

Inhaltsverzeichnis

1	Kolbenringe	1
1.1	Aufgabe und Funktion der Kolbenringe	1
1.2	Wirkprinzipien	4
1.3	Kräfte und Beanspruchungen	4
1.4	Kolbenringbauarten	7
1.4.1	Rechteckring	9
1.4.2	Rechteckring mit konischer Lauffläche	10
1.4.3	Kolbenring mit Innenfase oder mit Innenwinkel oben	10
1.4.4	Kolbenring mit Innenfase oder mit Innenwinkel unten	10
1.4.5	Trapezring	11
1.4.6	Erster Kolbenring mit balliger Oberfläche	12
1.4.7	Nasenring mit konischer Lauffläche	12
1.4.8	Stoßkonfiguration	12
1.4.9	Ölschlitzring	13
1.4.10	Federgespannter Ölabbstreifring	14
1.4.10.1	Ölabbstreifring mit Schlauchfeder	14
1.4.10.2	Dreiteiliger Ölabbstreifring (Lamellenring)	16
1.4.11	U-Flex-Ring	16
1.5	Konstruktive Einzelheiten	17
1.5.1	Berechnung und Simulation	17
1.5.1.1	Numerische Berechnung	17
1.5.1.2	Spannungsuntersuchung	17
1.5.1.3	Dynamische Untersuchung	18
1.5.1.4	Formfüllungsvermögen	18
1.5.1.5	Spezifische Flächenpressung	19
1.5.1.6	Ovalität	19
1.5.1.7	Konstruktionsrichtlinien	19
1.6	Werkstoffe, Beschichtung und Oberflächenbehandlung	19
1.6.1	Werkstoffe	19
1.6.1.1	Gusseisen	20
1.6.1.2	Stahl	21
1.6.2	Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen	21
1.6.2.1	Grauguss als Grundwerkstoff	21
1.6.2.2	Martensitisches Sphärogusseisen als Grundwerkstoff	22
1.6.2.3	Kohlenstoffstahl und Edelstahl	23
1.6.2.4	Laufflächen- und Flankenbeschichtungen	24
1.6.2.5	Nitrieren von Laufflächen	25
1.6.2.6	Oberflächenschutz	25

2	Kolbenbolzen und Kolbenbolzensicherungen	27
2.1	Funktion des Kolbenbolzens	27
2.2	Anforderungen	28
2.2.1	Allgemein	28
2.2.2	Festigkeit	29
2.2.3	Deformation	32
2.2.4	Schmierung, Ölversorgung	33
2.2.5	Verschleiß	33
2.2.6	Gewicht	34
2.3	Kolbenbolzenbauarten	34
2.4	Auslegung	36
2.4.1	Dimensionierung	36
2.4.2	Berechnung	37
2.4.3	Finite-Elemente-Berechnung	38
2.4.4	Maß- und Formtoleranzen, Norm	41
2.5	Werkstoffe	43
2.6	Beschichtung	46
2.7	Bauteilprüfung	47
2.8	Kolbenbolzensicherungen	48
3	Gleitlager	51
3.1	Produktprogramm	51
3.1.1	Anwendungen	51
3.1.2	Bauarten und Terminologie	51
3.2	Konstruktionsrichtlinien	54
3.2.1	Eigenschaften	54
3.2.2	Belastbarkeit	54
3.2.3	Verschleißfestigkeit	56
3.2.4	Start/Stopp-Applikationen	56
3.2.5	Fresssicherheit	58
3.2.6	Einbettfähigkeit	58
3.3	Lagergeometrie	59
3.3.1	Lagerdurchmesser und Lagerbreite	59
3.3.2	Nuten und Bohrungen	60
3.3.3	Lagerspiel	60
3.3.4	Lager- und Buchsensitz	61
3.4	Numerische Simulation	62
3.4.1	Hydrodynamische Schmierung (Mobility-Methode)	62
3.4.2	Spezialisierte Simulationen (TEHL)	64
3.4.3	Zusätzliche CFD-Simulationen	65
3.4.4	Überdeckungs- und Montage-Simulationen	66
3.5	Werkstoffe	67
3.6	Marktanforderungen und Technologietrends	71

4 Pleuelstange	73
4.1 Einleitung	73
4.2 Beanspruchungen	75
4.3 Anforderungen	76
4.4 Großes Pleuelauge	77
4.4.1 Cracken (Bruchtrennen)	77
4.4.2 Schräge Teilung des großen Pleuelauges	78
4.5 Pleuelschaft	79
4.6 Kleines Pleuelauge	79
4.6.1 Bolzenlagerung im kleinen Pleuelauge	79
4.6.2 Geometrie des Pleuelkopfes	80
4.6.3 Schmierung der Bohrung im kleinen Auge	81
4.6.4 Buchsenlose Bolzenlagerung im kleinen Pleuelauge	82
4.7 Führung der Pleuelstange	83
4.8 FE-Berechnung an der Pleuelstange	84
4.8.1 Modellbildung	84
4.8.2 Beanspruchungen aus der Montage	85
4.8.2.1 Schraubenkraft	85
4.8.2.2 Buchsen, Lagerschalen und Schrumpfsitz	86
4.8.3 Beanspruchungen aus dem Motorbetrieb	86
4.8.3.1 Gaskraft	88
4.8.3.2 Massenträgheitskraft	89
4.9 Bauteilprüfung an der Pleuelstange	91
4.10 Werkstoffe	94
4.10.1 Stähle für geschmiedete Pleuel	94
4.10.2 Sintergeschmiedete Pleuelstangen	96
4.11 Pleuelverschraubung	97
4.11.1 Anforderungen an die Pleuelverschraubung	97
4.11.2 Auslegung und Berechnung der Pleuelverschraubung	97
4.11.3 Gestaltung der Pleuelverschraubung	99
5 Kurbelgehäuse und Zylinderlaufbuchsen	101
5.1 Einleitung	101
5.1.1 Kräfte und Beanspruchungen	102
5.1.2 Entwicklungsziele	102
5.2 Kurbelgehäusebauarten	103
5.2.1 Maßnahmen zur Dämpfung der Geräuschabstrahlung	104
5.2.2 Hauptlagersitze	105
5.2.3 Kühlung	106
5.3 Kurbelgehäusewerkstoffe	107
5.3.1 Gusseisen	107
5.3.2 Aluminiumlegierungen und Werkstoffeigenschaften	107

5.3.2.1	Einfluss des Gießvorgangs auf die Werkstoffeigenschaften von Aluminiumlegierungen	111
5.3.2.2	Einfluss der Wärmebehandlung auf die Eigenschaften von gegossenen Aluminiumlegierungen	112
5.3.3	Magnesium	113
5.3.4	Werkstofftrends	113
5.3.5	Einfluss des Gießverfahrens auf die Gestaltung des Kurbelgehäuses	114
5.3.5.1	Sandguss	114
5.3.5.2	COSCAST™-Verfahren	115
5.3.5.3	Formsand – „grüner Sand“	115
5.3.5.4	CPS-Verfahren	115
5.3.5.5	Vollformgießverfahren (Lost-Foam-Verfahren)	116
5.3.5.6	Kokillenguss	116
5.3.5.7	Schwerkraftguss	116
5.3.5.8	Niederdruckguss	116
5.3.5.9	Druckguss	116
5.3.5.10	Squeeze Casting	117
5.3.5.11	Semi-Solid-Verfahren	117
5.4	Zylinderlaufbuchsen und Zylinderlaufflächen	118
5.4.1	Anforderungen an die Zylinderlauffläche	118
5.4.2	Zylinderlaufflächen in Aluminium-Kurbelgehäusen	118
5.4.3	Bauarten von Zylinderlaufbuchsen	120
5.4.4	Werkstoffe	124
5.4.5	Oberflächenbehandlung	126
5.5	Leichtmetallzylinder	127
5.5.1	Leichtmetallzylinderbauarten für Kleinmotoren	127
5.5.2	Luftgekühlte Zylinder	128
5.5.3	Kanalformen und Ladungswechsel bei Zweitaktmotoren	129
5.5.4	Zylinder für Viertaktmotoren	132
5.5.5	Oberflächenbehandlung	132
Glossar		136
Sachwortverzeichnis		139