dandelon.com
© 2008 AGI-Information Management Consultants
May be used for personal purposes only or by
libraries associated to dandelon.com network.

Oberingenieur Oskar Englhard

™ ^′ *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 UlC-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 cosip und transienter Leistungsanstieg $P_{trüm}$ . . . 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 Bootsausführungen . . . 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 A . . . 193
7.3.1 Viskosität *y* . . . 193
7.3.2 Reynoldszahl Re . . . 194
7.3.3 Rohrreibungszahl A . . . 195
7.3.4 Druckabfall *Ap* in Rohrleitungen und Armaturen . . . 196
7.3.5 Widerstandsbeiwerte A_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 Abgasturboaufladung . . . 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 Schwingungsisolation . . . 289
10.4.1 Fundamentierung und Fundamentblöcke . . . 290
10.4.2 Schwingungsisolation - 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 Motorenkühlsystemen . . . 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
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 Luftwechselzahl *LW* . . . 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 Klopffestigkeit . . . 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 Wärmerückgewinnungt . . . 416
17.5 Blockheizkraftwerke . . . 417
17.5.1 Steuerung von Mehrmotoren-Blockheizkraftwerken . . . 418
17.5.2 BHKW-Steuerprogramme . . . 419

Quellenverzeichnis . . . 421

Stichwortverzeichnis . . . 423