



# der chemischen Elemente

## Das Periodensystem in Fakten, Zahlen und Daten

von

**Dipl. Phys.-Chem. Harry H. Binder,**  
**Erlangen**

Mit einem Geleitwort von

**Prof. Dr. I. Barbur**

Mit 96 Abbildungen

und vielen tabellarischen Zusammenstellungen



**S. Hirzel Verlag Stuttgart • Leipzig 1999**

# Inhaltsverzeichnis

|                           |     |                            |     |
|---------------------------|-----|----------------------------|-----|
| Geleitwort . . . . .      | VII | Helium (He). . . . .       | 272 |
| Vorwort . . . . .         | IX  | Holmium (Ho). . . . .      | 279 |
| Actinium (Ac). . . . .    | 1   | Indium (In). . . . .       | 284 |
| Aluminium (Al). . . . .   | 7   | Iod (Id). . . . .          | 290 |
| Americium (Am). . . . .   | 18  | Iridium (Ir). . . . .      | 299 |
| Antimon (Sb). . . . .     | 24  | Kalium (K). . . . .        | 305 |
| Argon (Ar). . . . .       | 32  | Kohlenstoff (C). . . . .   | 313 |
| Arsen (As). . . . .       | 37  | Krypton (Kr). . . . .      | 326 |
| Astat (At). . . . .       | 46  | Kupfer (Cu). . . . .       | 331 |
| Barium (Ba). . . . .      | 51  | Lanthan (La). . . . .      | 341 |
| Berkelium (Bk). . . . .   | 58  | Lawrencium (Lr). . . . .   | 348 |
| Beryllium (Be). . . . .   | 63  | Lithium (Li). . . . .      | 352 |
| Bismut (Bi). . . . .      | 71  | Lutetium (Lu). . . . .     | 358 |
| Blei (Pb). . . . .        | 79  | Magnesium (Mg). . . . .    | 363 |
| Bohrium (Bh). . . . .     | 89  | Mangan (Mn). . . . .       | 372 |
| Bor(B). . . . .           | 96  | Meitnerium (Mt). . . . .   | 380 |
| Brom (Br). . . . .        | 107 | Mendelevium (Md). . . . .  | 384 |
| Cadmium(Cd). . . . .      | 115 | Molybdän (Mo). . . . .     | 388 |
| Caesium (Cs). . . . .     | 123 | Natrium (Na). . . . .      | 395 |
| Calcium (Ca). . . . .     | 130 | Neodym (Nd). . . . .       | 404 |
| Californium (Cf). . . . . | 139 | Neon (Ne). . . . .         | 409 |
| Cer (Ce). . . . .         | 143 | Neptunium (Np). . . . .    | 413 |
| Chlor (Cl). . . . .       | 149 | Nickel (Ni). . . . .       | 420 |
| Chrom (Cr). . . . .       | 159 | Niob (Nb). . . . .         | 428 |
| Cobalt (Co). . . . .      | 166 | Nobelium (No). . . . .     | 434 |
| Curium (Cm). . . . .      | 174 | Osmium (Os). . . . .       | 438 |
| Dubnium (Db). . . . .     | 179 | Palladium (Pd). . . . .    | 445 |
| Dysprosium (Dy). . . . .  | 183 | Phosphor (P). . . . .      | 452 |
| Einsteinium (Es). . . . . | 188 | Platin (Pt). . . . .       | 461 |
| Eisen (Fe). . . . .       | 193 | Plutonium (Pu). . . . .    | 469 |
| Erbium (Er). . . . .      | 207 | Polonium (Po). . . . .     | 477 |
| Europium (Eu). . . . .    | 212 | Praseodym (Pr). . . . .    | 482 |
| Fermium (Fm). . . . .     | 217 | Promethium (Pm). . . . .   | 487 |
| Fluor (F). . . . .        | 222 | Protactinium (Pa). . . . . | 492 |
| Francium (Fr). . . . .    | 232 | Quecksilber (Hg). . . . .  | 497 |
| Gadolinium (Gd). . . . .  | 236 | Radium (Ra). . . . .       | 506 |
| Gallium (Ga). . . . .     | 241 | Radon (Rn). . . . .        | 513 |
| Germanium (Ge). . . . .   | 247 | Rhenium (Re). . . . .      | 518 |
| Gold (Au). . . . .        | 254 | Rhodium (Rh). . . . .      | 524 |
| Hafnium (Hf). . . . .     | 262 | Rubidium (Rb). . . . .     | 531 |
| Hassium (Hs). . . . .     | 268 | Ruthenium (Ru). . . . .    | 537 |

|                    |     |                                   |     |
|--------------------|-----|-----------------------------------|-----|
| Rutherfordium (Rf) | 543 | Titan (Ti)                        | 667 |
| Samarium (Sm)      | 547 | Uran (U)                          | 674 |
| Sauerstoff (O)     | 552 | Vanadium (V [Val])                | 683 |
| Scandium (Sc)      | 564 | Wasserstoff (H)                   | 690 |
| Schwefel (S)       | 570 | Wolfram (W)                       | 700 |
| Seaborgium (Sg)    | 581 | Xenon (Xe)                        | 707 |
| Selen (Se)         | 584 | Ytterbium (Yb)                    | 713 |
| Silber (Ag)        | 591 | Yttrium (Y)                       | 718 |
| Silicium (Si)      | 599 | Zink (Zn)                         | 724 |
| Stickstoff (N)     | 610 | Zinn (Sn)                         | 733 |
| Strontium (Sr)     | 620 | Zirkonium (Zr)                    | 741 |
| Tantal (Ta)        | 626 | Element 110: Ununnilium (Uun) ... | 748 |
| Technetium (Tc)    | 632 | Element 111: Unununium (Uuu) ...  | 753 |
| Tellur (Te)        | 638 | Element 112: Ununbium (Uub)_____  | 757 |
| Terbium (Tb)       | 645 | Die Grenzen des Periodensystems   |     |
| Thallium (Tl)      | 650 | der Elemente                      | 761 |
| Thorium (Th)       | 656 | Die Nomenklatur der Transacti-    |     |
| Thulium (Tm)       | 662 | noide                             | 768 |

|        |     |
|--------|-----|
| Anhang | 771 |
|--------|-----|

|                                                                                                                                                                  |     |                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Die Entdeckung der chemischen Elemente                                                                                                                           | 771 | für thermische Neutronen ( $< 0,095 \text{ eV}$ ; $< 4,4 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ )                                                                                                                                                              |     |
| Die Entdeckung der Metalle der Seltenen Erden                                                                                                                    | 775 | der chemischen Elemente ggf. einzelner Isotope in barn b;                                                                                                                                                                                                         |     |
| Die Häufigkeit der chemischen Elemente                                                                                                                           | 776 | ( $1\text{b} = 10^{-28} \text{ m}^2$ )                                                                                                                                                                                                                            | 791 |
| Das Standard-Atomgewicht bzw. die <i>Relative Atommasse</i> RAM der chemischen Elemente in alphabetischer Reihenfolge (bezogen auf $^{12}\text{C} = 12,000000$ ) | 779 | Die Dichte der chemischen Elemente im festen bzw. flüssigen Zustand bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $293,15 \text{ K}$ ); Gase bei $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ( $273,15 \text{ K}$ ) und $1013,25 \text{ hPa}$ (andere Temperaturen sind in Klammern angegeben) | 794 |
| Die Elektronenkonfigurationen der freien, neutralen Atome im elektronischen Grundzustand der Elemente 1 bis 112                                                  | 782 | Die Härte der chemischen Elemente nach Mohs und Brinell ..                                                                                                                                                                                                        | 797 |
| Die 1. bis 3. Ionisierungsenergie der chemischen Elemente                                                                                                        | 785 | Die Schallgeschwindigkeit in chemischen Elementen                                                                                                                                                                                                                 | 799 |
| Die Elektronegativität der chemischen Elemente                                                                                                                   | 788 | Die Schmelztemperatur der chemischen Elemente in Grad Celsius ( $^\circ\text{C}$ ) und Kelvin (K)                                                                                                                                                                 | 801 |
| Der Wirkungsquerschnitt $\sigma$ ( $n$ , $\gamma$ ) bzw. Absorptionsquerschnitt $\sigma_{\text{abs}}$                                                            |     | Die Siedetemperatur der chemischen Elemente in Grad Celsius                                                                                                                                                                                                       |     |

|                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| (°C) und Kelvin (K); (bei 1030,25 hPa) . . . . .                                                                                                                                     | 804 | Die radioaktiven Zerfallsreihen . . . . .                                                                                                                      | 816 |
| Die thermische Leitfähigkeit der chemischen Elemente bei 27 °C (300,15 K) . . . . .                                                                                                  | 807 | Verzeichnis der nuklearmedizinisch genutzten Radioisotope . . . . .                                                                                            | 820 |
| Die elektrische Leitfähigkeit und der spezifische elektrische Widerstand der chemischen Elemente bei 20 °C (293,15 K; abweichende Temperaturen sind in Klammern angegeben) . . . . . | 810 | Wichtige Naturkonstanten (empfohlene Werte) . . . . .                                                                                                          | 822 |
| Das Normalpotential bzw. das <i>elektrochemische Standardpotential</i> Eo der chemischen Elemente. Die Spannungsreihe der Metalle . . . . .                                          | 813 | Definitionen der gesetzlichen SI-Basiseinheiten . . . . .                                                                                                      | 824 |
| Die Spannungsreihe der Halbmetalle und Nichtmetalle . . . . .                                                                                                                        | 815 | Physikalische Größen, Formelzeichen, SI-Einheiten, Kurzzeichen nach DIN 58122 (eine Zusammenfassung aus DIN 1301 Teil 1 und 2 DIN 1304 und DIN 1313) . . . . . | 825 |
|                                                                                                                                                                                      |     | Umrechnung von Einheiten . . . . .                                                                                                                             | 828 |
|                                                                                                                                                                                      |     | Dezimale, Teile und Vielfache der SI-Einheiten, international festgelegte Vorsätze nach DIN 58122. . . . .                                                     | 829 |
| Abkürzungen . . . . .                                                                                                                                                                | 830 |                                                                                                                                                                |     |
| Gefahrensymbole . . . . .                                                                                                                                                            | 832 |                                                                                                                                                                |     |
| Das griechische Alphabet . . . . .                                                                                                                                                   | 833 |                                                                                                                                                                |     |
| Literaturverzeichnis . . . . .                                                                                                                                                       | 834 |                                                                                                                                                                |     |
| Namenregister . . . . .                                                                                                                                                              | 837 |                                                                                                                                                                |     |
| Sachregister . . . . .                                                                                                                                                               | 841 |                                                                                                                                                                |     |