

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	5
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>13</b>
<b>2 Der Motor .....</b>	<b>19</b>
2.1 Eigenschaften und Besonderheiten .....	19
2.2 Betriebsbedingungen .....	21
2.2.1 Motorkonzeption .....	21
2.2.2 Motorleistung und Leistungsreduktion .....	25
2.3 Betriebsverhalten von Motoren .....	30
<b>3 Schaden: Definitionen, Begriffe .....</b>	<b>51</b>
<b>4 Ursachen von Schäden .....</b>	<b>57</b>
4.1 Abnutzung .....	57
4.2 Technische Mängel (Produktfehler) .....	59
4.2.1 Auslegungsfehler (Planungsfehler) .....	59
4.2.2 Werkstofffehler .....	61
4.2.3 Herstellungsfehler .....	62
4.3 Betriebsfehler .....	62
4.3.1 Überlastung .....	62
4.3.2 Veränderungen der Betriebsbedingungen .....	63
4.3.3 Bedienungsfehler .....	64
4.3.3.1 Einlauf .....	64
4.3.3.2 Kaltstart .....	65
4.3.3.3 Lange Leerlaufzeiten .....	66
4.3.3.4 Mangel an Betriebsstoffen und Verwendung ungeeigneter Betriebsstoffe .....	66
4.3.3.5 Einwirkungen von außen .....	67
4.3.3.6 Technischer Fortschritt .....	67
4.3.4 Der Mensch als Schadenverursacher .....	68
<b>5 Schadenerklärung .....</b>	<b>71</b>
5.1 Schadenart .....	71
5.1.1 Schäden durch mechanische Beanspruchung .....	71
5.1.2 Gewaltbrüche .....	73
5.1.3 Schwingbrüche .....	75
5.1.4 Schäden durch thermische Beanspruchung .....	79
5.1.5 Schäden durch Korrosion in wässrigen Medien .....	83
5.1.6 Schäden durch tribologische Beanspruchung .....	85
5.2 Schadenanalyse .....	95
5.2.1 Besichtigung vor Ort .....	95

5.2.2	Sicherung der Schachteile	95
5.2.3	Ermittlung der schadenrelevanten Daten der Maschinenanlage	96
5.2.4	Schadenhergang	96
5.2.5	Genaue Beschreibung des Schadens	98

<b>6</b>	<b>Motorschäden</b>	<b>101</b>
6.1	Überblick	101
6.2	Schäden am Triebwerk	110
6.2.1	Kolben	110
6.2.1.1	Schäden im Schaftbereich	127
6.2.1.2	Schäden im Ring- und Feuerstegbereich	142
6.2.1.3	Schäden im Bodenbereich	155
6.2.1.4	Schäden im Bereich der Kraftübertragung und der Bolzenlagerung	177
6.2.2	Kolbenringe	191
6.2.2.1	Montagefehler	196
6.2.2.2	Brandspurbildung	198
6.2.2.3	Ringflattern	201
6.2.2.4	Ringbrüche	201
6.2.2.5	Ringstecken	201
6.2.2.6	Hoher Ölverbrauch	202
6.2.3	Pleuelstangen	202
6.2.3.1	Fertigungsfehler	209
6.2.3.2	Reibkorrosion	211
6.2.3.3	Montagefehler	213
6.2.3.4	Motorbetrieblich bedingte Schäden	214
6.2.4	Kurbelwellen	215
6.2.4.1	Schadenursachen	220
6.2.4.2	Schäden an Kurbelwellen	220
6.2.5	Triebwerkslager	229
6.2.5.1	Lagerschäden	246
6.2.5.2	Verschleiß	247
6.2.5.3	Verschmutzung	253
6.2.5.4	Ermüdung (Schwingbruch bzw. Dauerbruch)	258
6.2.5.5	Kavitation	261
6.2.5.6	Erosion	266
6.2.5.7	Korrosion	266
6.2.5.8	Stromübergang	267
6.2.5.9	Fertigungsfehler	269
6.2.5.10	Unregelmäßigkeiten in der Lagergeometrie	273
6.2.5.11	Kantenverschleiß	275
6.2.5.12	Kammverschleiß	281
6.2.5.13	Flächenhafter Verschleiß	282
6.2.5.14	Unzureichender Festsitz der Schalen	286
6.2.6	Motoröl	292
6.3	Kurbelgehäuse mit An- und Einbauteilen	300
6.3.1	Kurbelgehäuse	300
6.3.2	Schäden am Kurbelgehäuse	305
6.3.2.1	Anrisse, Risse und Dauerbrüche	305
6.3.2.2	Bruch durch Gewalteinwirkung	305
6.3.2.3	Verschleiß, Materialabtrag	307
6.3.3	Zylinder, Zylinderbuchsen und -mäntel	308
6.3.4	Schäden an Zylindern	316
6.3.4.1	Verschleiß	316
6.3.4.2	Zwickelverschleiß	316

6.3.4.3	Adhäsiver Verschleiß	317
6.3.4.4	Abriebverschleiß (abrasiver Verschleiß)	318
6.3.4.5	Riefen	321
6.3.4.6	Fresser	321
6.3.5	Kavitation	323
6.3.5.1	Spaltkavitation	325
6.3.5.2	Risse und Brüche	325
6.3.6	Zylinderköpfe	327
6.3.7	Schäden an Zylinderköpfen	330
6.3.7.1	Ventilsitzverschleiß	330
6.3.7.2	Risse und Brüche	330
6.3.7.3	Erosion und Korrosion	334
6.3.7.4	Verziehen des Zylinderkopfbodens	335
6.3.7.5	Verschleiß in den Ventilführungen	335
6.3.7.6	Undichtheit der Zylinderkopfdichtung	336
6.3.7.7	Durchblasen am Zünd- und Glühkerzengewinde sowie der Düsenstockhalterung des Zylinderkopfes	336
6.4	Steuerung	336
6.4.1	Ventilfedern	340
6.4.2	Ventile	345
6.4.2.1	Ventilschäden	350
6.4.3	Nockenwelle und Nockenfolger	361
6.4.4	Riemen-, Ketten- und Rädertriebe	366
6.4.4.1	Keilriemen	367
6.4.4.2	Zahnriemen	369
6.4.4.3	Kettentriebe	373
6.4.4.4	Zahnräder	381
6.5	Einspritzsysteme und Zündung	386
6.5.1	Gemischbildung und Verbrennung im Dieselmotor	386
6.5.2	Einspritzsysteme	398
6.5.3	Schäden am Einspritzsystem	408
6.5.3.1	Einspritzpumpen	411
6.5.3.2	Einspritzdüsen	416
6.5.3.3	Einspritzleitungen	423
6.5.4	Glühkerzen	425
6.5.5	Zündung und Verbrennung im Ottomotor	431
6.5.5.1	Verbrennung im Ottomotor	431
6.5.5.2	Zündung und Zündkerzen	434
6.5.5.3	Zündkerzenschäden	440
6.6	Filter	445
6.6.1	Grundlagen der Filterung	445
6.6.2	Luftfilter	449
6.6.2.1	Trockenluftfilter	452
6.6.2.2	Ölbadluftfilter	455
6.6.3	Ölfilter	459
6.6.4	Kraftstofffilter	470
6.7	Wärmeübertrager	474
6.7.1	Rohrwärmeaustauscher	478
6.7.1.1	Flachrohr- oder Scheibenwärmeaustauscher	478
6.7.1.2	Palettenwärmeaustauscher (Stapelscheibenkühler)	479
6.7.2	Schäden an Wärmeübertragern	481
6.7.2.1	Fouling	481
6.7.2.2	Kavitation	482
6.7.2.3	Schäden als Folge von Auslegungs- und Einbaubedingungen	482

6.7.2.4	Werkstoff- und fertigungsbedingte Schäden .....	483
6.7.2.5	Schäden als Folge ungünstiger Betriebsbedingungen und von Wartungsfehlern .....	484
6.7.2.6	Schäden durch Änderung der Betriebsbedingungen .....	489
6.7.2.7	Korrosion .....	489
6.7.2.8	Mechanische Schäden .....	493
6.8	Abgasturbolader .....	496
6.8.1	Turboladerschäden .....	502
6.8.1.1	Werkstofffehler .....	502
6.8.1.2	Fremdkörpereinwirkung .....	503
6.8.1.3	Unwucht .....	505
6.8.1.4	Erosion .....	507
6.8.1.5	Brüche .....	507
6.8.2	Unzulänglichkeiten der Schmiermittel .....	509
6.8.2.1	Schmutz im Öl .....	509
6.8.2.2	Ölmangel .....	509
6.8.2.3	Ölkohlebildung .....	511
6.8.2.4	Ölundichtigkeiten .....	512
6.8.3	Gehäuseundichtigkeit .....	513
6.8.4	ATL-Betrieb im Nulldruckbereich .....	513
6.8.5	Geräuschbeanstandungen .....	514
	<b>Anhang</b> .....	515
	<b>Technisches Fachwörterverzeichnis Deutsch – Englisch – Französisch</b> .....	523
	<b>Abkürzungen</b> .....	547
	<b>Quellenverzeichnis</b> .....	549
	<b>Quellenverzeichnis der Bilder</b> .....	551
	<b>Literaturhinweise</b> .....	553
	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	561