

Dimensionen und Einheiten der wichtigsten auftretenden Größen

Größe, Bezeichnung	Dimensionen		Einheiten
	F, L, T, ϑ	M, L, T, ϑ	
Länge	L	L	Meter, m
Kraft	F	MLT^{-2}	Newton, N
Masse	$FL^{-1}T^2$	M	Kilogramm, kg
Zeit	T	T	Sekunde, s
Temperatur	ϑ	ϑ	Kelvin, K
Geschwindigkeit	LT^{-1}	LT^{-1}	m/s
Beschleunigung	LT^{-2}	LT^{-2}	m/s^2
Druck, Spannung	FL^{-2}	$ML^{-1}T^{-2}$	Pascal, Pa = N/m ²
Moment, Arbeit, Energie	FL	ML^2T^{-2}	Joule, J = W s = N m
Leistung, Energiestrom	FLT^{-1}	ML^2T^{-3}	Watt, W = N m/s
Dichte ρ	$FL^{-4}T^2$	ML^{-3}	kg/m ³
Massenstrom \dot{m}	$FL^{-1}T$	MT^{-1}	kg/s
Dynamische Viskosität η	$FL^{-2}T$	$ML^{-1}T^{-1}$	Pa s = N s/m ²
Kinetische Viskosität ν	L^2T^{-1}	L^2T^{-1}	m ² /s
Ausdehnungskoeffizient α	ϑ^{-1}	ϑ^{-1}	1/K
Spezifische Wärme c_p, c_v	$L^2T^{-2}\vartheta^{-1}$	$L^2T^{-2}\vartheta^{-1}$	J/kg K
Wärmeleitfähigkeit λ	$FT^{-1}\vartheta^{-1}$	$MLT^{-3}\vartheta^{-1}$	W/m K
Oberflächenspannung σ	FL^{-1}	MT^{-2}	N/m
Temperaturleitfähigkeit $k = \lambda/\rho c_p$	L^2T^{-1}	L^2T^{-1}	m ² /s
Wärmeübergangszahl α	$FL^{-1}T^{-1}\vartheta^{-1}$	$MT^{-3}\vartheta^{-1}$	W/m ² K
Spezielle Gaskonstante R_i	$L^2T^{-2}\vartheta^{-1}$	$L^2T^{-2}\vartheta^{-1}$	J/kg K
Entropie s	$L^2T^{-2}\vartheta^{-1}$	$L^2T^{-2}\vartheta^{-1}$	J/kg K

Die Autoren

Prof. em. Dr.-Ing. Dr. techn. E.h. Jürgen Zierep hatte den Lehrstuhl für Strömungslehre an der Technischen Universität in Karlsruhe inne, ist seit 1988 Hon. Prof. an der BUAA (Beijing Univ. Aeronautics and Astronautics) und ist international ausgezeichnete und beachtete Autor zahlreicher Fachbücher.

Prof. Dr.-Ing. habil. Karl Bühler lehrt und forscht an der Hochschule Offenburg in der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Seine Hauptarbeitsgebiete sind die Grundlagen reibungsbehafteter Strömungen, Grenzschichttheorie, rotierende Strömungen, Wirbelströmungen, Lösungseigenschaften der Navier-Stokes-Gleichungen, Thermodynamik, konvektive Wärmeübertragung, Instabilitäten in zähen, wärmeleitenden Medien, optische Strömungsmesstechnik, numerische Strömungsmechanik.

Literatur

Allgemeine Strömungslehre

1. Albring, W.: Angewandte Strömungslehre. 6. Aufl. Akademie Verlag, Berlin (1990)
2. Becker, E.: Technische Strömungslehre. 7. Aufl. Teubner, Stuttgart (1993)
3. Böswirth, L., Bschorer, S.: Technische Strömungslehre. 10. Aufl. Springer Vieweg, Wiesbaden (2014)
4. Eck, B.: Technische Strömungslehre. 8. Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg/New York (1978)
5. Gersten, K.: Einführung in die Strömungsmechanik. Shaker, Aachen (2003)
6. Herwig, H.: Strömungsmechanik. Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2008)
7. Leiter, E.: Strömungsmechanik nach Vorlesungen von K. Oswatitsch. Vieweg, Braunschweig (1978)
8. Oertel, H. jr., Böhle, M., Reviol, T.: Strömungsmechanik. 7. Aufl. Springer Vieweg, Wiesbaden (2015)
9. Oertel, H. jr., Böhle, M., Reviol, T.: Übungsbuch Strömungsmechanik. 8. Aufl. Vieweg+Teubner, Wiesbaden (2012)
10. Oswatitsch, K.: Physikalische Grundlagen der Strömungslehre. Handbuch der Physik, Bd. VIII/1. Springer, Berlin/Heidelberg/New York (1959)
11. Prandtl, L.: Führer durch die Strömungslehre. 13. Aufl. Springer Vieweg, Wiesbaden (2012). Neubearbeitung v. Oertel, H. jr. (Hrsg.)
12. Schade, H., Kameier, F., Kunz, E., Paschereit, C. O.: Strömungslehre. 4. Aufl. de Gruyter, Berlin/New York (2013)
13. Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik I, II. 4. Aufl. Springer, Berlin (2008)
14. Wieghart, K.: Theoretische Strömungslehre. 2. Aufl. Universitätsverlag, Göttingen (2006)
15. Zierep, J., Bühler, K.: Strömungsmechanik E 146–225. Hütte. 34. Aufl. Springer, Berlin/Heidelberg/New York (2012)
16. Zierep, J., Bühler, K.: Strömungsmechanik. Springer, Berlin/Heidelberg/New York (1991)

Teilgebiete der Strömungslehre

17. Becker, E.: Gasdynamik. Teubner, Stuttgart (1969)
18. Keune, F., Burg, K.: Singularitätenverfahren der Strömungslehre. Braun, Karlsruhe (1975)
19. Laurien, E., Oertel, H. jr.: Numerische Strömungsmechanik. 5. Aufl. Springer Vieweg, Wiesbaden (2013)
20. Oswatitsch, K.: Grundlagen der Gasdynamik. Springer, Wien (1976)
21. Schlichting, H., Gersten, K.: Grenzschichttheorie. 10. Aufl. Springer, Berlin (2006)
22. Schlichting, H., Truckenbrodt, E.: Aerodynamik des Flugzeuges. 2 Bde. 3. Aufl. Springer, Berlin (2001)
23. Schneider, W.: Mathematische Methoden der Strömungsmechanik. Vieweg, Braunschweig (1978)
24. Zierep, J.: Ähnlichkeitsgesetze und Modellregeln der Strömungslehre. 3. Aufl. Braun, Karlsruhe (1991)
25. Zierep, J.: Strömungen mit Energiezufuhr. 2. Aufl. Braun, Karlsruhe (1990)
26. Zierep, J.: Theoretische Gasdynamik. 4. Aufl. Braun, Karlsruhe (1991)

Sachverzeichnis

A

Abbovd, 198
Ableitung, substantielle oder materielle, 46
Ackeret, J., 72
Adhäsion, 26
Aerodynamik, 2, 45
Aerostatik, 2, 31
Aggregatzustand, 6
Ähnlichkeitsbetrachtungen, 175
Archimedes von Syrakus, 42
Archimedisches Prinzip, 42
Auffüllen eines Kessels, 84
Auftrieb, 101
Auftrieb, hydrostatischer, 42
Auftriebskoeffizient, 102

B

Barometer, 36
Beispiel, allgemeines Ausflussproblem, 185
Beispiel, Anlaufströmung, 183
Beispiel, Fallschirmspringer, 201
Beispiel, kompressibles Ein- und Ausströmen, 196
Beispiel, Lavaldüsenströmung, 199
Beispiel, Rayleigh-Stokes-Problem, 194
Beispiel, Reibungswiderstand, 193
Beispiel, sinkendes Schiff, 179
Beispiel, Start und Reiseflug, 202
Beispiel, U-Rohrmanometer, 181
Beispiel, verallgemeinertes Überströmproblem, 186
Beispiel, Windenergieanlage, 189

Benetzung, vollständige, 27
Bernoulli, D., 3
Bernoulli-Diffusor, 117
Bernoulli-Gleichung, 52
Bernoulli-Gleichung mit Verlustgliedern, 174
Betz-Zahl, 192
Bingham, E.C., 9
Bingham-Medium, 9
Blasius, H., 134
Blasius-Formel, 134
Boltzmann, L., 5
Boltzmann-Konstante, 5
Borda, J.Ch. de, 117
Borda-Mündung, 117
Boyle, R., 15
Brown, R., 5
Brownsche Molekularbewegung, 5
Bühler, K., 196, 198

C

Carnot, S., 116
Carnot-Diffusor, 116
Cauchy, A.L., 93
Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, 93
Couette, M., 7
Couette-Strömung, 7, 126

D

D'Alembert, J., 3

D'Alembertsches Paradoxon, 102
 Dämpfungszylinder, 8
 Deformationsgeschwindigkeit, 8
 Diffusor, 114, 172
 Dimensionsanalyse, 196
 Dimensionsbetrachtung, 14
 Dipol in Parallelströmung, 99
 Dipolströmung, 95
 Dissipation, 168, 195
 Drehimpulssatz, 122
 Drehungsfreiheit, 89
 Druck im Schwerfeld, 35
 Druck in geschichteten Medien, 38
 Druck, dynamischer, 63
 Druck, hydrostatischer, 31
 Druck, statischer, 32, 63
 Druckabfall in Kreisrohren, 130
 Druckkoeffizient, 93, 107
 Druckrückgewinn, 117
 Druckverlust, 172
 Druckwiderstand, 165, 169
 Durchmesser, hydraulischer, 139
 Düse, 114

E

Einlaufstrecke, 140
 Elastizität, 7
 Energiebilanz, 167
 Energieellipse, 77
 Energiesatz, 54, 167
 Enthalpie, 55, 79
 Entropie, 80, 82
 Erhaltung der Masse, 110
Euler, L., 3
 Eulersche Bewegungsgleichungen, 87
 Eulersche Gleichung, 51
 Eulersche Methode, 46
 Eulersche Turbinengleichung, 124
 Euler-Zahl, 126

F

Feder, elastische, 7
 Flächenkrümmung, mittlere, 25
Flettner, A., 103

Flettner-Rotor, 103
 Fließfunktion, 9
 Fließspannung, 9
 Fluid, 1
Fourier, J.B.J., 2
Froude, W., 127
 Froude-Zahl, 127

G

Gas, ideales, 15
 Gasgleichung, ideale, 16
 Gaskinetik, 12
 Gaskonstante, allgemeine (molare), 16
 Gaskonstante, spezifische, spezielle, 16
Gay-Lussac, J.L., 15
 Gesamtdruck, 63
 Gleitmodul, 7
 Grenzschichttheorie, 3, 157

H

Haftbedingung, 3
Hagen, G., 3
 Hagen-Poiseuille-Gesetz, 132
 Halbkörperumströmung, 98
 Halbkörperwiderstand, 120
 Halbkugelumströmung, 170
Helmholtz, H. v., 3
 Hitzdrahtmethode, 130
Hooke, R., 7
 hydraulisch glatt, 138
 Hydrodynamik, 2, 45
 Hydrostatik, 2, 31
 Hyperschall, 72

I

Impulskraft, 111
 Impulsmoment, 123
 Impulssatz, 109
 instationär, 49, 52

J

Joukowski, N.J., 102
Joule, J.P., 16

K

Kapillardruck, 28
 Kapillarhebung, -senkung, 28
 Kapillarität, 17, 25
Kármán, Th. v., 136
Kirchhoff, G., 3
 Kontinuitätsgleichung, 51, 87
 Kontrollbereich, 111
 Körperwirbel, starrer, 58, 89
 Kreisscheibenumströmung, 170
 Krümmer, 173
 Krümmerströmung, 113
 Kugelwiderstand, 170
Kutta, W., 102
 Kutta-Joukowski-Bedingung, 109
 Kutta-Joukowski-Formel, 102

L

Lagrange, J.L., 45
 Lagrangesche Methode, 45
Laplace, P.S., 90
 Laplace-Gleichung, 90
Laval, C.G.P. de, 70
 Laval-Düse, 70
L'Hospital, G.Fr.A. de, 75

M

Mach, E., 72
 Machsche Zahl, 72
 Mach-Zahl, kritische, 78
Magnus, H.G., 101
 Magnus-Kraft, 101
Mariotte, E., 15
 Massenkraft, 32
 Maximalgeschwindigkeit, 69
 Metazentrum, 44
 Minimalfläche, 17, 25
 Molekülgeschwindigkeit, mittlere, 5
 Molmasse, 16

N

Navier, L., 145
 Navier-Stokes-Gleichungen, 145
Newton, I., 3

Newton'sches Fluid, 8
 Newton'sches Grundgesetz, 51
 Newton-Zahl, 126
 Nicht-Newton'sches Fluid, 9
Nikuradse, J., 135
 Nikuradse-Diagramm, 135, 137

O

Oberflächenenergie, spezifische, 19
 Oberflächenkraft, 32
 Oberflächenspannung, 18

P

Paradoxon, hydrostatisches, 41
 Parallelströmung, 94
Pascal, B., 36
Pitot, H., 65
 Pitotrohr, 65
 Pitotrohr in Überschallströmung, 85
Poiseuille, J.L., 3
 Poiseuille-Strömung, 153
 Potential, komplexes, 92
 Potentialfunktion, 90
 Potentiallinien, 91
 Potentialströmung, 88
 Potentialwirbel, 58
Prandtl, L., 3
 Prandtl-Relation, 81
 Prandtl'schen Staurohr, 65
 Prandtl'scher Mischungsweg, 146
 Prandtl-Zahl, 12
 Prozess, isentroper, 15
 Prozess, isobarer, 15
 Prozess, isochorer, 15
 Prozess, isothermer, 15

Q

Quelle in Parallelströmung, 98
 Quell-Senkenströmung, 94

R

Randwinkel, 27
Rayleigh, J.W., 3

Rayleigh-Stokessches Problem, 154
 Reibung, innere, 11
 Reibungswiderstand, 165, 169
Reynolds, O., 3
 Reynoldssche Beschreibung turbulenter
 Strömungen, 129
 Reynoldssche scheinbare Schubspannung,
 144
 Reynoldsscher Farbfadenversuch, 129
 Reynolds-Zahl, 127
 Rheologie, 7
Riemann, B., 93
 Ruhedichteabnahme, 82
 Ruhedruck, 65, 68
 Ruhedruckabnahme, 82
 Ruhetemperatur, 82

S

Saint-Venant, A. Barré de, 68
 Sandkornrauigkeit, 135
 Sandkornrauigkeit, äquivalente, 139
 Sattelfläche, 24
 Saugzeit, 196
 Schallgeschwindigkeit, 70
 Schallnähe, 73
 Scherung, 7
 Schmierspalt, 154
 Schubmodul, 7
 Schubspannung, 8, 13, 125
 Schubspannung, scheinbare, 147
 Schwankungsgeschwindigkeit, 130
 Schwimmen, 43
 Senke in Parallelströmung, 99
 Singularitätenmethode, 103
 Sonde, statische, 63
 stationär, 45, 49, 50
 Steighöhe, kapillare, 26
Steiner, J., 41
 Steinersche Satz, 41
Stokes, G.G., 127
 Stokesscher Ansatz, 151
 Stoßdiffusor, 116
 Stoßmachzahl, 199
 Stoßwellenrohr, 70
 Strahlkontraktion, 117

Stratosphäre, 38
 Stromfaden, 50
 Stromfadentheorie, 50, 57
 Stromfunktion, 90
 Stromlinie, 47
 Stromröhre, 50
 Strömung, laminare, 128
 Strömung, turbulente, 128
 Strömungsgrenzschicht, 4
Strouhal, V., 127
 Strouhal-Zahl, 127

T

Teilchenbahn, 45
 Temperaturgrenzschicht, 4
Torricelli, E., 36
 Torricellische Formel, 67
 Triebwerkschub, 119
 Troposphäre, 38
 Turbinenlaufrad, 123
 Turbulenzgrad, 130

U

Überschallkanal, 196
 Unterschicht, laminare, 145

V

Verdichtungsstoß, 76, 199
 Verdichtungsstoß, senkrechter, 79
 Viskoelastizität, 9
 Viskosität, 7
 Viskosität, dynamische, 8
 Viskosität, kinematische, 8

W

Waals, J.D. van der, 6
 Wandschubspannungsgeschwindigkeit, 148
 Wandturbulenz, 148
Wantzell, P.L., 68
 Wärmeleitung, 11
 Wärmetransportgleichung, 169
 Weglänge, mittlere freie, 5, 13
 Widerstand, 169, 172

Wirbel, [57](#)

Wirbelkern, [59](#)

Wirbelquelle, -senke, [59](#)

Wirbelstärke, [46](#)

Wirbelströmung, [95](#)

Z

Zentrifugalkraft, [35](#)

Zirkulation, [95](#)

Zylinderumströmung mit Wirbel, [100](#)

Zylinderwiderstand, [171](#)