

Kohlrausch

**Praktische
Physik**

3

Tafeln



B.G. Teubner · Stuttgart

8362472

F. KOHLRAUSCH

Praktische Physik

ZUM GEBRAUCH FÜR UNTERRICHT, FORSCHUNG UND TECHNIK

Herausgegeben von

GÜNTER LAUTZ · ROLF TAUBERT

Unter Redaktion von

H. FRÄNZ · W. FRITZ · R. HONERJÄGER

W. KALLENBACH · H. KORTE · H. MINTROP

U. STILLE · E. ZINN

BAND 3 · TAFELN

Bearbeitet von

W. Baran · W. Bartholomeyczuk † · H. Bayer · G. Becker

G. W. Becker · K. H. Bode · J. Bortfeldt · W. E. Dahlke

G. v. Droste · H. Ebert · E. Engelhard · H. Fränz

W. Fritz · S. German · H. Gieleßen · H. Göddecke

P. Grassmann · J. Haase · R. Hausser · H. Herrmann

E. Hess · W. Hetzel · W. Hofmann † · H. J. Hübner

W. Hübner · W. Kallenbach · R. Kohlhaas · H. Korte

E. Krautz · G. Landwehr · W. Leo · H. Moser · J. L. Olsen

J. Otto · H. J. Rademacher · H. Reich · K. Rosenhauer

U. Schley · H. J. Schrader · K. Seifert · P. Seyfried

U. Stille · R. Suhrmann · C. Tingwaldt · G. Venzke

G. Vibrans · S. Wagner · W. Wanninger · G. Wassermann

G. Wedler · H. M. Weiß · A. Winsel · W. Zeil



22., neubearbeitete und ergänzte Auflage · 1968

Mit 29 Figuren



E8362472



B. G. TEUBNER · STUTTGART

8302172
8302172

Praktische Physik

Verlagsnummer 3 000

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdruckes
und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten

© B.G. Teubner, Stuttgart 1968

Printed in Germany

Satz und Druck: Passavia Druckerei AG Passau





INHALTSVERZEICHNIS

1. Verschiedene Eigenschaften einiger gebräuchlicher Werkstoffe	9
1 a. Hochfeuerfeste Materialien (Krautz)	9
1 b. Isolatoren (Richtwerte für den spezifischen elektrischen Widerstand bei 20 °C) (Krautz)	10
1 c. Verschiedene Eigenschaften einiger gebräuchlicher Apparate- und Thermometergläser (Moser, Wanninger)	10
2. Metallbeizen (Krautz)	11
3. Zusammensetzung und Schmelzpunkt von Lotlegierungen (Krautz)	11
4. Zusammensetzung von Legierungen, Massegehalt in % (Krautz)	12
5. Punktschweißbarkeit von Metallen und Legierungen (Krautz)	13
6. Dampfdruck von Vakuum-Dichtungsfetten, -kitten und Pumpenölen (Krautz) ...	14
7. Dampfdruckkurven von Treibmitteln für Diffusionspumpen (Krautz)	12
8. Absorptionsfähigkeit von 1 cm ³ Kokosnuß-Kohle bei -180 °C für verschiedene Gase (Krautz)	14
9. Reduktion einer mit Messing-Gewichtstücken der Dichte 8,4 g · cm ⁻³ in Luft der Dichte 0,00120 g · cm ⁻³ ausgeführten Wägung auf Vakuumwerte (Hess)	14
10. Wellenlängennormale der Länge (Engelhard)	15
11. Normalfrequenz- und Zeitmarkensender (G. Becker)	16
12. Reduktion einer Schwingungsdauer auf unendlich kleine Bogen (German)	17
13. Reduktion des an einer ebenen Skala beobachteten Ausschlags (German)	18
14. Zur Berechnung abklingender Schwingungen (German)	19
15. Normalschwere γ unter der geographischen Breite β nach Cassinis, 1930 (German)	17
16. Ortstabelle der Fallbeschleunigung (German)	20
17. Elastizitätskonstanten von Festkörpern bei Raumtemperatur (G. W. Becker)	21
18. Umrechnung zwischen Härten und Festigkeiten; Härteskala nach Mohs (W. Hofmann)	22
19. Elastizitätsmodul, Härte und Zugfestigkeit verschiedener Stoffe (Wassermann)	23
20. Dynamische Viskosität η einiger Flüssigkeiten beim Druck 1 atm oder beim (höheren) Sättigungsdruck (Fritz)	25
21. Dynamische Viskosität η einiger Stoffe im Sättigungszustand (Flüssigkeit und Dampf) (Fritz)	25
22. Dynamische Viskosität von Wasser und Kohlensäure	26
22 a. Wasser (Fritz)	26
22 b. Kohlensäure (Fritz)	26
23. Dynamische Viskosität einiger Gase beim Druck 1 atm (Fritz)	26
24. Schallgeschwindigkeit in Festkörpern, Flüssigkeiten und Gasen	27
24 a. Schallgeschwindigkeit in Festkörpern bei 20 °C (Rademacher)	27
24 b. Schallgeschwindigkeit in Flüssigkeiten (Rademacher)	27
24 c. Schallgeschwindigkeit in Gasen unter Normdruck (Rademacher)	27
25. Schallabsorption in Flüssigkeiten und Gasen	28
25 a. Schallabsorption in Flüssigkeiten (Rademacher)	28
25 b. Schallabsorption in Gasen (Rademacher)	28

26.	Schallabsorption in Luft in Abhängigkeit von der rel. Feuchtigkeit bei verschiedenen Meßfrequenzen (Rademacher)	28
27.	Schallpegelwerte von Geräuschen (Kallenbach)	29
28.	Schallabsorptionsgradtabelle (Venzke)	29
29.	Kapillardepression des Quecksilbers in mm (Wanninger)	30
30.	Barometrische Höhenmessung. Höhe H als Funktion des Luftdrucks p in mbar und in Torr (Normatmosphäre) (Gieleßen)	31
31.	Luftdruck p in mbar und in Torr als Funktion der Höhe H (Normatmosphäre) (Gieleßen)	32
32.	Dichte des Quecksilbers in g/cm^3 bei 1 atm (Otto)	33
33.	Reduktion der Barometerablesung auf $0^\circ C$	33
	33 a. Maßstab: Messing, Bezugstemperatur für die Maßstabteilung: $0^\circ C$. Flüssigkeit: Quecksilber (Gieleßen)	33
	33 b. Maßstab: Eisen, Bezugstemperatur für die Maßstabteilung: $0^\circ C$. Flüssigkeit: Quecksilber (Gieleßen)	34
	33 c. Faktor zur Reduktion der Ablesung einer Quecksilbersäule auf $0^\circ C$ (Gieleßen)	34
34.	Temperaturreduktionsfaktor	35
	34 a. Wassersäule (Gieleßen)	35
	34 b. Quecksilbersäule (Gieleßen)	35
35.	Thermometrische Fixpunkte (Moser)	35
36.	Siedetemperatur von Wasser in $^\circ C$ beim Druck p in Torr (Moser)	36
37.	Sättigungsdruck von Wasserdampf in Torr zwischen 90 und $101^\circ C$ (Moser)	37
38.	Siedetemperaturen	37
	38 a. Siedetemperatur von Sauerstoff in $^\circ C$ beim Druck p in Torr (Moser)	37
	38 b. Siedetemperatur von Schwefel in $^\circ C$ beim Druck p in Torr (Moser)	39
39.	Zusammensetzung, Siedepunkt und Dichte siedender N_2 - O_2 -Gemische bei 1 atm (Grassmann, Olsen)	37
40.	Kältemischungen (Grassmann, Olsen)	39
41.	Reduktion eines Gasvolumens auf $0^\circ C$ und 760 Torr (Otto)	38
42.	Dichte der trockenen Luft in g/cm^3 (Otto)	39
43.	Verschiedene Eigenschaften von trockener Luft bei 1 atm (normale Zusammensetzung) (Fritz)	42
44.	Zustandstabeln für He, H_2 , N_2 , O_2 und CO_2 (Grassmann, Olsen)	40
45.	Zustandstabelle für Wasser (Sättigungszustand) (Fritz)	43
46.	Druck p und Dichte $f_0 = \rho'$ des gesättigten Wasserdampfes (Ebert)	43
47.	Dichte ρ' und spezifisches Volumen v' von flüssigem Wasser zwischen 0 und $100^\circ C$ beim Druck 1 atm (Fritz)	44
48.	Verschiedene Eigenschaften von Wasser beim Druck 1 at für $t = 0$ bis $100^\circ C$ bzw. beim Sättigungsdruck für $t = 100$ bis $374,15^\circ C$ (kritische Temperatur) (Fritz) ...	45
49.	Spezifische Wärmekapazität c_p von Wasser und Wasserdampf in Abhängigkeit von Druck und Temperatur (Fritz)	45
50.	Spezifische Wärmekapazität c_p von Wasserdampf	46
	50 a. $(c_p)_0$ und Sättigungslinie (Fritz)	46
	50 b. Diagramm mit Isobaren (Fritz)	46
51.	Dampfdrucke	47
	51 a. Dampfdruck einiger Elemente und Verbindungen zwischen 10^{-9} und 760 Torr (Wedler)	47
	51 b. Dampfdruck p von Flüssigkeiten (ohne Kältemittel) (Wedler)	48
52.	Dampfdrucke von Kältemitteln (geordnet nach steigendem Siedepunkt)	47
	52 a. Helium 3He (1962 3He -Skala) (Grassmann, Olsen)	47
	52 b. Helium 4He (1958 4He -Skala) (Grassmann, Olsen)	50
	52 c. Andere Kältemittel (Grassmann, Olsen)	51
53.	Verschiedene Eigenschaften fester Stoffe (Otto)	58
54.	Verschiedene Eigenschaften von Flüssigkeiten (Otto)	52
55.	Verschiedene Eigenschaften von Gasen (Otto)	54

56.	Dichte und verschiedene thermische Eigenschaften einiger Gebrauchsstoffe (Bode)	56
57.	Wahre spezifische Wärmekapazität c_p einiger Stoffe (bei verschiedenen Temperaturen) (Bode)	59
58.	Wärmeausdehnung	60
58 a.	Lineare Ausdehnung fester Stoffe in mm/m zwischen 0 und $t^\circ\text{C}$ (Ebert)	60
58 b.	Räumliche Ausdehnung von Flüssigkeiten zwischen 0 und $t^\circ\text{C}$ beim Druck von 1 atm (Ebert)	60
58 c.	Ausdehnungskoeffizient von wässrigen Lösungen bei 20°C (Ebert)	61
59.	Relative Volumenänderung fester und flüssiger Stoffe zwischen 0 und p at bei Raumtemperatur	61
59 a.	Festkörper (Gieleßen)	61
59 b.	Organische Flüssigkeiten (Gieleßen)	61
59 c.	Quecksilber (Gieleßen)	62
60.	Kompressibilität und ihre Änderung mit der Temperatur	62
60 a.	Kompressibilität einiger organischer Flüssigkeiten bei 20°C und ihre Änderung mit der Temperatur t (Gieleßen)	62
60 b.	Kompressibilität κ von Wasser, Äther und Quecksilber bei verschiedenen Temperaturen (Gieleßen)	62
60 c.	Relative Volumenänderung von Wasser und Quecksilber zwischen 0 und p at bei verschiedenen Temperaturen (Gieleßen)	64
61.	Relative Feuchtigkeiten in % über wässrigen Salzlösungen bei verschiedenen Temperaturen t (Ebert)	63
62.	Dichte wässriger Lösungen in g/cm^3 bei 20°C (Wedler)	65
63.	Löslichkeit fester Stoffe in Wasser (Wedler)	66
64.	Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten (bei 20°C) (Wedler)	66
65.	Molare Siedepunktserhöhung $(\Delta T_s)_m$ und Gefrierpunktserniedrigung $(\Delta T_g)_m$ einiger Lösungsmittel (Wedler)	67
66.	Diffusionskonstanten	67
66 a.	Diffusion von Metallen in Metalle (Wedler)	67
66 b.	Diffusion wässriger Lösungen in reines Wasser (Wedler)	67
66 c.	Diffusion einer Flüssigkeit gegen reines Lösungsmittel (Wedler)	67
66 d.	Diffusion von Gas durch Metall (Wedler)	63
66 e.	Diffusion von Gas in Gas (Wedler)	68
67.	Wärmeleitfähigkeit einiger fester Stoffe bei verschiedenen Temperaturen (Fritz)	68
68.	Wärmeleitfähigkeit	69
68 a.	Wärmeleitfähigkeit einiger Flüssigkeiten (Fritz)	69
68 b.	Wärmeleitfähigkeit von Wasser (Fritz)	70
69.	Wärmeleitfähigkeit einiger Gase bei verschiedenen Temperaturen ($^\circ\text{C}$) und dem Druck 1 atm (Fritz)	71
70.	Wärmestrahlung	70
70 a.	Wärmestrahlung technischer Oberflächen (Gesamtstrahlung) (Tingwaldt, Schley)	71
70 b.	Spektraler Emissionsgrad $\varepsilon(\lambda)$ von Metallen für $\lambda = 0,65 \mu\text{m}$ in Abhängigkeit von der Temperatur (Tingwaldt, Schley)	70
71.	Brechzahl der trockenen Luft (Rosenhauer)	72
72.	Brechzahlen einiger Stoffe bei 20°C (Rosenhauer)	72
73.	Brechzahlen einiger Stoffe im Wellenlängenbereich von $0,19$ bis $30 \mu\text{m}$ (Rosenhauer)	74
74.	Natürliche Drehung des Quarzes. Drehung (α_{20}) von 1 mm Quarz bei 20°C in Winkelgraden (Korte)	73
75.	Technische Daten von Lichtquellen (Korte)	75
76.	Spektraler Hellempfindlichkeitsgrad für Tagessehen $V(\lambda)$ (Korte)	76
77.	Spektraler Hellempfindlichkeitsgrad für Nachtsehen $V'(\lambda)$ (Korte)	76
78.	Filterkombinationen zur Aussonderung von Spektrallinien aus dem Licht von Spektrallampen (Korte)	76

79.	Reflexionsvermögen von Metallen (Leo)	77
80.	Wellenlängen unter spektroskopischen Normalbedingungen in 10^{-10} m (Bartholomeyczuk)	78
81.	Vakuumwellenlängen des Isotops ^{86}Kr (Bartholomeyczuk)	81
82.	Ultrarote Absorptionsbanden einiger Stoffe (Leo)	81
83.	Absorptionsbanden von CO_2 - und H_2O -Dampf (Leo)	81
84.	Extinktionsmodul m_n (mm^{-1}) verschiedener Stoffe im Ultraroten (Leo)	82
85.	Elektrische Widerstände	83
85a.	Spezifischer elektrischer Widerstand ρ_0 bei 0°C , Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstandes α und Debye-Temperatur Θ_D von reinen Metallen (Landwehr)	83
85b.	Supraleiter. Sprungtemperatur T_c und kritisches Magnetfeld für $T \rightarrow 0^\circ\text{K}$ (Grassmann, Olsen)	83
86.	Zusammensetzung und elektrische Eigenschaften von Werkstoffen	84
86a.	Technische Widerstände (Hetzel)	84
86b.	Meßwiderstände (Hetzel)	85
87.	Durchschlagspannung einpolig geerdeter Kugelfunkenstrecken in Abhängigkeit von Schlagweite S und Kugeldurchmesser D bei 20°C und 1013 mbar (Schrader) ..	85
88.	Leitungseigenschaften von festen Ionenleitern	86
88a.	Überführungszahlen der Ionen in elektronenleitenden Kristallen (Winsel) ..	86
88b.	Überführungszahlen in einfachen Ionenkristallen (Winsel)	86
89.	Leitungseigenschaften von Salzschnmelzen (Winsel)	87
90.	Transporteigenschaften technischer Ionenaustauschermembranen (Winsel)	88
91.	Leitfähigkeit σ wässriger Lösungen bei 20°C (Winsel)	89
92.	Leitfähigkeit von KCl -Lösungen (Winsel)	89
93.	Äquivalentleitfähigkeit in Wasser bei unendlicher Verdünnung und 25°C (Winsel) .	90
94.	Äquivalentleitfähigkeit in Wasser bei unendlicher Verdünnung und 5°C , 15°C und 25°C (Winsel)	87
95.	Elektrochemische Äquivalente (Winsel)	90
96.	Spannungsreihe und Normalpotentiale in V (Winsel)	90
97.	Referenzelektroden	91
97a.	Potentiale von Referenzelektroden (Winsel)	91
97b.	Referenzelektroden für Salzschnmelzen (Winsel)	92
98.	pH-Werte von Standard-Pufferlösungen (Winsel)	91
99.	Grüneisenfunktion $G(\Theta/T)$ (Landwehr)	93
100.	Elektronenbeweglichkeiten μ_e und Löcherbeweglichkeiten μ_h in Halbleitern bei Zimmertemperatur (Landwehr)	94
101.	Die thermoelektrische Spannungsreihe (Landwehr)	92
102.	Thermospannungen in mV für Temperaturen von 10 zu 10°C nach DIN 43 710 für einige gebräuchliche Thermoelemente (Landwehr)	94
103.	Lichtelektrischer Effekt: Elektronenaustrittsarbeit und langwellige Grenze (Suhrmann)	95
104.	Thermische Elektronen-Emission, Austrittsarbeit Φ_R , Mengenkostante K_R , bestimmt nach dem Richardson-Verfahren (Dahlke)	96
105.	Eichsubstanzen zur Bestimmung der Dielektrizitätszahl (Zeil, Haase)	97
106.	Elektrische Eigenschaften einiger fester Isolierstoffe (Zeil, Haase)	97
107.	Die erdmagnetischen Elemente für 1960.0 (Kohlhaas)	98
108.	Mittlere jährliche Änderung der erdmagnetischen Elemente, H , D und I (Kohlhaas)	101
109.	Spezifische Suszeptibilität χ_m/ρ einiger Stoffe (Baran, Götdecke)	99
110.	Eigenschaften der wichtigsten weichmagnetischen Werkstoffe (Baran, Götdecke) .	100
111.	Eigenschaften der wichtigsten Dauermagnetwerkstoffe (Baran, Götdecke)	101
112.	Auswahl von Elektronenröhren (Dahlke, Seifert)	102
113.	Auswahl von Transistoren (Dahlke, Seifert)	103

114.	Auswahl von Halbleiterdioden (Dahlke, Seifert)	104
115.	Leiterabmessungen von Höchsthfrequenz-Hohlleitern rechteckigen Querschnitts (Bayer)	105
116.	Moden-Diagramm für Hohlraumresonatoren kreiszylindrischen Querschnitts (Bayer)	109
117.	Smith-Diagramm (Bayer)	106
118.	Anregungsenergien einiger Elemente (Bartholomeyczuk, H. J. Hübner)	107
119.	Anregungs-, Dissoziations- und Ionisierungsenergien einiger Moleküle (Bartholomeyczuk, H. J. Hübner)	108
120.	Grundzustände, Elektronenkonfigurationen und Ionisierungsenergien der Elemente (Bartholomeyczuk, H. J. Hübner)	109
121.	Oszillatorstärken (Absorption) für Wasserstoff oder wasserstoffähnliche Ionen (Bortfeldt)	111
122.	Ionenkonstanten (Bortfeldt)	112
123.	Normaler Kathodenfall für verschiedene Kathodenmaterialien in verschiedenen Gasen (Bartholomeyczuk)	112
124.	Kristallstruktur der wichtigsten Elemente und einfachsten chemischen Verbindungen (Hofmann, Vibrans)	113
125.	Erzeugung homogener Röntgenstrahlung (Hofmann, Vibrans)	115
126.	Fluoreszenzausbeute für Übergänge in die K- und L-Schale (Weiß)	115
127.	Wellenlängen und Quantenenergien der K-Serie einiger Elemente (Fränz)	118
128.	Schwächung und Absorption von Photonenstrahlen (Wagner)	115
129.	Massen-Schwächungskoeffizient und Massen-Energieumwandlungskoeffizient ver- schiedener Stoffe für Photonenstrahlung (W. Hübner)	120
130.	Dosis-Schwächungskurven für Gammastrahlung (W. Hübner)	123
131.	Spezifische Gammastrahlenkonstante (Weiß)	124
132.	α - und γ -Strahler zur Energiekalibrierung (Seyfried, Weiß)	124
133.	Energie und Wellenlänge von Photonenstrahlen, magnetische Ablenkbarkeit von Elektronen und Protonen (Fränz)	126
134.	Massenbremsvermögen von Protonen und Elektronen (Fränz)	125
135.	Bremsstrahlungsausbeute für Elektronen (Fränz)	127
136.	Reichweiten von Elektronen, Protonen, Deuteronen und α -Strahlen (Wagner)	128
137.	Verschiedene Konstanten radioaktiver Stoffe (Fränz)	129
138.	Erzeugung monochromatischer Photoneutronen (v. Droste)	129
139.	Aktivierungsquerschnitte für thermische Neutronen (Weiß)	130
140.	Neutronenausbeute einiger (d, n)-Prozesse (v. Droste)	131
141.	Neutronenindikatoren und Neutronenquerschnitte (v. Droste)	132
142.	Das periodische System der Elemente (Otto)	133
143.	Relative Atommassen der Elemente (Otto)	134
144.	Nuklide (verschiedene Eigenschaften) (Wagner)	135
145.	Elektromagnetische Momente und Spinresonanzdaten (Hausser)	158
146.	Natürliche radioaktive Zerfallsreihen (Fränz)	166
147.	Historische Namen und Symbole radioaktiver Nuklide (Fränz)	164
148.	Elementarteilchen (Reich)	164
149.	Allgemeine und atomare Konstanten der Physik (Stille)	167
150.	Vorsätze zur Bezeichnung dezimaler Teile und Vielfache von Einheiten (Stille)	168
151.	Dimensionen mechanischer Größenarten in LWT, LMT und LFT (Stille)	169
152.	Umrechnungstafel für die Einheiten mechanischer Größenarten im MKS-, CGS- und m kp s-System (Stille)	170
153.	Umrechnungsfaktoren für Winkeleinheiten (Stille)	171
154.	Umrechnungsfaktoren für Druckeinheiten (Stille)	171
155.	Umrechnungsfaktoren für energetische Einheiten (Stille)	171
156.	Dimensionen elektrischer und magnetischer Dreier-Größenarten in LMT (Stille) ...	174
157.	Dimensionen elektrischer und magnetischer Vierer-Größenarten in LMTQ, LMTI, LTUI, LMT ϵ und LMT μ (Stille)	176

158.	Verknüpfungsrelationen zwischen elektrischen oder magnetischen Dreier- und Vierer-Größenarten (Stille)	173
159.	Umrechnungsfaktoren für Zahlenwerte elektrischer und magnetischer Größenarten (Stille)	178
160.	Dimensionen von Größenarten der Thermodynamik in $LWT\Theta$, $LMT\Theta$ und $LFT\Theta$ (Stille)	180
161.	Dimensionen von Größenarten der (elektromagnetischen) Strahlung in $LTW(\Omega)$ und $LTP(\Omega)$ und der Photometrie in $LTJ(\Omega)$ und $LT\Phi(\Omega)$ (Stille)	181
162.	Taylor'sche Reihe, Näherungsformeln. Additionstheoreme (Herrmann)	182
163.	2. und 3. Potenzen; Reziproke, Quadrat- und Kubikwurzeln; Winkel in Radiant aus Winkel in (Alt-)Grad; Briggs'sche (\lg) und natürliche (\ln) Logarithmen (Herrmann)	184
164.	Exponentialfunktionen e^x und e^{-x} (Wagner)	186
165.	Fehlerfunktion $\Phi(\zeta)$ und Ableitung $\varphi(z)$ (Wagner)	187
166.	χ^2 -Verteilung (Wagner)	188
167.	Student-Verteilung (t -Verteilung) (Wagner)	189
168.	F -Verteilung (Wagner)	190
169.	Cochran-Test (Wagner)	192
	Sachverzeichnis	194

1. Verschiedene Eigenschaften einiger gebräuchlicher Werkstoffe

1a. Hochfeuerfeste Materialien

	Schmelzpunkt °C	Dichte g/cm ³	mittlerer Ausdehnungs- koeffizient grd ⁻¹	Gas- dichtig- keit bis °C	ver- wend- bar bis °C	Temperatur- wechselbe- ständigkeit	Chemische Eigenschaften, wird angegriffen von
Hartporzellan unglasiert	ca. 1680	2,46	$3,8 \cdot 10^{-6}$ (20...1000 °C)	ca. 1300	1300	genügend	Flußsäure, Phosphor- säure, Bisulfat, stark alkalischen Schmelzen
Quarzgut (Vitresil) geschmolzen	ca. 1725	2,1	$0,54 \cdot 10^{-6}$ (0...1000 °C)	ca. 1500	1500	sehr gut	Flußsäure, heißer Phosphorsäure, Basen basischen Schmelzen (Entglasung oberhalb 1150 °C)
Pythagoras- masse	ca. 1820	2,9	$5,7 \cdot 10^{-6}$ (20...700 °C)	1600	1600	ziemlich gut	stark sauren Schmelzen
Marquardtmasse unglasiert	ca. 1825		$5,2 \cdot 10^{-6}$ (20...1000 °C)	porös	1600	ziemlich gut	stark sauren Schmelzen
K-Masse	ca. 1800	2,46	$4,9 \cdot 10^{-6}$ (20...700 °C)	ca. 1600	1600	gut	sehr stark sauren Schmelzen
Aluminium- oxyd	2046	3,9	$8,3 \cdot 10^{-6}$ (20...900 °C)	1800	1900	gut	heißer Flußsäure, Salzsäure und Natronlauge
Berylliumoxyd	2530	3,03	$8,9 \cdot 10^{-6}$ (20...900 °C)	porös	2200	sehr gut	Schwefelsäure, Alka- lien und Kohlenstoff oberhalb 1800 °C
Magnesiumoxyd geschmolzen	2642	3,65	$14 \cdot 10^{-6}$ (20...900 °C)	schw. porös	2200	mäßig gut	Schwefelsäure und Kohlenstoff bei hoher Temperatur
Zirkondioxyd	2700	5,49	$8 \cdot 10^{-6}$ (20...900 °C)	porös	2500	mäßig	konz. Schwefelsäure und Flußsäure sowie Kohlenstoff bei hohen Temperaturen (Karbiddbildung)
Thoriumdioxyd	3050	9,69	$9,7 \cdot 10^{-6}$ (20...900 °C)	porös	2700	mäßig	konz. Schwefelsäure und Kohlenstoff bei hohen Temperaturen (Karbiddbildung)
Kohle	3540 subl.	2,25	$5 \cdot 10^{-6}$ (20...1000 °C)	porös	3000	sehr gut	Sauerstoff oberhalb ca. 500 °C und oxy- dierenden Reagenzien (HNO ₃ KClO ₃)
Elektrographit	3540 subl.	2,25	$3,5 \cdot 10^{-6}$ (20...1000 °C)		3000	sehr gut	Sauerstoff oberhalb ca. 500 °C und oxy- dierenden Reagenzien

1b. Isolatoren (Richtwerte für den spez. elektrischen Widerstand bei 20 °C)

	$\Omega \text{ cm}$		$\Omega \text{ cm}$		$\Omega \text{ cm}$
Schiefer	$1 \cdot 10^8$	Buna (Neoprene)	$1 \cdot 10^{15}$	Kolophonium	$5 \cdot 10^{16}$
Elfenbein	$1 \cdot 10^8$	Teflon	$1 \cdot 10^{15}$	Schwefel	$1 \cdot 10^{17}$
Fiber (rot)	$5 \cdot 10^9$	Plexiglas	$1 \cdot 10^{15}$	Lupolen	$1 \cdot 10^{17}$
Marmor	$1 \cdot 10^{10}$	PVC (Polyvinylchlorid)	$1 \cdot 10^{15}$	Hartgummi	$1 \cdot 10^{18}$
Zelluloid	$2 \cdot 10^{10}$	Siegellack	$8 \cdot 10^{15}$	Polypropylen	$1 \cdot 10^{18}$
Cellon	$8 \cdot 10^{11}$	Schellack	$1 \cdot 10^{16}$	Paraffin	$3 \cdot 10^{18}$
Silikatglas	$5 \cdot 10^{13}$	Glyptol	$1 \cdot 10^{16}$	Ceresin	$5 \cdot 10^{18}$
Hartporzellan unglas.	$3 \cdot 10^{14}$	Quarz	$3 \cdot 10^{16}$	Quarzglas	$5 \cdot 10^{18}$
Wachs (weiß)	$6 \cdot 10^{14}$	Glimmer (klar)	$5 \cdot 10^{16}$	Trolitul (Polystyrol)	$1 \cdot 10^{19}$
Mikanit	$1 \cdot 10^{15}$	Palatal	$5 \cdot 10^{16}$	Bernstein	$1 \cdot 10^{20}$

1c. Verschiedene Eigenschaften einiger gebräuchlicher Apparate- und Thermometergläser

Hydrolytische Klasse K nach der Standardgießmethode; Dichte ρ bei 20 °C; Elastizitätsmodul E bei 20 °C; linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient α bei 20 °C; Wärmeleitfähigkeit λ bei 20 °C; spez. Wärmekapazität c bei 20 °C; Transformationstemperatur T_g bei einer Aufheizgeschwindigkeit von etwa 4 grad/min (die Zahlen in Klammern geben die höchstzulässige Gebrauchstemperatur für Thermometer aus dem betreffenden Glas an); $t_{\sigma 100}$ Temperatur, bei der die elektrische Leitfähigkeit σ des Glases den Wert $100 \cdot 10^{-10} \Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$ besitzt.

Glassorte u. Kennzeichnung	K	ρ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	E $\text{kp} \cdot \text{mm}^{-2}$	$\alpha \cdot 10^7$ grad^{-1}	λ $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{grad}}$	c $\frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{grad}}$	T_g $^{\circ}\text{C}$	$t_{\sigma 100}$ $^{\circ}\text{C}$
Apparategläser:								
Jenaer Geräteglas 20 (2877) (1 Str.: blau)	I	2,40	7200	48	1,17		560 (450)	195
Jenaer Duranglas 50 (8330) (kein Streifen)	I	2,23	6300	32	1,17	0,80	530	248
Jenaer Glas Suprax (3891) (kein Streifen)	I	2,31	6600	39	1,13		553	245
Wertheimer Apparateglas GW (kein Streifen)	III			84			525	205
Ruhrglas AR (kein Streifen)	III	2,49	7650	85		0,84	523	
Pyrexglas (kein Streifen)	I	2,25	6900	32	1,05	0,80	560	180
Thermometergläser:								
Jenaer Normalglas 16 ^{III} (1 Str. rotviolett)	III	2,58	7400	82	1,00	0,80	543 (430)	165
Jenaer Therm.-Glas (2954) (1 Str.: schwarz)	I	2,42	7400	60	1,09	0,80	590 (480)	137
Jenaer Supremaxglas 56 (8409) (kein Streifen)	I	2,59	9200	37			745 (630)	616
Wertheimer Thermometerglas (2 Str.: gelb)	III			79			540 (430)	180
Quarzglas	I	2,2	7000	4,5	1,36	0,71	1080	600

2. Metallbeizen *

Ag	Konz. HNO ₃ · H ₂ SO ₄	Mo-Kerne	Herauslösen durch 50%ige HNO ₃ mit in
Au	Königswasser	W-Wendeln	5% HCl-Zusatz bei 60 bis 70°C oder durch Nitriersäure (H ₂ SO ₄ + HNO ₃).
Al, Al-Legierungen	10%ige Natronlauge, mit Kochsalz gesättigt. 15 bis 20 s beizen (bei Cu-Beimengungen nachbeizen in 20- bis 30%iger HNO ₃). Gründlich nachwaschen.	Nb	HF (kalt oder kochend) oder HF + 1 Tropfen HNO ₃ .
Cr, CrFe	50%ige HCl. Beizezeit etwa 1 bis 5 s.	Ni, Co	30- bis 50%ige HNO ₃ .
Cu, Messing, Bronze	Lösungsansatz (24 Stunden vor Gebrauch): 1 dm ³ HNO ₃ + 1 dm ³ H ₂ SO ₄ (zu ersterem langsam unter Umrühren zuzugießen) + 15 g NaCl + 20 g Kienruß. Zum Gebrauch mit destilliertem Wasser 1:1 zu verdünnen. Beizezeit 1 bis 5 s.	NiCr	HNO ₃ + NaF oder NaCl.
Fe	Zunderbeizen: 10- bis 20%ige arsenfreie H ₂ SO ₄ oder 50%ige HNO ₃ . Feinbeizen: 50%ige HCl mit geringem Ferrocleanolzusatz (5 cm ³ auf 10 dm ³ zur Vermeidung starker H ₂ -Entwicklung).	Pt, Ir	Heißes Königswasser (1 Teil HNO ₃ , 3 Teile HCl).
Konstantan	10%ige H ₂ SO ₄ kalt oder 60°C, je nach Beizgrad.	Re	1 Teil Essigsäure + 2 Teile HNO ₃ + 20 Teile H ₂ O.
Mo	Kurzzeitiges Eintauchen in KNO ₂ -Schmelze oder KOH-Schmelze mit 10% NaNO ₂ -Zusatz in Eisenwanne (Schutzbrille). Schnelles Abkühlen in kochendem destilliertem Wasser, nachspülen in kaltem destilliertem Wasser und reinem Alkohol.	Ta	HF (kalt oder kochend) oder geschmolzenes KOH (s. Mo) oder HF + 1 Tropfen HNO ₃ .
		Th	HCl, Königswasser, HF und H ₂ SO ₄ .
		Ti, U	HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ .
		V	HF und konz. heiße H ₂ SO ₄ oder HNO ₃ .
		V2A-Stahl	Vorbeizen mit HCl (27 T.) + H ₂ SO ₄ (23 T.) + H ₂ O (50 T.), Feinbeizen mit Lösung HCl (13 T.) + H ₂ SO ₄ (11 T.) + HNO ₃ (1 T.) + H ₂ O (75 T.).
		W	HF und HNO ₃ oder (in Eisenwanne geschmolzenes) NaNO ₂ von 300°C. Nachbehandlung wie bei Mo.
		Zr	HF, Königswasser.

Weiteres über Ätzrezepte und elektrolytisches Polieren von Metallen siehe: Tegart, The Electrolytic and Chemical Polishing of Metals, London 1956, Seiten 52–71. Espe, Werkstoffe der Hochvakuumtechnik Bd. I, Berlin 1959. Finke, Praktische Metallographie 2 (1965) 151–161.

* Sofern keine Konzentrationen angegeben sind, wird die Benutzung konzentrierter Säuren empfohlen.

3. Zusammensetzung und Schmelzpunkt von Lotlegierungen

Bezeichnung	Massegehalt in %	Schmelzpunkt °C	Zum Löten von
Woods Metall	50 Bi; 25 Pb; 12,5 Sn; 12,5 Cd	71,7	Blei, Wismut, Kupfer, Messing, Zinn, feinsten Drähten
Roses Metall	50 Bi; 25 Pb; 25 Sn	94	Wismut, Blei, Kupfer, Messing, Zinn, Silber, feinsten Drähten und Folien
Indium-Zinn-Lot	51 In; 49 Sn	117	Kupfer, Messing, Silber, weichem Stahl, Bronzen
Indium-Lot	100 In	155,4	weichem Stahl, Messing, Silber, Kupfer, Zink, Bronzen
Weichlot	25 bis 90 Sn; Rest Pb	190...270	Kupfer, Messing, Neusilber, Zink, Blei, Zinn, Eisen
Berzelit	13 oder 17 Cd; 1 Zn; Rest Pb	250	Aluminiumverbindungen, Zinklegierungen, Blei, Kupfer, Messing, Zinn
Cadmium	100 Cd	321	Zinn, Kupfer, Silber, dünnen Folien
Aluminium-Hartlot 80	80 Al; Zusätze von Cu, Ni, Zn, Sn, Cd, Si	540	Aluminium und Al-Legierungen
Aluminium-Hartlot 87 (Silumin)	87 Al; 13 Si	570	Aluminium und Al-Legierungen
Silberlot 45	45 Ag; 30 Cu; 25 Zn	720	Kupfer, Platin
Silberlot 80	80 Ag; 16 Cu; 4 Zn	770	Platin
Silberlot 8	8 Ag; 50 Cu; 42 Zn	830	Kupfer, Platin
Sondermessinglot	48 bis 60 Cu; 1 bis 10 Sn; Rest Zn	810...900	weichem Stahl, Gußeisen, Kupfer, Nickel
Schlaglot	54 Cu; 46 Zn	875	Eisen, Kupfer
Neusilberlot	35 bis 65 Cu; 8 bis 15 Ni; Rest Zn	870...1000	weichem Stahl, Gußeisen, Kupfer, Nickel
Reinsilber	100 Ag	962	Kupfer
Runnot S	35 Ag; 3 Ni; 62 W	962	Eisen, Kupfer, Nickel
Goldlot	42,5 bis 62,5 Au; 22,5 bis 32,5 Ag; 15 bis 25 Cu	1000	Gold
Palladiumlot 80	80 Pd; Rest Ag und Al	970...1040	hochhitzebeständigen Legierungen
Runnot C	35 Cu; 3 Ni; 62 W	1084	Eisen, Nickel
Palladiumlot 20	20 Pd; Rest Mn und Ag	980...1130	Nickel, Chrom, Fe-Legierungen
Nickeltitanlot	82 Ni; 18 Ti	1287	Metall-Keramik-Verbindungen

4. Zusammensetzung von Legierungen, Massegehalt in %

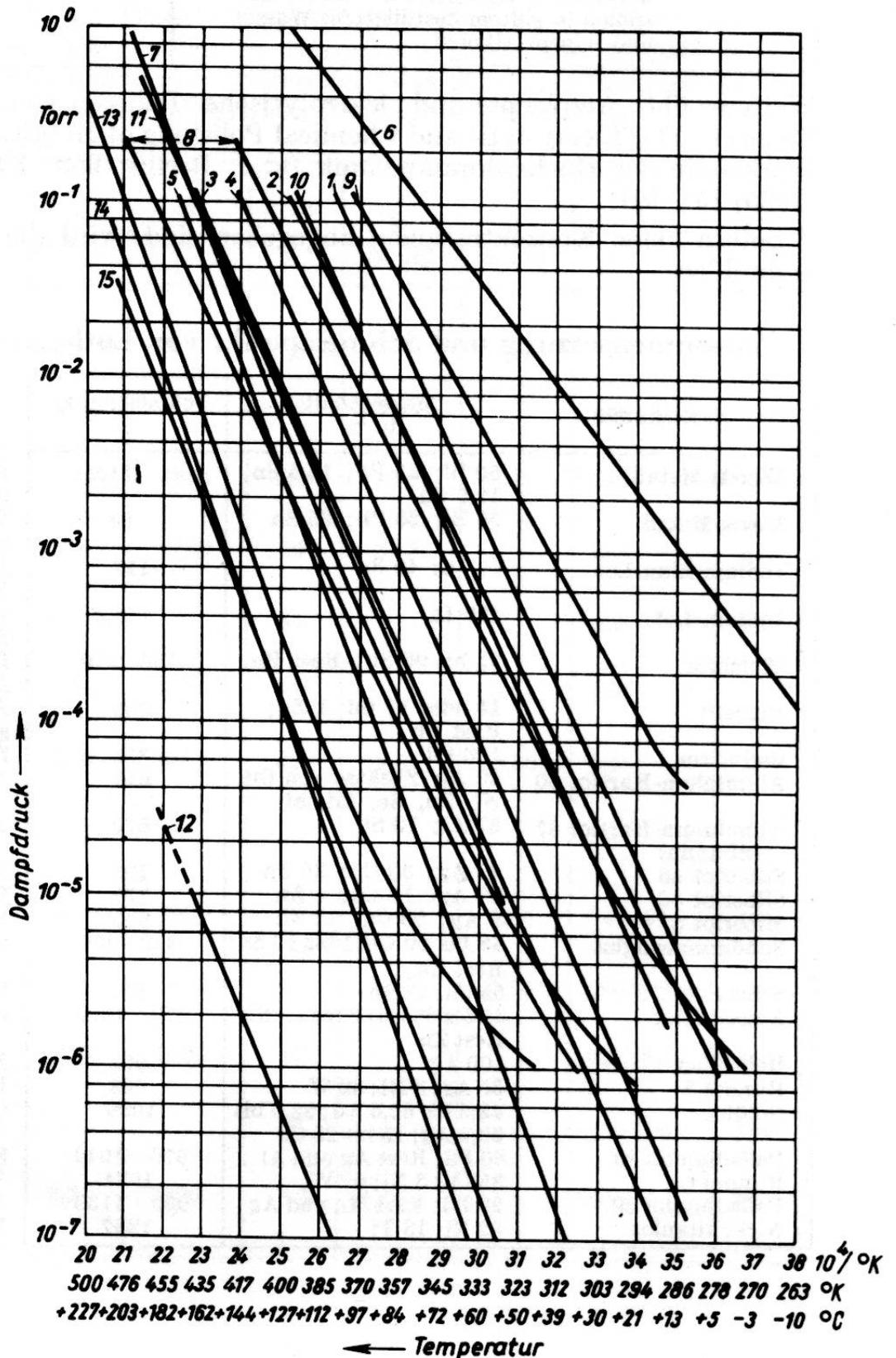
Alnico	12...9 Al, 20...28 Ni, 5...5,5 Co, 60-63 Fe	Krupp NCT2-Stahl	55 Fe, 25 Cr, 20 Ni
Bronze	35...98 Cu, 65...2 Sn	Krupp V2A-Stahl	74 Fe, 18 Cr, 8 Ni
Cekas	60 Ni, 27 Fe, 11 Cr, 2 Mn	Manganin	84...82 Cu, 12...15 Mn, 2...4 Ni
Chromel	89...91 Ni, 4,7...9,8 Cr, 0,2...1,9 Mn, Rest Si, Fe, C	Megaphyr	65 Fe, 30 Cr, 5 Al bzw. 77 Fe
Duralumin	2,5...5,5 Cu, 0,2...1 Si, 1,2 Mn, 0,2...2 Mg, Rest Al	Messing	60 Cu, 40 Zn
Fernico	54 Fe, 28...29 Ni, 17...18 Co	Monelmetall	65...70 Ni, 25...30 Cu, Rest Fe, Mn, Si, C, S, P
Heusler-Leg.	55...68 Cu, 26-28 Mn, 4...19 Al	Mümetall	76 Ni, 17 Fe, 5 Cu, 2 Cr
Hydronalium	0,2...1 Si, 0,2...0,5 Mn, 3...12 Mg, Rest Al	Neusilber	50 Cu, 25 Ni, 25 Zn
Hyperperm 50	50 Ni, 50 Fe	Nichrom	80...90 Ni, 20...10 Cr
Incomel	80 Ni, 14 Cr, 6 Fe	Nickelin	55...68 Cu, 19...33 Ni, bis 18 Zn
Invar	35...37 Ni, 65...63 Fe	Oerstit 200	20...25 Ni, 10...12 Al, Rest Fe
Kanthal	20 Cr, 5 Al, 1,5...3 Co, Rest Fe	Permalloy	78,5 Ni, 21,5 Fe
Konstantan	60 Cu, 40 Ni	Silberstahl	0,9...1,2 C, 0,6...1 W, Rest Fe
Kovar	27 Ni, 19 Co, 54 Fe	Silumin	87 Al, 13 Si
		Tombak	85 Cu, 15 Zn
		VM Stähle	0,1...0,5 C, 10...15 Cr, 1...3 Ni, Rest Fe

5. Punktschweißbarkeit von Metallen und Legierungen s. Seite 13

6. Dampfdruck von Vakuumdichtungsfetten, -kitten und Pumpenölen s. Seite 14

7. Dampfdruckkurven von Treibmitteln für Diffusionspumpen

- 1 Dibutylphthalat
- 2 Amoil
- 3 Octoil
- 4 Amoil-S
- 5 Octoil-S
- 6 Quecksilber
- 7 Trikresilphosphat
- 8 Apiezon-Öl
- 9 Narcoil
- 10 Arochlor
- 11 Litton-Oil
- 12 Apiezon-Fett L
- 13 Silikon D.C. 703
- 14 Silikon D.C. 705
- 15 Convalex 10



5. Punktschweißbarkeit von Metallen und Legierungen

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
I Ni	1	1	2S	S2	2	2	2	2	3...2S	2S	3	2S	2S	2S	3...4	4
II Fe (rein)	1	1		2S		3...2K	3...2K	3...2K	2...3	2S	2	3...2S	3...4	2S	3	4
III Invar	2S		2S	3		2S								2S		
IV 80 Ni 20 Cr	2S	2S	2S	2S										2S	4	
V 70 Fe 30 Cr	2		3						4						4	
VI W	2	3...2K				3...4G	4...2K	4...3F	4							
VII Mo	2	3...2K	2S			4...2K	4...2K	4	4			4	4	2S	3...4	
VIII Ta	2	3...2K				3...3F	4	3F	4...3F							4
IX Cu	2...3S	2...3			4	4	4	4...3F	4...2S	2S		3	3...2S		3...4	3
X Neusilber	2S	2S							2S	2S		2S	2S		4	4
XI Konstantan	3	2									2S				2	
XII Messing (Blech)	2S	3...2S					4		3	2S		1...2	3...2S		3	3
XIII Bronze	2S	3...4					4		3...2S	2S		3...2S	2...3S		3...4	3...4
XIV Monel	2S	2S	2S		2S		2S							2S	4	
XV Al	3...4	3			4	4	3...4	4	3...4	4	2	3	3...4	4	3	2...2S
XVI Zn (Blech)	4	4							3	4		3	3...4		2...2S	2S

Kennzeichnung der Güte der Verschweißbarkeit: 1 sehr gut, 2 gut, 3 erschwert, 4 schlecht oder nicht möglich, 2S gut mit Stromtorschaltung, 2K gut mit Stromtor-Kurzzeiterschaltung bei dünnen Drähten, 3G möglich mit Gasschutzspülung, 3F möglich mit Flüssigkeitsschutz.

Anforderungen an Elektrodenwerkstoffe: hohe elektrische und thermische Leitfähigkeit, Hochtemperaturfestigkeit, Härte, Nichtlegierbarkeit mit Schweißgut.

Gebräuchliche Elektroden: Cu; Cu-Legierungen (mit Cr, Co, Cd, Ag, Mo, W, Be, Mg); Ag-Cd; Mo; W. (Erstere für Leichtmetalle und hochschmelzende, schlechtleitende Metalle, letztere z. B. für Cu.)

Anzupassen: Durchmesser, Form und Kraft der Elektroden sowie Schweißstrom und Schweißzeit.

Literatur: Brunst, Das elektrische Widerstandsschweißen, Berlin 1952; Sudasch, Schweißtechnik, München 1959; Brunst u. Fahrenbach, Widerstandsschweißen, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1962; Bechert u. Neumann, Grundlagen der Schweißtechnik, Berlin 1963.

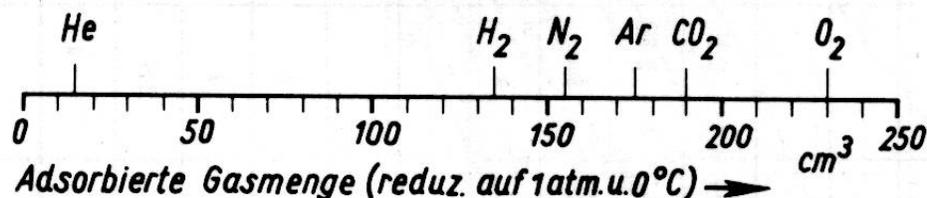
6. Dampfdruck von Vakuum-Dichtungsfetten, -kitten und Pumpenölen

Substanz	Dampfdruck bei 20 °C Torr	Maxim. Arbeitstemp. °C	Substanz	Dampfdruck bei 20 °C Torr	Maxim. Arbeitstemp. °C
Apiezon-Fett L, frisch	$5 \cdot 10^{-6}$	30	Convalex 10 (Polyphenyläther)	$1,4 \cdot 10^{-9}$	
Apiezon-Fett L, entgast (mehrere Std. bei 90 °C)	10^{-8}	30	Apiezonwachs Q, weich	10^{-4}	30
Apiezon-Fett M, frisch	10^{-5}	25	Glyptal-Lack	$2 \cdot 10^{-4}$	200
Apiezon-Fett M, entgast (2 Std. bei 90 °C)	10^{-8}	25	Silikon-Hochvakuumfette	10^{-8}	200
Apiezonöl A	$2,3 \cdot 10^{-6}$		Khotinsky-Zement	$2 \cdot 10^{-3}$	50
Apiezonöl B	$4,9 \cdot 10^{-7}$		Picein	$3 \dots 4 \cdot 10^{-4}$	60
Apiezonöl I (mittelviskos)	10^{-6}		Pumpenöl, gut entgast	$5 \cdot 10^{-2}$	30
Apiezonöl K (hochviskos)	10^{-8}		Pumpenöl, gebraucht begast	$1 \dots 5 \cdot 10^{-1}$	30
Silikonöl DC 704	$2,3 \cdot 10^{-8}$		Ramsay-Fett	$10^{-4} \dots 10^{-5}$	25 ... 30
Silikonöl DC 705	$3,5 \cdot 10^{-10}$		Siegellack, weiß	10^{-3}	80
Diffelen ultra	$2,6 \cdot 10^{-9}$				

7. Dampfdruckkurven von Treibmitteln für Diffusionspumpen s. Seite 12

8. Absorptionsfähigkeit von 1 cm³ Kokosnuß-Kohle bei ca. -180 °C für verschiedene Gase

(nach Jaeckel, Kleinste Drucke, ihre Erzeugung und Messung, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1950)



9. Reduktion einer mit Messing-Gewichtstücken der Dichte 8,4 g · cm⁻³ in Luft der Dichte 0,00120 g · cm⁻³ ausgeführten Wägung auf Vakuumwerte

Hat ein Körper der Masse m und der Dichte ρ in Luft der Dichte 0,00120 g · cm⁻³ das gleiche Gewicht wie ein Stück der Masse m' g und der Dichte 8,4 g · cm⁻³, so ist die Masse des Körpers: $m = (m' + m' \cdot k \cdot 10^{-3}) \text{ g} = m' (1 + k \cdot 10^{-3}) \text{ g}$.

ρ gcm ⁻³	k	ρ gcm ⁻³	k	ρ gcm ⁻³	k	ρ gcm ⁻³	k
0,6	+ 1,86	1,7	+ 0,56	6,0	+ 0,057	13	- 0,051
0,7	1,57	1,8	0,52	6,5	0,042	14	0,057
0,8	1,36	1,9	0,49	7,0	0,029	15	0,063
0,9	1,19	2,0	0,46	7,5	0,017	16	0,068
1,0	1,06	2,5	0,34	8,0	+ 0,007	17	0,072
1,1	0,95	3,0	0,257	8,5	- 0,002	18	0,076
1,2	0,86	3,5	0,200	9	0,010	19	0,080
1,3	0,78	4,0	0,157	10	0,023	20	0,083
1,4	0,71	4,5	0,124	11	0,034	21	0,086
1,5	0,66	5,0	0,097	12	- 0,043	22	- 0,088
1,6	+ 0,61	5,5	+ 0,075				

10. Wellenlängennormale der Länge

Nuklid	Spektraler Übergang ¹⁾	Vaku- wellenlänge λ ²⁾ 10 ⁻¹⁰ m	Relative ²⁾ Unsicherheit in 10 ⁻⁸	Kohärenz- länge ³⁾ m	$(n-1) \cdot 10^6$ ⁴⁾
⁸⁶ Kr	5p [2½] ₃ – 6d [3½] ₄ ⁰	6458,0720	± 2	0,65 ± 0,01	271,15 a) 271,08 b)
	5p [2½] ₂ – 6d [3½] ₃ ⁰	6422,8006	± 2	0,7 ± 0,07	271,19 a) 271,12 b)
	5p [0½] ₁ – 6d [0½] ₁ ⁰	6057,8021	± 1	0,84 ± 0,01	271,67 a) 271,60 b)
	5s' [0½] ₀ ⁰ – 6p [0½] ₁	5651,1286	± 2	0,76 ± 0,01	272,31 a) 272,25 b)
	5s [1½] ₁ ⁰ – 6p [2½] ₂	4503,6162	± 2	0,55 ± 0,01	275,22 a) 275,18 b)
¹⁹⁸ Hg	6 ¹ P ₁ – 6 ¹ D ₂	5792,2683	± 5	0,5 ± 0,05	272,07 a) 272,01 b)
	6 ¹ P ₁ – 6 ³ D ₂	5771,1983	± 5	0,5 ± 0,05	272,11 a) 272,04 b)
	6 ³ P ₂ – 7 ³ S ₁	5462,2705	± 5	0,47 ± 0,03	272,67 a) 272,60 b)
	6 ³ P ₁ – 7 ³ S ₁	4359,5624	± 5	0,4 ± 0,04	275,77 a) 275,73 b)
¹¹⁴ Cd	5 ¹ P ₁ – 5 ¹ D ₂	6440,2480	± 7	0,30 ± 0,03	271,17 a) 271,10 b)
	5 ³ P ₂ – 6 ³ S ₁	5087,2379	± 7	0,17 ± 0,02	273,49 a) 273,43 b)
	5 ³ P ₁ – 6 ³ S ₁	4801,2521	± 7	0,16 ± 0,02	274,26 a) 274,20 b)
	5 ³ P ₀ – 6 ³ S ₁	4679,4581	± 7	0,15 ± 0,02	274,63 a) 274,58 b)
²⁰ Ne	3p' [1½] ₂ – 5s' [½] ₁ ⁰	6329,914	± 10	> 10	271,30 a) 271,23 b)

¹⁾ Termbezeichnung nach Racah (für ⁸⁶Kr und ²⁰Ne) und Russell-Saunders (für ¹⁹⁸Hg und ¹¹⁴Cd) Moore, Atomic Energy Levels, Nat. Bur. Stand. Circular 467.

²⁾ ⁸⁶Kr, ¹⁹⁸Hg, ¹¹⁴Cd: Vom Internationalen Komitee für Maß und Gewicht empfohlene Werte. Proc. Verb. Com. Int. Poids Mes., 2^e série, **31**, 26 (1963).

²⁰Ne: Mielenz, Nefflen, Rowley, Wilson, Engelhard, Appl. Opt. **7**, 289 (1968).

³⁾ Nach Messungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt. Bayer-Helms, Z. angew. Phys. **16**, 44 (1963).

⁴⁾ n ist der Brechungsindex für Luft von 20 °C, 1 atm, 10 Torr Wasserdampf-Partialdruck und normalen Kohlensäuregehalt von 0,03 Volumprozenten.

a) Werte für $(n-1) \cdot 10^6$ nach Messungen von Kösters und Lampe. Phys. Z. **35**, 223 (1934) (revidierte Werte).

b) Werte für $(n-1) \cdot 10^6$ nach Edlén. Edlén, J. Opt. Soc. Am. **43**, 339 (1953).

11. Normalfrequenz- und Zeitmarkensender

Sender	Ort	Frequenz kHz	Zeitmarken- aussendung erfolgt (in Weltzeit TU) ¹⁾	TUC oder TA	relative Un- sicherheit der Frequenz in 10 ⁻¹⁰
GBR	Rugby Großbritannien	16	3 ^h , 9 ^h , 15 ^h , 21 ^h TU	TUC	0,2
MSF	Rugby Großbritannien	60 2500; 5000 10000	ständig	Träger TA Zeitmarken TUC	0,2
NBA	Balbao, USA	24	55. bis 60. Minute	TUC	0,2
NSS	Annapolis Maryland, USA	21,4	55. bis 60. Minute	TUC	0,1
NAA	Cutler Maine USA	17,8		TUC	0,2
OMA	Liblice Tschechoslowakei	50	ständig außer 10 ^h -11 ^h TU	TUC	10
WWV	Beltsville USA	2500; 5000 10000; 15000 20000; 25000	ständig	TUC	0,5
DCF 77	Mainflingen Deutschland	77,5	werktags 7 ^h , 10 ^h , 19 ^h , 19.30 ^h , 20 ^h , 21 ^h , 22 ^h , 23 ^h , 0 ^h , 1 ^h , 2 ^h TU. Keine Emission ab 19 ^h TU vor Sonn- und Feiertagen. Die Sendungen um 1 ^h und 2 ^h nur vom 1.3. bis 31.10. ↓ 6.45 ^h - 6.59 ^h 7.30 ^h - 9.59 ^h 10.30 ^h - 10.35 ^h außer vor Sonn- und Feiertagen: 19.11 ^h - 19.29 ^h 19.41 ^h - 19.59 ^h Dann stündlich 57. bis 59. Minute bis 0 ^h bzw. 2 ^h TU.	Träger TA TUC-Zeitmarken vom Deutschen Hydrographischen Institut je 10 min lang	0,2
			Träger TA TA-Zeitmarken von der Physikalisch- Technischen Bundes- anstalt	0,2	
HBG	Genf Schweiz	75	ständig	Träger TA Zeitmarken TUC	0,2

¹⁾ MEZ = TU + 1^h

Die Angaben sind zum Teil dem Bulletin Horaire des Bureau International de l'Heure (BIH) entnommen: Bull. Hor. Serie J Nr. 1, 2 und 4 (1964). Korrekturangaben über die Emission des Senders DCF 77 werden von der PTB regelmäßig in der NTZ veröffentlicht oder werden auf Wunsch von der PTB (Braunschweig) mitgeteilt. Korrekturangaben über WWV teilt das NBS, Boulder, Colorado, USA, mit. Korrekturen zu GBR und MSF und Droitwich (200 kHz) teilt das NPL, Teddington, Middlesex, Großbritannien, mit. Diese Institute teilen auch die näheren Programmeinheiten mit. Die relative Unsicherheit der Trägerfrequenz von Droitwich liegt bei 2·10⁻¹¹. TA und TUC sind in 2.3.1.1.2 und 2.3.1.1.3 erläutert. – Die angegebenen Unsicherheiten gelten nicht über kurze Zeiten, sondern z. B. über 1 Tag.