

Elektrotechnik auf Handelsschiffen

Von

Hans-Joachim Kosack und Albert Wangerin

Dipl.-Ing., Abteilungsdirektor
der Siemens-Schuckertwerke AG.
Erlangen

Dipl.-Ing., o. Professor
an der Technischen Hochschule
Hannover

Zweite
neubearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 569 Abbildungen



Springer-Verlag

Berlin/Göttingen/Heidelberg

1964

ISBN-13: 978-3-642-48457-5

e-ISBN-13: 978-3-642-86562-6

DOI: 10.1007/978-3-642-86562-6

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten
Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht gestattet,
dieses Buch oder Teile daraus auf photomechanischem Wege
(Photokopie, Mikrokopie) oder auf andere Art zu vervielfältigen
© by Springer-Verlag OHG, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1956 and 1963
Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1963
Library of Congress Catalog Card Number: 63-22470**

**Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in
diesem Buch 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**

Vorwort zur zweiten Auflage

Die zweite Auflage des 1956 erschienenen Buches wurde der raschen Entwicklung der Schiffselektrotechnik folgend in *allen Abschnitten vollständig neu* bearbeitet, wobei allerdings der grundlegende Aufbau des Buches erhalten geblieben ist.

Dem Durchbruch der Drehstromtechnik im allgemeinen Bordnetz wurde weitgehend Rechnung getragen. Die zunehmende Bedeutung von Maschinen-, Transduktor- und Transistorverstärkern gab Veranlassung, diese auch im Grundsätzlichen in einem neuen Abschnitt zusammenfassend zu behandeln, ebenso wie die Technik der Mooring-, Baum- und Schleppwinden. Auch das wachsende Interesse am elektrischen Korrosionsschutz wurde durch einen neu aufgenommenen Abschnitt gewürdigt. Einer besonders gründlichen Überarbeitung wurden die Kapitel „Propellerantriebe mit Gleichstromübertragung“ und „Elektrische Schlupfkupplungen“ unterzogen, da in den letzten Jahren eine Reihe bemerkenswerter Neubauten neue Ausführungsmöglichkeiten und zusätzliche Erkenntnisse erbrachten. Die Technik der Propellerantriebe mit Ruderwirkung wurde in einem eigenen Kapitel zusammengefaßt. Das Kapitel „Propellerantriebe mit Kernenergie“ wurde erweitert. Schließlich wurde die Automatisierung des Schiffsbetriebes einschließlich Fernsteuerung und -überwachung kurz umrissen. In einem neuen Abschnitt werden die Einrichtungen zur Ermittlung von Schub- und Drehmoment der Schiffswelle behandelt.

Die Abbildungen wurden zu einem großen Teil erneuert, um den letzten Stand der Technik zu zeigen und die neuen Schaltbildnormen zu berücksichtigen; dabei wurde auch eine größere Anzahl von Schaltplänen neu ausgeführter Anlagen aufgenommen. Trotz des Bemühens, den Umfang des Buches nicht allzusehr zu vergrößern, mußten sowohl der Text als auch die Anzahl der Abbildungen vermehrt werden.

Die Aufteilung des zu behandelnden Stoffes blieb die gleiche wie in der ersten Auflage, wobei die Kapitel I und II im wesentlichen von dem links genannten und das Kapitel III von dem rechts genannten Verfasser übernommen wurden. Es wurde durch enge Zusammenarbeit jedoch angestrebt, eine einheitliche Form der Darstellung zu finden.

Wiederum sei dem großen Kreis der Fachleute, allen in- und ausländischen Firmen und den Mitarbeitern des Hauses *Siemens*, welche die Verfasser mit ihrem fachlichen Rat und durch Überlassen von Unterlagen unterstützten, sehr herzlich gedankt. Besonderer Dank gebührt den Herren Dipl.-Ing. GÜNTHER SCHMIEDING und Obering. ERWIN WEIDEMANN, die bei der Sichtung des Materials und bei der Anfertigung der Zeichnungen wertvolle Hilfe leisteten.

Die Verfasser sind dem Springer-Verlag für die sorgfältige Bearbeitung auch der zweiten Auflage und das Eingehen auf alle Wünsche und Vorschläge zu besonderem Dank verpflichtet.

Erlangen und Hannover, im Mai 1963

H.-J. Kosack und A. Wangerin

Aus dem Vorwort zur ersten Auflage

Das vorliegende Buch wendet sich insbesondere an die Ingenieure der Werften und Reedereien, denen die Besonderheiten und die Anwendungsmöglichkeiten der Schiffselektrotechnik für den Entwurf vollständiger Anlagen und die Beurteilung einzelner Bauelemente aufgezeigt werden sollen. Ebenso soll das Buch dem Ingenieur an Bord zum Selbststudium dienen und ihm bei der stark im Fluß befindlichen Entwicklung der Schiffselektrotechnik das Einarbeiten in die verschiedenen neuartigen Lösungen erleichtern. Schließlich soll auch den Lehrern und den Studierenden dieses Fachgebietes an Hoch- und Fachschulen ein Leitfaden für die Bearbeitung des Stoffes in die Hand gegeben werden.

Der Aufbau des Buches ist dem Bedürfnis des an den Anwendungen der Schiffselektrotechnik interessierten Ingenieurs angepaßt. Es ist daher von einer mathematischen bzw. formelmäßigen Behandlung des Gebietes abgesehen. Die Verfasser beschränkten sich bewußt auf die Elektrotechnik auf Handelsschiffen; Kriegsschiffstechnik ist nicht behandelt. Ebenso wurden Funk- und Radareinrichtungen nicht beschrieben, da sie in das Spezialgebiet der Hochfrequenztechnik gehören.

Erlangen und Hamburg, im September 1956

H.-J. Kosack und A. Wangerin

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

	Seite
A. Allgemeine Betriebserfordernisse auf Seeschiffen	1
B. Bauüberwachung im Schiffbau	5
1. Staatliche Überwachung	5
2. Klassifikation	6
3. Fachverbände und Normenwesen	7
C. Automatisierung des Schiffsbetriebes	8

I. Das allgemeine Bordnetz

A. Energieerzeugung	10
1. Stromsysteme	10
2. Spannungen und Frequenzen	11
3. Leistung – Energiebilanz	13
4. Generatoren	35
a) Elektrische Ausführung S. 35. – b) Konstruktive Gestaltung S. 58	
5. Parallelbetrieb von Drehstromgeneratoren	69
6. Parallelbetrieb von Gleichstromgeneratoren	77
7. Dreileiteranlagen für Gleichstrom	80
8. Wellengeneratoren	81
B. Energiewandler und -verstärker; Energiespeicher	85
1. Energiewandler	85
a) Rotierende Umformer S. 85. – b) Transformatoren S. 86. – c) Stromrichter S. 92	
2. Energieverstärker	101
a) Maschinenverstärker S. 102. – b) Magnetverstärker S. 104. – c) Transistoren S. 107	
3. Energiespeicher	111
C. Kabel- und Leitungsnetz	119
1. Kabel	119
2. Leitungen	125
3. Verlegungssysteme	127
a) Gleichstromanlagen S. 127. – b) Drehstrom- und Wechselstromanlagen S. 130	
4. Einbau des Kabel- und Leitungsnetzes im Schiff	131
5. Überwachung des Isolationszustandes	137
6. Funkentstörung	142

Inhaltsverzeichnis

VII

	Seite
D. Schaltanlagen	144
1. Schaltgeräte und Schutzeinrichtungen	144
a) Isolierstoffe S. 144. – b) Hebel-, Paket- und Trennschalter S. 147. –	
c) Sicherungen und Leitungsschutzschalter S. 149. – d) Motorschalter,	
Motorschutzschalter und Thermowächter S. 151. – e) Leistungsschalter	
S. 154. – f) Rückstrom- und Rückleistungsschutz S. 160. – g) Schütze und	
Schützensteuerungen S. 162	
2. Meßgeräte	165
3. Netzgestaltung	167
a) Wahlschaltung S. 167. – b) Sicherheitsschaltungen S. 168. – c) Land-	
anschluß S. 171. – d) Selektivität S. 172	
4. Schalttafeln und Leitstände	176
a) Hauptschalttafeln S. 176. – b) Unterverteilungen S. 183. – c) Schiffs-	
leitstände S. 186	
E. Motorische Verbraucher	187
1. Grundlagen elektrischer Antriebstechnik	187
a) Anlaufverhältnisse und Anlaßverfahren S. 187. – b) Betriebsverhalten	
S. 195. – c) Bremsen und Umsteuern S. 199. – d) Verändern der Dreh-	
zahl S. 202	
2. Konstruktive Gestaltung der Motoren	206
3. Antriebe und Steuerungen unter Deck	210
a) Antriebe für Pumpen und Ventilatoren S. 210. – b) Hilfseinrichtungen	
für die Hauptmaschinen S. 224. – c) Kühlanlagen S. 229. – d) Schiffs-	
stabilisierung S. 232	
4. Antriebe und Steuerungen für Decksmaschinen.	239
a) Ankerwinden und -spille S. 239. – b) Verholspille und -winden S. 247. –	
c) Ladewinden S. 248. – d) Schwergutladewinden S. 274. – e) Mooring-	
winden S. 276. – f) Bordkrane S. 278. – g) Verladebrücken und Band-	
förderanlagen S. 288. – h) Baumwinden S. 288. – i) Schleppwinden	
S. 294. – k) Bootsheizleinrichtungen S. 294. – l) Fallreepwinden S. 296. –	
m) Fischnetzwinden, Reepspille, Netzheber S. 296. – n) Ruderanlagen	
S. 304. – o) Schottenschließleinrichtungen S. 333	
F. Elektrische Schutzeinrichtungen für den Schiffskörper	335
1. Elektrischer Korrosionsschutz	335
2. Magnetischer Eigenschutz	339
G. Beleuchtung	341
1. Errichtung von Beleuchtungsanlagen	341
2. Lichttechnische Grundbegriffe	343
3. Lampen	344
a) Glühlampen S. 344. – b) Leuchtstofflampen S. 346. – c) Leucht-	
röhren S. 350. – d) Quecksilberdampf-Hochdrucklampen S. 350. –	
e) Bogenlampen S. 351	
4. Leuchten	352
a) Raumleuchten S. 352. – b) Betriebs- und Deckleuchten S. 353. –	
c) Signallaternen S. 355	
5. Armaturen für Beleuchtungsanlagen	357
6. Scheinwerfer	359

	Seite
H. Elektrowärme	361
1. Raumheizung und Raumklimatisierung	361
2. Warmwasserversorgung	366
3. Kücheneinrichtungen	368
4. Ölerhitzer	370
5. Frischwassererzeuger	371

II. Elektrische Propellerantriebe

A. Allgemeine Grundlagen	372
1. Ausführungsmöglichkeiten	372
2. Leistungsbedarf	374
3. Überlastbedingungen	378
4. Umsteuern	379
5. Wirkungsgrad	382
6. Raum, Gewicht, Trimmelage	383
7. Besonderheiten des elektrischen Propellerantriebes	384
B. Propellerantriebe mit Gleichstromübertragung	385
1. Aufbau und Wirkungsweise	385
a) Antriebe mit konstanter Spannung S. 385. – b) Antriebe mit LEONARD-Schaltung S. 387. – c) Antriebe mit Konstantstromschaltung S. 402. – d) Elektrische Zusatzantriebe mit Gleichstrom S. 410. – e) Elektrisches Starten der Dieselmotoren S. 411	
2. Generatoren und Propellermotoren	412
3. Schalttafeln und Fahrstände	417
4. Kabel	420
C. Propellerantriebe mit Drehstromübertragung	421
1. Aufbau und Wirkungsweise	421
2. Schaltungen	433
a) Turboelektrische Antriebe S. 433. – b) Dieselelektrische Antriebe S. 436. – c) Versorgung der Bordnetzverbraucher aus dem Fahrnetz S. 440. – d) Erregerschaltungen S. 444. – e) Elektrische Zusatzantriebe mit Drehstrom S. 448.	
3. Generatoren und Propellermotoren	449
4. Fahrrichtungs-, Brems- und Erregerschalter; Fahrstände	454
5. Schaltanlagen	457
6. Kabel	459
D. Propellerantriebe mit Ruderwirkung	461
E. Propellerantriebe mit elektrischen Schlupfkupplungen	469
F. Propellerantriebe mit Kernenergie	477

III. Meß- und Anzeigeeinrichtungen; Befehls- und Meldeanlagen

A. Fernübertragungssysteme	484
1. Drehmelder	484
a) Gleichstromgeräte S. 485. – b) Wechselstromgeräte S. 490	
2. Widerstandsferngeber	494

Inhaltsverzeichnis

	IX Seite
B. Meß- und Anzeigeeinrichtungen	496
1. Fahrtmeßanlagen	496
a) Messung der Geschwindigkeit S. 497. – b) Messung der Distanz S. 505. – c) Schallogge S. 508	
2. Tiefgangsmeßanlagen	509
3. Kreiselkompaßanlagen	510
a) Allgemeine Grundlagen S. 510. – b) Zweikreiselkompass S. 512. – c) Einkreiselkompass S. 522	
4. Echolotanlagen	526
5. Elektrische Schiffsuhren	535
6. Wärmetechnische Meßgeräte	538
a) Temperaturmessung S. 538. – b) Rauchgasprüfanlagen S. 545. – c) Salzgehaltmeßanlagen S. 553. – d) Luftfeuchtemessung S. 555. – e) Brennstoffverbrauchsmessung S. 557	
7. Drehmoment- und Schubmeßanlagen	561
a) Drehmomentmessung S. 561. – b) Schubmessung S. 567	
C. Befehls- und Meldeanlagen	571
1. Maschinentelegrafen	571
2. Ruderlagezeiger	577
3. Umdrehungsfernzeiger	579
4. Fernsprechanlagen	582
a) Batterielose Fernsprecher S. 583. – b) Wechselsprechanlagen S. 590	
5. Feuermeldeeinrichtungen	593
6. Schottendicht-Alarmanlagen	600
7. Lichtsignalrufanlagen	602
8. Kontaktalarmanlagen	603
Schrifttumsverzeichnis	607
Sachverzeichnis	619

Verzeichnis verwendeter Abkürzungen

ABS	American Bureau of Shipping
AIEE	American Institute of Electrical Engineers
Bb	Backbord
BRT	Bruttoregistertonne
BV	Bureau Veritas
DES	Dieselelektroschiff
DIN	Deutsche Industrie-Normen
DNA	Deutscher Normenausschuß
dwt	deadweight-Tonnage, d.h. Tragfähigkeit
ES	Elektroschiff
FNS	Fachnormenausschuß Schiffbau
FNS/E	Fachnormenausschuß Schiffbau/Elektrotechnik
GL	Germanischer Lloyd
HNA/E	Handelsschiff-Normenausschuß/Elektrotechnik
IEC	International Electrotechnical Commission
IEE	Institution of Electrical Engineers
kn	Knoten = Seemeilen/Stunde; 1 kn = 1,853 km/h
LRS	Lloyds Register of Shipping
MS	Motorschiff
NV	Norske Veritas
NS	Nuclear-Ship, d.h. Schiff mit Kernenergieantrieb
PCP	Polychloropren
PVC	Polyvinylchlorid
sm	Seemeile
Solas	Safety of Life at Sea
SSV	Schiffssicherheitsverordnung
Stb	Steuerbord
STG	Schiffbautechnische Gesellschaft
TES	Turboelektroschiff
TS	Turbinenschiff
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
WPS	Wellen-Pferdestärken, d.h. PS am Propeller

Abkürzung von Firmennamen

A. B. Lyckeåborgs Bruk	Aktiebolaget Lyckeåborgs Bruk, Torkskors
Achgelis	Achgelis Söhne G.m.b.H., Bremerhaven
AEG	Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin-Frankfurt/M.
AEI	Associated Electrical Industries Ltd., Rugby
A. G. Weser	Aktien-Gesellschaft „Weser“, Bremen
Anschütz	Anschütz & Co. G.m.b.H., Kiel-Wik
Arkas	Dansk Automatisk Ror-Kontrol A/S, Kopenhagen
ASEA	Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, Västerås
Atlas	Atlas-Werke A. G., Bremen
Baensch	Maschinenfabrik Willi Baensch, Hamburg

BBC	Brown, Boveri & Cie A. G., Mannheim
Brown	S. G. Brown, Ltd., Watford
B & V	Blohm & Voß A. G., Hamburg
Chernikoeff	The Submerged Log Co. Ltd., London
Daimler-Benz	Daimler-Benz A. G., Stuttgart-Untertürkheim
Donkin	Donkin & Co Ltd., New Castle
Dose	Karl Dose o.H.G., Hamburg-Altona
Elac	Elac - Electroacoustic G.m.b.H., Kiel
Elwa	Elwa G.m.b.H., München
Fernsig	Fernsprech- und Signalbau, Essen
Hagenuk	Hagenuk, vormalig Neufeldt & Kuhnke G.m.b.H., Kiel
Hatlapa	Uetersener Maschinenfabrik Hatlapa, Uetersen
H & B	Hartmann & Braun A. G., Frankfurt/Main
Hoppe	Hans Hoppe - Bordmeßtechnik, Hamburg 39
Jastram	Carl Jastram, Hamburger Motorenfabrik, Hamburg
v. Kaick	A. van Kaick i.H.G., Frankfurt/Main
Kampnagel	Kampnagel, vormalig Nagel & Kaemp, Hamburg
Kelvin & Hughes	Kelvin & Hughes (Marine) Ltd., London
Laurence Scott	Laurence Scott & Elektromotors Ltd., Norwich
Metzenauer & Jung	Metzenauer & Jung G.m.b.H., Wuppertal-Varresbeck
NEL	Ingeniörförening Atlas A/S, Oslo
NSW	Rheinstahl Nordseewerke Emden G.m.b.H., Emden
Philips	Philips - Elektro Spezial G.m.b.H., Hamburg 1
Plath	C. Plath, Hamburg
Pleuger	Pleuger Unterwasserpumpen G.m.b.H., Hamburg-Wandsbek
Ruhrpumpen	Ruhrpumpen G.m.b.H., Witten-Annen
SAL	Svenska Ackumulator Aktiebolaget Jungner, Stockholm
Schärffe	Schärffe & Co., Hamburg
Skell	Sekell - Feinmechanik, Hamburg
Sindex	Sindex A. G., Sarnen O.W.
Siemens Brothers	Siemens Brothers & Co., Ltd., London
S & H	Siemens & Halske A.G., Berlin-München
SSW	Siemens-Schuckertwerke A.G., Berlin-Erlangen
Sperry	Sperry Gyroscope Company Ltd., Brentford-New York
Stein Sohn	C. Wilh. Stein Sohn, Hamburg 11
Still	Hans Still A.G., Hamburg-Billstedt
Stromag	Maschinenfabrik Stromag, Unna (Westf.)
Tacke	Maschinenfabrik Tacke K.G., Rheine (Westf.)
Thrige	Thomas B. Thrige, Odense
VARTA	VARTA A.G., Frankfurt/Main
V & H	Voigt & Haeffner A.G., Frankfurt/Main
Voith	J. M. Voith G.m.b.H., Heidenheim
Vossloh	Vossloh-Werke G.m.b.H., Lüdenscheid
Westfalia	Westfalia Separator A.G., Oelde (Westf.)
Westinghouse	Westinghouse Electric Corporation, East Pittsburgh, P. A.