

Siegfried Bock / Günter Mau

# Die Dieselmachine im Land- und Schiffsbetrieb

7. von Baudirektor Dipl.-Ing. Günter Mau  
vollständig neugestaltete und erweiterte Auflage

mit 265 Bildern



Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

ISBN 978-3-663-19841-3      ISBN 978-3-663-20176-2 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-663-20176-2

**Verlagsredaktion:** *Alfred Schubert*

**Alle Rechte vorbehalten**

© by Springer Fachmedien Wiesbaden 1968  
Ursprünglich erschienen bei Friedr. Vieweg & Sohn GmbH, Braunschweig 1968.  
Softcover reprint of the hardcover 7th edition 1968

**Library of Congress Catalog Card Number: 68-27873**

**Satz und Druck:** Friedr. Vieweg & Sohn GmbH, Braunschweig

**Best.-Nr. 4889**

## Vorwort zur 7. Auflage

Seit vielen Jahren gehört das Buch „Die Dieselmachine“ von *Siegfried Bock* zum bevorzugten Fachbuchbestand aller seefahrenden deutschen Ingenieure und Techniker. Es entstand seinerzeit auf Anregung der Leitung des Verbandes Deutscher Schiffsingenieure und Seemaschinisten. Bis 1956 erlebte das Buch 6 Auflagen. 1959 hatte Herr *Bock* noch begonnen, eine 7. Auflage vorzubereiten, als ihm der Tod die Feder aus der Hand nahm.

Da die Nachfrage nach diesem Buch anhielt, folgte ich dem Wunsche des Verlages, eine neue Auflage dieses Buches zu betreuen.

Trotzdem inzwischen in der Verbrennungsmotorentechnik große Fortschritte gemacht und viele neue Erfahrungen auf diesem Gebiete gewonnen wurden, bemühte ich mich, den Stil der früheren Auflagen zu erhalten. Die Gliederung wurde jedoch verfeinert, Veraltetes gekürzt, einheitlichere Darstellungen gewählt und Maßeinheiten sowie Formelzeichen den neueren Normen entsprechend eingesetzt. Da das Buch nicht nur dem studierenden Nachwuchs, sondern auch den in der Praxis Stehenden eine Hilfe im Beruf sein will, wurden zur Darstellung der Entwicklung und, da solche Anlagen noch in Betrieb sind, einige ältere Ausführungsformen berücksichtigt. Eine Erweiterung des Buchumfangs von mehr als 50% gegenüber der 6. Auflage ließ sich nicht vermeiden.

Durch Beibehaltung der betriebstechnisch anleitenden, konstruktiv erläuternden Konzeption dürfte das Buch auch in der 7. Auflage geeignet sein, die inzwischen empfundene Lücke in der Reihe der Fachbücher für Schiffsbetriebstechnik zu schließen. Auch für Betriebsleiter und Nachwuchskräfte in stationären Motorenanlagen wurde die Auflagenreihe fortgesetzt.

Da frühere Auflagen keine Literaturhinweise enthielten, war es schwierig, diese jetzt einzufügen. Ich habe mich daher darauf beschränkt, einige Literaturhinweise am Schluß des Buches anzufügen.

Herrn Dipl.-Ing. *G. Gyssler*, Baden/Schweiz, bin ich dankbar, daß er die Bearbeitung des Abschnitts „Aufladung“ übernahm.

Dank der Hilfe der Motorenfirmen, die in den Bildunterschriften genannt sind, war es möglich, fast alle Bilddarstellungen auf einen neuen Stand zu bringen.

Dem Verlag danke ich für sein großes Verständnis bei der Gestaltung und Drucklegung dieses Buches.

Für Anregungen zur Verbesserung der nunmehr vorgelegten erweiterten und überarbeiteten 7. Auflage bin ich dankbar.

Flensburg, im April 1968

*Günter Mau*

# Inhaltsverzeichnis

## 1. Grundbegriffe

1.1.	Wärmeäquivalent, Arbeit, Leistung	1
1.2.	Wirkungsgrad, Wirtschaftlichkeit	2

## 2. Kraftstoffe für Dieselmotoren

2.1.	Dichte und Heizwert	4
2.2.	Umrechnung englisch-amerikanischer Einheiten	6
2.2.1.	Masse	6
2.2.2.	Volumen	6
2.2.3.	Temperatur	7
2.2.4.	Dichte	7
2.2.5.	Wärmemenge – Heizwert	8
2.3.	Chemische Zusammensetzung der Kohlenwasserstoffe	9
2.3.1.	Kettenförmige Struktur	9
2.3.2.	Ringförmige Struktur	11
2.3.3.	Kohlehydrierung	13
2.4.	Verbrennung	13
2.4.1.	Verbrennungsablauf	13
2.4.2.	Luftbedarf	14
2.5.	Kraftstoffuntersuchung	16
2.5.1.	Entnahme von Kraftstoff- und Schmierölproben	16
2.5.2.	Dichte	16
2.5.3.	Heizwert	17
2.5.4.	Viskosität (Zähflüssigkeit)	17
2.5.5.	Stockpunkt	17
2.5.6.	Flammpunkt	18
2.5.7.	Brennpunkt	20
2.5.8.	Siedeverhalten	21
2.5.9.	Zündpunkt	22
2.5.10.	Koks und Asche	22
2.5.11.	Mechanische Beimengungen	23
2.5.12.	Wassergehalt	24
2.5.13.	Säuregehalt	24
2.5.14.	Schwefelgehalt	24
2.5.15.	Kraft- und Schmierstoffuntersuchung an Bord	25

## 3. Untersuchung der Schmieröle

3.1.	Voraussetzungen	26
3.2.	Kenndaten der Schmieröle	27
3.2.1.	Dichte	27
3.2.2.	Flammpunkt und Brennpunkt	27
3.2.3.	Neutralisationszahl	28
3.2.4.	Verseifungszahl	28
3.2.5.	Esterzahl	28
3.2.6.	Aschezahl	28
3.2.7.	Koks	28
3.2.8.	Stockpunkt	29
3.2.9.	Viskosität	29

3.2.10.	<i>m</i> -Wert	33
3.2.11.	Viskositätspolhöhe VP	33
3.2.12.	Viskositätsindex VI	34
3.2.13.	Wassergehalt	35

#### **4. Arbeitsverfahren der Dieselmotoren**

4.1.	Viertaktverfahren	36
4.1.1.	Ansaughub	36
4.1.2.	Verdichtungshub	37
4.1.3.	Arbeitshub	38
4.1.4.	Ausschubhub	38
4.2.	Zweitaktverfahren	38
4.2.1.	Spülung und Verdichtung	39
4.2.2.	Arbeits- und Ausschubtakt	39
4.3.	Druck- und Temperaturverlauf beim Zwei- und Viertaktverfahren	40

#### **5. Bauelemente von Dieselmotoren**

5.1.	Allgemeines	42
5.2.	Grundplatte und Ständer	42
5.3.	Zylinder	46
5.3.1.	Zylinderkörper und Laufbuchsen	47
5.3.2.	Zylinderdeckel	52
5.4.	Kolben	54
5.5.	Triebwerksteile	68

#### **6. Die Schmierung der Dieselmotoren**

6.1.	Schmieröle	69
6.1.1.	Betrachtungen zur Auswahl des Schmieröles	69
6.1.2.	Verhalten des Schmieröles im Betrieb	70
6.1.3.	HD-Öle-Einphasenöle	72
6.2.	Die Schmierung kleiner und mittlerer Motoren	74
6.3.	Die Schmierung großer Motoren	77
6.4.	Wartung der Schmierungsanlage	82
6.4.1.	Die Pflege des Schmierstoffes im Betrieb	82
6.4.2.	Ölwechsel und Umstellung auf andere Ölarten	84

#### **7. Kühlung der Dieselmotoren**

7.1.	Kühlmittel und Kühlmittelaufbereitung	87
7.2.	Kühlungsanlagen	88
7.3.	Wartung der Kühlungsanlagen	91

#### **8. Unterbringung und Behandlung von Kraftstoffen**

8.1.	Gestaltung, Anordnung und Wartung der Kraftstofftanks	94
8.2.	Vorrichtungen zur Kraftstoffreinigung; Wirkungsweise und Wartung	96
8.2.1.	Separatoren	96
8.2.2.	Filter	105
8.3.	Kraftstoffanlagen und ihre Wartung (Betrieb mit Dieselloil)	107
8.4.	Besonderheiten des Schwerölbetriebes	112

8.4.1.	Eigenschaften der Schweröle	112
8.4.2.	Verbesserung der Eigenschaften von Schwerölen durch chemische Zusätze	114
8.4.3.	Versorgungs- und Aufbereitungsanlagen für Schweröl	116

## 9. Steuerung der Dieselmotoren

9.1.	Steuerungseinrichtungen und Steuerung des Gaswechsels bei Vier- und Zweitaktmotoren	122
9.1.1.	Konstruktive Ausbildung der Ventilantriebe	122
9.1.2.	Ventile	127
9.1.3.	Einstellung der Ventilsteuerung	132
9.1.4.	Wartung und Instandsetzung	135
9.2.	Kraftstoffeinspritzvorrichtung und Steuerung bzw. Regelung des Einspritzvorganges	136
9.2.1.	Einspritzverfahren; Gestaltung der Verbrennungsräume und Einspritzventile	137
9.2.2.	Kraftstoffpumpen	154
9.2.3.	Zündfolge bei Reihenmotoren	167
9.3.	Anlaßvorrichtungen und Steuerung des Anlaßvorganges	172
9.3.1.	Anlaßverfahren	172
9.3.2.	Anlassen mit Druckluft	173
9.3.3.	Anlaßvorrichtungen	174
9.3.4.	Überwachung und Wartung der Anlaßvorrichtungen	182
9.4.	Umsteuerung	184
9.4.1.	Ausführungen von Umsteuervorrichtungen	186
9.4.2.	Sicherheitsventile am Zylinder	191

## 10. Verdichter

10.1.	Einteilung	192
10.1.1.	Einteilung nach dem Druckverhältnis	192
10.1.2.	Einteilung nach dem Arbeitsprinzip und der Bauart	193
10.2.	Thermodynamische Grundlagen	194
10.2.1.	Zustandsgleichungen	194
10.2.2.	Volumenänderungsarbeit und Zustandsänderungen	194
10.2.3.	Zustandsänderung bei konstanter Temperatur	197
10.2.4.	Adiabate Zustandsänderung	198
10.2.5.	Polytrope Zustandsänderung	201
10.2.6.	Technische Arbeit	203
10.2.7.	Verdichter mit schädlichem Raum	204
10.2.8.	Vorgänge im wirklichen Verdichter	206
10.2.9.	Feuchte Luft	208
10.3.	Kolbenverdichter zur Erzeugung von Druckluft zum Anlassen der Motoren	211
10.3.1.	Druckverhältnis	211
10.3.2.	Mehrstufige Verdichtung	212
10.3.3.	Praktische Ausführung von Verdichtern	213
10.3.4.	Betrachtung eines ausgeführten Verdichters	222
10.3.5.	Drucklufterzeugung durch Motorenzylinder	225
10.3.6.	Wartung und Überprüfung der Verdichter	225
10.4.	Gebläse zur Spül- und Ladeluftbeschaffung	228
10.4.1.	Hubkolbengebläse	229
10.4.2.	Umlaufkolbenverdichter in Drehkolbenbauart	231

## **11. Aufladung von Dieselmotoren**

11.1.	Allgemeine Betrachtungen über die Aufladung	233
11.1.1.	Arbeitsweise aufgeladener Dieselmotoren	234
11.1.2.	Abgasturbolader	237
11.2.	Aufladung von Viertaktmotoren	239
11.2.1.	Stoßbetrieb	241
11.2.2.	Stau- oder Gleichdruckbetrieb	242
11.2.3.	Aufladeverfahren für Hochaufladung	242
11.3.	Aufladung von Zweitakt-Dieselmotoren	244
11.3.1.	Art der Ausnützung der Abgasenergie	246
11.3.2.	Die Beschaffung der Spülluft	253

## **12. Wartung, Überprüfung und Überholung der Motoren, Ermittlung der Betriebsdaten**

12.1.	Klarmachen zum Betrieb	258
12.1.1.	Schmierung	258
12.1.2.	Kühlung	259
12.1.3.	Kraftstoffversorgung	259
12.1.4.	Druckluftversorgung	260
12.1.5.	Unfallverhütung	260
12.2.	Anlassen mit Druckluft	261
12.3.	Wartung während des Betriebes	263
12.3.1.	Unregelmäßigkeiten im Betrieb	264
12.3.2.	Bedienungs- und Wartungshinweise	267
12.4.	Überprüfung der Arbeitsweise des Motors durch Indizieren	268
12.4.1.	Indikatoren	268
12.4.2.	Indikatordiagramme	270
12.4.3.	Deutung von Unregelmäßigkeiten in den Diagrammen	277
12.5.	Ermittlung der Betriebsdaten	280
12.5.1.	Leistungsermittlung	281
12.5.2.	Der spezifische Kraftstoffverbrauch	287
12.6.	Beendigung des Motorenbetriebes, Überprüfung und Überholung der Motorenanlagen	288
12.6.1.	Abstellen des Motors	288
12.6.2.	Laufende Überholungen	289
12.6.3.	Überprüfungen nach Vorschrift der Aufsichtsbehörden	291
12.6.4.	Grundüberholungen	291

## **13. Viertakt-Dieselmotoren**

13.1.	Viertaktmotoren der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (M.A.N.)	293
13.1.1.	Schnelllaufende Tauchkolbenmotoren kleiner Leistung	293
13.1.2.	Tauchkolbenmotoren kleiner und mittlerer Leistung mit mittleren Drehzahlen	297
13.2.	Viertaktmotoren S.E.M.T. Pielstick	303
13.3.	Viertaktmotoren der Firma Klöckner-Humboldt-Deutz AG	304
13.3.1.	Wirbelkammermotoren (Fahrzeugmotoren)	304
13.3.2.	Motoren größerer Leistung mit Direkteinspritzung	309
13.4.	Viertaktmotoren der Maybach Mercedes-Benz Motorenbau GmbH	313
13.4.1.	Motoren der Bauart Maybach (MD-Motoren)	313
13.4.2.	Motoren der Bauart Daimler-Benz (MB-Typen)	318
13.5.	Viertaktmotoren der Firma Burmeister & Wain	322

13.6.	Viertaktmotoren der Motoren-Werke Mannheim (MWM)	323
13.7.	Viertaktmotoren der Maschinenbau Kiel Aktiengesellschaft (MaK)	330

#### **14. Einfachwirkende Zweitaktmotoren**

14.1.	Spülverfahren	333
14.1.1.	Gleichstromspülung	333
14.1.2.	Querstromspülung	334
14.1.3.	Umkehrspülung	336
14.2.	Zweitaktmotoren der Firma M.A.N.	338
14.2.1.	Tauchkolbenausführung	338
14.2.2.	Kreuzkopfausführung	343
14.2.3.	Manöviereinrichtung	348
14.3.	Zweitaktmotoren der Firma Sulzer	352
14.3.1.	Tauchkolbenausführung	352
14.3.2.	Kreuzkopfausführung	354
14.4.	Zweitaktmotoren der Firma Burmeister & Wain	358
14.4.1.	Tauchkolbenausführung	358
14.4.2.	Kreuzkopfausführung	361
14.5.	Tauchkolben-Zweitaktmotoren der Firma Klöckner-Humboldt-Deutz	361
14.6.	Kreuzkopf-Zweitaktmotor der Fiat-Werke	363
14.7.	Kreuzkopf-Zweitaktmotoren der Göta Verken	369
14.8.	Tauchkolben-Zweitaktmotoren der Firma MaK	374

#### **15. Gegenkolbenmotoren**

15.1.	Erläuterung des Gegenkolbenprinzips	377
15.2.	Gegenkolben-Großmotoren der Firma Doxford & Sons	379

#### **16. Doppeltwirkende Dieselmotoren**

16.1.	Allgemeine Betrachtungen	384
16.2.	Doppeltwirkender Zweitaktmotor der Firma M.A.N.	384

#### **17. Sonderausführungen von Schiffsantrieben mit Dieselmotoren**

17.1.	Getriebe und Kupplungen für umsteuerbare Motoren	391
17.1.1.	Vorteile des Einsatzes mehrerer schnellläufiger Motoren für den Antrieb	391
17.1.2.	Zahnradgetriebe	391
17.1.3.	Strömungskupplungen	392
17.1.4.	Induktions-Kupplungen	395
17.1.5.	Mehrmotorenanlagen im Manöverbetrieb	397
17.2.	Getriebe und Kupplungen für nicht umsteuerbare Motoren	397
17.2.1.	Mechanische Wendegetriebe	397
17.2.2.	Strömungskupplungen für entgegengesetzten Drehsinn von An- und Abtrieb	397
17.2.3.	Verstellpropeller	399
17.3.	Mittelbare Schiffsantriebe. Deselektrische Antriebe	400

#### **18. Ausnutzung der Abgaswärme von Dieselmotoren**

18.1.	Wärmeverluste durch Kühlwasser und Abgase	403
18.2.	Nutzungsmöglichkeiten der Abgaswärme	403
18.2.1.	Dampferzeugung im Cochran-Kessel	405
18.2.2.	Dampferzeugung im Clarkson-Kessel	406
18.2.3.	Warmwassererzeugung	408

<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>411</b>
----------------------------	------------