrechnung einiger Einheiten in SI-Einheiten	352
	Nach Zeichen geordnet – Umrechnung von Masse-Einheiten – Umrechnung von Kraft-Einheiten – Umrechnung von Druck-Einheiten – Umrechnung von Arbeits- bzw. Energie-Einheiten – Umrechnung von Leistungseinheiten	
6	Datenverarbeitung	366
	Zusammenstellung einiger Begriffe	
7	Formelsammlung für die Funknavigation	384
7.1	Allgemeine Erläuterungen	384
7.1.1	Anwendung der Formeln	384
7.1.2	Alphabetisches Verzeichnis der in der Formelsammlung verwendeten Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes	385
7.2	Kurs- und Peilungsbeschickungen	386
7.2.1	Kursbeschickungen	386
7.2.2	Peilungsbeschickungen	387
7.3	Besteckrechnung	387
7.3.1	Besteckrechnung nach Mittelbreite	387
7.3.2	Besteckrechnung nach vergrößerter Breite	388
7.3.3	Fahrt, Fahrzeit und Distanz	388
7.4	Ausbreitung elektrischer Wellen	389
7.4.1	Lichtgeschwindigkeit	389
7.4.2	Fortpflanzungsgeschwindigkeit	389
7.5	Funkpeilwesen	389
7.5.1	Funkbeschickung	389
7.5.2	Koeffizienten der Funkbeschickungsformel	389
7.5.3	Eigenpeilungen über große Distanzen	390
	Konstruktion der Funkstandlinie mit Hilfe der Peilungsdifferenz – Ort aus zwei Eigenpeilungen und Besteckversetzung	
7.5.4	Drehfunkfeuer	391
	Meterwellenbereich – Langwellenbereich (Consolfunkfeuer)	
7.6	Satellitennavigation	391
7.7	Radar	392
	Sachverzeichnis	393

Inhalt der Bände 1 A, 1 B, 2, 3 A und 3 B

Band 1 Navigation

Teil A: Richtlinien für den Schiffsdienst, Gestalt der Erde, Seekarten und nautische Bücher, terrestrische Navigation, Wetterkunde

Teil B: Mathematik, Magnet- und Kreiselkompaß, sonstige Kreiselgeräte, Selbststeuer, Trägheitsnavigation, astronomische Navigation, Gezeitenkunde

Band 2 Schifffahrtsrecht und Manövrieren

Band 3 Seemannschaft und Schiffstechnik

Teil A: Schiffssicherheit, Ladungswesen, Tankschiffahrt

Teil B: Stabilität, Schiffstechnik, Sondergebiete