

Inhaltsverzeichnis

Kapitel I

Allgemeines zur Mengen- und Strommessung

Von R. WITTE

	Seite
I. Zweck, Entwicklung und Grundlagen der Bestimmung von Stoffmengen und Stoffströmen	1
§ 1. Das technische Bedürfnis nach Mengen- und Strommessung	1
§ 2. Vorbemerkungen über die Wägeverfahren	4
§ 3. Entwicklung und Grundlagen der volumetrischen und dynamischen Meßverfahren	4
II. Übersicht über die Verfahren	10
§ 4. Kennzeichnung einiger Hilfsverfahren	10
§ 5. Systematik der Hauptverfahren	11
III. Hilfsverfahren	15
a) Die Beziehungen zwischen Gewicht und Rauminhalt einer Menge und ihre Berücksichtigung	15
§ 6. Einheiten von Menge und Strom	15
§ 7. Umrechnung zwischen Gewicht und Rauminhalt	19
§ 8. Selbsttätige Dichteberücksichtigung und Probeentnahme	50
b) Eicheinrichtungen und Grundlagen der Eichverfahren	71
§ 9. Eichinstitute und Eichaufgaben	71
§ 10. Eichung von Flüssigkeits- und Gasbehältern	75
§ 11. Absoluteichung volumetrischer und hydrodynamischer Meßgeräte . .	80

Kapitel II

Wägeverfahren

Von E. PADELT

I. Allgemeines	89
§ 1. Maße und Gewicht	89
§ 2. Klassifikation der Waagen	92
§ 3. Erforderliche Eigenschaften der Waagen	97
§ 4. Voraussetzungen und Bezeichnungen	99

	Seite
II. Einfache Waagen	102
§ 5. Einhebelwaagen mit Gewichtsschale und Gewichtssatz	102
§ 6. Einhebel-Schaltgewichtswaagen	109
§ 7. Einhebel-Laufgewichtswaagen	110
§ 8. Einhebel-Rollgewichtswaagen	113
§ 9. Einhebel-Neigungswaagen	115
§ 10. Einhebel-Hubgewichtswaagen	126
§ 11. Einfluß der Schrägstellung bei Einhebelwaagen	128
III. Zusammengesetzte Waagen	131
§ 12. Hebelschaltungen der zusammengesetzten Waagen	131
§ 13. Zusammengesetzte Waagen mit einer Einspiellage	136
§ 14. Zusammengesetzte Neigungswaagen	142
§ 15. Zusammengesetzte Hubgewichtswaagen	144
§ 16. Justierung der Waagen	144
§ 17. Einfluß der Schrägstellung bei zusammengesetzten Waagen	148
§ 18. Auswägevorrichtungen der zusammengesetzten Waagen	151
IV. Sonderbauarten von Waagen	155
§ 19. Vorbemerkungen	155
§ 20. Analytische Waagen	157
§ 21. Mikrowaagen	163
§ 22. Kettenwaagen	168
§ 23. Grenzwaagen	169
§ 24. Zählwaagen	170
§ 25. Seilzugwaagen	171
V. Wägemaschinen (selbsttätige Waagen) und Waagen mit selbst-tätigen Hilfseinrichtungen	175
§ 26. Vorbemerkungen über Wägemaschinen und selbsttätige Waagen	175
§ 27. Wägemaschinen zum Abwägen (selbsttätige Balkenwaagen)	177
§ 28. Wägemaschinen zum Wägen (selbsttätige Laufgewichtswaagen)	186
§ 29. Wägemaschinen zur Mengenstrommessung	191
§ 30. Wägemaschinen zur Mengenstromregelung (Zumeßwaagen, Dosier-waagen)	195
§ 31. Grenzwägemaschinen (Sortiermaschinen)	200
§ 32. Selbsttätige Hilfseinrichtungen	202
§ 33. Abfüllmaschinen (Mittelbare Wägung)	203
VI. Wichtige Konstruktionselemente der Waagen	208
§ 34. Schneiden und Pfannen sowie andere Ausführungsformen von Dreh-gelenken	208
§ 35. Koppeln, Gehänge und Lenker	213
§ 36. Ausgleichsvorrichtungen	215
§ 37. Dämpfungsvorrichtungen	216
§ 38. Vorrichtungen zur Schonung der Waage	217
§ 39. Druckwerke	221
§ 40. Registrierwerke	225
VII. Gewichte	226
§ 41. Gewichte und Gewichtssätze	226
§ 42. Gewichtsgerätschaften	232

Inhaltsverzeichnis

IX

Seite

VIII. Wägemethoden	234
§ 43. Allgemeines	234
§ 44. Proportionalmethode	238
§ 45. Substitutionsmethode	239
§ 46. Vertauschungsmethode	240
IX. Prüfung der Waagen	241
§ 47. Vorbemerkungen über die Prüfung der Waagen	241
§ 48. Prüfmittel	243
§ 49. Fehlergrenzen	247
§ 50. Prüfung der Waagen mit einer Einspiellage	255
§ 51. Prüfung der Waagen mit Neigungsgewichtseinrichtung	260
§ 52. Prüfung der Hubgewichtswaagen und der Sonderbauarten	262
§ 53. Prüfung der Wägemaschinen und der Waagen mit selbsttätigen Hilfs-einrichtungen	263
X. Schluß	266
§ 54. Meßunsicherheit, Höchstlast und Leistungsfähigkeit der einzelnen Waagenarten	266
§ 55. Nomenklatur der Waagen	272
Verzeichnis der Waagenbezeichnungen	273

Kapitel III

Volumetrische Meßverfahren für Menge und Durchfluß

Von R. WITTE

I. Unmittelbare volumetrische Verfahren	279
A. Ausmessung einzelner Mengen. Berechnung und Anzeige von Behälter-inhalten	279
§ 1. Ausmessung fester und flüssiger Stoffe	279
§ 2. Formeln zur Inhaltsberechnung von Flüssigkeitsbehältern	282
§ 3. Inhaltsanzeige an Flüssigkeitsmeßbehältern	286
§ 4. Ausmessung von Gasen und Dämpfen	297
B. Fortlaufende Volumenmessung mit Meßbehältern	299
§ 5. Zählung einer Folge von gleichmäßig gefüllten Behältern	299
§ 6. Zählung der Auffüllungen feststehender Behälter mit Umschaltung von Hand oder selbsttätig	340
§ 7. Zählung der Auffüllungen beweglicher Meßkammern mit selbsttätiger Umsteuerung durch die Schwere („Kipp- und Trommelzähler“)	303
C. Selbsttätig sich steuernde Volumenzähler mit beweglichen Meßkammer-Wänden („Verdrängungszähler“)	307
§ 8. Allgemeine Bemerkungen über motorische Zähler	307
§ 9. Meßkammerabschluß durch hin- und hergehende Kolben („Hub-kolbenmesser“)	317
§ 10. Meßkammerabschluß durch sich drehende oder abwälzende Wände („Drehkolbenzähler“)	326

§ 11. Meßkammerabschluß durch deformierbare Wände („Trockene Gaszähler“)	337
§ 12. Meßkammerabschluß durch Sperrflüssigkeit („Nasse Gaszähler“)	340
II. Wegmeßverfahren	344
A. Spezielles über die Anwendung des Wegmeßverfahrens bei festen Stoffen und Allgemeines für Flüssigkeiten und Gase	344
§ 13. Ausführungsbeispiele für feste Schüttgüter	344
§ 14. Grundsätzliches über das Wegmeßverfahren bei Flüssigkeiten und Gasen	345
B. Unmittelbare Messung des zurückgelegten Weges	348
§ 15. Schwimmerverfahren	348
§ 16. Schirmverfahren	349
§ 17. Impfschußverfahren	351
C. Fortlaufende Wegzählung durch motorische Messer	352
§ 18. Wegzählung bei vernachlässigbar kleiner Querschnittsänderung durch den Messer („Freilaufverfahren“)	352
α) Wirkungsweise des Flügels	352
β) Meßgenauigkeit des Flügels	354
γ) Mengenmessung	356
§ 19. Wegzählung bei merklicher Querschnittsverengung durch den Messer („Zwangslaufverfahren“)	360
α) Schraubenrad-Woltman-Zähler	360
β) Flügelradzähler	364
III. Mittelbare volumetrische Verfahren für Menge und Durchfluß	367
§ 20. Analytische Verfahren	367
α) Mengenbestimmung aus der Stoffbilanz	367
β) Bestimmung von Menge und Durchfluß durch Fremdstoffzusatz (Impfverfahren)	368
§ 21. Kalorimetrische Verfahren	372
IV. Volumetrische Abfüll- und Zuteilverfahren	379
§ 22. Grundsätzliches	379
§ 23. Abfüllen, Zuteilen und Mischen fester Stoffe	380
§ 24. Abfüller und Zuteiler für Flüssigkeiten und Gase	387
α) Behältermessungen	387
β) Meßpumpen	391
γ) Mengenzähler mit Voreinstellung	391
δ) Abfüllmaschinen für Flüssigkeiten	396
ε) Zuteiler für Flüssigkeiten und Gase	399
V. Verfahren zur volumetrischen Durchflußmessung	406
§ 25. Unmittelbare und abgeleitete Verfahren	406
§ 26. Abstoppeinrichtungen für Behälter und Mengenzähler	407
§ 27. Unmittelbare Durchflußanzeige an Mengenzählern	412

Kapitel IV

Dynamische Verfahren zur Mengen- und Durchflußmessung

Von R. WITTE

	Seite
I. Allgemeine Beziehungen, Voraussetzungen und Eigenschaften	417
§ 1. Die energetischen Eigenschaften strömender Massen	417
α) Die bei Strömungen auftretenden Kräfte	417
β) Bernoullische Gleichung	418
γ) Reibungskräfte	421
§ 2. Berechnung der Reynolds-Zahl	423
§ 3. Gemeinsame Eigenschaften der dynamischen Verfahren	434
α) Einfluß des Strömungszustandes	434
β) Primäre und sekundäre Meßgeräte bei den Differenzdruck-Verfahren	435
II. Dynamische Verfahren zur Durchflußmessung	437
1. Verfahren bei annähernd stationärer Strömung	437
a) Verfahren aus dem Druckverlust in geraden Rohrleitungen	437
§ 4. Differenzdruck-Verfahren bei Laminarströmung	437
§ 5. Differenzdruck-Verfahren bei turbulenter Strömung	442
b) Staudruckverfahren	447
§ 6. Bestimmung des Durchflusses aus dem Staudruck	447
α) Die örtliche Geschwindigkeitsmessung	447
β) Die Bestimmung der mittleren Stromgeschwindigkeit	455
§ 7. Staudruckmultiplikatoren und Druckkraftmesser	458
§ 8. Das Druck-Zeit-Verfahren	461
§ 9. Differenzdruck-Verfahren an gekrümmten Strömungen	463
c) Drosselverfahren	467
§ 10. Differenzdruck-Verfahren mittels Düsen und Blenden	467
α) Die Theorie des Drosselverfahrens	467
β) Praktische Durchflußgleichung	472
γ) Verschiedene Ausführungsformen und die zugehörigen Durchflußzahlen	476
δ) Einfluß der Druckentnahme und Rohrrauhigkeit	492
ε) Einfluß der Anlauf- und Einbaubedingungen; Einbaunormen .	499
ζ) Reibungseinfluß. Drosselgeräte für kleine Re-Zahlen	504
η) Messungen im Aus- bzw. Einlauf	506
θ) Berücksichtigung	510
ι) Messungen im überkritischen Gebiet	519
ξ) Anwendungen	520
§ 11. Differenzdruck-Verfahren mittels Venturidüsen	528
§ 12. Differenzdruck-Verfahren mittels Venturikanälen	536
§ 13. Differenzdruck-Verfahren mittels Überfällen	542
§ 14. Differenzdruckanzeiger und -schreiber	552
α) Unmittelbare Ablesung von Flüssigkeitssäulen	552
β) Schwimmeranometer	560

	Seite
γ) Elektrische und magnetische Anzeige des Flüssigkeitsstandes	564
δ) Flüssigkeitsmanometer mit beweglichen Schenkeln	565
ε) Membranmanometer	570
ζ) Glockenmanometer	572
θ) Kompensationsverfahren-Wirkdruckwandler	575
η) Allgemeines	577
§ 15. Die Verbindung zwischen Wirkdruckgeber und Wirkdruckanzeiger	579
α) Anschlußbedingungen	579
β) Verfahren zum Schutz des Durchflußmessers	582
§ 16. Meßverfahren an beweglichen Körpern („Schwimmer- und Klappennmesser“)	586
α) Stromkraft-Verfahren (Klappennmesser)	586
β) Verfahren mit veränderlichem Stromquerschnitt und konstantem Widerstand (Schwimmermesser)	587
d) Wärmeübergangs-Verfahren („Hitzdraht-Anemometer“)	596
§ 17. Entwicklung und Theorie der Verfahren	596
§ 18. Praktische Einzelheiten und Anwendungsbereiche des Hitzdrahtverfahrens	598
e) Weitere Verfahren	599
§ 19. Verfahren der Ausnutzung des Coriolis-Effekts	599
§ 20. Elektrische und akustische Verfahren	601
2. Verfahren bei zeitlich rasch veränderlicher Strömung	603
§ 21. Die Fehler gedämpfter Instrumente bei pulsierender Strömung	603
α) Fehler infolge Anwendung der Bernoullischen Gleichung	603
β) Fehler durch Einstellung gedämpfter Instrumente auf das arithmetische Mittel des Wirkdruckes statt auf das Mittel aus der Wurzel des Wirkdruckes	604
γ) Fehler durch Einstellung gedämpfter Instrumente auf einen anderen Mittelwert des Wirkdruckes als den arithmetischen	607
§ 22. Verfahren zur Messung pulsierender Strömungen	611
α) Besondere Ausführungsarten des dynamischen Verfahrens	611
β) Thermische und volumetrische Verfahren	621
III. Dynamische Zuteil-Verfahren (Dosierung und Mischung)	622
§ 23. Dynamische Verfahren zur Durchfluß- und Gemischregelung.	622
IV. Dynamische Verfahren zur Mengenzählung	627
§ 24. Mechanische Integrierverfahren in Verbindung mit Durchflußmessern	627
§ 25. Elektrisch zählende Mengenmesser	629
§ 26. Teilstrom-Verfahren	634
Namen- und Sachregister	638