

Laborversuche an Kraft- und Arbeitsmaschinen

von Willi Bohl und Walter Mathieu

mit 155 Bildern und 85 Tabellen



Carl Hanser Verlag München Wien 1975

Inhaltsverzeichnis

1. Meßmethoden und Meßgeräte	11
1.1. Druckmessungen	11
1.1.1. Begriffe und Einheiten	11
1.1.2. Übersicht über die Meßverfahren	14
1.1.3. Flüssigkeitsmanometer	14
1.1.4. Kolben-Druckmeßgeräte	19
1.1.5. Federelastische Manometer	21
1.1.6. Elektrische Druckmeßgeräte	22
1.1.7. Druckumformer	24
1.1.8. Technische Vorschriften	24
1.1.9. Anbringung von Druckmeßgeräten	24
1.2. Temperaturmessungen	26
1.2.1. Begriffe und Einheiten	26
1.2.2. Übersicht über die Temperaturmeßgeräte und Temperaturmeßverfahren	26
1.2.3. Berührungsthermometer	29
1.2.3.1. Einleitung	29
1.2.3.2. Flüssigkeits-Glasthermometer	29
1.2.3.3. Flüssigkeits- und Dampfdruck-Federthermometer	30
1.2.3.4. Thermoelemente	31
1.2.3.5. Widerstandsthermometer	34
1.2.3.6. Einbau von Berührungsthermometern	36
1.2.3.7. Anzeigeverzögerung	38
1.2.4. Strahlungspyrometer	39
1.2.5. Besondere Temperaturmeßverfahren	39
1.3. Standmessung (Niveaumessung)	40
1.3.1. Standmessung mittels Schau- und Standglas	40
1.3.2. Niveaumessung mittels Schwimmer, Auftriebskörpern und Stechpegeln	40
1.4. Volumenmessung	42
1.4.1. Ovalradzähler	42
1.4.2. Woltmannzähler	42
1.4.3. Drehkolbenzähler	43
1.4.4. Kräftstoff-Verbrauchsmesser	43
1.5. Durchflußmessung	44
1.5.1. Begriffe und Einheiten	44
1.5.2. Bestimmung des Volumenstromes aus Geschwindigkeitsverteilung und Leitungs-(Kanal-)Querschnitt	44
1.5.2.1. Meßgeräte	44
1.5.2.2. Meß- und Auswertverfahren	48
1.5.3. Drosselgeräte (Wirkdruckverfahren)	52
1.5.3.1. Meßverfahren	52
1.5.3.2. Normdrosselgeräte	52
1.5.4. Überfallwehr	54
1.5.5. Schwebekörper-Durchflußmeßgeräte	55
1.6. Drehzahlmessung	58
1.6.1. Meßverfahren (Übersicht)	58
1.6.2. Mechanische Drehzahlmesser	59
1.6.3. Elektrische Drehzahlmesser	59
1.6.3.1. Tachometer	59
1.6.3.2. Elektronische Zähler	60
1.6.3.3. Stroboskope	61
1.7. Kraftmessung	62
1.7.1. Waagen	62
1.7.2. Kraftmeßdosen	62

1.8.	Drehmomentenmessung	64
1.8.1.	Meßverfahren (Übersicht)	64
1.8.2.	Der Pronysche Zaum	65
1.8.3.	Wasserwirbelbremse	66
1.8.4.	Wirbelstrombremse	70
1.8.5.	Pendelgenerator und Pendelmotor	70
1.8.6.	Torsionsdynamometer	71
1.9.	Leistungsmessung	74
1.9.1.	Meßverfahren (Übersicht)	74
1.9.2.	Messung über Drehmoment und Drehzahl	75
1.9.3.	Elektrische Messung	76
1.9.3.1.	Indirekte Messung über Strom und Spannung	76
1.9.3.2.	Direkte Messung mit Wattmeter oder Leistungsmeßkoffer	76
1.10.	Geräuschmessungen	77
1.10.1.	Begriffe und Einheiten	77
1.10.2.	Meßgeräte (Übersicht)	79
1.10.3.	Geräuschanalyse und -beurteilung	80
1.11.	Physikalische Analyseverfahren (eine Auswahl)	81
1.11.1.	Feuchtemessung	81
1.11.2.	Heizwertbestimmung	84
1.11.3.	pH-Wert-Bestimmung	85
1.11.4.	Gasanalyse (insbesondere Abgasanalyse)	86
1.11.5.	Messung der Leitfähigkeit	88
2.	Versuche an Kraftmaschinen	90
2.1.	Wasserturbinen	90
2.1.1.	Abnahmeversuche	90
2.1.1.1.	Sinn und Zweck von Abnahmeversuchen	90
2.1.1.2.	Versuchsaufbau	91
2.1.1.3.	Versuchsdurchführung	95
2.1.1.4.	Versuchsauswertung	99
2.1.2.	Modellversuche	112
2.1.2.1.	Sinn und Zweck von Modellversuchen	112
2.1.2.2.	Versuchsaufbau	113
2.1.2.3.	Versuchsdurchführung	114
2.1.2.4.	Versuchsauswertung und Umrechnung der Versuchswerte	115
2.2.	Abnahmeversuche an Dampfturbinen	118
2.2.1.	Sinn und Zweck	118
2.2.2.	Versuchsaufbau	119
2.2.3.	Versuchsdurchführung	123
2.2.4.	Versuchsauswertung	123
2.3.	Gasturbine	129
2.3.1.	Beschreibung der verschiedenen Versuchsmöglichkeiten	129
2.3.2.	Versuchsaufbau	130
2.3.3.	Durchführung der Versuche	133
2.3.4.	Versuchsauswertung	135
2.4.	Dieselmotoren am Prüfstand	142
2.4.1.	Abgrenzung	143
2.4.2.	Versuchsaufbau	143
2.4.2.1.	Motorenprüfstand	144
2.4.2.2.	Kraftstoffverbrauch, Stichprober	144
2.4.2.3.	Luftmengenmesser	144
2.4.2.4.	Rauchgastester	146
2.4.2.5.	Temperaturmeßstellen	146
2.4.2.6.	Indiziereinrichtung	147
2.4.2.7.	Kraftstoffuntersuchung	148
2.4.3.	Versuchsdurchführung	149
2.4.3.1.	Leistungsmessung	150
2.4.3.2.	Kraftstoffverbrauchsmessung	152

14
129

2.4.3.3.	Luftdurchsatz	152
2.4.3.4.	Rauchgasprüfung	152
2.4.3.5.	Temperaturmessung	153
2.4.3.6.	Indizieren am Dieselmotor	153
2.4.3.7.	Untersuchung des Dieselmotorkraftstoffes	153
2.4.4.	Versuchsauswertung	154
2.4.4.1.	Motorleistung und Mitteldruck	154
2.4.4.2.	Verbrauchskennfeld	159
2.4.4.3.	Luftaufwand und Luftzahl	161
2.4.4.4.	Schwärzungszahl nach Bosch, Abgaszusammensetzung	162
2.4.4.5.	Temperaturmessung	163
2.4.4.6.	Indikatordiagramm, indizierter Mitteldruck	163
2.4.4.7.	Cetanzahl	165
2.5.	Ottomotoren am Prüfstand	168
2.5.1.	Abgrenzung	168
2.5.2.	Versuchsaufbau	169
2.5.2.1.	Leistungsbremse	169
2.5.2.2.	Stichprober, Kraftstoffverbrauch	171
2.5.2.3.	Durchlauf-Rückkühler zur Wärmebilanz	171
2.5.2.4.	Luftmengenmesser	171
2.5.2.5.	CO-Tester	171
2.5.2.6.	Manuelle Zündwinkelverstellung, Verteilerprüfstand	172
2.5.2.7.	Indiziereinrichtung mit Kathodenstrahlzilloskop	172
2.5.2.8.	BASF-Prüfmotor	174
2.5.3.	Versuchsdurchführung	174
2.5.3.1.	Leistungsbestimmung	174
2.5.3.2.	Kraftstoffverbrauchsmessung	176
2.5.3.3.	Kühlmittel-Wärmemengen	176
2.5.3.5.	Abgasprüfung	176
2.5.3.6.	Zündwinkel	176
2.5.3.7.	Indikator-Diagrammaufnahme	177
2.5.3.8.	Kraftstoffuntersuchung am Klopfmotor	177
2.5.4.	Versuchsauswertung	178
2.5.4.1.	Kennlinien, Leistung und Drehmoment	178
2.5.4.2.	Spezifischer Kraftstoffverbrauch	180
2.5.4.3.	„Wärmebilanz“	181
2.5.4.4.	Luftaufwand	181
2.5.4.5.	CO-Gehalt im Abgas	182
2.5.4.6.	Zündwinkel-Verstellkurve	182
2.5.4.7.	Indikatordiagramm	184
2.5.4.8.	Oktanzahl von Ottokraftstoffen	185
3.	Versuche an Arbeitsmaschinen	189
3.1.	Abnahmeversuche an einer Radialkreiselpumpe	189
3.1.1.	Einleitung	189
3.1.2.	Versuchsaufbau	189
3.1.3.	Versuchsdurchführung	191
3.1.4.	Versuchsauswertung	194
3.2.	Versuche an einem Axialgebläse	204
3.2.1.	Einleitung	204
3.2.2.	Versuchsaufbau	205
3.2.3.	Versuchsdurchführung	207
3.2.4.	Versuchsauswertung	214
3.3.	Turboverdichter	229
3.3.1.	Einleitung	229
3.3.2.	Versuchsaufbau	230
3.3.3.	Versuchsdurchführung	230
3.3.4.	Versuchsauswertung	231

3.4.	Kolbenverdichter	237
3.4.1.	„Abnahmeversuche“	237
3.4.1.1.	Versuchsaufbau	237
3.4.1.2.	Versuchsdurchführung	239
3.4.1.3.	Versuchsauswertung	239
3.5.	Kolbenpumpe	243
3.5.1	Einleitung	243
3.5.2.	Versuchsaufbau	243
3.5.3.	Versuchsdurchführung	245
3.5.4.	Versuchsauswertung	246
	Literaturverzeichnis	248
	Sachverzeichnis	250