

Inhaltsverzeichnis.

Einführung in die Grundbegriffe der Strömungslehre

von

L. PRANDTL, Göttingen.

§ 1. Vorbemerkung	3
§ 2. Darstellung der Flüssigkeitsbewegungen.	4
§ 3. Kontinuität	7
§ 4. Kräfte in Flüssigkeiten	9
§ 5. Bernoullische Gleichung	10
§ 6. Folgerungen aus der Bernoullischen Gleichung	13
§ 7. Druckunterschiede quer zur Stromlinie	16
§ 8. Zusammenfluß zweier Flüssigkeitsströme	19
§ 9. Einige wichtige Begriffe und Sätze	21
§ 10. Druckmessung	23
§ 11. Der Impulssatz	24
§ 12. Zähigkeit (Innere Reibung)	26
§ 13. Ähnlichkeitsgesetz	30
§ 14. Widerstand von Körpern in Flüssigkeiten	33
§ 15. Strömungen mit kleiner Zähigkeit	35

Klassische Hydrodynamik

von

H. FALKENHAGEN, Köln,

mit experimentellen Zusätzen von H. SCHMIEDEL, Leipzig.

Erstes Kapitel. Kinematik und Dynamik der Flüssigkeiten.

§ 1. Die allgemeinste Bewegung eines elastischen Kontinuums . . .	47
§ 2. Die allgemeinen dynamischen Grundgleichungen für die Bewegung deformierbarer Körper	54
§ 3. Die Komponenten des Druckensors und seine Beziehungen zu den Komponenten des Deformationsgeschwindigkeitstensors	59
§ 4. Die Navier-Stokesschen Differentialgleichungen reibender isotroper Flüssigkeiten	68
§ 5. Die Eulerschen Gleichungen idealer Flüssigkeiten	69
§ 6. Die Kontinuitätsgleichung	71
§ 7. Die Lagrangeschen Gleichungen idealer Flüssigkeiten und die Webersche Transformation	71

§ 8. Die Randbedingungen	74
§ 9. Die Energiegleichung oder die Bernoullische Gleichung	74
§ 10. Die allgemeinen Energie- und Impulssätze idealer Flüssigkeiten	76
Zweites Kapitel. Spezielle Strömungsformen und ihre Dynamik.	
§ 1. Hydrostatik	81
§ 2. Anschauliche Behandlung drehungsfreier und drehender Strömungen	84
§ 3. Potentialströmungen im allgemeinen und als Beispiel BJERKNES' pulsierende Kugeln	88
§ 4. Experimentelles zur Bjerknesschen Theorie	107
§ 5. Die Wirbelsätze von HELMHOLTZ	119
§ 6. Satz von KELVIN über die zeitliche Konstanz der Zirkulation	122
§ 7. Stationäre Wirbelbewegungen	124
§ 8. Bestimmung der Geschwindigkeitskomponenten aus den Wirbelkomponenten.	125
§ 9. Allgemeine Sätze über die Bewegung geradliniger paralleler Wirbelfäden	133
§ 10. Graphische analytische Integrationsmethode für beliebige räumliche Wirbelfäden nach FOETTINGER	137
§ 11. Experimentelles zur Wirbelbewegung	141
§ 12. Energie eines Wirbelfeldes.	153
§ 13. Die Kármánsche Wirbelstraße, ihre Stabilität und ihr Zusammenhang mit dem Widerstandsproblem	155
§ 14. Experimentelles zur Wirbelstraßenbildung.	164
§ 15. Komplexes Potential und komplexe Geschwindigkeit	182
§ 16. Die Blasius'schen Formeln und die Kutta-Joukowskysche Auftriebsformel	190
§ 17. Der induzierte Widerstand	194
§ 18. Der Widerstand einer Kugel nach STOKES	206
§ 19. Erweiterte Theorie nach OSEEN	212
§ 20. Zusammenstellung von Widerstandsformeln für Reynoldssche Zahlen, die klein gegenüber eins sind	224
Anhang	232
Übersicht der wichtigsten Bezeichnungen.	237

Grenzschichttheorie

von

W. TOLLMIE, Göttingen.

Erstes Kapitel.

§ 1. Die Fragestellung der Grenzschichttheorie	241
--	-----

Zweites Kapitel. Aufstellung der Grenzschichtgleichungen.

§ 2. Die Randbedingungen der Navier-Stokesschen Differentialgleichungen und die der Potentialströmung	243
§ 3. Aufstellung der Grenzschichtgleichungen längs einer geraden Wand in ebener Strömung	244

§ 4. Verallgemeinerung auf gekrümmte Wände in ebener Strömung	248
§ 5. Physikalische Zusammenfassung und Folgerungen	249
§ 6. Abhängigkeit der Grenzschicht von der Reynoldsschen Zahl . .	251
§ 7. Erweiterungen	252

Drittes Kapitel. Stationäre Grenzschichten.

§ 8. Vorbemerkungen	253
§ 9. Grenzschicht an einer Wand in der Nähe eines Staupunktes . . .	254
§ 10. Grenzschicht an einer gleichmäßig rotierenden Scheibe	255
§ 11. Strömung in konvergenten und divergenten Kanälen	257
§ 12. Strömung längs einer Platte.	260
§ 13. Grenzschicht am Kreiszylinder.	263
§ 14. Fortsetzung eines gegebenen Geschwindigkeitsprofils	267
§ 15. Umformung der stationären Grenzschichtgleichung.	270

Viertes Kapitel. Nichtstationäre Grenzschichten.

§ 16. Vorbemerkung. Wirbelsatz einer zähen Flüssigkeit	271
§ 17. Entstehung der Grenzschicht beim plötzlichen Beginn der Bewegung aus der Ruhe	272
§ 18. Ausbildung der Grenzschicht bei gleichförmiger Beschleunigung	278
§ 19. Die weitere Entwicklung der Strömung	279
§ 20. Beispiel einer periodischen Grenzschicht	281

Fünftes Kapitel.

§ 21. Der Impuls der Grenzschichttheorie	283
--	-----

Sechstes Kapitel.

§ 22. Temperaturgrenzschichten in laminarer Strömung	285
--	-----

Turbulente Strömungen

von

W. TOLLMIEn, Göttingen.

§ 1. Kennzeichnung der turbulenten Strömungen und Beobachtungen über ihre Struktur	291
§ 2. Gleichungen für die Mittelwerte der turbulenten Bewegung . . .	294
§ 3. Energiesatz der Nebenbewegung	298
§ 4. Labilität der Laminarströmung und Entstehung der Turbulenz .	302
§ 5. Mischungsweg und Austausch	309
§ 6. Turbulentes Wandreibungsgesetz	325

Gasdynamik

von

A. BUSEMANN, Göttingen.

Einleitung.

§ 1. Abgrenzung	343
---------------------------	-----

Erstes Kapitel. Theorie und Begriffe der Gasdynamik.

Vorbemerkung	344
------------------------	-----

§ 2. Kontinuitätsgleichung	345
§ 3. Potentialströmung	346
§ 4. Allgemeine Bewegungsgleichung	350
§ 5. Thermodynamik	352
§ 6. Wärmeleitung	356
§ 7. Zähigkeit und Wärmeleitzahl nach der kinetischen Gastheorie .	356
§ 8. Mechanische Ähnlichkeit	360
§ 9. Grenzschicht	365
§ 10. Turbulenz	367

Zweites Kapitel. Strömungen in Rohren.

§ 11. Der Durchfluß in hydraulischer Behandlung	369
§ 12. Der Impulssatz (hydraulisch)	371
§ 13. Geschwindigkeitsmessungen	376
§ 14. Temperaturmessungen	380
§ 15. Mengenmessungen	382
§ 16. Rohrreibung	382

Drittes Kapitel. Mündungen, Düsen und Diffusoren.

§ 17. Mündungen, Stauränder, Venturirohre	383
§ 18. Nasse Dämpfe	392
§ 19. Erweiterte Düsen	394
§ 20. Reibungsverluste und Ablösung	398
§ 21. Strahlimpuls und Stoßverlust	400

Viertes Kapitel. Ebene Strömungen.

§ 22. Potentialströmungen mit Unterschallgeschwindigkeit	407
§ 23. Stationäre Schallwellen	413
§ 24. Schatten-, Schlieren- und Interferenzmethode	415
§ 25. Geschwindigkeitsbestimmung aus den Machschen Wellen . . .	418
§ 26. Zeichnerische Verfolgung von Überschallströmungen	421
§ 27. Verdichtungsstöße	431
§ 28. Auftrieb und Widerstand	440

Fünftes Kapitel. Windkanalmessungen.

§ 29. Windkanalanlagen	445
§ 30. Erzeugung eines Parallelstromes	447
§ 31. Kraftmessungen an Modellen	449
§ 32. Druckmessungen an Modellen	450
§ 33. Ausmessung der Strömung um ein Modell	451
§ 34. Ergebnisse von Messungen an Propellerprofilen	452

Sechstes Kapitel. Bewegte Körper.

§ 35. Propeller	454
§ 36. Dampfturbinen	456
§ 37. Messungen auf bewegten Körpern	458

Verzeichnis häufig benutzter Bezeichnungen und Beziehungen	460
--	-----

Kavitation (Hohlraumbildung)

von

J. ACKERET, Zürich.

Einleitung.	463
Erstes Kapitel. Allgemeine Betrachtungen über Hohlraum- bildung.	
§ 1. Verhalten von Flüssigkeiten bei sehr kleinen Drücken	464
§ 2. Druckverteilung in strömenden Flüssigkeiten	466
Zweites Kapitel. Experimentelle Untersuchung der Hohlraum- bildung.	
§ 1. Strömung durch Kanäle und Rohre	468
§ 2. Versuche an Tragflügeln	471
§ 3. Versuche an anderen Körpern	471
§ 4. Kavitation an Schiffsschrauben	478
§ 5. Kavitation in Wasserturbinen und Pumpen	479
Drittes Kapitel. Korrosion, hervorgerufen durch Kavitation.	481
Literaturverzeichnis	486

Druckmessung

von

H. PETERS, Göttingen.

§ 1. Druckeinheiten	489
§ 2. Benennungen und Bezeichnungen	490
§ 3. Messung des statischen Druckes	490
§ 4. Gesamtdruckmessung	498
§ 5. Staudruckmessung	500
§ 6. Eichung der Druckmeßinstrumente	507
§ 7. Verbindung zwischen Entnahmegesäß und Manometer	509

Mikromanometer

von

A. BETZ, Göttingen.

§ 1. Vorbemerkung	513
§ 2. Das einfache U-Rohr	515
§ 3. Allgemeines über Instrumente nach dem Prinzip des U-Rohres mit verbesserter Ablesung	518
§ 4. Manometer mit schrägem Ableseschenkel	520
§ 5. Manometer mit senkrechtem Ableserohr nach PRANDTL	525
§ 6. Wassersäulen-Minimeter der Askaniawerke	526
§ 7. Manimeter mit zwei Flüssigkeiten. Chattockmanometer	527
§ 8. Mikromanometer nach ROBERTS	531

§ 9. Sonderausführungen für die Messung von Drücken in tropfbaren Flüssigkeiten	531
§ 10. Prinzip der Tauchglocke	535
§ 11. Ringwaage	538
§ 12. Membranmanometer	539
§ 13. Impulsmanometer	542
§ 14. Hitzdrahtmanometer	543
§ 15. Selbstschreibende und selbststeuernde Manometer, Vielfachmanometer	543
§ 16. Hilfsgeräte: Leitungen, Umschaltvorrichtungen	547

Geschwindigkeits- und Mengenmessungen von Flüssigkeiten

von

H. MUELLER und H. PETERS, Göttingen.

Erstes Kapitel. Allgemeine.

§ 1. Übersicht	555
§ 2. Mengenermittlung aus der Geschwindigkeitsmessung	556
§ 3. Einfluß von Geschwindigkeitsschwankungen auf das Meßergebnis	558

Zweites Kapitel. Geschwindigkeitsmessung durch Bestimmung der Geschwindigkeit mitgeschleppter Körper.

§ 1. Oberflächen- und Tiefenschwimmer; Pilotballon	560
§ 2. Salzgeschwindigkeitsmethode	562
§ 3. Meßschirm	563

Drittes Kapitel. Geschwindigkeitsmessung an Ort mit rotierenden und kraftmessenden Instrumenten.

§ 1. Theorie und Konstanten von Flügelrädern und Schalenkreuzen	564
§ 2. Flügelräder und Schalenkreuze	567
§ 3. Eichung und Meßgenauigkeit von Flügelrädern und Schalenkreuzen	571
§ 4. Woltman- und Flügelradmesser	572
§ 5. Pendel- und Torsionsanemometer; Rheometer	574

Viertes Kapitel. Druckdifferenzmethoden.

§ 1. Grundlagen der Druckdifferenzmethode bei Querschnittsänderungen	575
§ 2. Venturirohr	581
§ 3. Düsen	582
§ 4. Stauränder	585
§ 5. Ausfluß aus Gefäßen (Danaide)	588
§ 6. Teilstrommessungen	590
§ 7. Schwimmermesser	592
§ 8. Überfälle	593
§ 9. Mengenbestimmung aus dem Druckabfall in Rohren	599
§ 10. Druck-Zeit-Verfahren (Gibsonmethode)	600
§ 11. Staudruckmessung	604

Fünftes Kapitel. Geschwindigkeitsmessung mit Hitzdrahtinstrumenten.

- § 1. Prinzip der Hitzdrahtmessung 605

Sechstes Kapitel. Richtungsbestimmung strömender Flüssigkeiten.

- § 1. Optische Richtungs-messung 606
 § 2. Richtungs-messung durch Bestimmung von Richtkräften 606
 § 3. Richtungsbestimmung durch Druckmessung 607
 § 4. Richtungs-messung mit Hitzdrahtinstrumenten 610

Siebentes Kapitel. Direkte Mengenmeßverfahren.

- § 1. Mengenmessung durch Wägung 611
 § 2. Volumetrische Messung durch Auffüllen von Standgefäßen . . . 613
 § 3. Kubizierapparat (Gasometer, Meßglocke) 615
 § 4. Aufpumpen und Entleeren von Behältern 618
 § 5. Mengenermittlung aus dem Indikatordiagramm 620
 § 6. Allgemeines über Meßuhren 621
 § 7. Nasse Gasuhren 621
 § 8. Trockene Gasuhren 624
 § 9. Kolbenmesser 624
 § 10. Kapselmesser 625

Achstes Kapitel. Indirekte Mengenmeßmethoden.

- § 1. Kalorimeter (Wärmeaustausch) 627
 § 2. Thomasmesser (Wärmezufuhr) 629
 § 3. Stöchiometrische oder chemische Methoden 630
 § 4. Mischungsmethoden 631

Hitzdrahtmessungen

von

J. M. BURGERS, Delft.

- § 1. Vorbemerkung 637
 § 2. Prinzip der Methode. Die Abkühlung eines Fadens durch ein strömendes Gas 639
 § 3. Abhängigkeit des Wärmeverlustes von der Temperatur des Fadens und von sonstigen Umständen 645
 § 4. Konstruktion des Hitzdrahtanemometers. Einrichtung der Messung 649
 § 5. Messung schnell veränderlicher Strömungen. Trägheit des Hitzdrahtes 653
 § 6. Abkühlung eines Fadens, welcher nicht senkrecht von der Strömung getroffen wird. Anwendung zur Bestimmung der Strömungsrichtung 656
 § 7. Apparate mit mehreren parallelen Fäden 659
 § 8. Spezielle Ausführungen von Hitzdrahtanemometern 662
 § 9. Anwendung der Hitzdrahtinstrumente zur Messung der Geschwindigkeit strömender Flüssigkeiten 666

Beobachtung von Strömungsformen

von

O. TIETJENS, Pittsburgh Pa., U. S. A.

§ 1. Prinzipielle Schwierigkeiten	671
§ 2. Anwendung photographischer und kinematographischer Methoden	672
§ 3. Strömungsaufnahmen in verschiedenen Bezugssystemen	674
§ 4. Zweidimensionale Bewegungsvorgänge in Flüssigkeiten	674
§ 5. Methode nach HELE-SHAW	686
§ 6. Dreidimensionale Bewegungsvorgänge in Flüssigkeiten	689
§ 7. Beobachtung von Strömungsbewegungen in Gasen durch Rauch- beimischung	691
§ 8. Beobachtung von Gasbewegungen mittels der Schlierenmethode	695
§ 9. Grenzschichtstromlinienbilder	698
§ 10. Technische Einzelheiten	701
Namenregister	704
Sachregister	711