

Inhaltsverzeichnis

Kapitel I

Statische und quasistatische Druckmessungen

Von H. EBERT

	Seite
Inhalt	1
§ 1. Allgemeines	2
A. Druckmessung	6
§ 2. Einteilung der Druckmeßmethoden	6
a) Flüssigkeitsmanometrie	9
§ 3. Prinzip der Flüssigkeitsmanometrie	9
§ 4. Korrektionen der unmittelbaren Ablesungen	11
§ 5. Beschreibung einiger Arten von Flüssigkeitsmanometern (darunter Barometer, Flüssigkeits-Mikromanometer)	13
b) Kolbenmanometrie (Druckwaagen)	29
§ 6. Bauarten der Kolbenmanometer	29
§ 7. Bestimmung des wirksamen Querschnittes	31
§ 8. Umkehrspanne der Kolbenmanometer	32
c) Weitere Druckmeßmethoden	33
§ 9. Elastische Manometer	33
§ 10. Elastisches und thermisches Verhalten der Manometer	37
§ 11. Halb- und unelastische Manometer	39
§ 12. Elektrische Manometer	42
§ 13. Dynamische Manometer	44
B. Vakuummessung	45
§ 14. Einteilung der Vakuummeter	45
§ 15. Das McLeodsche Vakuummeter	46
§ 16. Gaskinetische Vakuummeter	49
§ 17. Elektrische Vakuummeter	56
C. Technische Hilfsmittel für Druck- bzw. Vakuummessung	59
a) Das Gebiet höherer Drücke	59
§ 18. Rohrverbindungen, Verschlüsse und Durchführungen	59
§ 19. Wasserstandsanzeiger und druckfeste Fenster	62
§ 20. Günstigste Länge der Flüssigkeitssäule eines Manometers bei periodisch schwankendem Druck	63
b) Das Vakuumgebiet	64
§ 21. Einfluß der Zuleitungen	64
§ 22. Einlaßvorrichtungen	66

Kapitel II

Messung schnell veränderlicher Drücke und Kräfte

Von L. MERZ

	Seite
Inhalt	69
§ 1. Der Frequenzbereich schneller Kraftschwankungen, grundsätzlicher Aufbau der Geräte	70
§ 2. Arten der Druck- und Kraftmessung	72
§ 3. Einige Sätze über das dynamische Verhalten der Kraftmeßgeräte	76
A. Mechanische Meßgeräte und Verfahren	77
§ 4. Indikatoren	77
a) Aufbau des Indikators	78
b) Fehler der Indiziereinrichtung	80
c) Aufnahme von offenen Diagrammen (Zeitdiagramm)	81
d) Grenzen des Indikators, erreichbare Genauigkeit	82
e) Spezialindikatoren, Mikroindikatoren und optische Indikatoren	82
§ 5. Mechanische Kraft- und Dehnungsmesser	84
§ 6. Mechanische Verdrehungsmesser und Drehkraftmesser	86
§ 7. Mechanische Beschleunigungsmesser	87
B. Elektrische Meßgeräte und Verfahren	88
a) Die Gleichstromverfahren	91
§ 8. Das piezoelektrische Meßverfahren	91
§ 9. Das übertragbare Frequenzband beim Quarzindikator	92
§ 10. Das Kohledruckmeßverfahren	94
b) Die Wechselstromverfahren	97
§ 11. Einige kapazitive, magnetoelastische und induktive Meßgeräte	98
§ 12. Die Meßschaltungen, übertragbares Frequenzband	101

Kapitel III

Messung der Viscosität und Plastizität

Von WLADIMIR PHILIPPOFF

Inhalt	109
A. Einleitung	110
§ 1. Grundbegriffe und Definitionen	110
§ 2. Grundlagen der Viscositätsmessung	112
B. Kapillarviscosimeter	112
§ 3. Engler-Apparat	113
§ 4. Universalviscosimeter nach SAYBOLT	114
§ 5. Saybolt-Thermoviscosimeter	115
§ 6. Viscosimeter nach TRAUBE-MAGASANIK	115
§ 7. Ostwald-Viscosimeter	115
§ 8. Pipettenviscosimeter	116
§ 9. Vogel-Ossag-Viscosimeter	116
§ 10. Ubbelohde-Viscosimeter mit hängendem Niveau	117
§ 11. Ubbelohde-Viscosimeter	118
§ 12. Der Ford-Becher	118

	Seite
C. Rotationsapparate	118
§ 13. Turbo-Viscosimeter nach WOLFF-HOEPKE	119
§ 14. Kämpf-Viscosimeter	119
§ 15. MacMichael-Viscosimeter	119
§ 16. Gallencamp-Viscosimeter	120
§ 17. Stormer-Viscosimeter	120
§ 18. Viscosimeter nach DRP. 702089 (1937)	120
§ 19. Green-Viscosimeter	121
D. Fallkörperviscosimeter	121
§ 20. Das Höppler-Viscosimeter	123
§ 21. Lawaczek-Viscosimeter	124
§ 22. Cochius-Viscosimeter	124
E. Verschiedene Viscosimeter	124
§ 23. Schnell-Viscosimeter (PFEIFFER)	124
§ 24. Schnell-Viscosimeter (nach DALLWITZ-WEGNER)	125
§ 25. Viscograph	125
§ 26. Das Pendelviscosimeter	126
§ 27. Das Bandviscosimeter	126
§ 28. Michell-Viscosimeter	127
§ 29. Zusammenfassung	127
F. Messung der Plastizität	128
§ 30. Das Parallelplatten-Plastometer	128
§ 31. Das Höppler-Konsistometer	129
§ 32. Das Penetrometer	131
§ 33. Der Ring- und Kugelapparat	132
§ 34. Das Dow-Duktilometer	133
§ 35. Der Plastograph	133
§ 36. Das Firestone-Plastometer	135
§ 37. Zusammenfassung	136

Kapitel IV

Temperaturmessung

Von F. LIENEWEG

Inhalt	137
§ 1. Einleitung	139
I. Die Temperaturmeßverfahren	140
A. Berührungsthermometer	140
§ 2. Geschichtliches und Temperaturskalen	140
§ 3. Flüssigkeitsthermometer	144
a) Flüssigkeitsglasthermometer	144
α) Bauarten	144
β) Meßfehler und Fehlergrenzen	148
b) Flüssigkeitsfederthermometer	151
α) Bauarten	151
β) Meßfehler und Fehlergrenzen	154

	Seite
c) Dampfdruckfederthermometer	156
α) Bauarten	156
β) Meßfehler und Fehlergrenzen	158
Gasfederthermometer	159
§ 4. Metallausdehnungsthermometer	160
a) Stabthermometer	160
b) Bimetallthermometer	161
§ 5. Thermoelemente	162
a) Die wichtigsten Thermoelemente	163
b) Form der Thermoelemente	169
c) Einfluß und Ausgleich der Vergleichstemperatur	174
α) Einfluß der Vergleichstemperatur	174
β) Ausgleichsleitungen	176
γ) Ausgleich des Einflusses der Vergleichstemperatur	176
d) Messung der elektromotorischen Kräfte	179
α) Ausschlagsverfahren	179
β) Kompensationsverfahren	182
γ) Ausschlagsverfahren mit Teilkompensation	184
e) Sonderschaltungen	185
f) Fehlergrenzen	185
§ 6. Widerstandsthermometer	186
a) Werkstoffe für Widerstandsthermometer	187
b) Form der Widerstandsthermometer	191
c) Messung des Widerstandes	196
α) Null-(Kompensations-) Verfahren	196
β) Ausschlagsverfahren	200
γ) Stromversorgung	201
δ) Meßfehler und Fehlergrenzen	201
d) Sonderschaltungen	205
§ 7. Segerkegel, Temperaturmeßfarben und andere Verfahren	209
B. Strahlungspyrometer	213
§ 8. Grundgesetze der Strahlung	214
§ 9. Gesamtstrahlungspyrometer	217
a) Bauarten	217
α) mit Thermoelementen	217
β) mit Photozellen	220
γ) mit anderen Strahlungsempfängern	221
b) Messung nichtschwarzer Körper	221
c) Meßbereiche und Fehlergrenzen	225
§ 10. Teilstrahlungspyrometer	227
a) Helligkeitypyrometer	227
α) Polarisationspyrometer	227
β) Glühfadenpyrometer	228
1. Meßarten	228
2. Bauarten und Einzelteile	230
γ) Fehlergrenzen	232
δ) Sonderausführungen	233
b) Intensitätspyrometer	234
c) Emissionsvermögen und Messung nichtschwarzer Körper	234

Inhaltsverzeichnis

XI

	Seite
§ 11. Farbpyrometer	237
§ 12. Photothermometrie	242
§ 13. Weitere strahlungspyrometrische Meßverfahren	244
II. Die chemische und mechanische Beanspruchung der Thermometer	247
§ 14. Die chemische Beanspruchung	248
§ 15. Die mechanische Beanspruchung	256
III. Der Einbau der Thermometer	261
§ 16. Theorie des inneren Einbaus	261
a) Berechnung des Temperaturfehlers durch Wärmeableitung und Strahlung	263
b) Folgerungen aus den Temperaturfehlerberechnungen	279
§ 17. Ausführungsformen für den inneren Einbau	283
a) Messung in festen Körpern	283
b) Messung in Flüssigkeiten	284
c) Messung in Gasen	284
α) Lufttemperaturmessungen	285
β) Messungen in Kanälen und Rohrleitungen	286
γ) Messungen in schnell strömenden Gasen	292
d) Messung mit Strahlungspyrometern	294
e) Prüfeinrichtungen für Thermometer	294
§ 18. Oberflächentemperaturmessung mit Berührungsthermometern	299
a) Theorie	299
b) Maßanordnungen	301
IV. Die Anzeigeträgheit der Thermometer	307
§ 19. Einmalige plötzliche Temperaturänderungen und Halbwertzeiten	308
§ 20. Anzeigefehler und Dämpfung von Thermometern bei zeitabhängigen Temperaturänderungen	316
§ 21. Nacheilung von Thermometern bei zeitabhängigen Temperaturände- rungen	320

Kapitel V

Messung des Innenraumklimas (Katathermometrie)

Von H. GRÜSS

Inhalt	324
I. Die Grundelemente des Wärmehaushaltes des Menschen	324
§ 1. Einleitung	324
§ 2. Das Klima in Arbeitsräumen	326
II. Die klimabestimmenden Größen	326
§ 3. Die Lufttemperatur	326
§ 4. Die Luftfeuchtigkeit	327
§ 5. Einfluß der Luftgeschwindigkeit	329
§ 6. Die Strahlungstemperatur	330
§ 7. Die gleichwertige Temperatur und die Abkühlungsgröße	331
III. Geräte für die Messung des Innenraumklimas	332
§ 8. Das Luftthermometer	332
§ 9. Das Hygrometer	333

	Seite
§ 10. Das resultierende Thermometer	333
§ 11. Luftgeschwindigkeitsmesser	333
§ 12. Die Abkühlungsthermometer	334
§ 13. Das Katathermometer	335
§ 14. Selbsttätig arbeitende Abkühlungsmesser	338
IV. Die Stirntemperatur als Ausdruck der Behaglichkeit	340
§ 15. Der Behaglichkeitsfaktor	340
§ 16. Die Stirntemperatur	340
§ 17. Kritik der Hillschen Abkühlungsgröße	341
§ 18. Die grundsätzlichen Anforderungen an einen Abkühlungsmesser als Gradmesser der Behaglichkeit	344
§ 19. Der selbsttätige Behaglichkeitsmesser insbesondere für Regelzwecke	346

Kapitel VI

Hygrometrische Verfahren

Von H. GRÜSS

Inhalt	348
A. Allgemeines über Feuchtigkeit und Feuchtigkeitsmessung	350
§ 1. Die Sonderstellung des Wasserdampfes	350
§ 2. Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf hygrokopische Stoffe	350
§ 3. Die wärmetechnische Bedeutung von Kondensation und Verdampfung	352
§ 4. Definition der Feuchtigkeit	352
§ 5. Prinzipien der Feuchtigkeitsmessung	354
B. Bestimmung der Feuchtigkeit von Gasen	355
1. Bestimmung der Feuchtigkeit aus der Änderung des Gaszustandes	355
a) Verfahren mit völliger Kondensation des Wasserdampfes oder völliger Aufsättigung des Gases	355
§ 6. Kondensationsverfahren mit Volumenmessung	355
§ 7. Kondensationsverfahren mit Druckmessung	356
§ 8. Kondensationsverfahren mit Gewichtsmessung	357
§ 9. Aufsättigungsverfahren mit Volumenmessung	358
b) Verfahren mit Untersuchung des Zustandsdiagramms	359
§ 10. Messung zweier Zustandsgrößen an zwei Punkten	359
§ 11. Taupunktmessung	360
2. Bestimmung der Feuchtigkeit aus der Rückwirkung der Gasatmosphäre auf kondensierte Systeme	365
a) Rückwirkung der Gasfeuchtigkeit auf reines Wasser	365
α) Die Messung der Menge verdunstenden Wassers	365
§ 12. Arten der Verdunstungsmessung	365
§ 13. Kritik der Verdunstungsmessung	366
β) Psychrometrie	366
§ 14. Grundlage der Psychrometrie	366
§ 15. Theoretische Ableitung des psychrometrischen Effektes	367

	Seite*
§ 16. Praktische Ermittlung der relativen Feuchtigkeit aus der Temperatur des trockenen und feuchten Thermometers	369
§ 17. Einfluß der Bauart des Psychrometers	371
§ 18. Einfluß der Gasgeschwindigkeit	373
§ 19. Die Befeuchtungsvorrichtung	377
§ 20. Einfluß des Aggregatzustandes des Wassers	378
§ 21. Verhalten des Psychrometers bei Temperaturen über 100° C	379
§ 22. Einfluß von Beimengungen fremder Gase	381
§ 23. Praktische Ausführungsformen	382
§ 24. Psychrometrische Messung der absoluten Feuchtigkeit	390
§ 25. Bestimmung der Feuchtigkeit aus der Temperatur der feuchten Ober- fläche eines zu trocknenden Körpers	392
§ 26. Feuchtigkeitsregelung mittels Psychrometer	393
b) Rückwirkung der Gasfeuchtigkeit auf hygroskopische Stoffe	396
§ 27. Theorie der Feuchtigkeitsmessung mittels hygroskopischer Stoffe	396
§ 28. Eigenschaften der Haarhygrometer	398
§ 29. Bauarten der Haarhygrometer	402
§ 30. Die Messung der absoluten Feuchtigkeit mittels Haarhygrometer	403
§ 31. Weitere Methoden der Feuchtigkeitsmessung mittels hygroskopischer Stoffe	404
§ 32. Hygroskopische Regler	406
3. Verfahren auf Grund der Veränderung weiterer physikalischer Eigenschaften durch die Feuchtigkeit	409
§ 33. Anwendungsbereich der „unspezifischen“ Methoden der Feuchtigkeits- messung	409
§ 34. Die für hygrometrische Messungen vorgeschlagenen „unspezifischen“ Methoden	410
§ 35. Anwendung der hygrometrischen Methoden auf andere Dämpfe	411
C. Bestimmung des Wassergehaltes fester oder flüssiger Stoffe	411
1. Benutzung des Gleichgewichtes zwischen Gasfeuchtigkeit und Wassergehalt des festen oder flüssigen Stoffes	411
§ 36. Anwendung von Lufthygrometern	411
§ 37. Anwendung der Temperaturmessung	413
2. Meßverfahren unter Austreibung des Wassers	414
a) Austreibung mittels Verdampfen	414
§ 38. Verdampfen des Wassers durch Erhitzen und Bestimmung der Ge- wichtsdifferenz	414
§ 39. Messung der kondensierten Wassermenge	416
§ 40. Bestimmung der Wassermenge aus den Zustandsgrößen	417
b) Extraktion durch Lösungsmittel	418
§ 41. Bestimmung der kritischen Lösungstemperatur der Extraktion	418
§ 42. Chemische Umsetzung des extrahierten Wassers	418
§ 43. Messung der Dielektrizitätskonstante des extrahierten Gemisches	419
§ 44. Messung der elektrischen Leitfähigkeit des extrahierten Gemisches	420
§ 45. Benutzung des Gleichgewichtes zwischen Lösungsmittel und wasser- haltigem Gut	420

	Seite
3. Messung feuchtigkeitsabhängiger Eigenschaften des unveränderten Gutes	421
§ 46. Messung der elektrischen Leitfähigkeit	421
§ 47. Messung der Dielektrizitätskonstante von schüttbarem Gut	423
§ 48. Durchlaufmessungen	424

Kapitel VII

Bestimmung kalorischer Zustandsgrößen

Verfahren zur Bestimmung des Heizwertes

Von J. KRÖNERT

Inhalt	427
§ 1. Definition des Heizwertes	427
1. Bestimmung des Heizwertes aus der chemischen Analyse	430
§ 2. Bestimmung des Heizwertes aus der Elementaranalyse	430
§ 3. Bestimmung des Heizwertes aus der Analyse der Bestandteile des Brennstoffes	431
2. Direkte Bestimmung des Heizwertes	435
a) Feste und flüssige Brennstoffe	435
§ 4. Die Berthelot-Mahler-Bombe für feste Brennstoffe und ähnliche Apparate	435
§ 5. Das Junkers-Kalorimeter für flüssige Brennstoffe und ähnliche Apparate .	436
b) Gasförmige Brennstoffe	439
a) Die Handmethoden	439
§ 6. Verbrennungskalorimeter	439
§ 7. Explosionskalorimeter	446
§ 8. Sonstige Handkalorimeter	448
b) Die selbsttätigen Meß- und Regelungsmethoden	450
§ 9. Die Verbrennungswärme direkt messende Kalorimeter	450
§ 10. Strahlungskalorimeter nach Gmelin-Seiferheld	464
§ 11. Automatische Heizwertregelung	467

Kapitel VIII

Verfahren zur Bestimmung nutzbarer Wärmemengen

Von H. GRÜSS

Inhalt	468
§ 1. Bedeutung der Wärmemengenmessung in technischen Betrieben	469
1. Grundlagen und Anwendungsbereiche der Messung von Wärmemengen	470
§ 2. Meßprinzip	470
§ 3. Anwendungsbedingungen	471
§ 4. Fehler der Mittelwertbildung über große Zeiten	471
§ 5. Anwendbarkeit auf verschiedene Medien	473

	Seite
2. Wärmemengenmessung für Brennstoffe	473
§ 6. Mechanische Produktbildung aus Heizwert und Menge	473
§ 7. Kalorimetrische Bestimmung der Wärmemenge eines Teilstromes	474
§ 8. Bildung des Flächenintegrals eines Menge-Heizwert-Diagramms	475
3. Messung der fühlbaren Wärme sekundärer Heizmedien	476
§ 9. Die spezifische Wärme des Mediums	476
a) Mechanische Produktbildung	478
§ 10. Geometrische Multiplikation zweier Strecken	478
§ 11. Produktbildung mittels Umdrehungsgeschwindigkeit	480
§ 12. Direkte Beeinflussung des Mengenmessers durch die Temperaturdifferenz	482
b) Die Frequenz als Mittel zur Produktbildung	483
§ 13. Produktbildung aus Frequenz und Länge	483
§ 14. Ersatz des mechanischen Thermometers durch ein elektrisches	485
§ 15. Kritik der mechanischen Wärmezähler	490
c) Elektrische Multiplikationsverfahren	491
§ 16. Die Impulsfrequenz als Faktor	491
§ 17. Produktbildung nach dem Ohmschen Gesetz	493
§ 18. Die wattmetrische Multiplikation	500
§ 19. Kritik der elektrischen Multiplikationsverfahren und Empfindlichkeits- betrachtung	501
4. Kalorimetrische Meßverfahren	503
§ 20. Vorteil einer direkten kalorimetrischen Messung	503
§ 21. Bestehende Lösungsvorschläge	503
§ 22. Näherungsmethoden unter Annahme vereinfachender Bedingungen .	504
§ 23. Integration des Wärmeflusses	506
5. Messung des Wärmeinhaltes von Dampf	507
§ 24. Kondensatmessung	507
§ 25. Dampfmengenmessung	508

Kapitel IX

Verfahren zur Wärmeverlustmessung

Von H. GRÜSS

Inhalt	511
§ 1. Einige Arten der Wärmeverlustmessung	511
§ 2. Prinzip des Wärmeflußmessers	512
§ 3. Entwicklung der Hilfswandmethode	513
§ 4. Theorie der Wärmeflußmessung	514
§ 5. Aufbau der Wärmeflußmesser	517
§ 6. Eichung der Wärmeflußmesser	518
§ 7. Justierung und Dämpfung der Wärmeflußmesser	519
§ 8. Meßbereich der Wärmeflußmesser	520
§ 9. Die Kompensationsmethode	520
Namenregister	524
Sachregister	537