

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen, Formelzeichen und Indices</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen der Reibung</b>	<b>3</b>
2.1 Reibung der Kolbengruppe . . . . .	6
<b>3 Meßverfahren</b>	<b>8</b>
3.1 Gesamtreibung . . . . .	8
3.2 Teilreibung Kolbengruppe . . . . .	8
3.2.1 Indirekte Messung . . . . .	8
3.2.2 Direkte Messung . . . . .	9
<b>4 Versuchsanlage</b>	<b>13</b>
4.1 Lastenheft . . . . .	13
4.2 Basismotor . . . . .	15
4.3 Entwicklung des Versuchsmotors . . . . .	15
4.3.1 Meßzylinder Variante 1 . . . . .	16
4.3.2 Meßzylinder Variante 2 . . . . .	19
4.4 Motorprüfstand . . . . .	21
4.4.1 Leistungs- und Verbrauchsmeßeinrichtungen . . . . .	22
4.4.2 Weitere Meßeinrichtungen . . . . .	23
4.5 Kalibrierung der Versuchsanlage . . . . .	24
4.6 Meßdatenerfassung und -verarbeitung . . . . .	26
<b>5 Meßtechnik Kolbenringe / Laufbuchsen</b>	<b>27</b>
5.1 Kolbenringprofil . . . . .	27
5.2 Tangentialkraft der Kolbenringe . . . . .	28

5.3	Laufbuchsenoberfläche . . . . .	28
5.4	Laufbuchsenmakrogeometrie . . . . .	30
<b>6</b>	<b>Versuchsprogramm</b>	<b>31</b>
6.1	Verfahrensweisen und Versuchsbedingungen . . . . .	32
6.2	Betriebsmittel . . . . .	33
<b>7</b>	<b>Basiskonzeption</b>	<b>34</b>
7.1	Einlaufverhalten der Basiskonzeption . . . . .	37
7.2	Einfluß der Kühlwassertemperatur . . . . .	38
7.3	Einfluß der Kolbengeschwindigkeit . . . . .	40
7.4	Einfluß der Motorlast auf Reibkraft und Reibleistung . . . . .	41
7.5	Reibmitteldruckverläufe der Basiskonzeption . . . . .	43
7.6	Vergleich: Schleppbetrieb - gefeuerter Betrieb . . . . .	44
<b>8</b>	<b>Variation der Oberflächenkennwerte der Zylinderlaufbuchsen</b>	<b>46</b>
8.1	Nikasilbeschichtete Laufbuchse . . . . .	47
8.2	Graphitierte Laufbuchse . . . . .	51
8.3	In den Umkehrpunkten polierte Laufbuchse . . . . .	56
8.4	Laufbuchse mit Feinstplateauhonung . . . . .	59
8.5	Zusammenfassung zur Variation der Oberflächenkennwerte der Zylinderlaufbuchsen . . . . .	63
<b>9</b>	<b>Variation von Kolben- und Kolbenringparametern</b>	<b>65</b>
9.1	Einfluß der Tangentialkraft von Kompressionsringen . . . . .	65
9.2	Einfluß der Ringart . . . . .	68
9.3	Einfluß der Kolbenmasse . . . . .	71
9.4	Verringerung der Kolbenschaftflächen . . . . .	74
9.4.1	Kastenskolben . . . . .	75

9.4.2	Kurzkolben . . . . .	78
9.4.3	Reibmitteldruckverläufe zur Verringerung der Kolbenschaftflächen .	82
9.5	Verringerung der Kolbenringhöhe . . . . .	83
9.5.1	Reibkraftverläufe und Reibleistung . . . . .	84
9.5.2	Reibmitteldruckverläufe zur Verringerung der Kolbenringhöhe . . .	87
9.5.3	Zwei-Ring-Variante . . . . .	88
<b>10</b>	<b>Rechenprogramm zu Ermittlung der Reibkräfte der Kolbengruppe</b>	<b>91</b>
10.1	Berechnungsgrundlagen . . . . .	92
10.2	Bestimmung der Viskosität des Schmieröls . . . . .	97
10.3	Viskositätsbestimmende Temperatur . . . . .	97
10.4	Kolbenreibung . . . . .	98
10.5	Reibung des Ölabstreifringes . . . . .	99
10.6	Reibung der Kompressionsringe . . . . .	101
10.7	Gesamtgleichung zur Reibungsberechnung . . . . .	102
<b>11</b>	<b>Ergebnisse der Simulationsrechnung</b>	<b>103</b>
11.1	Variation von Kolbenring- und Laufbuchsenparametern . . . . .	103
11.1.1	Basiskonzeption . . . . .	104
11.1.2	Zwei-Ring-Variante . . . . .	105
11.1.3	Nikasilbeschichtete Laufbuchse/1.0mm-Kompressionsringe . . . . .	106
11.1.4	Berechnete Reibkraftverläufe . . . . .	108
<b>12</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>110</b>