

Das Periodensystem der Elemente

auf unterschiedlichen Darstellungsebenen

von Heinz Schmidkunz und Sjaeful Anwar

Das Periodensystem als Informations- und Orientierungsquelle

Following the field of didactic reductions devised by Grüner a step-wise vertical and horizontal didactic reduction of the periodic system is shown.

There are 14 steps of decreasing complexity. Special attention is given to the vertical and horizontal grading.

Die universelle Bedeutung des Periodensystems ist wohl allen Chemielehrkräften geläufig. Die 90 in der Natur vorkommenden Elemente (wenn man einmal von den äußerst kurzlebenden Astat und Technetium absieht) werden mit einigen künstlich hergestellten Elementen in eine Struktur gebracht, die

Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten, Unterschiede und periodisch sich ändernden Eigenschaften erkennen lassen. Diesen Sachverhalten hat die Zeitschrift mit der Herausgabe eines eigenen Themenheftes zum Periodensystem Rechnung getragen [1].

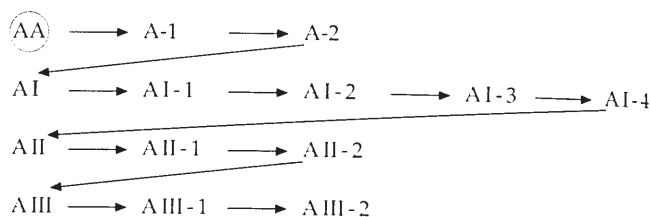
Bei den Chemiedidaktikern gibt es keine einheitliche Meinung, in welcher Jahrgangsstufe bzw. mit welchen fachlichen Voraussetzungen, das Periodensystem in den Unterricht eingeführt werden sollte. Ebenso bleibt offen, mit welchen „Inhalten“ das erfolgen sollte. Zustimmung findet jedoch die Forderung, daß zunächst einmal eine gewisse Stoffkenntnis vorhanden sein müsse, bevor das System entwickelt wird. Anders ausgedrückt heißt das, daß den Lernenden eine beachtliche Zahl an Elementen bekannt sein müßte. Vielfach wird die Meinung vertreten, daß dies am Ende eines Chemiekurses geschehen sollte. Bezogen auf die Sekundarstufe I wäre das im 10. Schuljahr. Gesicherte empirische Untersuchungen liegen dafür noch nicht vor. Außerdem wäre dann zu prüfen, mit welcher didaktischen Reduktionsstufe eine Einführung des Periodensystems erfolgen könnte.

Das PSE im Reduktionsfeld nach Grüner

Das Periodensystem soll nun in einigen didaktischen Reduktionsstufen aufgezeigt werden. Um die Vielfalt der Reduktionsmöglichkeiten anzudeuten, wird eine Einordnung in das von Grüner (siehe *Basisartikel*) erstellte Reduktionsfeld vorgenommen. Die hier aufgeführten Beispiele sind von den Autoren frei gewählt worden und auch die Zuordnung der Beispiele zum Reduktionsfeld nach Grüner erfolgt nach Einschätzung der Autoren, weil es für die einzelnen Reduktionsstufen grundsätzlich keine genormten Beispiele gibt. Die Beliebigkeit dieser Vorgehensweise hat den Vorteil, daß die Wahl eines geeigneten PSE immer flexibel bleibt und den jeweiligen pädagogischen Bedürfnissen angepaßt werden kann. Besonders optimal wirkt sich dieses Prinzip aus, wenn die Lehrkraft die Entwicklung des PSE für ihren Chemiekurs frühzeitig plant und mit „aufsteigenden“ Reduktionsstufen genetisch in verschiedenen Jahrgangsstufen betreibt und mehrmals aufgreift.

Um sich in dem hier entwickelten Reduktionsfeld schnell zurechtfinden zu können, sei das Feld mit seinen Stufen und der Gang durch das Feld zur Orientierung aufgezeigt. Die Reihenfolge der Reduktionsbeispiele wird durch Pfeile angedeutet. Die Nomenklatur ist ebenfalls den Ausführungen von Grüner entnommen.

Es sei noch erwähnt, daß der Reduktionsvorgang auch nach dem Vorschlag von Hering gewählt werden könnte.



AA, die Ausgangsaussage

Die Ausgangsaussage ist dadurch charakterisiert, daß eine Vielzahl von atomaren Fakten den Elementen im PSE zu entnehmen ist. Aus Platz- und Lesegründen sind die Daten häufig nicht in einem einzigen System unterzubringen, so daß man die Informationen auf zwei Blätter verteilen muß. Solche Systeme sind unhandlich und für den Schulgebrauch ist eine solche Zusammenstellung der Daten zum großen Teil überflüssig. In der *Abbildung 1* ist für das Element Eisen die Zahlenvielfalt als exemplarisches Beispiel aufgeführt. Natürlich sind in einem solchen System alle bekannten Elemente mit Lanthaniden und Aktiniden zu finden.

Relative Atommasse (Atomgewicht); bei Radioelementen: Nuklidmasse eines wichtigen Isotops (Massenzahl s. Zeile 4)

54	56	57	4
58	91.8	2.1	
59(β^-) γ 45 d			
28 Fe		7.870	
Eisen		7.87	
		1535	

Wichtiges oder langlebigstes Radioisotop (wichtige Zerfallsarten) Halbwertszeit

Ordnungszahl

Anzahl natürlicher Isotope; (r): nur Radioisotope in natürlichen Zerfallsreihen oder aus anderen natürlichen Kernprozessen

Massenzahlen der häufigsten natürlichen Isotope; natürliche Radioisotope

Natürliche Häufigkeit des Isotops in ‰

Erste Ionisierungsenergie in eV

Dichte in g/cm³ bei 20 °C (gasförmige Elemente in g/L bei 1013 mbar)

Schmelzpunkt (feste Elemente) oder Siedepunkt (flüssige und gasförmige Elemente) in °C

Abb. 1: Element mit vielen Daten

AA-1, die erste horizontale didaktische Reduktion der Ausgangsaussage

Die hohe Komplexität der Ausgangsaussage wird etwas vermindert. Neben dem Elementsymbol und dem Elementnamen werden die Ordnungszahl (Protonenzahl), die relative Atommasse, die Siede- und Schmelztemperatur, die Elektronegativität und die Elektronenkonfiguration aufgeführt. Das Prinzip von AA bleibt erhalten.

Für das Element Mangan wird diese Zusammenstellung der Daten in *Abbildung 2* gezeigt. Die Abnahme der Komplexität gegenüber des bei AA aufgeführten Elements „Eisen“ wird deutlich.

Protonenzahl (Ordnungszahl)	25	54,94	relative Atommasse
Elektronegativität nach Alfred u. Rochow	1,6		
Siedetemperatur in °C	2097	Mn	Symbol
Schmelztemperatur in °C	1244	Mangan	Name
		[Ar]3d ⁵ 4s ²	Elektronenkonfiguration

Abb. 2: Element mit vielen, gegenüber AA verminderten Daten

AA-2, die zweite horizontale didaktische Reduktion der Ausgangsaussage

Die Anzahl der Daten für die einzelnen Elemente bleibt zwar erhalten, aber durch eine farbliche Unterlegung werden Elementgruppen mit ähnlichen Eigenschaften markiert. So sind die Hauptgruppen mit rot bzw. rosa gekenn-

zeichnet und die Nebengruppen erhielten eine blaue Farbe. Die Metalle in den Hauptgruppen sind rot und die Nichtmetalle rosa unterlegt. Eine Unterscheidung zu Halbleitern wird allerdings nicht vollzogen. Das System wird als *Abbildung 3* (siehe 4. Umschlagseite) dargeboten.

Es sind natürlich noch weitere Reduktionen zur Ausgangsaussage möglich. Bei besonderen Bedarf kann ein spezieller, gewünschter Datensatz den Elementen beigegeben werden.

AI, die erste vertikale didaktische Reduktionsstufe

Im Mittelpunkt dieser Stufe stehen die Elemente selbst. Neben dem Elementsymbol sind lediglich die Ordnungszahlen und die relativen (mittleren) atomaren Massen aufgeführt. Auffallend ist, daß die Elementnamen hier fehlen. Die Lernenden könnten selbst die Namen ergänzen. Das System ist als *Kopiervorlage* (siehe S. 16) dem Artikel beigegeben.

AI-1, die erste horizontale Reduktion der ersten vertikalen

Zusätzlich zu der in AI präsentierten Form erscheinen jetzt die Elementnamen. Die Lesbarkeit wird dadurch vor allem für Anfänger erhöht. Nebengruppenelemente, sowie Lanthaniden und Aktiniden sind hier noch enthalten. In *Abbildung 4* ist ein solches System zu sehen.

AI-2, die zweite horizontale Reduktion der ersten vertikalen

Um die Einordnung der Lanthaniden und Aktiniden zu verdeutlichen, wird eine räumliche Struktur vorgeschlagen, wie sie in *Abbildung 5*, Seite 17, angedeutet wird.

Ein solches System könnte in gemeinsamer Projektarbeit erstellt werden. Eine projektorientierte Unterrichtseinheit zu auf unserer Erde vorkommenden Elementen bietet sich an.

Gruppe Ia	Ordnungszahl										Atommasse		Eingezeichnete Werte sind die Massenzahlen des stabilsten oder am besten untersuchten Isotops										VIIa					
1 1,008 H Wasserstoff											25 Mn Mangan	54,94											2 4,003 He Helium					
3 6,939 Li Lithium	4 9,012 Be Beryllium											Symbol Name												5 10,811 B Bor				
11 22,990 Na Natrium	12 24,312 Mg Magnesium																							6 15,999 C Kohlenstoff				
19 39,10 K Kalium	20 40,08 Ca Calcium	21 44,96 Sc Scandium	22 47,88 Ti Titan	23 50,94 V Vanadium	24 52,00 Cr Chrom	25 54,94 Mn Mangan	26 55,85 Fe Eisen	27 58,93 Co Kobalt	28 58,71 Ni Nickel	29 63,54 Cu Kupfer	30 65,38 Zn Zink	31 69,72 Ga Gallium	32 72,59 Ge Germanium	33 74,92 As Arsen	34 78,96 Se Selen	35 79,91 Br Brom	36 83,80 Kr Krypton	7 14,007 N Stickstoff	8 15,999 O Sauerstoff	9 16,999 F Fluor	10 20,183 Ne Neon							
37 85,47 Rb Rubidium	38 87,62 Sr Strontium	39 88,91 Y Yttrium	40 91,22 Zr Zirkon	41 92,91 Nb Niob	42 95,94 Mo Molybdän	43 (98) Tc Technetium	44 101,07 Ru Ruthenium	45 102,91 Rh Rhenium	46 106,4 Pd Palladium	47 107,87 Ag Silber	48 112,40 Cd Cadmium	49 114,82 In Indium	50 118,69 Sn Zinn	51 121,75 Sb Antimon	52 127,60 Te Tellur	53 126,90 I Jod	54 131,30 Xe Xenon	13 26,98 Al Aluminium	14 28,086 Si Silicium	15 30,974 P Phosphor	16 32,064 S Schwefel	17 35,453 Cl Chlor	18 39,948 Ar Argon					
55 132,91 Cs Cäsium	56 137,34 Ba Baryum	57 138,91 La Lanthan	72 176,49 Hf Hafnium	73 180,95 Ta Tantal	74 183,85 W Wolfram	75 186,21 Re Rhenium	76 187,04 Os Osmium	77 193,22 Ir Iridium	78 195,08 Pt Platin	79 196,97 Au Gold	80 200,59 Hg Quecksilber	81 204,39 Tl Thallium	82 208,98 Pb Blei	83 208,98 Bi Bismut	84 (210) Po Polonium	85 (210) At Astat	86 (222) Rn Radon	8 16,00 O Oxygen	9 18,99 F Fluor	10 20,18 Ne Neon	11 22,99 Na Natrium	12 24,31 Mg Magnesium	13 26,98 Al Aluminium	14 28,09 Si Silicium	15 30,97 P Phosphor	16 32,07 S Schwefel	17 35,45 Cl Chlor	18 39,95 Ar Argon
87 (223) Fr Francium	88 (226) Ra Radium	89 (227) Ac Actinium	104 (261) Ku/Rf Kurchatow/Rutherfordium	105 (262) Ha/Ns Hahn/Nobelium	106	107	108	109											19 39,10 K Kalium									
* Lanthanid oder Actinoid	58 140,91 Ce Cer	59 140,91 Pr Praseodym	60 144,24 Nd Neodym	61 (147) Pm Promethium	62 150,35 Sm Samarium	63 151,96 Eu Europium	64 157,25 Gd Gadolinium	65 158,93 Tb Terbium	66 162,50 Dy Dysprosium	67 164,93 Ho Holmium	68 167,26 Er Erbium	69 168,93 Tm Thulium	70 173,04 Yb Ytterbium	71 174,97 Lu Lutetium														
** Lanthanid oder Actinoid	90 232,04 Th Thorium	91 (231) Pa Protactinium	92 238,03 U Uran	93 (237) Np Neptunium	94 (239) Pu Plutonium	95 (243) Am Americium	96 (247) Cm Curium	97 (251) Bk Berkelium	98 (257) Cf Californium	99 (254) Es Einsteinium	100 (257) Fm Fermium	101 (258) Md Mendelevium	102 (259) No Nobelium	103 (257) Lr Lawrencium														

Periodensystem der Elemente

Anmerkung: Nach einer neuen IUPAC-Empfehlung sollen die Haupt- und Nebengruppen von 1 bis 18 durchnummeriert werden. Die dreispaltige Nebengruppe (Fe, Ru, Os), (Co, Rh, Ir), (Ni, Pd, Pt) hat danach die Zahlen 8, 9 und 10. Die Edelgase erhalten die Zahl 18.

Abb. 4: Das Element steht im Mittelpunkt; nur wenige Daten sind beigegeben

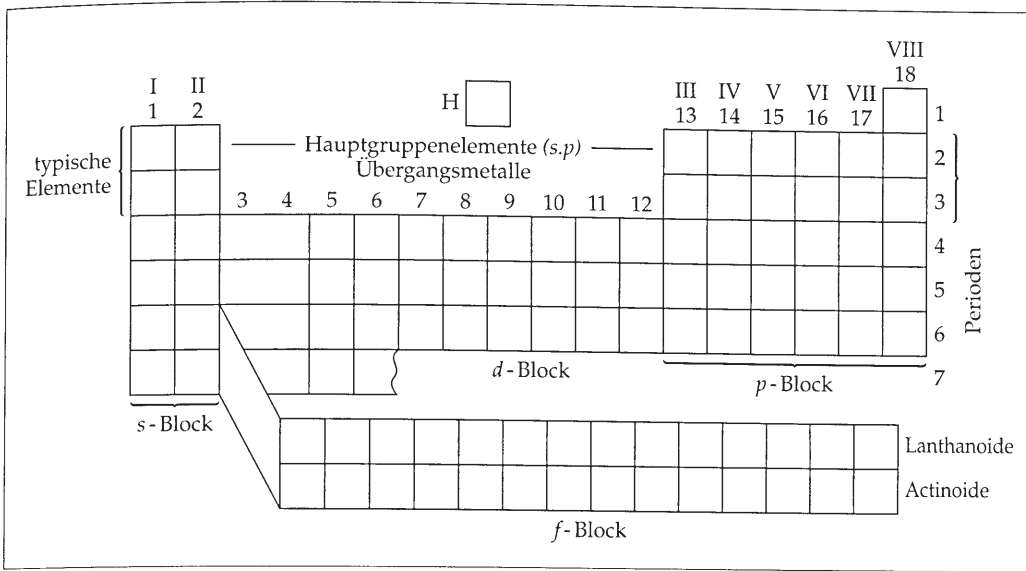


Abb. 5: Eine räumliche Struktur zur Einordnung der Lanthaniden und Aktiniden

Die Anordnung der Elemente
Die Hauptgruppen im Periodensystem

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Periode K-Schale	1,0 H Wasserstoff 1							4,0 He Helium 2
2. Periode L-Schale	6,9 Li Lithium 3	9,0 Be Beryllium 4	10,8 B Bor 5	12,0 C Kohlenstoff 6	14 N Stickstoff 7	16,0 O Sauerstoff 8	19 F Fluor 9	20,3 Ne Neon 10
3. Periode M-Schale	23,0 Na Natrium 11	24,3 Mg Magnesium 12	27,0 Al Aluminium 13	28,1 Si Silicium 14	31,0 P Phosphor 15	32,1 S Schwefel 16	35,5 Cl Chlor 17	39,9 Ar Argon 18
4. Periode N-Schale	39,1 K Kalium 19	40,1 Ca Calcium 20	69,7 Ga Gallium 31	72,6 Ge Germanium 32	74,9 As Arsen 33	79,0 Se Selen 34	79,9 Br Brom 35	83,8 Kr Krypton 36
5. Periode O-Schale	85,5 Rb Rubidium 37	87,6 Sr Strontium 38	114,8 In Indium 49	118,7 Sn Zinn 50	121,8 Sb Antimon 51	127,6 Te Tellur 52	126,9 J Jod 53	131,3 Xe Xenon 54
6. Periode P-Schale	132,9 Cs Caesium 55	137,3 Ba Barium 56	204,4 Tl Thallium 81	207,2 Pb Blei 82	209,0 Bi Wismut 83	(209) Po Polonium 84	(210) At Astat 85	(222) Rn Radon 86
7. Periode Q-Schale	(223) Fr Francium 87	226,1 Ra Radium 88						

Die Nebengruppen

Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30
Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48
La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80

Hier werden weitere 14 Elemente (die Lanthaniden) eingebaut

Abb. 6: PSE mit Haupt- und Nebengruppen

AI-3, die dritte horizontale Reduktion der ersten vertikalen

Es gibt ein PSE, das neben dem Elementsymbol und der Ordnungszahl auch noch das jeweilige Element selbst in bildhafter Darstellung zeigt, bzw. es werden typische Anwendungsbeispiele aufgeführt [2].

AI-4, die vierte horizontale Reduktion der ersten vertikalen

Inzwischen gibt es für den Computer zum interaktiven Lernen eine Reihe von brauchbaren Programmen auf Disketten für den Unterricht. Auf ein ausgereiftes und vielseitiges Programm sei in diesem Zusammenhang hingewiesen [3]. Eigenschaften, Verwendung, Geschichte u. a. m. kann man durch Mausklick abrufen.

All, zweite vertikale didaktische Reduktionsstufe

Das gemeinsame Prinzip dieser Stufe liegt darin, daß die Lanthaniden und Aktiniden nicht mehr aufgeführt werden. Die Übergangselemente bleiben jedoch erhalten, denn dazu gehören eine Reihe wichtiger und den Lernenden bekannter Metalle. In *Abbildung 6* ist ein solches System zu sehen.

All-1, erste horizontale Reduktion der zweiten vertikalen

In dieser Stufe geht es vor allem um eine Veranschaulichung spezieller Fakten. So z. B. kann das Atomvolumen in cm^3 pro mol in Form von Kreisen symbolartig dargestellt werden (*Abb. 7*). Ebenso werden die Bildungsenthalpie-Werte wichtiger Oxide in der gleichen Form veranschaulicht. Die Größe der Kreise gibt die Größe der entsprechenden Werte wieder (*Abb. 8*). Beide Graphiken sind der englischen „Nuffield Foundation“ entnommen.

All-2, zweite horizontale Reduktion der zweiten vertikalen

Als weiteres Beispiel mag die Markierung der biologisch

Atomic volumes of the elements/ $\text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$

		1																			
		H 14.1		He 31.8																	
2	Li 13.0	Be 4.9											B 4.3	C 5.4	N 17.3	O 14.0	F 17.1	Ne 16.8			
3	Na 23.7	Mg 14.0											Al 10.0	Si 11.6	P 16.9	S 15.5	Cl 18.7	Ar 24.2			
4	K 44.9	Ca 26.0	Sc 14.7	Ti 10.6	V 8.9	Cr 7.3	Mn 7.4	Fe 7.1	Co 6.6	Ni 6.6	Cu 7.1	Zn 9.2	Ga 11.8	Ge 13.3	As 13.1	Se 16.5	Br 25.6	Kr 32.2			
5	Rb 55.7	Sr 34.0	Y 16.1	Zr 14.2	Nb 10.9	Mo 9.4	Tc	Ru 8.1	Rh 8.3	Pd 8.8	Ag 10.3	Cd 13.0	In 15.8	Sn 16.4	Sb 18.2	Te 20.4	I 25.6	Xe 42.9			
6	Cs 71.0	Ba 39.2	La 22.6	Hf 13.5	Ta 10.9	W 9.6	Re 8.9	Os 8.5	Ir 8.6	Pt 9.1	Au 10.2	Hg 14.8	Tl 17.2	Pb 18.3	Bi 21.4	Po	At	Rn 50.5			

Abb. 7: Atomvolumen in anschaulicher Darstellung (entnommen: „Nuffield Foundation“)

Heats of formation of some oxides
/ kJ mol^{-1} of oxygen atoms

		1																	
		H ₂ O -286																	
2	Li ₂ O -596	BeO -611											B ₂ O ₃ -421	CO -197	N ₂ O -42	F ₂ O +22			
3	Na ₂ O -416	MgO -602											Al ₂ O ₃ -557	SiO ₂ -455	P ₂ O ₅ -291	SO ₂ -149	Cl ₂ O +80		
4	K ₂ O -362	CaO -636	TiO ₂ -456	V ₂ O ₅ -312	Cr ₂ O ₃ -376	Mn ₂ O ₃ -347	Fe ₂ O ₃ -279	Co ₂ O ₃ -220	NiO -244	Cu ₂ O -167	ZnO -348	Ga ₂ O ₃ -360	GeO ₂ -268	As ₂ O ₃ -183	SeO ₂ -115				
5	Rb ₂ O -330	SrO -590	ZrO ₂ -540	Nb ₂ O ₅ -387	MoO ₃ -272	Tc ₂ O ₇ -159	RuO ₂ -110	RhO -91	PdO -85	Ag ₂ O -31	CdO -255	In ₂ O ₃ -310	SnO ₂ -290	Sb ₂ O ₃ -196	TeO ₂ -163	I ₂ O ₅ -32	XeO ₃ +134		
6	Cs ₂ O -318	BaO -558	La ₂ O ₃ -639	HfO ₂ -568	Ta ₂ O ₅ -418	WO ₃ -285	OsO ₄ -96				Au ₂ O ₃ +27	HgO -91	Tl ₂ O -175	PbO -138	Bi ₂ O ₃ -192				

Abb. 8: Bildungsenthalpien der Element-Oxid-Bildung (entnommen: „Nuffield Foundation“)

n									I									0
1									(H)									He
	I a	II a	III b	IV b	V b	VI b	VII b	VIII			I b	II b	III a	IV a	V a	Vla	VII a	0
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	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Ku	Ns													

Grundelemente für organisch-biologische Stoffe
 Mengenelemente (Mineralstoffe) Essentielle Spurenelemente

: Elemente für das Leben

Abb. 9: Elemente für das Leben

wichtigen Elemente im PSE dienen, wie es in dem genannten Themenheft der NiU-Chemie publiziert wurde [4]. In der Abbildung 9 ist diese Darstellung wiedergegeben.

AIII, die dritte vertikale didaktische Reduktionsstufe

Die Struktur des Periodensystems wird jetzt völlig aufgelöst. Die einzelnen Elemente können z. B. nach zunehmender Kernladungszahl geordnet werden. Es könnte auch die Rolle der atomaren Massen im Vergleich zu den Ordnungszahlen diskutiert werden. Auf eine entsprechende Abbildung wird hier verzichtet. Die einzelnen Elemente könnten auch mit ihren Elektronenkonfigurationen aufgelistet werden.

AIII-1, die erste horizontale Reduktion der dritten vertikalen

In der Reihe der Elemente, die nach zunehmender Ordnungszahl aufgereiht wurden, werden nun Elemente mit ähnlichen Eigenschaften miteinander in Beziehung gesetzt. In einer solchen Reihe verändern sich die Eigenschaften kontinuierlich. Jedes achte Element hat Ähnlichkeit mit dem ersten Element. Dieser Sachverhalt wird in der Abbildung 10 dargestellt.

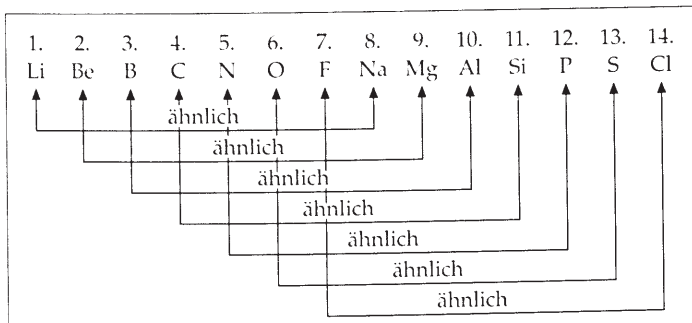
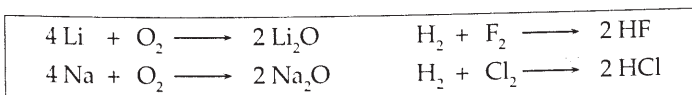


Abb. 10: Element-Ähnlichkeiten

Die ähnlichen Eigenschaften lassen sich mit gemeinsamen chemischen Reaktionen verdeutlichen.



AIII-2, die zweite horizontale Reduktion der dritten vertikalen

Für die bekannten Elemente könnten „Steckbriefe“ mit den wichtigsten Daten erstellt werden. Hier wird auf eine Publikation zurückgegriffen, in der diese Vorgehensweise sehr anschaulich demonstriert wird [5]. Beispielhaft sei hier ein solcher Steckbrief für das Element Natrium aufgeführt:

Element:	Natrium
Atomsymbol:	Na
Rel. Atommasse:	22,98
Metall/Nichtmetall:	Metall
Dichte:	0,97 g/cm ³
Aggregatzustand:	Feststoff
Oxid:	Na ₂ O
Lösung in Wasser:	leicht lösl., Lauge

Ausgehend von solchen Steckbriefen könnte man die Triaden-Regel nach *Döbereiner* erarbeiten. Damit würde auch ein interessanter historischer Aspekt einbezogen.

Literatur

- [1] Häusler, K. (Hrsg.): Periodensystem. NiU-Chemie 1 (1990), Heft 5.
- [2] Periodensystem der Elemente mit Fotografien. DIN A3, vierfarbig, Ernst-Klett-Verlag Stuttgart.
- [3] Schmidkunz, H. (Hrsg.): Edition CyberMedia: Das Periodensystem der Elemente. Ein Informations- und Lernprogramm. Vieweg-Verlag, Wiesbaden 1995.
- [4] Schmidkunz, D.: Das Periodensystem – Elemente für das Leben. NiU-Chemie 1 (1990), Heft 5.
- [5] Lutz, B.: Wege zur Einführung des Periodensystems. NiU-Chemie 1 (1990), Heft 5.

Prof. Dr. Heinz Schmidkunz, geb. 1929,
 Universitätsprofessor für Chemiedidaktik in Dortmund.
 Adresse: Obermarkstr. 125, 44267 Dortmund.

Anschrift des Mitautors:
 Dr. Sjaeful Anwar
 Jurusan Kimia, FPMIPA-IKIP Bandung, Jl. Dr. Setiabudi 229
 Bandung 40233, Indonesien.