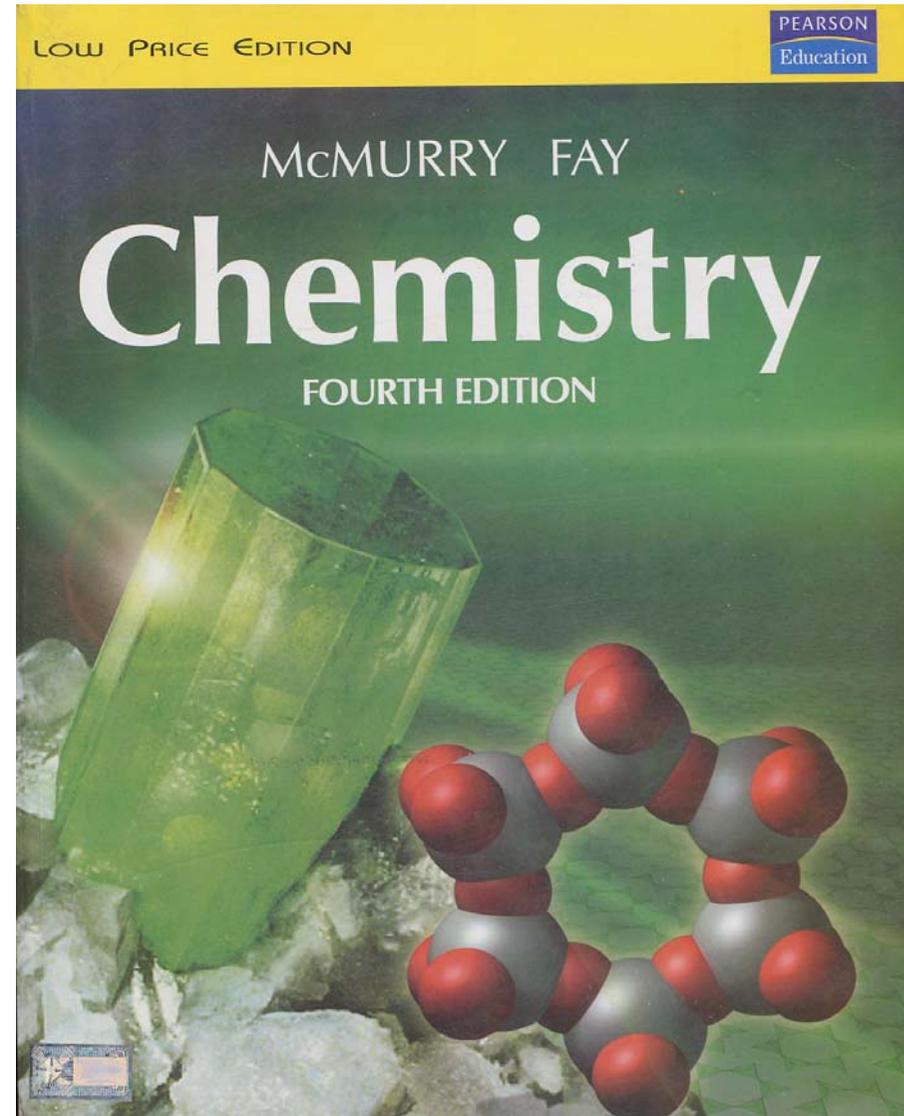
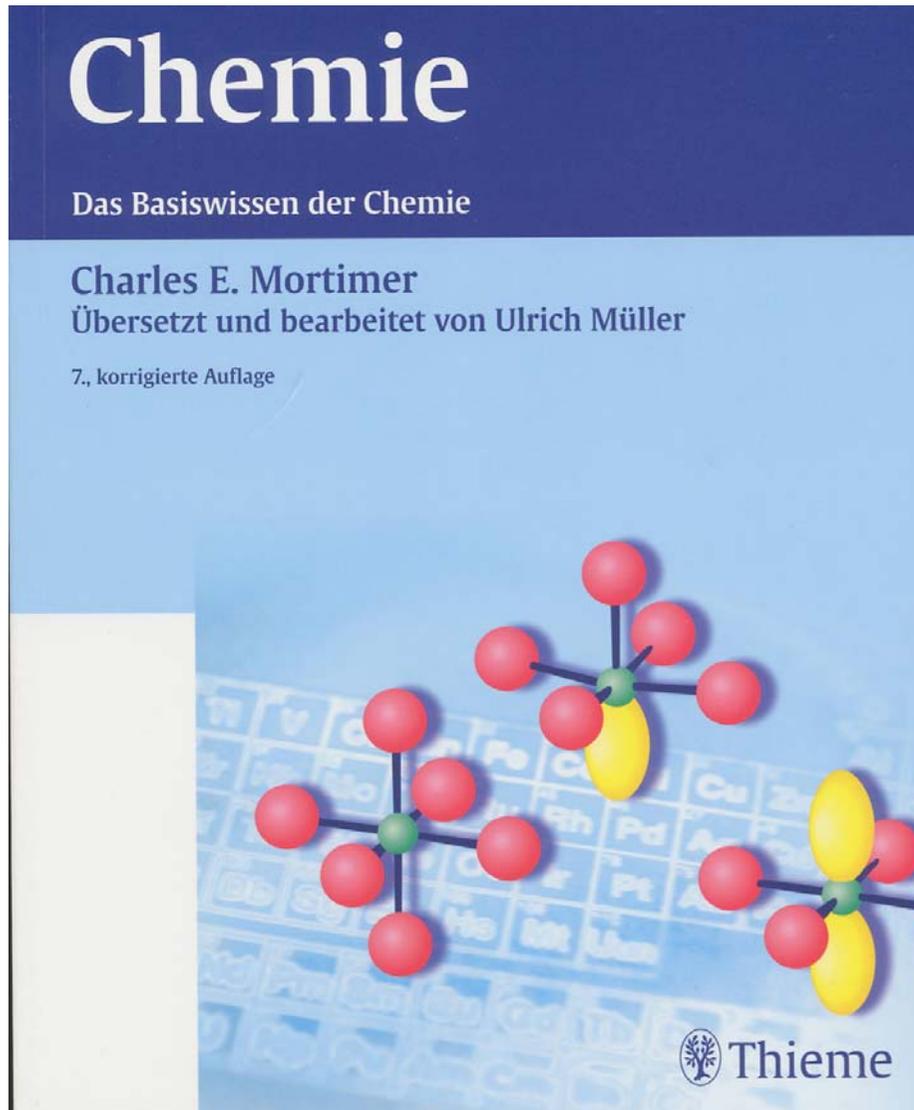


Vorlesung Allgemeine Chemie: Mo. 10 –12 h, Mi. 8 – 10 h

Bücher:



## **Überblick über den Stoff (3.1.2005 - 9.2.2005):**

Metalle der Nebengruppen und ihre Reaktionen (1)

Metalle der Hauptgruppen und ihre Reaktionen (1)

Nichtmetalle (2)

Organische Chemie (3)

1. Klausur (26.1.2005)

Metalle, Halbmetalle, Komplexverbindungen (1)

Thermodynamik, Reaktionskinetik (1)

Messtechniken der Chemie (1)

2. Klausur (9.2.2005)

Periode	Hauptgruppen		Nebengruppen										Hauptgruppen					Edelgase	
	1																	18	
	IA																	0	
1	1 8 <b>H</b>	2 IIA 4 <b>Be</b>											13 III A 5 <b>B</b>	14 IV A 6 <b>C</b>	15 V A 7 <b>N</b>	16 VI A 8 <b>O</b>	17 VII A 9 <b>F</b>	18 2 <b>He</b>	
2	3 <b>Li</b>	4 <b>Be</b>											13 5 <b>B</b>	14 6 <b>C</b>	15 7 <b>N</b>	16 8 <b>O</b>	17 9 <b>F</b>	18 10 <b>Ne</b>	
3	11 <b>Na</b>	12 <b>Mg</b>	3 III B 21 <b>Sc</b>	4 IV B 22 <b>Ti</b>	5 V B 23 <b>V</b>	6 VI B 24 <b>Cr</b>	7 VII B 25 <b>Mn</b>	8 VIII B 26 <b>Fe</b>	9 VIII B 27 <b>Co</b>	10 VIII B 28 <b>Ni</b>	11 IB 29 <b>Cu</b>	12 II B 30 <b>Zn</b>	13 13 <b>Al</b>	14 14 <b>Si</b>	15 15 <b>P</b>	16 16 <b>S</b>	17 17 <b>Cl</b>	18 18 <b>Ar</b>	
4	19 <b>K</b>	20 <b>Ca</b>	21 <b>Sc</b>	22 <b>Ti</b>	23 <b>V</b>	24 <b>Cr</b>	25 <b>Mn</b>	26 <b>Fe</b>	27 <b>Co</b>	28 <b>Ni</b>	29 <b>Cu</b>	30 <b>Zn</b>	31 <b>Ga</b>	32 <b>Ge</b>	33 <b>As</b>	34 <b>Se</b>	35 <b>Br</b>	36 <b>Kr</b>	
5	37 <b>Rb</b>	38 <b>Sr</b>	39 <b>Y</b>	40 <b>Zr</b>	41 <b>Nb</b>	42 <b>Mo</b>	43 <b>Tc</b>	44 <b>Ru</b>	45 <b>Rh</b>	46 <b>Pd</b>	47 <b>Ag</b>	48 <b>Cd</b>	49 <b>In</b>	50 <b>Sn</b>	51 <b>Sb</b>	52 <b>Te</b>	53 <b>I</b>	54 <b>Xe</b>	
6	55 <b>Cs</b>	56 <b>Ba</b>	57 <b>La</b>	58-71 Lantha- noiden	72 <b>Hf</b>	73 <b>Ta</b>	74 <b>W</b>	75 <b>Re</b>	76 <b>Os</b>	77 <b>Ir</b>	78 <b>Pt</b>	79 <b>Au</b>	80 <b>Hg</b>	81 <b>Tl</b>	82 <b>Pb</b>	83 <b>Bi</b>	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>
7	87 <b>Fr</b>	88 <b>Ra</b>	89 <b>Ac</b>	90-103 Actino- iden	104 <b>Rf</b>	105 <b>Db</b>	106 <b>Sg</b>	107 <b>Bh</b>	108 <b>Hs</b>	109 <b>Mt</b>	110 <b>Uun</b>	111 <b>Uuu</b>	112 <b>Uuu</b>						

Metalle ← → Nichtmetalle

Lanthanoiden	58 <b>Ce</b>	59 <b>Pr</b>	60 <b>Nd</b>	61 <b>Pm</b>	62 <b>Sm</b>	63 <b>Eu</b>	64 <b>Gd</b>	65 <b>Tb</b>	66 <b>Dy</b>	67 <b>Ho</b>	68 <b>Er</b>	69 <b>Tm</b>	70 <b>Yb</b>	71 <b>Lu</b>
Actinoiden	90 <b>Th</b>	91 <b>Pa</b>	92 <b>U</b>	93 <b>Np</b>	94 <b>Pu</b>	95 <b>Am</b>	96 <b>Cm</b>	97 <b>Bk</b>	98 <b>Cf</b>	99 <b>Es</b>	100 <b>Fm</b>	101 <b>Md</b>	102 <b>No</b>	103 <b>Lr</b>

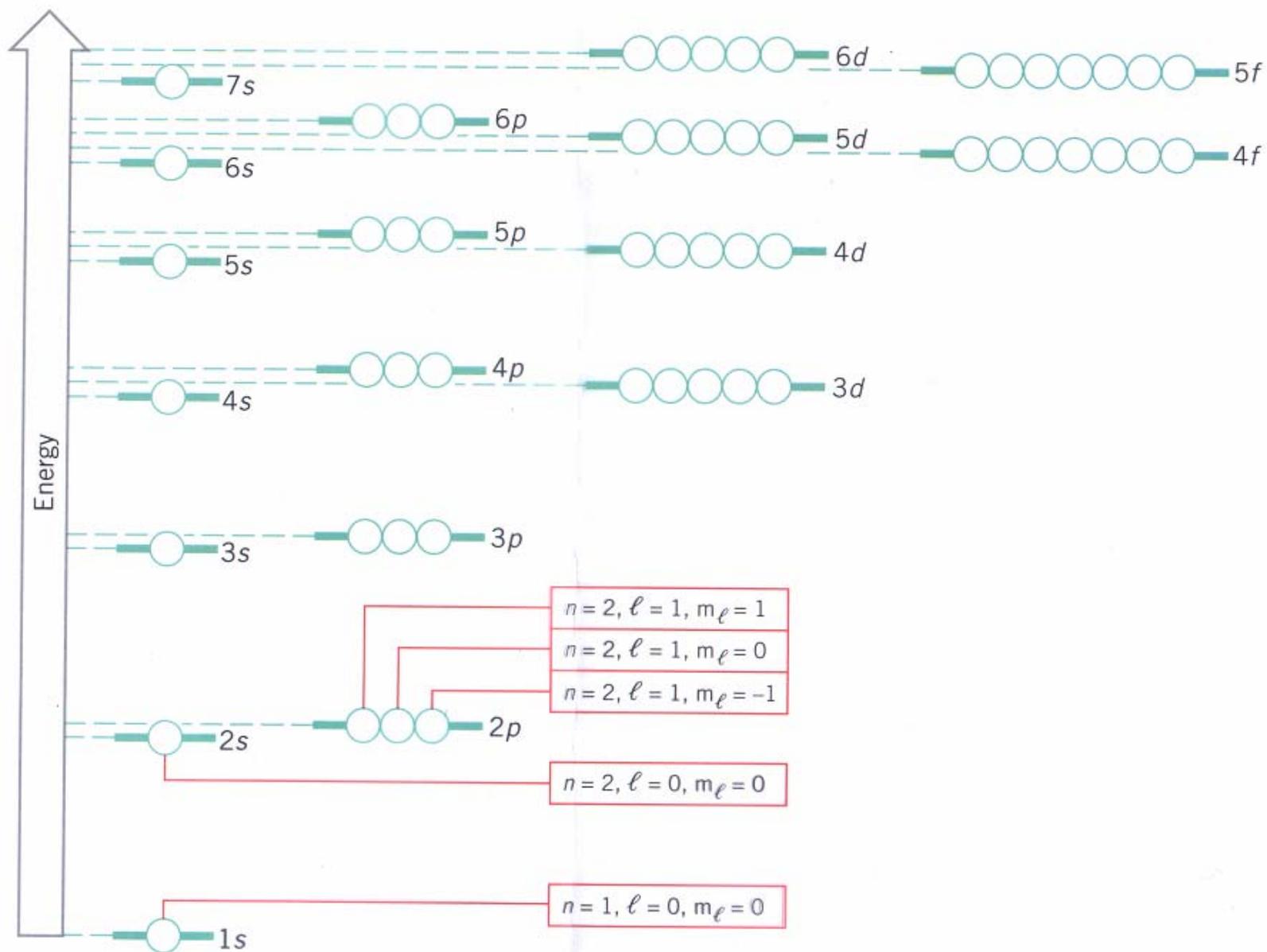


TABLE 20.1

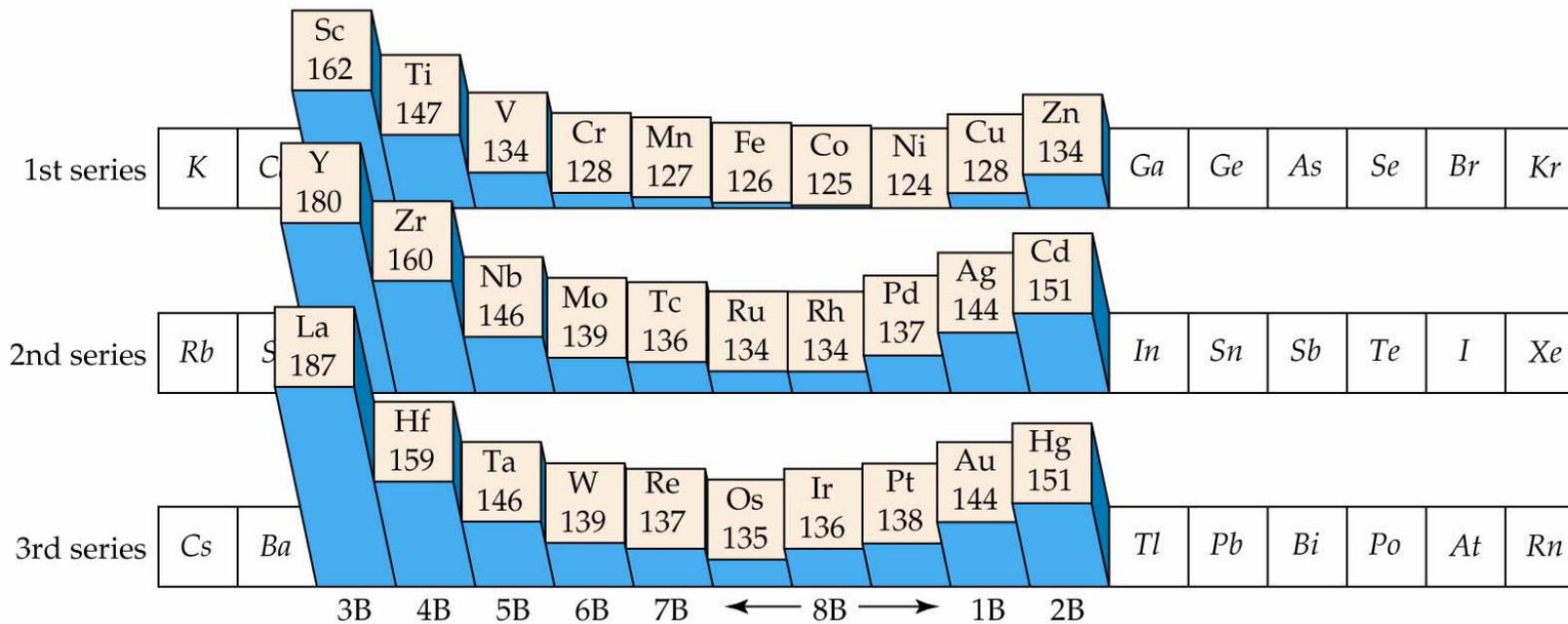
Selected Properties of First-Series Transition Elements

Group:	3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B
Element:	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Valence electron configuration										
M atom	$3d^1 4s^2$	$3d^2 4s^2$	$3d^3 4s^2$	$3d^5 4s^1$	$3d^5 4s^2$	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$	$3d^8 4s^2$	$3d^{10} 4s^1$	$3d^{10} 4s^2$
$M^{2+}$ ion		$3d^2$	$3d^3$	$3d^4$	$3d^5$	$3d^6$	$3d^7$	$3d^8$	$3d^9$	$3d^{10}$
$M^{3+}$ ion	$3d^0$	$3d^1$	$3d^2$	$3d^3$	$3d^4$	$3d^5$	$3d^6$			
Elec. conductivity*	3	4	8	11	1	17	24	24	96	27
Melting point (°C)	1541	1668	1910	1907	1246	1538	1495	1455	1085	420
Boiling point (°C)	2836	3287	3407	2671	2061	2861	2927	2913	2562	907
Density (g/cm <sup>3</sup> )	2.99	4.51	6.0	7.15	7.3	7.87	8.86	8.90	8.96	7.14
Atomic radius (pm)	162	147	134	128	127	126	125	124	128	134
$E_i$ (kJ/mol) <sup>†</sup>										
First	631	658	650	653	717	759	758	737	745	906
Second	1235	1310	1414	1592	1509	1561	1646	1753	1958	1733
Third	2389	2652	2828	2987	3248	2957	3232	3393	3554	3833

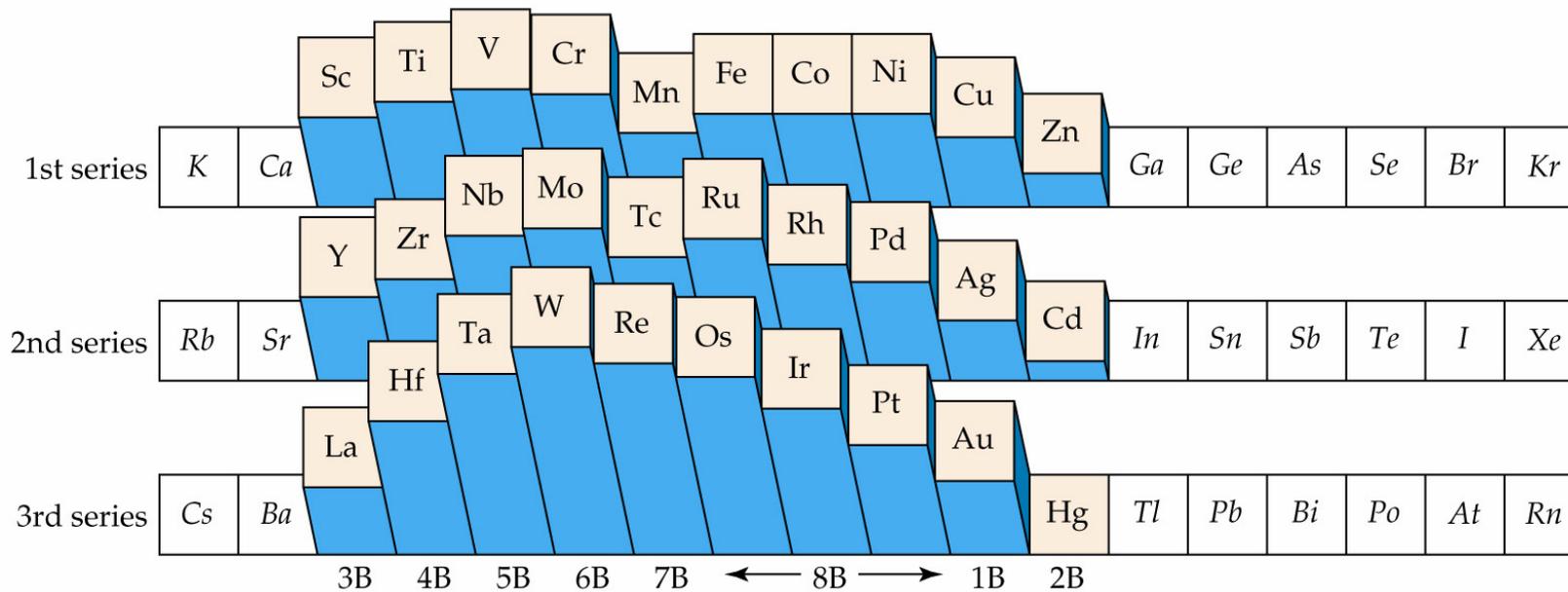
\*Electrical conductivity relative to an arbitrary value of 100 for silver

<sup>†</sup>Ionization energy

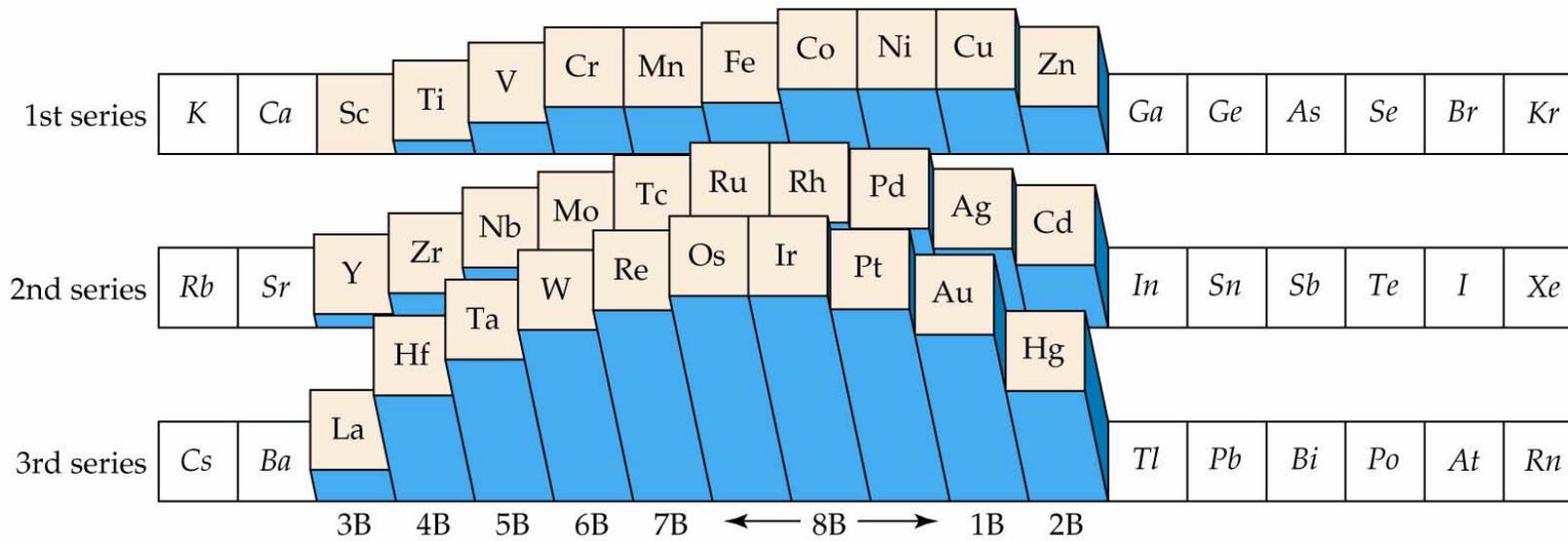
# Atomradien der Übergangsmetall-Elemente



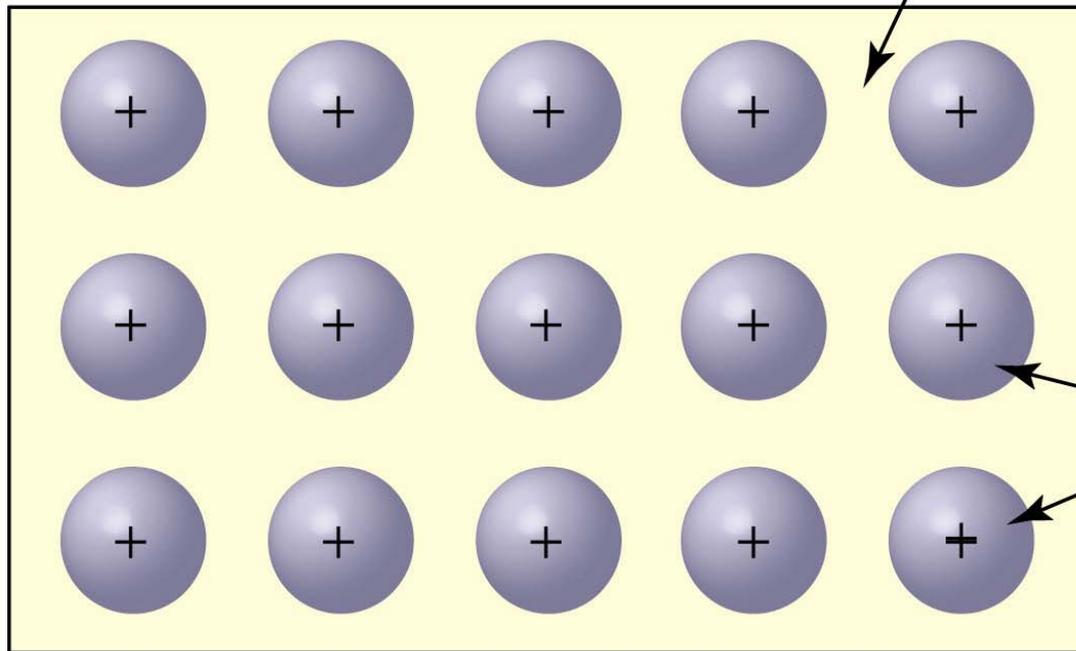
# Schmelzpunkte der Übergangsmetall-Elemente



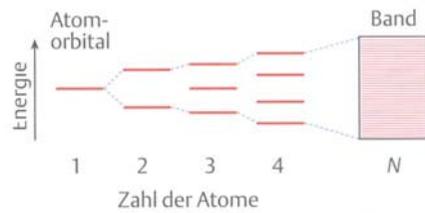
# Dichten der Übergangsmetall-Elemente



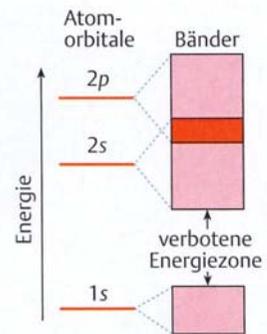
Sea of delocalized, mobile  
valence electrons



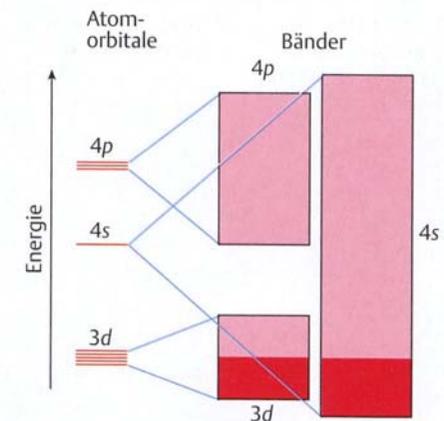
Cations in an  
ordered array



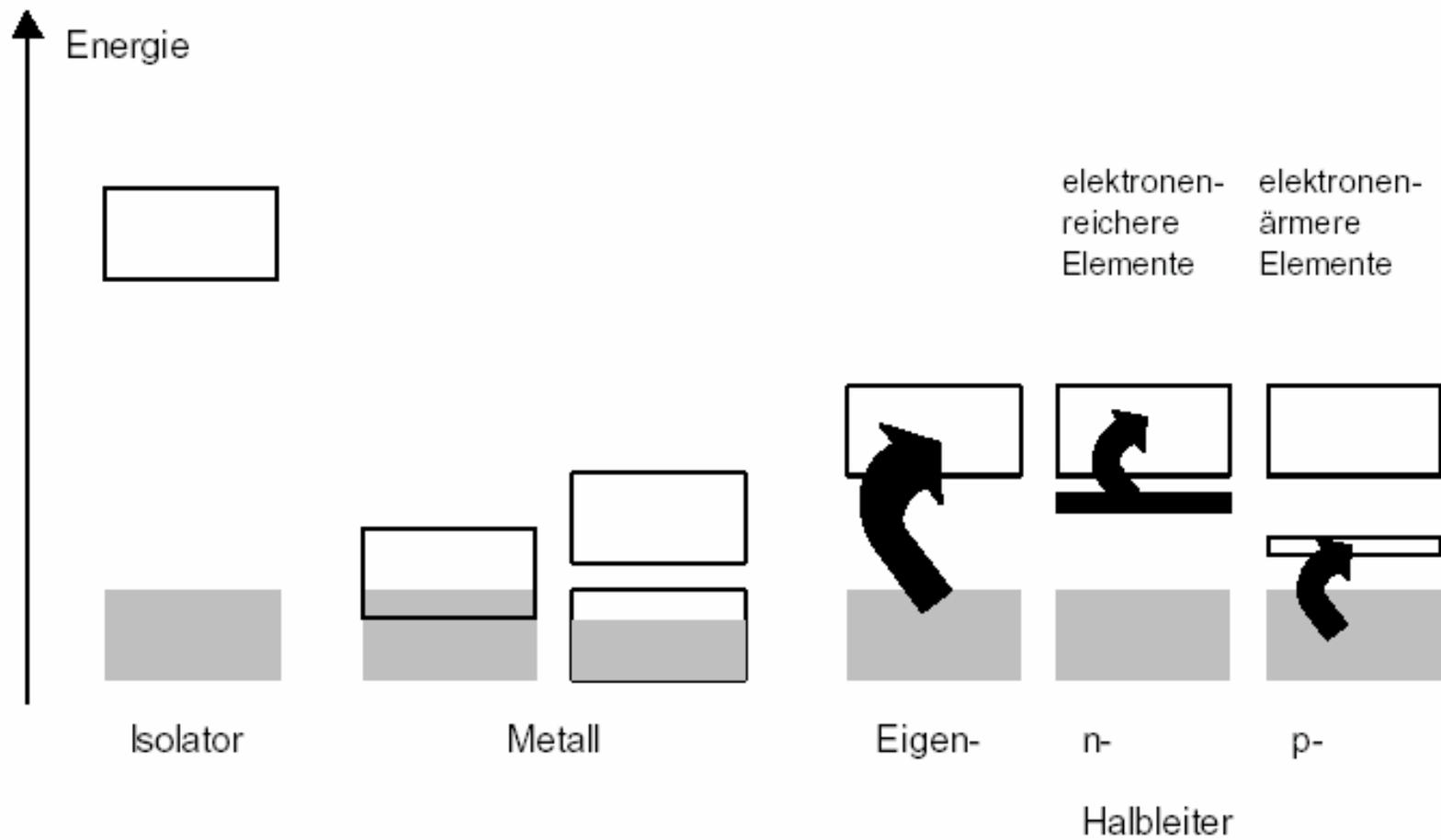
27.1 Entstehung eines Bandes durch die Wechselwirkung der 2s-Orbitale von Lithium-Atomen



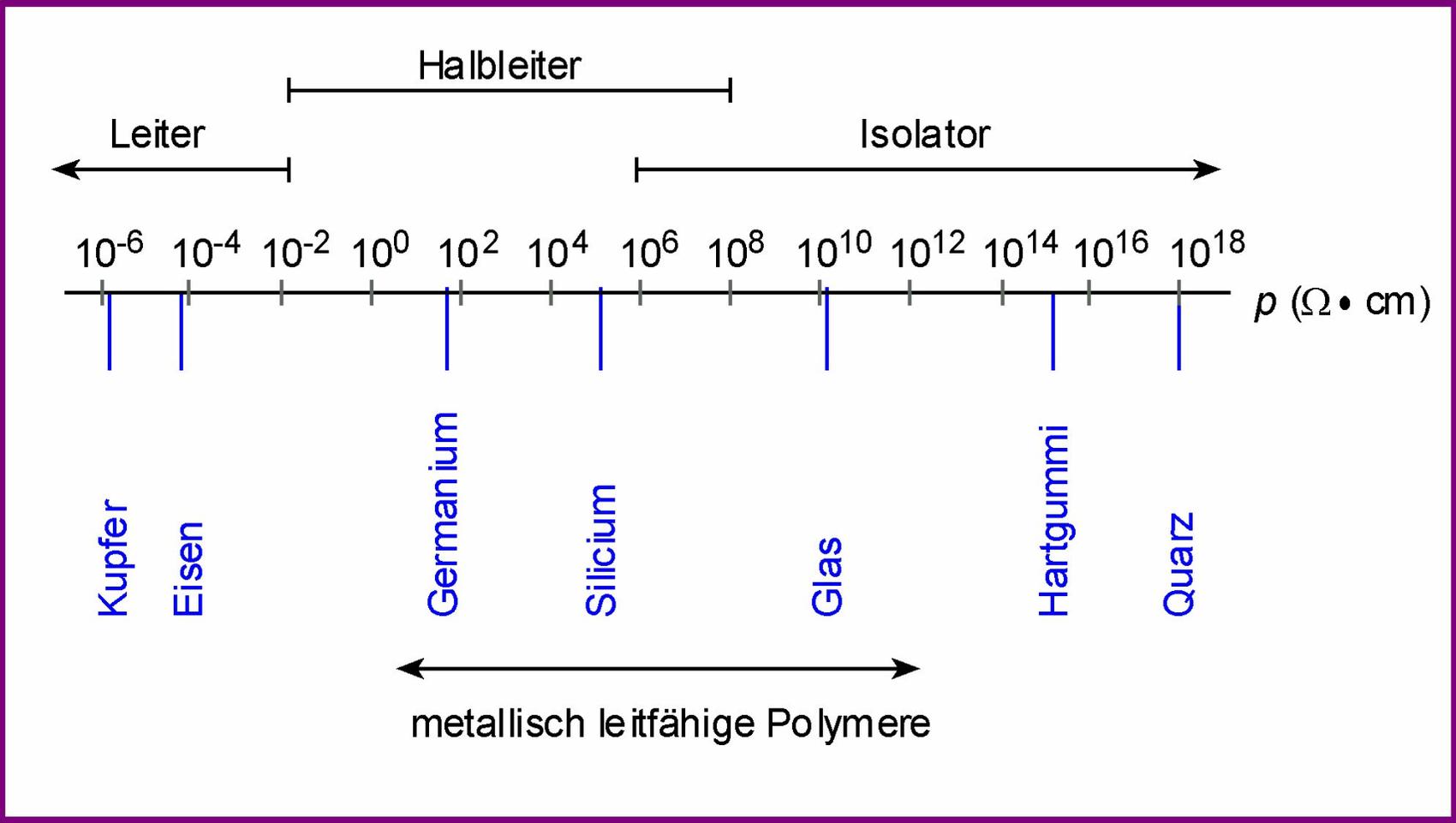
27.2 Überschneidung des 2s- und des 2p-Bandes im metallischen Lithium

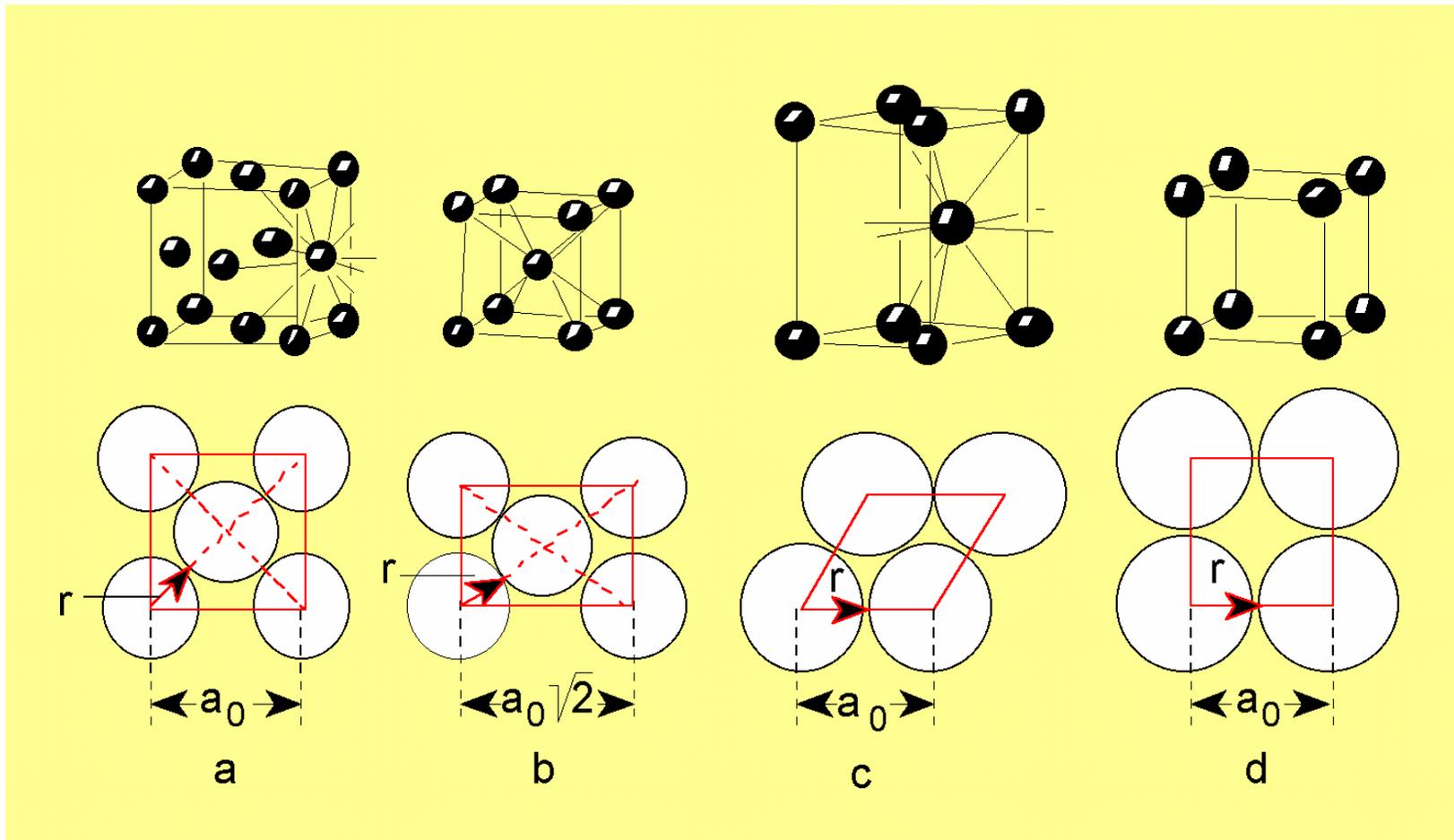


27.6 Bänder bei Elementen der 4. Periode. Dunkle Farbe markiert den besetzten Bereich bei 6 Valenzelektronen pro Atom (im 3d-Band sind die einzelnen Energieniveaus erheblich dichter gedrängt als im 4s-Band, es kann 5mal so viele Elektronen aufnehmen).



Bänderdiagramme für drei verschiedene Typen von Festkörpern





a = kubisch-dichte = kubisch-flächenzentrierte Kugelpackung (Cu, Ag, Au)

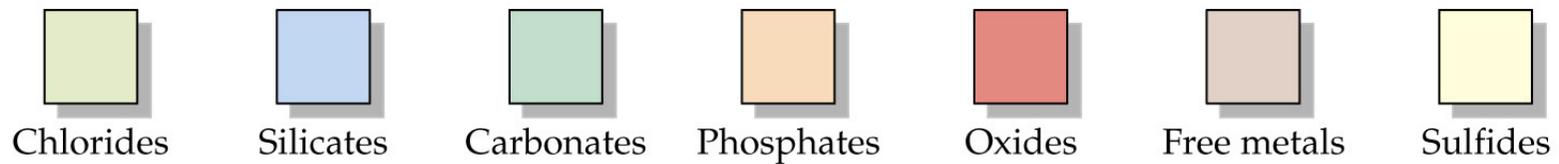
b = kubisch-innenzentriert = kubisch-raumzentrierte Kugelpackung (Fe, W, Alkalimetalle)

c = hexagonal-dichte = (Mg, Ti, Zn)

d = kubisch-primitiv, geringe Dichte, nur bei einer Polonium-Modifikation bekannt

# Vorkommen der Metalle in der Natur

1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A
Li	Be																
Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	8B		1B	2B	Al						
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga					
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn				
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi			

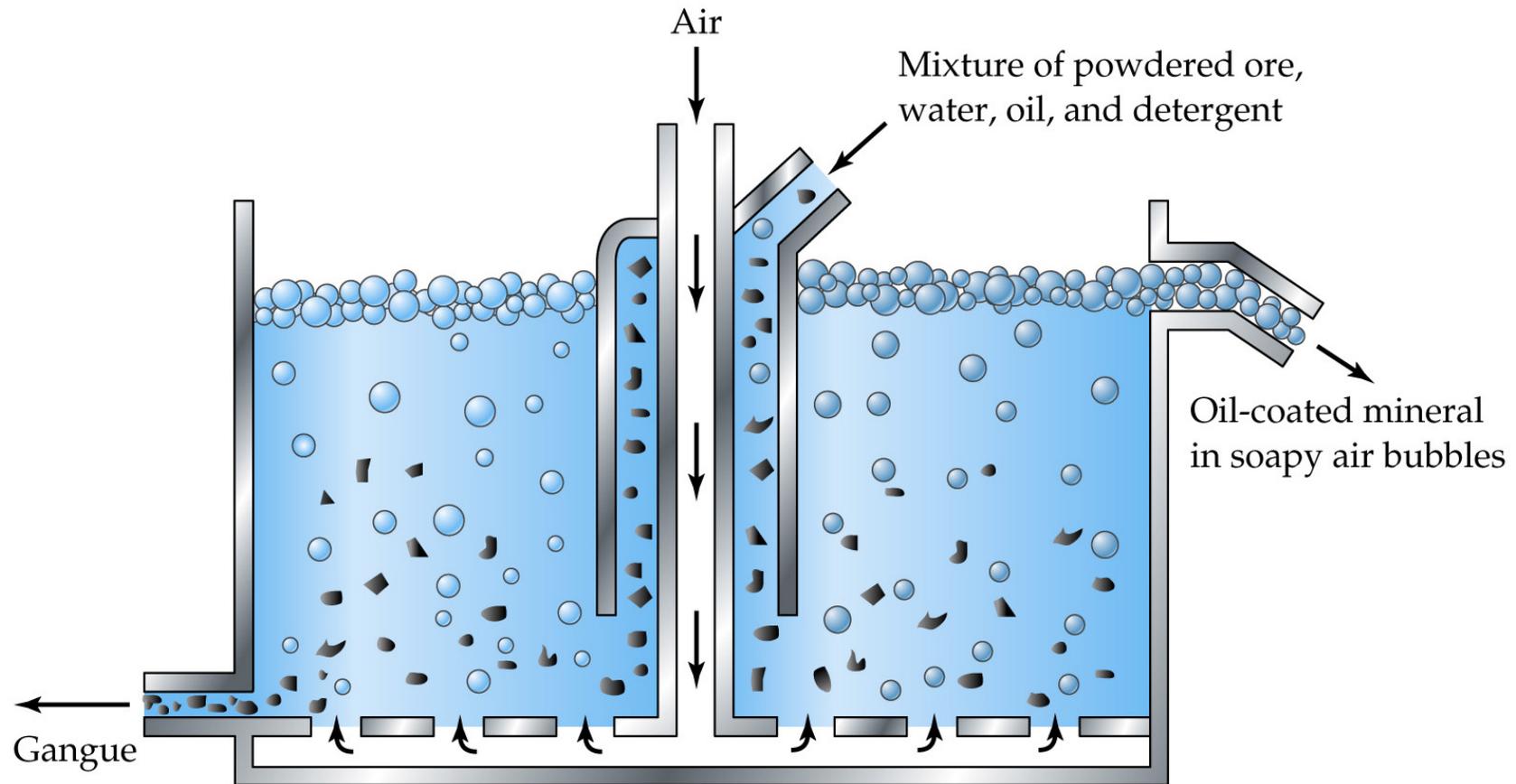


**TABLE 21.1**

Principal Ores of Some Important Metals

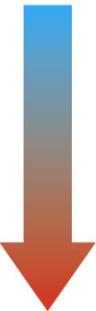
<b>Metal</b>	<b>Ore</b>	<b>Formula</b>	<b>Location of Important Deposits</b>
Aluminum	Bauxite	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x \text{H}_2\text{O}$	Australia, Brazil, Jamaica
Chromium	Chromite	$\text{FeCr}_2\text{O}_4$	Russia, South Africa
Copper	Chalcopyrite	$\text{CuFeS}_2$	U.S., Chile, Canada
Iron	Hematite	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	Australia, Ukraine, U.S.
Lead	Galena	$\text{PbS}$	U.S., Australia, Canada
Manganese	Pyrolusite	$\text{MnO}_2$	Russia, Gabon, South Africa
Mercury	Cinnabar	$\text{HgS}$	Spain, Algeria, Mexico
Tin	Cassiterite	$\text{SnO}_2$	Malaysia, Bolivia
Titanium	Rutile	$\text{TiO}_2$	Australia
	Ilmenite	$\text{FeTiO}_3$	Canada, U.S., Australia
Zinc	Sphalerite	$\text{ZnS}$	U.S., Canada, Australia

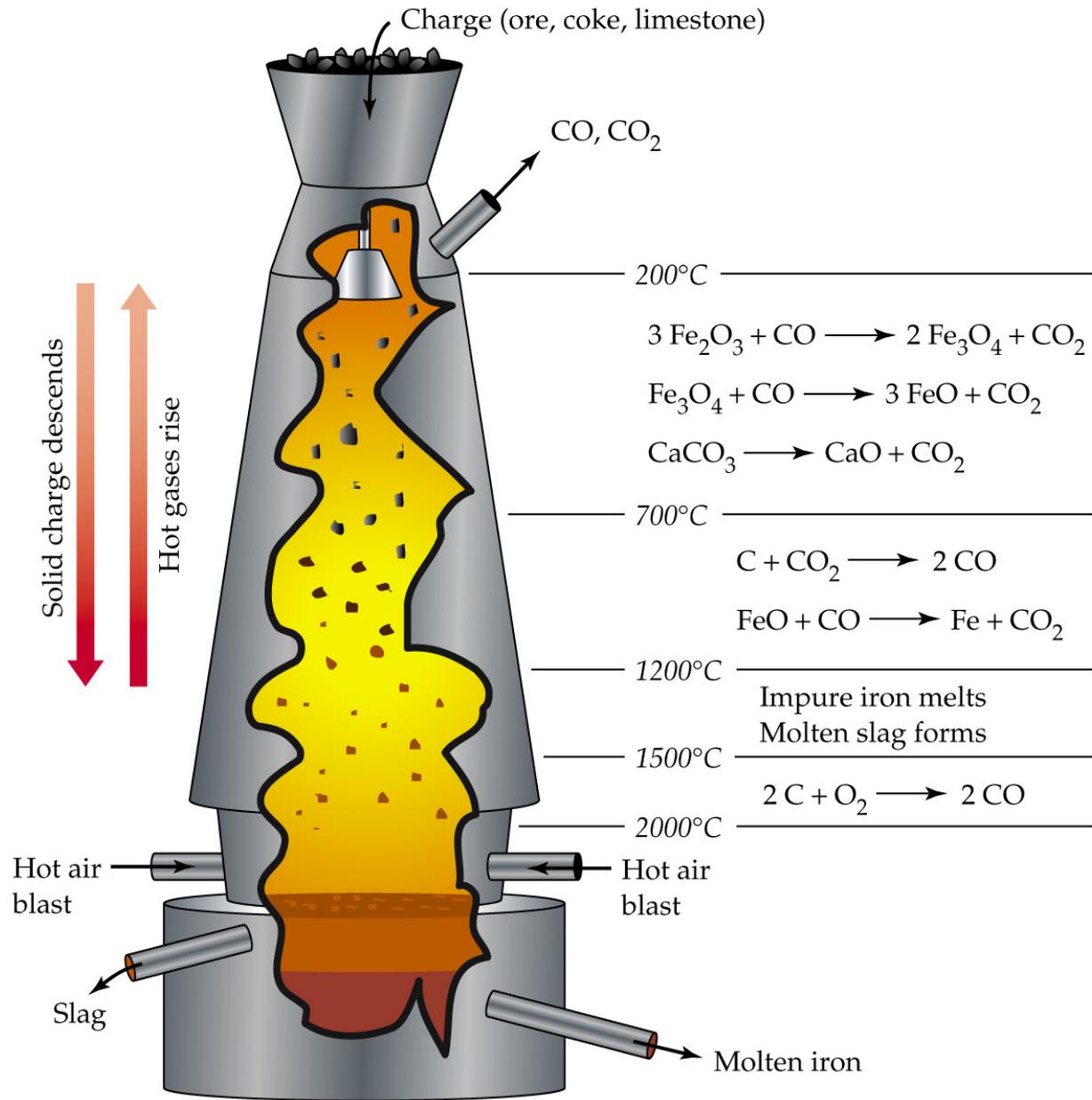
# Anreichern von Metallerzen: Flotation (Schaum- oder Schwimmaufbereitung)



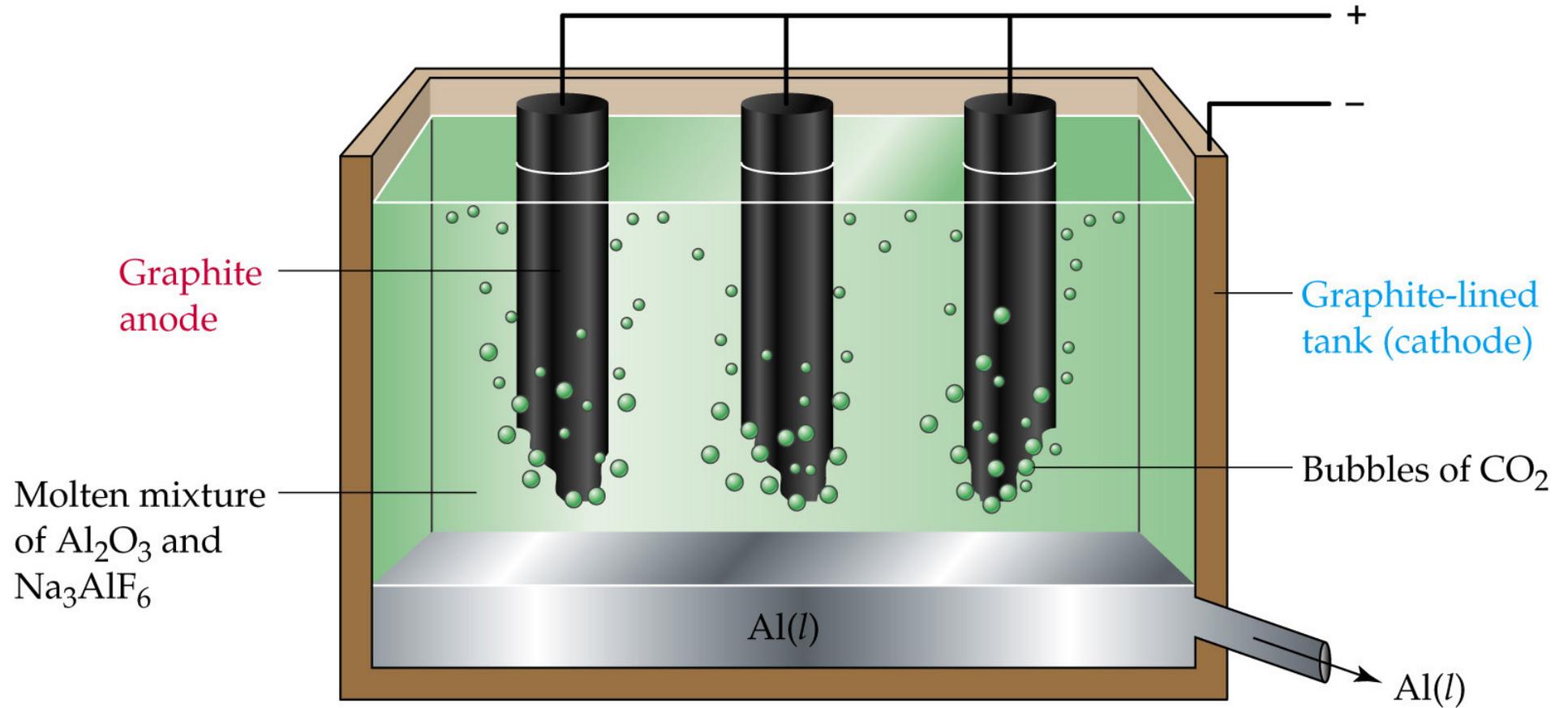
**TABLE 21.2**

Reduction Methods for Producing Some Common Metals

	<b>Metal</b>	<b>Reduction Method</b>
Least active	Au, Pt	None; found in nature as the free metal
	Cu, Ag, Hg	Roasting of the metal sulfide
	V, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn, W, Pb	Reduction of the metal oxide with carbon, hydrogen, or a more active metal
	Al	Electrolysis of molten $\text{Al}_2\text{O}_3$ in cryolite
	Most active	Li, Na, Mg



# Herstellung von Al durch Elektrolyse



Metall	Verwendung
Y/Co, Sm/Co Legierungen	Permanentmagnete
Ce	Feuersteine
Ti	Flugzeug- und Raketenbau, Stahl
Zr	Reaktorbau, Stahl
V, Nb, Ta	Stahl
Ta	Chirurgische Instrumente
Cr	Stahl, Rostschutzüberzug, Turbinenbau
Mo	Stahl
W	Glühdrähte
Mn	Stahl
Fe	Werkstoff, Stahl, Magnete
Co	Legierungen
Ni	Stahl, Legierungen, Batterien, Rostschutz-Überzüge, Münzen, Katalysator
Rh	Spiegel
Pd	Katalysatoren
Pt	Katalysator, chemische Geräte, Schmuck
Cu	Elektrische Leitungen, Werkstoff, Legierungen (Bronze, Messing)
Ag	Spiegel, Besteck, Schmuck, Zahnfüllungen
Au	Elektrische Kontakte, Schmuck, Zahnfüllungen
Zn	Rostschutzüberzug, Batterien, Legierungen
Cd	Rostschutzüberzug, Batterien
Hg	Thermometerfüllung, Zahnfüllungen

Verbindung	Verwendung
$Y_2O_2S$ (Eu-dotiert)	roter Leuchtstoff in Fernsehröhren
$Y_2O_3$ (Tb-dotiert)	blauer und grüner Leuchtstoff in Fernsehröhren
Ba-Y-Cuprate	Supraleiter (schon bei vergleichsweise hoher Temperatur)
$UO_2$	Kernreaktorbrennstoff
$TiO_2$	Weißpigment
$ZrO_2$	Hochleistungskeramik
$Cr_2O_3$	Grünpigment, Einfärben von Glas (grün)
$CrO_2$	Magnetbänder
$PbCrO_4$	Gelbpigment
$CrSO_4(OH)$	Gerbung von Leder
$MoS_2$	Schmiermittel
WC	Schneidwerkzeuge
$MnO_2$	Trockenbatterien
$Fe_2O_3$	Rotbraun-Pigment, Einfärben von Glas (braun),
$Fe_3O_4$	Rotbraun-Pigment, Einfärben von Glas (braun), Magnetbänder
$Fe_3O_4$	Schwarzpigment
$KFe[Fe(CN)_6]$	Blaupigment (Berliner Blau)
CoO	Einfärben von Glas (blau)
$PdCl_2$	Katalysator,
$cis-Pt(NH_3)_2Cl_2$	Krebstherapie
AgBr	Photographie
ZnS	Leuchtstoff in Kathodenstrahlröhren
CdS	Gelbpigment

# Prinzip und Bau einer Quecksilber-Batterie

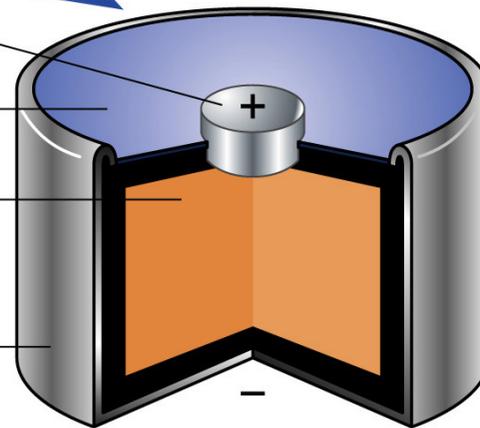


Steel (cathode)

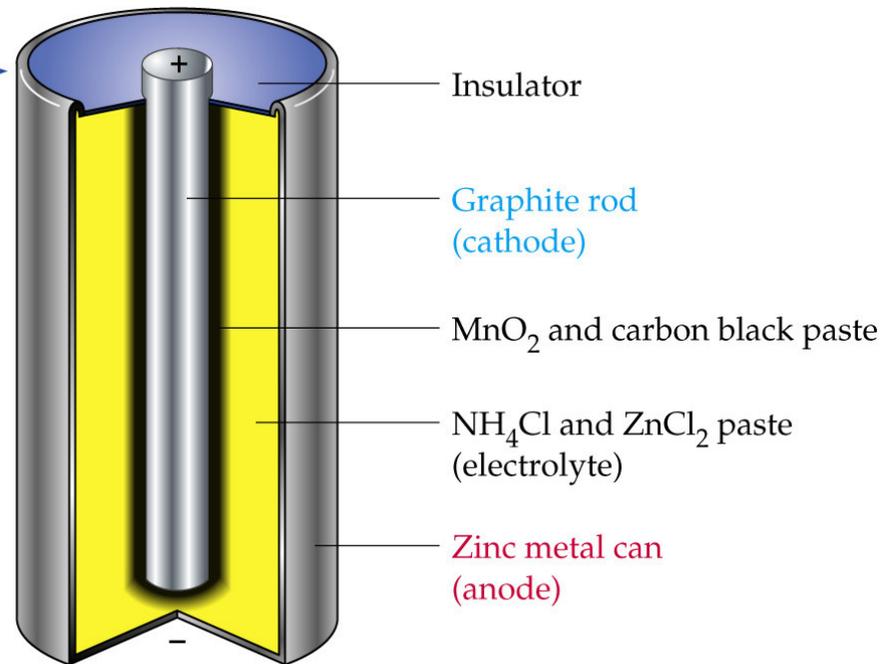
Insulator

HgO in KOH  
and Zn(OH)<sub>2</sub>

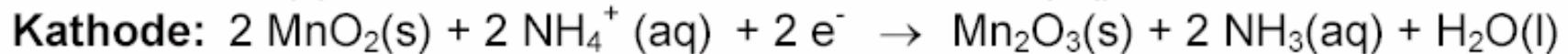
Zinc container  
(anode)



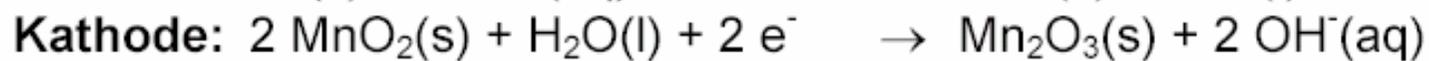
# Prinzip und Bau einer Zink-Kohle-Batterie



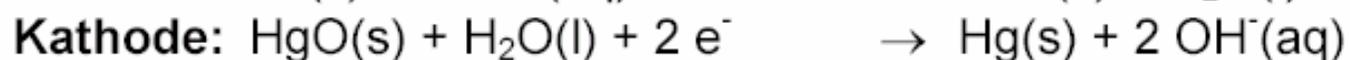
### Zink-Kohle-Batterie (George Leclanché, 1866)



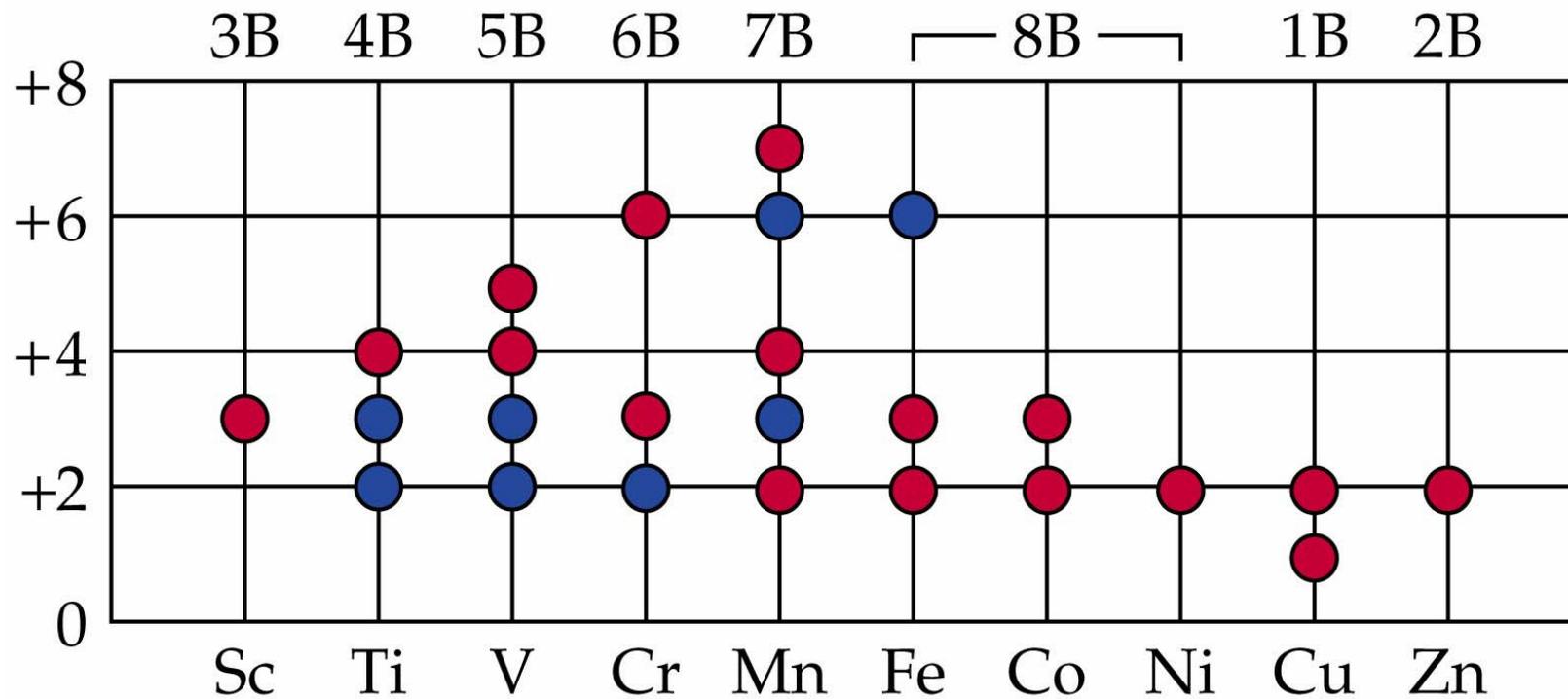
### Zink-Kohle-Batterie (alkalisch)



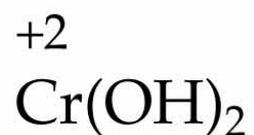
### Quecksilber-Batterie



# Oxidationszahlen der Verbindungen der Übergangsmetall-Elemente



Verbindungen des Chroms:  
basische – saure Eigenschaften



Basic



Amphoteric



Acidic

————— Increasing strength as a proton donor —————>

**TABLE 20.3****Chromium Species in Common Oxidation States**

	<b>Oxidation State</b>				
	<b>+ 2</b>		<b>+ 3</b>		<b>+ 6</b>
<b>Acidic solution:</b>	$\text{Cr}^{2+}(aq)$ Chromium(II) ion (Chromous ion) Blue	$\xrightarrow{+0.41 \text{ V}}$	$\text{Cr}^{3+}(aq)$ Chromium(III) ion (Chromic ion) Violet	$\xleftarrow{+1.33 \text{ V}}$	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq)$ Dichromate ion Orange
<b>Basic solution:</b>	$\text{Cr}(\text{OH})_2(s)$ Light blue		$\text{Cr}(\text{OH})_3(s)$ Pale green  $\text{Cr}(\text{OH})_4^-(aq)$ Chromite ion Deep green	$\xleftarrow{-0.13 \text{ V}}$	$\text{CrO}_4^{2-}(aq)$ Chromate ion Yellow