

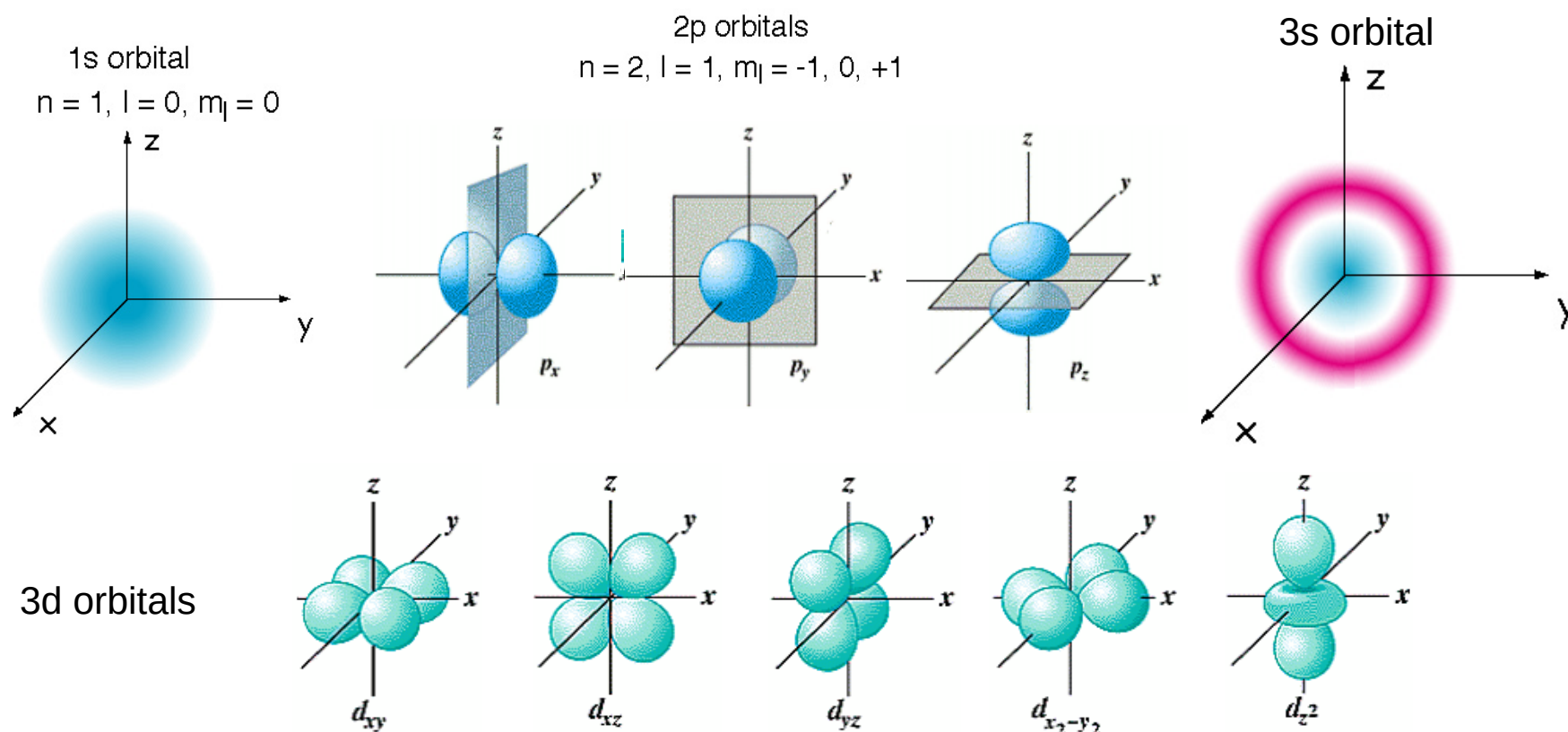
Wiederholung der letzten Vorlesungsstunde:

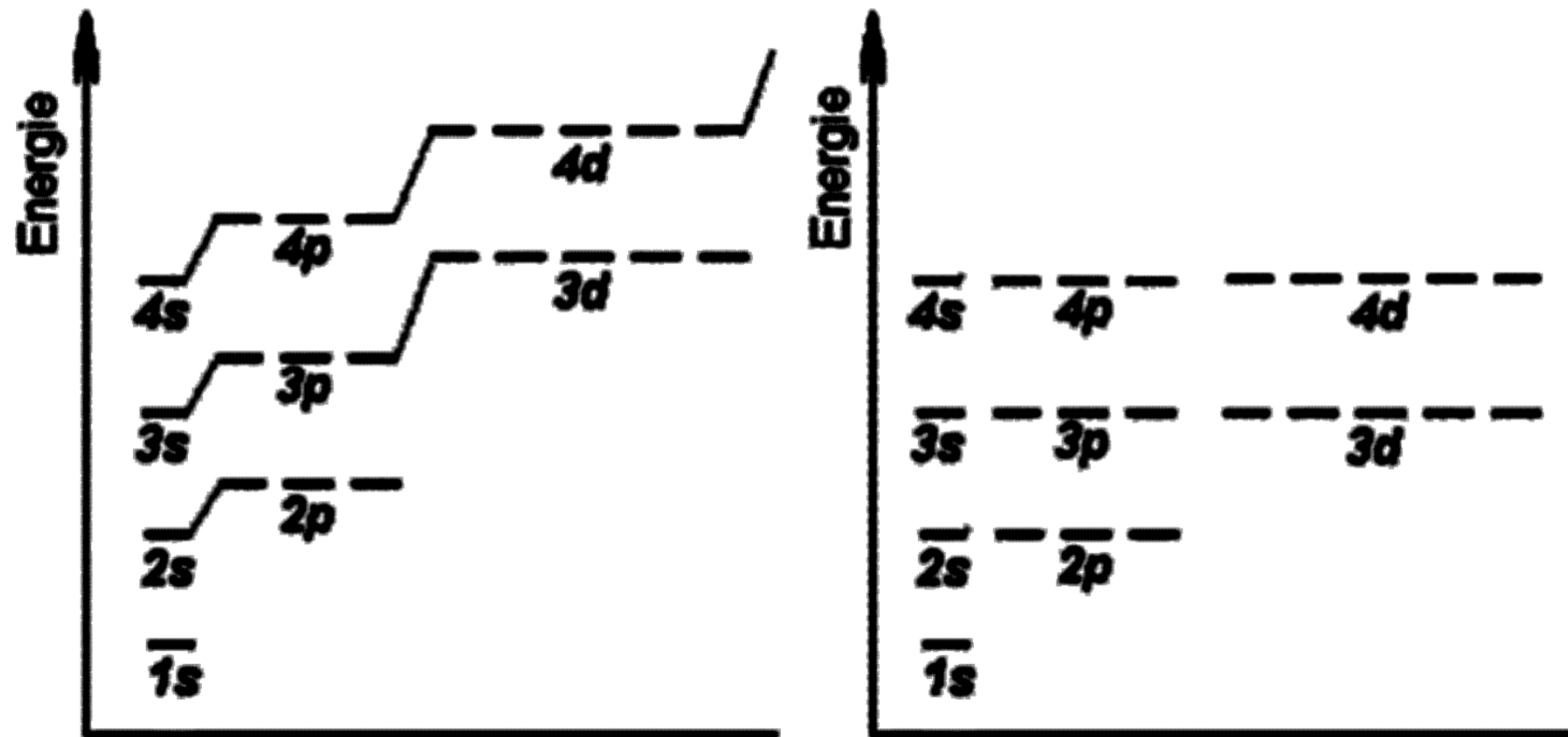
Stern-Gerlach-Versuch, Orbitalmodell, Heisenberg'sche Unschärferelation, Schrödinger Gleichung, Zustände der Elektronen sind Orbitale, die durch 4 Quantenzahlen beschrieben werden, Hauptquantenzahl n , Nebenquantenzahl l , magnetische Quantenzahl m und Spinquantenzahl s . Energetische Abfolge der Orbitale, Pauli-Prinzip, Hund'sche Regel

Thema heute: Das wellenmechanische Atommodell (Orbitalmodell), Das Periodensystem der Elemente



Orbitale sind Elektronenzustände in einem Atom (quantenmechanisch gekennzeichnet durch die Quantenzahlen n , m , l)





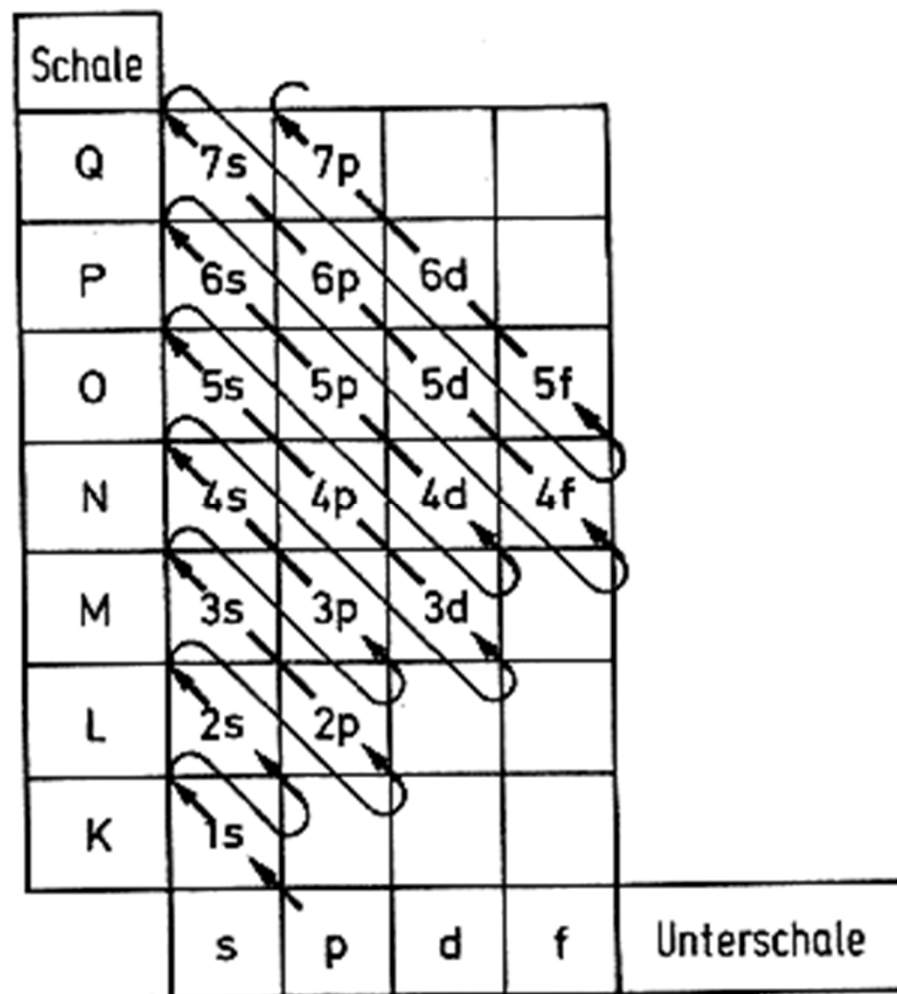
Termschema, links: Mehrelektronensystem, rechts: Wasserstoffatom



n	l		Orbital	m	s	Zahl der Elektronen, die untergebracht werden können		
1	0		1s	0	$\pm\frac{1}{2}$	2	}	2
2	0		2s	0	$\pm\frac{1}{2}$	2	}	8
2	1		2p	-1, 0, +1	3 x $\pm\frac{1}{2}$	6		
3	0		3s	0	$\pm\frac{1}{2}$	2	}	18
3	1		3p	-1, 0, +1	3 x $\pm\frac{1}{2}$	6		
3	2		3d	-2, -1, 0, +1, +2	5 x $\pm\frac{1}{2}$	10		
4	0		4s	0	$\pm\frac{1}{2}$	2	}	32
4	1		4p	-1, 0, +1	3 x $\pm\frac{1}{2}$	6		
4	2		4d	-2, -1, 0, +1, +2	5 x $\pm\frac{1}{2}$	10		
4	3		4f	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7 x $\pm\frac{1}{2}$	14		

→ Pauli-Prinzip

 : $2n^2$



Das Periodensystem der Elemente (PSE)

Die tabellarische Zusammenstellung der Elemente nach steigender Protonenzahl (Ordnungszahl) heißt Periodensystem der Elemente (PSE). Elemente, die eine analoge Elektronenkonfiguration der äußeren Schale (Valenzschale) besitzen, haben ähnliche Eigenschaften und bilden die Gruppen des PSE.

Die periodische Wiederholung analoger Elektronenkonfigurationen ist bedingt durch die Besetzung der verschiedenen Quantenzustände mit Elektronen und führt zu den verschiedenen Perioden wachsender Länge (2, 8, 18, 32).

		Elementzahl
<u>Hauptgruppen:</u>	Aufbau der s- und p-Niveaus	2 oder 8
<u>Nebengruppen:</u>	Aufbau der d-Niveaus	10
<u>Lanthanoide u. Actinoide:</u>	Aufbau der f-Niveaus:	14

Historische Gesichtspunkte:

Entdeckung des PSE durch systematische Erforschung der Periodizität chemischer und physikalischer Eigenschaften der Elemente.

1829	Döbereiner	„Triaden“ (Cl, Br, I bzw. Ca, Sr, Ba)
1869	Meyer	„Atomvolumina“
1869	Mendelejew	„Periodensystem“

Die genaue Kenntnis des PSE ist Voraussetzung für systematisches chemisches Arbeiten!



PSE von Mendelejew

Reihen	Gruppe I. - R^2O	Gruppe II. - RO	Gruppe III. - R^2O^3	Gruppe IV. RH^4 RO^2	Gruppe V. RH^3 R^2O^5	Gruppe VI. RH^2 RO^3	Gruppe VII. RH R^2O^7	Gruppe VIII. - RO^4
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	- = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	- = 68	- = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	- = 100	Ru=104, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	Ag = 108	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	
10	-	-	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	-	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	-	-	-
12	-	-	-	Th = 231	-	U = 240	-	



Voraussagen von Mendelejew über bis dahin unbekannte Elemente:

Element	Atommasse (g · mol ⁻¹)	Dichte (g · cm ⁻³)	Oxid	Chlorid
Eka-Silicium	72	5,5	EsO ₂	EsCl ₄
Germanium	72,3	5,47	GeO ₂	GeCl ₄

Das Periodensystem: Begriffe und Einteilungen

- Anordnung der Elemente nach steigender Ordnungszahl
- Periodische Wiederholung von Eigenschaften, physikalischen (z.B. Atomvolumen) oder chemischen (z.B. Verhalten gegen H₂O u.a.)



Hauptgruppen																			Hauptgruppen					
																			Gruppen					
1	H																		He					
2	Li	Be															B	C	N	O	F	Ne		
3	Na	Mg															Al	Si	P	S	Cl	Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr						
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe						
6	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn						
7	Fr	Ra		Ru	Ha																			
Lanthaniden			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu							
Actiniden			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr							



Alkalimetalle		Uebergangsmetalle										Borgruppe	Kohlenstoffgruppe	Stickstoffgruppe	Chalkogene	Halogene	Edelgase
I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII
1	2											13	14	15	16	17	18
1 H	2 He											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3 Li	4 Be											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
11 Na	12 Mg	3 Sc	4 Ti	5 V	6 Cr	7 Mn	8 Fe	9 Co	10 Ni	11 Cu	12 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg						
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Unq	105 Unp	106 Unh	107 Uns	108 Une										

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



Periodensystem der Elemente (PSE)

IA Gruppenbezeichnung nach Chemical Abstracts Service (CAS) bis 1986																		VIIIA	
1 IUPAC - Empfehlung 1986																		18	
1	1 H 1,008												III A	IV A	VA	VIA	VII A	2 He 4,003	
		II A												13	14	15	16	17	
		2												5	6	7	8	9	10
2	3 Li 6,94	4 Be 9,01												13 B 10,81	14 C 12,01	15 N 14,01	16 O 16,00	17 F 19,00	18 Ne 20,18
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31	III B	IV B	VB	VIB	VII B	VIII		IB	IIB	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,07	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95		
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,39	31 Ga 72,61	32 Ge 69,72	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80	
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc* 98,91	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29	
6	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,09	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,20	83 Bi 208,98	84 Po* 208,98	85 At* 210,00	86 Rn* 222,02	
7	87 Fr* 223,02	88 Ra* 226,03	89 Ac* 227,03	104 Db ^Δ 261,11	105 Jl ^Δ 262,11	106 Rf ^Δ 263,11	107 Bh ^Δ 262,12	108 Hn ^Δ	109	110									
Lanthanoide			58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm* 146,92	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97			
Actinoide			90 Th* 232,04	91 Pa* 231,04	92 U* 238,03	93 Np* 237,05	94 Pu* 244,06	95 Am* 243,06	96 Cm* 247,07	97 Bk* 247,09	98 Cf* 251,08	99 Es* 252,08	100 Fm* 257,10	101 Md* 258,10	102 No* 259,10	103 Lr* 260,11			

* Radioaktive Elemente; ^Δ Elementbezeichnung nach IUPAC-Empfehlung

Hauptgruppenelemente-Übergangsmetalle, „a-Gruppen“, „b-Gruppen“

Neueste IUPAC-Empfehlungen: Gruppe 1-18; Nachteil: keine Relation zur Zahl der Valenzelektronen



Elektronenkonfiguration der
ersten 36 Elemente
Ein Kästchen symbolisiert ein
Orbital, ein Pfeil ein Elektron,
die Pfeilrichtung die Spinrichtung
des Elektrons

Z	Element	K 1s	L 2s 2p	M 3s 3p 3d	N 4s 4p	Symbol	Periode
1	H	$\uparrow$				$1s^1$	1
2	He	$\uparrow\downarrow$				$1s^2$	
3	Li	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$			$[\text{He}]2s^1$	2
4	Be	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$			$[\text{He}]2s^2$	
5	B	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow$		$[\text{He}]2s^2 2p^1$	
6	C	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow$		$[\text{He}]2s^2 2p^2$	
7	N	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow\uparrow$		$[\text{He}]2s^2 2p^3$	
8	O	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow$		$[\text{He}]2s^2 2p^4$	
9	F	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow$		$[\text{He}]2s^2 2p^5$	
10	Ne	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$		$[\text{He}]2s^2 2p^6$	
11	Na	Neonkonfiguration [Ne]			$\uparrow$	$[\text{Ne}]3s^1$	3
12	Mg				$\uparrow\downarrow$	$[\text{Ne}]3s^2$	
13	Al				$\uparrow$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^1$	
14	Si				$\uparrow\uparrow$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^2$	
15	P				$\uparrow\uparrow\uparrow$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^3$	
16	S				$\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^4$	
17	Cl				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^5$	
18	Ar				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ne}]3s^2 3p^6$	
19	K	Argonkonfiguration [Ar]			$\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^1$	4
20	Ca				$\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^2$	
21	Sc				$\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^1$	
22	Ti				$\uparrow\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^2$	
23	V				$\uparrow\uparrow\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^3$	
24	*Cr				$\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^1 3d^5$	
25	Mn				$\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^5$	
26	Fe				$\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^6$	
27	Co				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^7$	
28	Ni				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\uparrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^8$	
29	*Cu				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^1 3d^{10}$	
30	Zn				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10}$	
31	Ga				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^1$	
32	Ge				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^2$	
33	As				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^3$	
34	Se				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^4$	
35	Br				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^5$	
36	Kr				$\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow\uparrow\downarrow$	$[\text{Ar}]4s^2 3d^{10} 4p^6$	

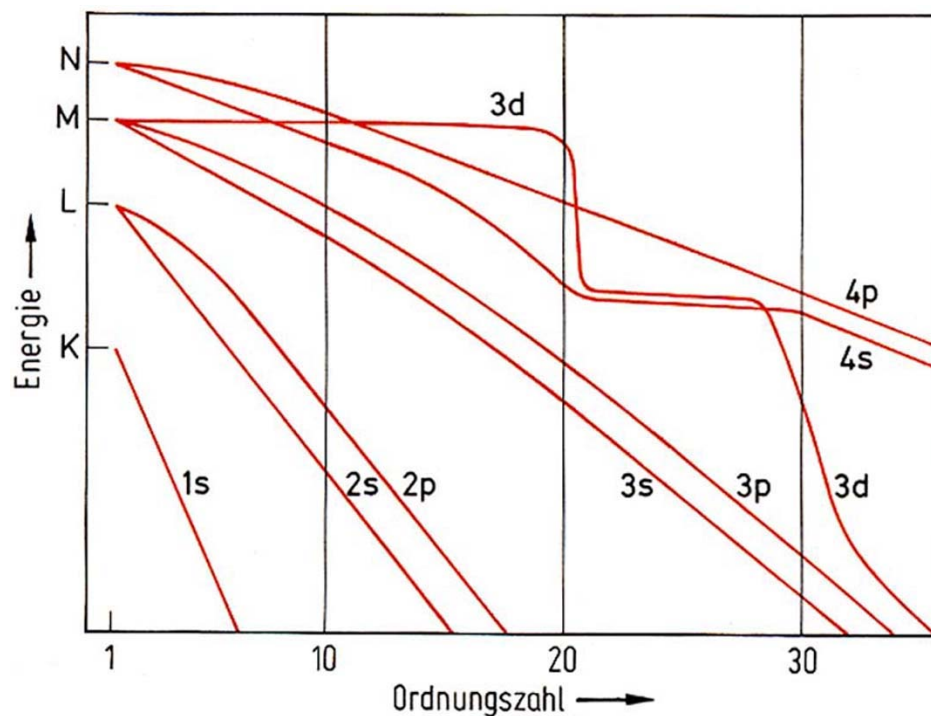


Schema zur Reihenfolge der
Besetzung von Unterschalen

Änderung der Energie der Unterschalen
mit wachsender Ordnungszahl

Schale				
Q	7s	7p		
P	6s	6p	6d	
O	5s	5p	5d	5f
N	4s	4p	4d	4f
M	3s	3p	3d	
L	2s	2p		
K	1s			
	s	p	d	f

Unterschale



Besonderheiten:

Nach den 4s- werden die 3d- Orbitale aufgefüllt (Sc – Zn) → Zn (Cd, Hg)
Diese verhalten sich wie Hauptgruppenelemente.

6s (Cs, Ba), dann 5d (nur La) dann 4f (Cer....Lu), nach den 14 Lanthaniden
werden die 5d-Orbitale (Hf....Hg) weiter aufgefüllt.

Besonders stabil: Halb- oder ganz gefüllte Schalen!

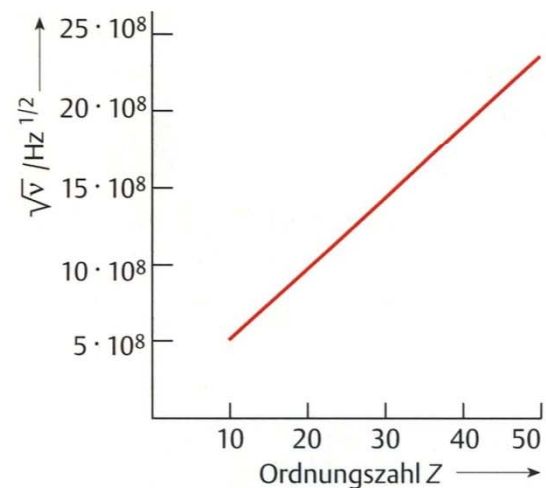
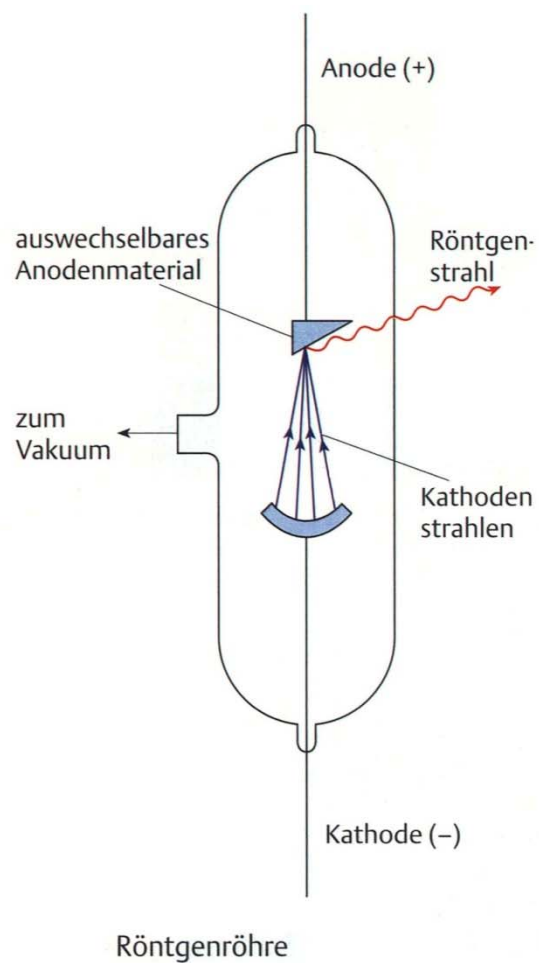
Cu (Ag, Au): nicht $3d^9 4s^2$ sondern $3d^{10} 4s^1$

Cr (Mo, W): nicht $3d^4 4s^2$ sondern $3d^5 4s^1$

weiterhin: f14 und f7 „Schalen“ besonders stabil.



Der experimentell Nachweis einer Ordnungszahl mit Hilfe von Röntgenstrahlung

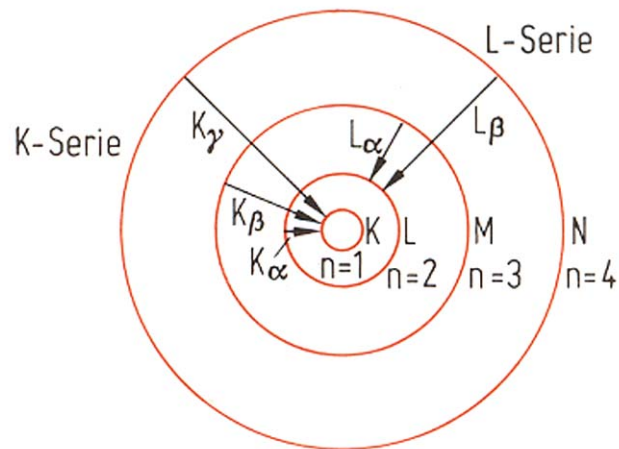


Zusammenhang zwischen Ordnungszahl und Frequenz von charakteristischen Linien im Röntgenspektrum



Diese experimentell meßbare Kurve wird durch das sog. Moseleysche Gesetz beschrieben:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{3}{4} R_{\infty} (Z - 1)^2$$



Mit:

R_{∞} = Rydberg-Konstante

Z = Ordnungszahl

λ = Wellenlänge der K_{α} -Linie



Trends innerhalb des PSE Metalle, Nichtmetalle, Halbmetalle (Zintl-Grenze)

																	18	
1	2												13	14	15	16	17	18
Li	Be												B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La ... * Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac ... ** Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Uuu	Uub							

*Lanthanoide

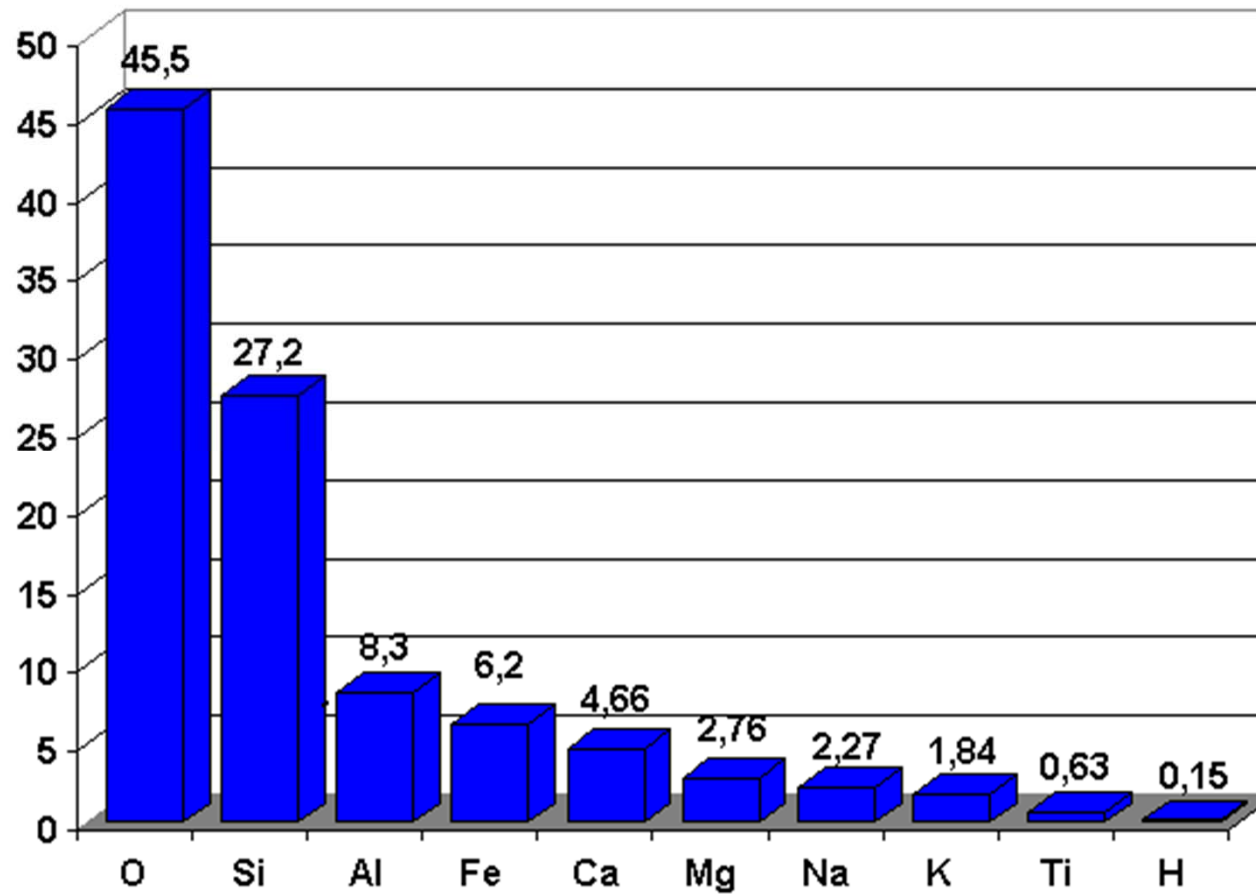
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

**Actinoide

Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----



Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste (Lithosphäre)



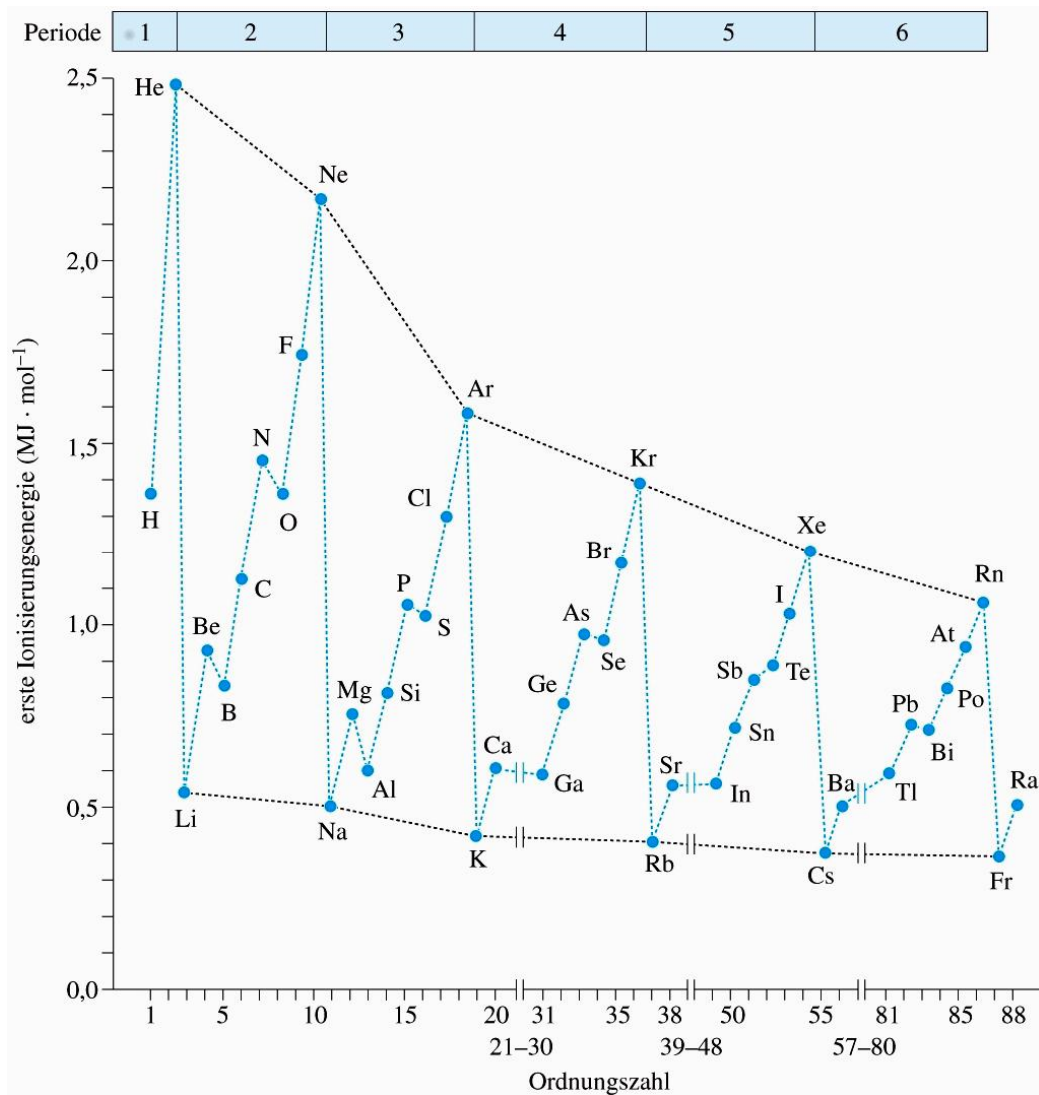
Periodizität chemischer und physikalischer Eigenschaften:

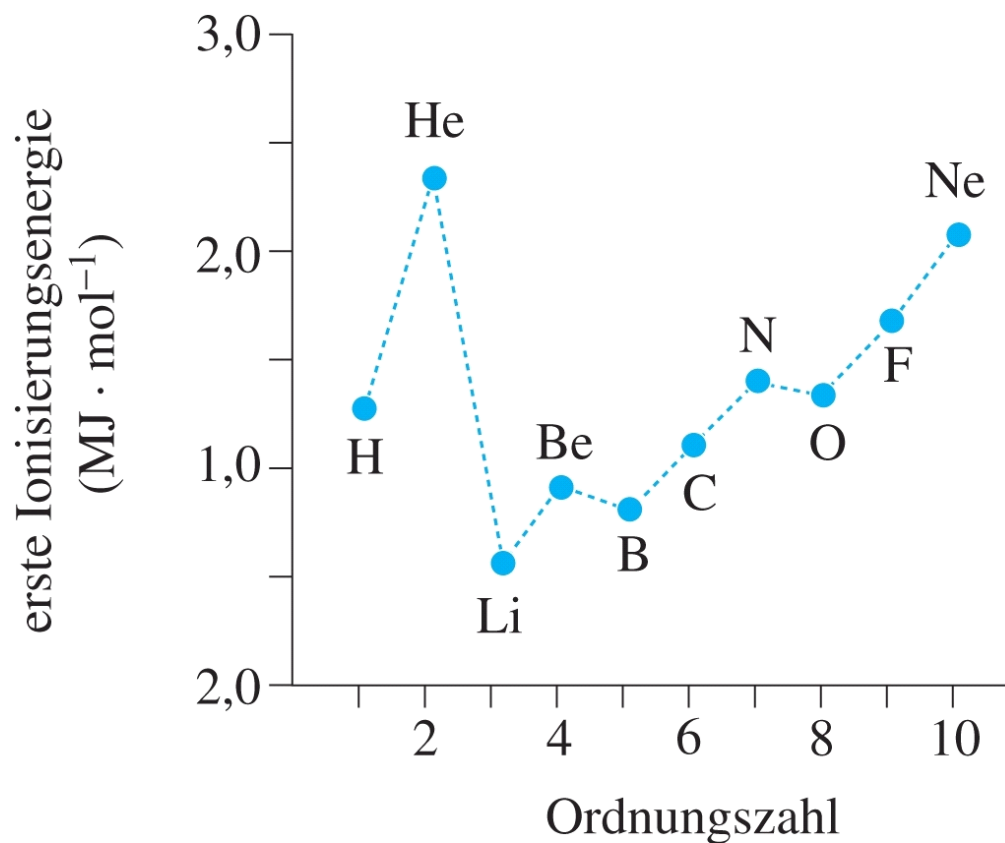
Ionisierungsenergie:

Erste Ionisationsenergie: Energie, die aufgebracht werden muss, um aus einem gasförmigen Atom das erste Elektron zu entfernen, wobei ein Kation $X^+(g)$ entsteht.

→ 2., 3., Ionisationsenergie.







Li	$1s^2 2s^1$
Be	$1s^2 2s^2$
B	$1s^2 2s^2 2p^1$
C	$1s^2 2s^2 2p^2$
N	$1s^2 2s^2 2p^3$
O	$1s^2 2s^2 2p^4$
F	$1s^2 2s^2 2p^5$
Ne	$1s^2 2s^2 2p^6$

**Voll-/halbbesetzte
Unterschalen:
besonders stabil.**



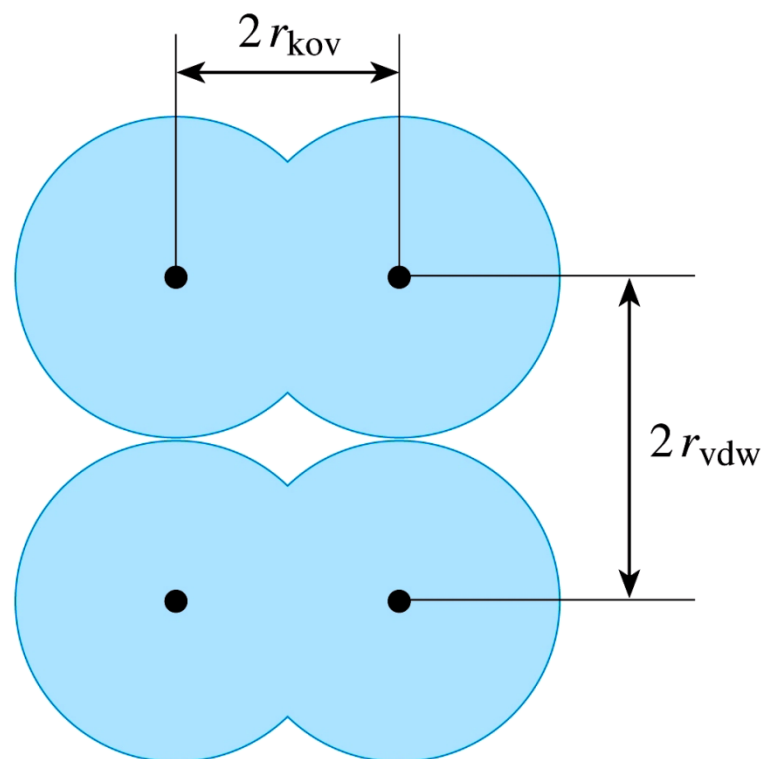
Atomradien (Kovalenzradien):

Aus den Atomabständen geeigneter Verbindungen bzw. Elemente

z.B. r_{C} aus $d_{\text{C-C}}$ (Diamant) = $1,54 \text{ \AA}$
= 154 pm

$r_{\text{C}} = 0,77 \text{ \AA} = 77 \text{ pm}$

(Für Einfachbindung!, $\text{C} = \text{C}$, $\text{C} \equiv \text{C}$ sind kürzer)



Atomradius r_A und Abschirmung

Tendenziell nimmt der Atomradius r_A (bei kovalenten Bindungen) von **links nach rechts** innerhalb einer Periode **ab**.

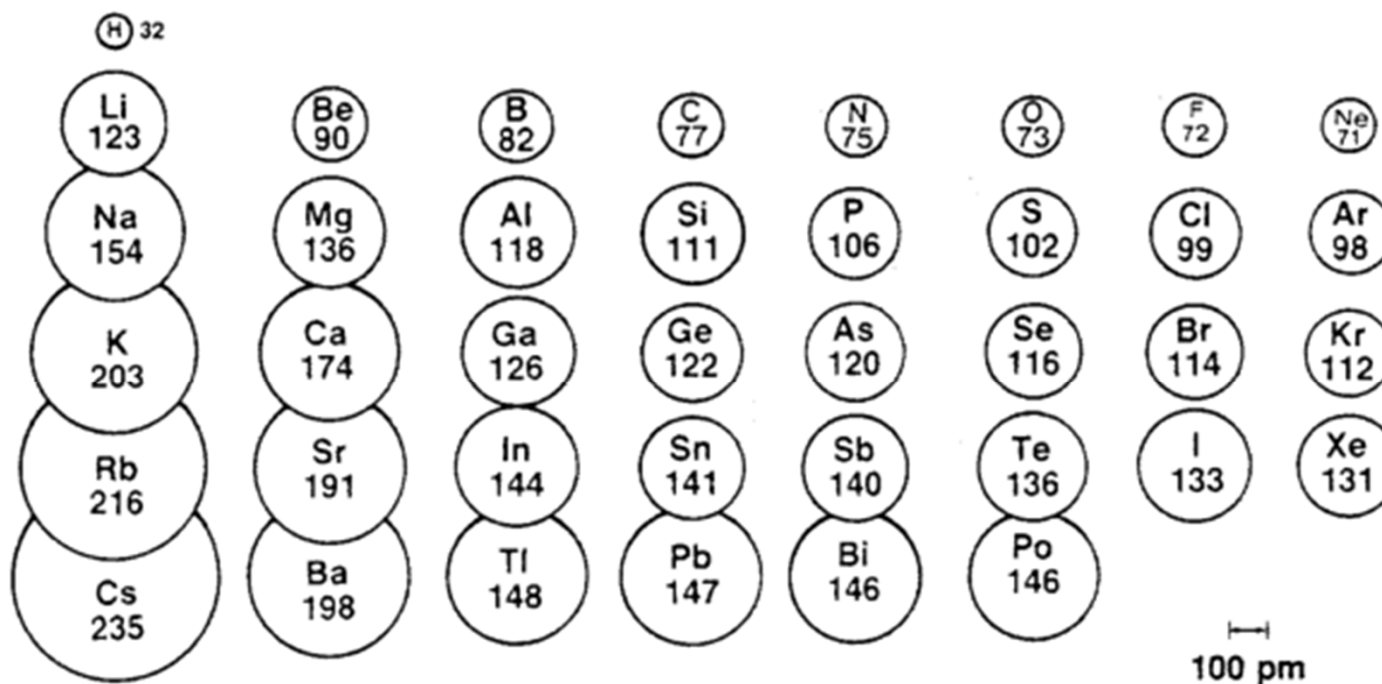
Dies lässt sich durch die zunehmende Abschirmung erklären. Abschirmung bedeutet, dass die Elektronen niedrigerer Schalen die positive Ladung des Kernes abschirmen und die weiter außen sitzenden Elektronen eine geringere Anziehung an den Kern erfahren.

Ionenradius r_i

(1) **Kationen** sind kleiner als ihre zugrunde liegenden Atome, da die Elektronen durch die erhöht positive Ladung stärker zum Kern gezogen werden.

(2) **Anionen** sind größer als ihre zugrunde liegenden Atome.

Trend im Periodensystem: Der Ionenradius r_i nimmt innerhalb einer Gruppe des Periodensystems zu. Dies hängt damit zusammen, dass in jeder Periode eine neue Schale begonnen wird.



Metallische oder kovalente Radien der Hauptgruppenelemente in pm (10^{-12} m)

Atomradien nehmen in den Gruppen des PSE von oben nach unten zu!
Atomradien nehmen in den Perioden des PSE von links nach rechts leicht ab!

Besonderheit: *Lanthanoidenkontraktion*

Lanthanoidenkontraktion

Radien der dreiwertigen Lanthanoidionen nehmen bei steigender Kernladungszahl stetig ab. Radius La^{3+} -Ion: 114 pm, Lu^{3+} 85 pm.

Anziehende Wirkung der Kernladung auf ein 4f-Elektron ist nur unvollständig durch die anderen Außenelektronen abgeschirmt. Daher führt die mit steigender Ordnungszahl zunehmende Kernladung zu einer festeren und engeren Bindung der Außenelektronen und somit zu einer Verkleinerung des Ionenradius.

Die große Ähnlichkeit ihren Ionenradien erklärt sowohl das gemeinsame Vorkommen der Lanthanoide in Mineralien als auch die Schwierigkeiten bei ihrer Trennung.

Auch außerhalb der Gruppe der Lanthanoide zeigen sich Auswirkungen der Lanthanoidenkontraktion:

Die Atom- und Ionenradien der 6d-Elemente, Hafnium bis Quecksilber sind fast identisch mit denen der leichteren 5d-Elemente, Zirkonium bis Cadmium.

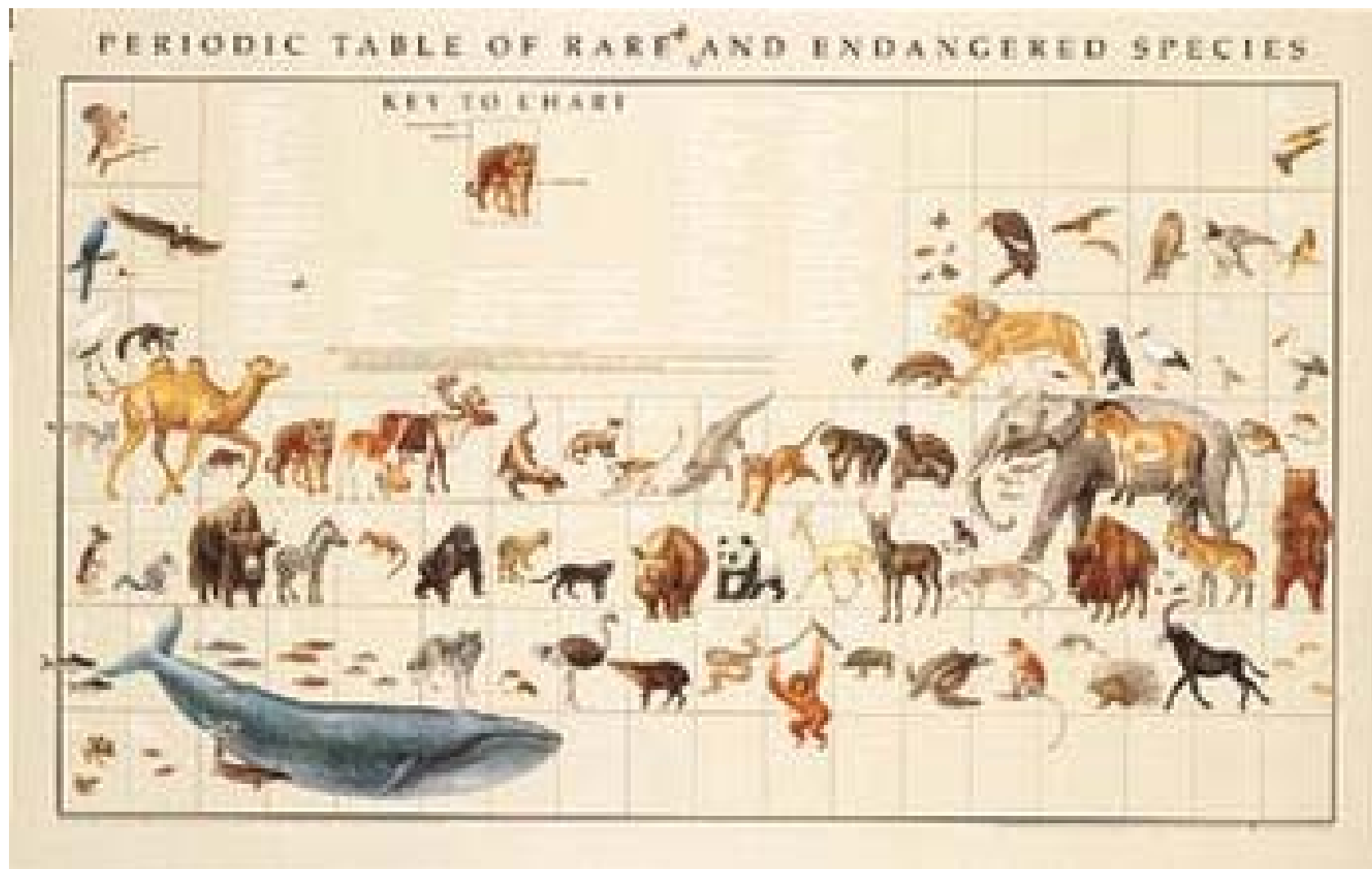
Damit sind sie deutlich kleiner, als man es aufgrund der Trends des Periodensystems erwarten würde. Folge: Schwierigkeiten bei der Trennung der Elemente.

Diese Probleme nehmen mit steigender Ordnungszahl ab, z. B. ist es sehr schwierig die Elementpaare Zirkonium und Hafnium oder Niob und Tantal zu trennen, die Auftrennung von Silber und Gold hingegen gelingt relativ einfach.

Die Tatsache, daß das Zirkonium wegen seiner geringen Tendenz zur Neutronenabsorption beim Bau von Atomreaktoren und Brennelementummantelungen verwendet wird, das Hafnium wegen seines ca. 600mal höheren Neutroneneinfangquerschnitts bei dieser Anwendung jedoch äußerst unerwünscht ist, zeigt die Bedeutung geeigneter Trennverfahren.



18 Ar Argon Atomic Weight 39.948 Density 1.784g/l Melting Point -189.3°C Boiling Point -186.3°C A noble gas, argon is inert and colorless until an electric current excites it to a rich sky-blue glow. As one of the least expensive noble gases, argon is often used as a shield gas to protect against oxidation.																		2 He Helium 10 Ne Neon 18 Ar Argon 36 Kr Krypton 54 Xe Xenon 86 Rn Radon
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca	Sc
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	Rb	Sr	Y	Zr
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Pb	Tl	Po	At	Rn	Ba	La	Ce	Pr	Nd
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Cd	In	Sn	Pb	Tl	Po	At	Rn	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	120	121	122	123
124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142
143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161
162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199
200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218
219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237
238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256
257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275
276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313
314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332
333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351
352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370
371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389
390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427
428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446
447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465
466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484
485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503
504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522
523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541
542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560
561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579
580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598
599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617
618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636
637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655
656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674
675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693
694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712
713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731
732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750
751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769
770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788
789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807
808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826
827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845
846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864
865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883
884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902
903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921
922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940
941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959
960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978
979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997
998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016
1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035
1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054
1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073
1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092
1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111
1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130
1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149
1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168
1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187
1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206
1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225
1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244
1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263
1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282
1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301
1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320
1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333						





The Periodic Table of Meat

1 B																	2 H				
																					
Bacon																					
3 P	4 Bb															5 Bk	6 Gf	7 Bf	8 Ff	9 Mb	10 Sg
																					
Pork chops	Baby back ribs															Blackened fish	Grilled fish	Baked fish	Fried fish	Meatballs	Sausage
11 Pl	12 Sr															13 Sh	14 Im	15 Sl	16 Sq	17 Ci	18 Sj
																					
Pork loin	Spare ribs															Sashimi	Shrimp	Shellfish	Squid	Chili	Sloppy joe
19 Cu	20 Hh	21 Ha	22 Ca	23 Cd	24 Tp	25 Bs	26 R	27 Kb	28 Rt	29 Cr	30 Tu	31 Lb	32 Pg	33 Tm	34 Fg	35 Ng	36 Fr				
																					
Pork cutlet	Hamhock	Sliced ham	Capicola	Corned beef	Beef tri-tip	Beef sausage	Beef ribs	Kobe	Pot roast	Crab	Tuna	Lobster	Chicken parmigiana	Chicken tempura	Chicken fingers	Chicken nuggets	Fried chicken				
37 Ro	38 Cz	39 Ch	40 Mr	41 Rb	42 He	43 Td	44 S	45 Fm	46 Sf	47 St	48 Cb	49 C	50 Gt	51 Ty	52 Jm	53 W	54 Q				
																					
Pork roast	Chorizo	Christmas ham	Mortadella	Roast beef	Head cheese	Beef tenderloin	T-bone steak	Filet Mignon	Stroganoff	Beef stew	Chicken cordon bleu	Grilled chicken	General Tso's chicken	Teriyaki chicken	Jamaican jerk	Buffalo wings	BBQ chicken				
55 Pp	56 Ap	57 Z	58 Rs	59 Pm	60 Cw	61 Pr	62 Tt	63 Si	64 Md	65 Bt	66 Cs	67 Re	68 Tr	69 K	70 Gb	71 Sp	72 Pe				
																					
Pulled pork	Al pastor	Zungenwurst	Prosciutto	Pastrami	Cow tongue	Pepper steak	Steak Tartare	Strip steak	Mandarin beef	Brisket	Chicken casserole	Rotisserie chicken	Tandoori	Kabobs	Gumbo	Spam	Pepperoni				
73 Gr	74 Ct	75 Fe	76 Pt	77 Gy	78 Fi	79 Sy	80 Cf	81 Ry	82 Sw	83 J	84 D	85 Th	86 T	87 Sm	88 Bg	89 Lf	90 Hd				
																					
Ground pork	Carnitas	Pig's feet	Pancetta	Gyro	Steak fingers	Salisbury steak	Chicken fried steak	Ribeye	Shawarma	Beef jerky	Duck	Thanksgiving turkey	Sliced turkey	Summer sausage	Bologna	Pimento loaf	Hot dogs				

Red Meat	Seafood	The Noble Meats
Poultry	Mixed	Cold Cuts
		Steaks
		Gamey

Key Meat Facts:

- Bacon is the "meat of life." Without bacon, life on earth as we know it could not exist
- Noble Meats are named as such because they rate the highest on the Glanburg "Yumminess Scale." Lowest-ranking meats include Pig's feet, Spam and Roadkill
- Meats occur in two basic forms: boned and boneless
- Basic chemical formulas: H_2B = Bacon Double Cheeseburger; $ThReD$ = Turducken; $HaRbT$ = Cold Cut Trio; $HdQH$ = A Barbeque, $FrCiB$ = Heart attack

91 Bn Bison	92 Ek Elk	93 L Lamb	94 Go Goat	95 Kl Roadkill	96 Bh Bushmeat
97 Dr Deer	98 Ra Rabbit	99 Wb Wild boar	100 O Ostrich	101 E Emu	102 G Gator



UNIVERSITÄT ROSTOCK

THE PERIODIC TABLE OF VIDEOS The University of Nottingham

Extra videos Molecules Roadtrips Photos YouTube Twitter Physics Email Gefällt mir 1 460

NEW VIDEOS:

Check out Brady's other video projects, including **Numberphile** and **Deep Sky Videos**

= recently updated

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	77 Iridium Ir	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
			* La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			** Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Martyn Poliakoff:
„Periodic Table of Videos“

www.periodicvideos.com



UNIVERSITÄT ROSTOCK

Thomas Lehrer: The Element Song

