

Oberingenieur Oskar Englhard

TM ^' J.

Dieselmotorenanlagen

Planung, Installation, Schadensverhütung

Vogel Buchverlag

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Einleitung	13
Teil I	
Grundlagen zur Auswahl von Verbrennungsmotoren	17
1 Kriterien zur Auswahl von Dieselmotoren	20
1.1 Zusammenstellung der für die Motorenbestimmung wichtigen Angaben	22
1.1.1 Leistungsbedarf	22
1.1.2 Anwendung bzw. Verwendung	23
1.1.3 Einsatzart	23
1.1.4 Wirtschaftlichkeit	23
1.1.5 Zubehör, Anbau- und Sonderteile	24
1.1.6 Einbauzeichnungen und Angaben zum Einbau- und zur Installation des Motors	24
2 Motorenkennfelder und Leistungsreduktionsdiagramme	25
2.1 Motorenkennfelder	25
2.1.1 Muscheldiagramm	29
2.1.1.1 Reihenfolge der Verbrauchsbestimmung	30
2.1.2 Kennfelder für Schiffsantriebsmotoren	31
2.1.2.1 Beispiel einer Einstellung mit Hilfe des Motorenkennfeldes	38
2.1.3 Kennfeld für den Betrieb bei konstanter Drehzahl	40
2.2 Leistungsreduktionsdiagramme	41
2.2.1 Leistungsverluste bei nichtaufgeladenen Dieselmotoren	42
2.2.1.1 Beispiel einer Leistungsermittlung bei Nichtaufladung	42
2.2.2 Leistungsverluste bei aufgeladenen Dieselmotoren	43
2.2.2.1 Beispiel einer Leistungsermittlung bei Aufladung	44
3 Motorennormen, Bezugsbedingungen bzw. Standardwerte	47
3.1 Grundlagen	47
3.1.1 Lufttemperatur	47
3.1.2 Absinken der Lufttemperatur mit zunehmender Höhe	49
3.1.3 Luftfeuchtigkeit und ihre Abhängigkeit von der Lufttemperatur	49
3.2 Motorennormen und Bezugswerte	50
3.2.1 Wichtige Normen	51
3.2.1.1 DIN ISO 3046/1	51
3.2.1.2 DIN 6270	57
3.2.1.3 DIN 6271	58
3.2.1.4 DIN 70 020	59

3.2.1.5	MCR-Leistung (Maximum Continuous Rating)	60
3.2.1.6	Standard SAE J 816 b	61
3.2.1.7	Standard SAE J 1349.	61
3.2.1.8	British Standard BS 649.	62
3.2.1.9	UIC-Codex 623 VE	62
3.2.1.10	Standard CIMAC 1963.	63
3.2.1.11	Standard CIMAC 1971.	63
3.2.2	Weitere Normen für Verbrennungskraftmaschinen und Anlagen.	64
3.2.3	Firmenangaben.	64
3.2.4	Übersicht von Standardbezugsbedingungen aufgeführter Normen.	66
Teil II		
Planung und Festlegung von Dieselmotorenantrieben.		
67		
4	Leistungsermittlung, Leistungsbilanz und Einbauanalyse	68
4.1	Einbauanalyse.	68
4.1.1	Anwendung in der Praxis.	68
4.1.2	Einsatz- oder Betriebsart	69
4.2	Einfluß der Einsatzweise auf Drehzahl und Motorenart.	72
4.3	Drehzahl und Drehmoment	73
4.4	Lastmoment und Beschleunigungsmoment.	76
4.5	Lastmomentenkennlinien verschiedener Arbeitsmaschinen.	80
5	Antrieb von Stromerzeugungsanlagen durch Verbrennungsmotoren	83
5.1	Generatorenaggregate.	83
5.1.1	Notstromaggregate, Ersatzstromanlagen.	83
5.1.2	Spitzenlastaggregate.	86
5.1.3	Dauerstromaggregate, Eigenbedarfsanlagen.	87
5.2	Aufbau, Funktion und Steuerung verschiedener Aggregatsarten.	88
5.2.1	Notstromversorgung bzw. Netzersatzanlagen (NEA).	88
5.2.1.1	Funktionsbeschreibung der Notstromsteuerung	88
5.2.1.2	Zusammenfassung der Maßnahmen zur Verbesserung der Lastübernahme	96
5.2.2	Aggregate mit nur kurzer oder ohne Unterbrechungszeit	97
5.2.2.1	Schnellbereitschaftsaggregate.	97
5.2.2.2	Sofortbereitschaftsaggregate.	100
5.2.3	Spitzenlast- und Dauerstromaggregate im Einzel- und Parallelbetrieb.	104
5.3	Parallellauf und Synchronisation.	106
5.3.1	Synchronismus und Synchronisation.	106
5.3.2	Anforderungen an die Dieselregelung bei Parallelbetrieb.	108
5.3.3	Grundlagen der Regelung.	109
5.3.4	Zusammenfassung der Voraussetzungen für den Parallelbetrieb.	114
5.4	Flimmerfreier Lichtbetrieb.	114
5.5	Schwingungen bei Parallelbetrieb.	117
5.6	Berechnung des erforderlichen Schwungmomentes.	120
5.6.1	Gleichartige Generatoren am Netz	120
5.6.2	Ungleichartige Generatoren im Parallelbetrieb.	123
5.6.3	Maximal zulässiges Schwungmoment	125
5.7	Leistungsbestimmung von Dieselgeneratorenaggregaten.	127
5.7.1	Bedarfsfaktor oder Gleichzeitigkeitsfaktor b_z	127
5.7.2	Leistungsfaktor $\cos\phi$ und transienter Leistungsanstieg P_{trim}	129
5.7.3	Betriebswerte von Drehstromasynchron-Kurzschlußläufermotoren.	132
5.7.4	Leistungsermittlung in Einzelschritten.	134
5.8	Generatoren.	138
5.8.1	Bestimmung der erforderlichen Generatorengröße.	141

5.8.2	Vorschriften und Daten für Generatoren	146
5.9	Berechnung der Antriebsleistung	150
6	Schiffsantriebsmotoren	153
6.1	Typeneinteilung der Schiffe und Boots Ausführungen	154
6.1.1	Gruppeneinteilung der Schiffe	154
6.1.2	Einteilung nach der Verdrängung bzw. der Unterwasserform	155
6.1.2.1	Gleitboote	158
6.1.2.2	Halbverdränger	158
6.1.2.3	Verdränger	159
6.2	Optimale Geschwindigkeit	160
6.3	Leistungsbestimmung mit Hilfe von Diagrammen	160
6.3.1	Aufbau und Beschreibung der Leistungs-Geschwindigkeits-Diagramme	161
6.3.1.1	Anwendungsbeispiele	163
6.3.2	Verluste in der Wellenanlage und im Getriebe	164
6.4	Propellerauswahl	165
6.4.1	Kavitation am Propeller	168
6.4.2	Propellerausführungen	169
6.5	Festlegung der Propellerabmessungen	170
6.5.1	Handhabung der Propellerdiagramme	172
7	Pumpenantriebsmotoren	185
7.1	Bauarten der Pumpen	185
7.1.1	Kreiselpumpen	185
7.1.2	Hubkolbenpumpen	186
7.2	Auswahl und Bemessung von Pumpen	187
7.2.1	Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen	192
7.3	Strömungswiderstand und Rohrreibungszahl λ	193
7.3.1	Viskosität ν	193
7.3.2	Reynoldszahl Re	194
7.3.3	Rohrreibungszahl λ	195
7.3.4	Druckabfall Δp in Rohrleitungen und Armaturen	196
7.3.5	Widerstandsbeiwerte λ_A von Fittings und Armaturen	196
7.3.6	Hydraulischer Durchmesser	200
7.4	Gesamtwirkungsgrad der Pumpenanlage	201
7.4.1	Erfahrungswerte für Pumpenwirkungsgrade	201
7.5	Anlagenberechnung und Leistungsbestimmung	202
7.5.1	Planung einer Wasserversorgungsanlage	202
7.6	Informationen zu Pumpen und Anlagen	205
7.6.1	V-H-Diagramm oder Pumpendiagramm	205
7.6.2	Spezifische Drehzahl n_s	208
7.6.3	Saughöhe und Vordruck oder Zulaufhöhe	209
7.6.4	Angaben zur Saughöhe	212
7.6.5	Mögliche Berechnung einer Saughöhe	213
7.6.6	Anlaufmomente von Kreiselpumpen	213
	liedene Antriebe	215
13.	Seilwinden, Kranzüge und Hebewerke	217
	Zugkraft am Zughaken einer Zugmaschine	218
	Erdbaumaschinen	218
	Brechwerke, Quetschwerke, Steinbrecher	219
	Geneigte Förderbänder	220
	Luftkompressoren	220
	Sägewerkmaschinen	221

8.8	Tiefbohranlagen	221
Teil III		
	Dieselmotoren, Dieselmotorenanlagen und Motoreninstallation	223
9	Dieselmotorenkomponenten, ihre Funktion und mögliche Schäden	225
9.1	Kolben, Pleuelstange und Zylinderbüchse	225
9.1.1	Funktion von Kolben und Pleuelstange	226
9.1.2	Konstruktive Merkmale und Kriterien von Kolben und Pleuelstange	226
9.1.3	Funktion der Zylinderbüchse	229
9.1.4	Konstruktive Merkmale und Kriterien der Zylinderbüchse	230
9.1.5	Schäden und Schadensverhütung	232
9.2	Zylinderkopf und Ventilbetätigung	235
9.2.1	Funktion des Zylinderkopfes	237
9.2.2	Konstruktive Merkmale und Kriterien des Zylinderkopfes	237
9.2.3	Ventile und zugehörige Bauteile	238
9.2.4	Kipphebel, Stoßstange und Ventilstößel	240
9.2.5	Schäden und Schadensbehebung am Zylinderkopf	241
9.3	Lagerungen und Lager	247
9.3.1	Kurbelwellen- und Pleuellager	248
9.3.2	Funktion	248
9.3.3	Konstruktive Merkmale und Kriterien von Kurbelwellenlager und Pleuellager	250
9.3.4	Schäden und Schadensverhütung an Kurbelwellen- und Pleuellagern	253
9.3.5	Kolbenbolzenbüchsen und sonstige Gleitlagerbüchsen	258
9.3.6	Konstruktive Merkmale und Kriterien von Kolbenbolzenbüchsen und sonstigen Gleitlagerbüchsen	260
9.3.7	Schäden und Schadensverhütung an Gleitlagerbüchsen	261
9.3.8	Wälzlager	261
9.3.9	Funktion und konstruktive Merkmale von Wälzlagern	261
9.3.10	Schäden und Schadensverhütung bei Wälzlagern	262
9.4	Aufladung	263
9.4.1	Schäden und Schadensverhütung bei der Abgassturboaufladung	265
9.5	Dichtungen	267
9.5.1	Funktion von Dichtungen	268
9.5.2	Konstruktive Ausführungen und Kriterien von Dichtungen	268
9.5.3	Zylinderkopfdichtungen	269
9.5.4	O-Ring-Dichtungen	271
9.5.5	Wellendichtringe	274
10	Schwingungen bzw. Vibrationen bei Verbrennungsmotoren	277
10.1	Grundlagen der Maschinenschwingungen	278
10.2	Massenkräfte, Massenmomente und deren Ausgleich	283
10.3	Drehschwingungen	284
10.3.1	Drehschwingungsdämpfer	286
10.4	Fundamentierung und Schwingungsisolaton	289
10.4.1	Fundamentierung und Fundamentblöcke	290
10.4.2	Schwingungsisolaton - elastische Aufstellung von Motorenanlagen	291
10.4.3	Elastische Verbindungen	296
10.5	Kraftabnahme bei elastisch aufgestellten Motorenanlagen	296
10.6	Schallabstrahlung und Lärmbekämpfung	300
11	Kraftstoffsysteme und Kraftstoffversorgung von Dieselmotoren	303
11.1	Funktionsbeschreibung der Einspritzanlage	303

11.2	Kraftstoffzufuhr, Tagestank und Vorratsbehälter	307
11.2.1	Regeln bei der Erstellung von Kraftstoffversorgungen	307
11.3	Kraftstoffe	309
12	Kühlungssysteme	311
12.1	Grundlagen	311
12.2	Kühlerausführungen	315
12.2.1	Ventilatorenkühler	315
12.2.2	Wärmeaustauscher	316
12.3	Weitere Komponenten der Kühlsysteme	318
12.3.1	Kühlwasserumwälzpumpe und Rohwasserpumpe	318
12.3.2	Thermostate	319
12.4	Auslegungskriterien von Motorenkühlungssystemen	320
12.4.1	Temperaturdifferenz im Motorenkühlungskreislauf	321
12.4.2	Vermeidung von Unterdruck am Eintritt der Motorenumwälzpumpe	322
12.4.3	Ausgleichs- bzw. Entgasungsbehälter	324
12.4.4	Dimensionierung und Verlegung der Rohrleitungen im Kühlsystem	325
12.4.5	Nachkühlung	327
12.5	Aufbau der verschiedenen Kühlungen	328
12.5.1	Ventilatorenkühlung	328
12.5.2	Kühlung über einen Wärmeaustauscher	331
12.5.3	Kielkühlung oder Außenhautkühlung	335
12.5.4	Andere Kühlungsarten	337
12.5.5	Direkte Luftkühlung	338
12.5.6	Kühlwasseraufbereitung	339
13	Verbrennungsluftsysteme	341
13.1	Luftfilter	341
13.1.1	Trockenluftfilter	343
13.1.2	Naßluftfilter	344
j	13.2 Ansaugleitungen	346
14	Auspuffsysteme	349
14.1	Grundlagen zur Festlegung der Abgasanlage	349
14.2	Auspuffleitungsführung	354
14.3	Auspuffschalldämpfer	358
	Maschinenraumbelüftung	363
15.1	Bestimmung des Verbrennungsluftbedarfes	363
15.2	Strahlungswärme	364
15.2.1	Strahlungswärme von Verbrennungsmotoren	364
15.2.2	Verlustwärme von Generatoren	365
15.2.3	Wärmeabstrahlung der Auspuffanlage	366
15.3	Auslegung der Belüftungsanlage	371
15.3.1	Bestimmung der zur Wärmeabfuhr notwendigen Luftmenge	372
15.3.2	Regeln zur Belüftung des Maschinenraums	374
15.3.3	Ventilatoren	376
15.3.4	Luftwechsellzahl <i>LW</i>	376
	Motoreninstallation und Fundamentierung	379
16.1	Rahmen oder Grundplatten	379
16.2	Gestaltung der Rahmen und Tragkonstruktionen	382
16.2.1	Allgemeine Hinweise zur Gestaltung	383
16.2.2	Vorschläge zur Gestaltung von Rahmen für Generatorenaggregate	388

16.3	Motorenbefestigung und Ausrichtung, Montagehilfsmittel	390
16.3.1	Befestigung und Wärmeausdehnung.	390
16.3.2	Befestigung und Ausrichtung, Krafteinleitung.	392
16.4	Transporthilfen.	396
17	Gasmotoren und Blockheizkraftwerke.	397
17.1	Grundlagen.	397
17.1.1	Brenngase und deren spezifische Eigenschaften.	398
17.1.1.1	Methanzahl MZ und Klopfestigkei	398
17.1.1.2	Maßnahmen zur Verbesserung des Klopfverhaltens.	399
17.1.1.3	Luftzahl A.	399
17.1.1.4	Verunreinigungen und korrosive Begleitstoffe im Brenngas.	400
17.1.2	Brenngase als Motorentreibstoff.	401
17.1.2.1	Filterung, Reinigung.	401
17.1.2.2	Vordruck und Betriebsdruck des Brenngases.	402
17.2	Gasmotorenbauarten.	406
17.2.1	Otto-Gasmotoren.	406
17.2.2	Diesel-Gasmotoren.	411
17.3	Besonderheiten bei der Aufstellung von Gasmotoren.	412
17.3.1	Explosionsschutz bei der Installation von Gasmotoren.	412
17.4	Wärmerückgewinnung.	413
17.4.1	Kühlkreislauf und Wärmerückgewinnungssystem.	414
17.4.2	Schema der Wärmerückgewinnung.	416
17.5	Blockheizkraftwerke.	417
17.5.1	Steuerung von Mehrmotoren-Blockheizkraftwerken.	418
17.5.2	BHKW-Steuerprogramme.	419
	Quellenverzeichnis.	421
	Stichwortverzeichnis.	423