

# Materialaufstellung und Hinweise

## Allgemeine Hinweise

Das **Experimentiermaterial** sollte an festen Plätzen ausliegen. Für einen mobilen Einsatz an den Schülertischen ist die Verwendung von Materialkörbchen, in denen sich das benötigte Material befindet, empfehlenswert.

Die verwendeten Chemikalien müssen ordnungsgemäß **entsorgt** werden. Es empfiehlt sich, entsprechende Sammelbehälter passend gekennzeichnet und gut sichtbar aufzustellen sowie die Lernenden darauf hinzuweisen. Je nach länderspezifischen rechtlichen Vorlagen müssen die Gefährdungsbeurteilungen (s. Anhang) entsprechend angepasst werden.

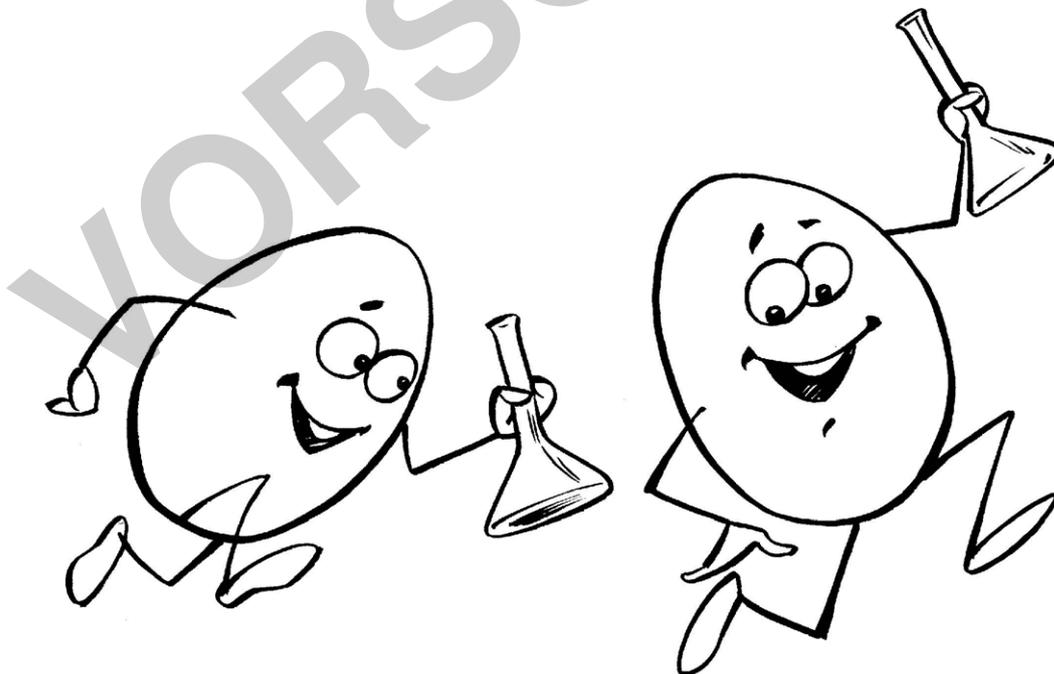
Da sich die Lernenden einen wichtigen Bereich der anorganischen Chemie eigenständig aneignen sollen, empfiehlt sich das **Führen eines Labortagebuchs**, in dem für jede Station kurze Anmerkungen zu folgenden Impulsen notiert werden:

*An dieser Station habe ich gelernt, ...*

*Mir ist noch nicht klar, ...*

*Mich würde zusätzlich interessieren, ...*

Das Labortagebuch bleibt in der Schule und kann von der Lehrkraft eingesehen werden. Mögliche Verständnisschwierigkeiten können so zeitnah ausgeräumt und weitere Lerninteressen berücksichtigt werden.



# Die Ordnung im Reich der Elemente (1)

## INFORMATIONSEITE

Die Abkehr von der Alchemie des Mittelalters und die Zuwendung zu einer rationalen (von der Vernunft geleiteten) Wissenschaft führte viele Chemiker im 18. und 19. Jahrhundert zu der Frage, ob der Vielfalt der Elemente trotzdem eine prinzipielle Ordnung zugrundeliegt. Je mehr neue Elemente entdeckt und erforscht wurden, desto offensichtlicher traten Ähnlichkeiten in den Eigenschaften von zum Teil äußerlich ganz un-

terschiedlichen Stoffen zu Tage. Andere Stoffe hatten ähnliche äußere Merkmale, reagierten aber zum Beispiel mit Wasser ganz unterschiedlich. Es gab damals viele Ansätze, Ordnungskriterien aufzustellen. Jedoch umfassten die vorgestellten Ordnungssysteme immer nur einen begrenzten Gültigkeitsbereich. Es gelang lange nicht, eine für alle Elemente zutreffende Systematik zu erstellen.

### Aufgabe

- Schneide die Kärtchen aus. Ordne die Kärtchen in Reihen und Spalten so an, dass Elemente mit ähnlichen Eigenschaften zusammen liegen.
- Beschrifte die Kärtchen mit den Elementensymbolen und klebe sie auf ein DIN A3-Blatt.
- Vergleiche deine Ordnung mit dem heutigen Periodensystem der Elemente. Beschreibe Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>ja</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>958 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>~2 700 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>73 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>210 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität:</td><td></td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>X<sub>2</sub>O</td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	ja	Schmelzpunkt:	958 °C	Siedepunkt:	~2 700 °C	Atommasse:	73 u	Atomradius:	210 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität:		Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>ja</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>63,7 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>760 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>39 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>196 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität mit H<sub>2</sub>O:</td><td>heftig</td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>X<sub>2</sub>O</td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	ja	Schmelzpunkt:	63,7 °C	Siedepunkt:	760 °C	Atommasse:	39 u	Atomradius:	196 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität mit H <sub>2</sub> O:	heftig	Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>ja</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>839 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>1 494 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>40 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>175 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität mit H<sub>2</sub>O:</td><td>lebhaft</td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>XO</td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	ja	Schmelzpunkt:	839 °C	Siedepunkt:	1 494 °C	Atommasse:	40 u	Atomradius:	175 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität mit H <sub>2</sub> O:	lebhaft	Formel des Oxids:	XO
Elektr. Leitfähigkeit:	ja																																														
Schmelzpunkt:	958 °C																																														
Siedepunkt:	~2 700 °C																																														
Atommasse:	73 u																																														
Atomradius:	210 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität:																																															
Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O																																														
Elektr. Leitfähigkeit:	ja																																														
Schmelzpunkt:	63,7 °C																																														
Siedepunkt:	760 °C																																														
Atommasse:	39 u																																														
Atomradius:	196 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität mit H <sub>2</sub> O:	heftig																																														
Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O																																														
Elektr. Leitfähigkeit:	ja																																														
Schmelzpunkt:	839 °C																																														
Siedepunkt:	1 494 °C																																														
Atommasse:	40 u																																														
Atomradius:	175 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität mit H <sub>2</sub> O:	lebhaft																																														
Formel des Oxids:	XO																																														
<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>nein</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>-169 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>-153 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>84 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>169 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität:</td><td>träge</td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>-</td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	nein	Schmelzpunkt:	-169 °C	Siedepunkt:	-153 °C	Atommasse:	84 u	Atomradius:	169 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität:	träge	Formel des Oxids:	-	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>ja</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>2 300 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>2 070 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>70 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>120 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität:</td><td></td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>XO<sub>2</sub></td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	ja	Schmelzpunkt:	2 300 °C	Siedepunkt:	2 070 °C	Atommasse:	70 u	Atomradius:	120 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität:		Formel des Oxids:	XO <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>nein</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>-7,3 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>58,8 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>80 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>114 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität mit H<sub>2</sub>:</td><td>heftig</td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>X<sub>2</sub>O</td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	nein	Schmelzpunkt:	-7,3 °C	Siedepunkt:	58,8 °C	Atommasse:	80 u	Atomradius:	114 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität mit H <sub>2</sub> :	heftig	Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O
Elektr. Leitfähigkeit:	nein																																														
Schmelzpunkt:	-169 °C																																														
Siedepunkt:	-153 °C																																														
Atommasse:	84 u																																														
Atomradius:	169 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität:	träge																																														
Formel des Oxids:	-																																														
Elektr. Leitfähigkeit:	ja																																														
Schmelzpunkt:	2 300 °C																																														
Siedepunkt:	2 070 °C																																														
Atommasse:	70 u																																														
Atomradius:	120 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität:																																															
Formel des Oxids:	XO <sub>2</sub>																																														
Elektr. Leitfähigkeit:	nein																																														
Schmelzpunkt:	-7,3 °C																																														
Siedepunkt:	58,8 °C																																														
Atommasse:	80 u																																														
Atomradius:	114 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität mit H <sub>2</sub> :	heftig																																														
Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O																																														
<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>nein</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>217 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>688 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>79 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>122 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität mit H<sub>2</sub>:</td><td></td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>XO<sub>3</sub></td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	nein	Schmelzpunkt:	217 °C	Siedepunkt:	688 °C	Atommasse:	79 u	Atomradius:	122 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität mit H <sub>2</sub> :		Formel des Oxids:	XO <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>ja</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>97,5 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>880 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>23 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>154 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität mit H<sub>2</sub>O:</td><td>heftig</td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>X<sub>2</sub>O</td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	ja	Schmelzpunkt:	97,5 °C	Siedepunkt:	880 °C	Atommasse:	23 u	Atomradius:	154 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität mit H <sub>2</sub> O:	heftig	Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O	<input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr><td>Elektr. Leitfähigkeit:</td><td>nein</td></tr> <tr><td>Schmelzpunkt:</td><td>814 °C</td></tr> <tr><td>Siedepunkt:</td><td>633 °C</td></tr> <tr><td>Atommasse:</td><td>75 u</td></tr> <tr><td>Atomradius:</td><td>121 · 10<sup>-12</sup> m</td></tr> <tr><td>Reaktivität:</td><td></td></tr> <tr><td>Formel des Oxids:</td><td>X<sub>2</sub>O<sub>5</sub></td></tr> </table>	Elektr. Leitfähigkeit:	nein	Schmelzpunkt:	814 °C	Siedepunkt:	633 °C	Atommasse:	75 u	Atomradius:	121 · 10 <sup>-12</sup> m	Reaktivität:		Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Elektr. Leitfähigkeit:	nein																																														
Schmelzpunkt:	217 °C																																														
Siedepunkt:	688 °C																																														
Atommasse:	79 u																																														
Atomradius:	122 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität mit H <sub>2</sub> :																																															
Formel des Oxids:	XO <sub>3</sub>																																														
Elektr. Leitfähigkeit:	ja																																														
Schmelzpunkt:	97,5 °C																																														
Siedepunkt:	880 °C																																														
Atommasse:	23 u																																														
Atomradius:	154 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität mit H <sub>2</sub> O:	heftig																																														
Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O																																														
Elektr. Leitfähigkeit:	nein																																														
Schmelzpunkt:	814 °C																																														
Siedepunkt:	633 °C																																														
Atommasse:	75 u																																														
Atomradius:	121 · 10 <sup>-12</sup> m																																														
Reaktivität:																																															
Formel des Oxids:	X <sub>2</sub> O <sub>5</sub>																																														

## Die Entdeckung des Periodensystems (1)

### INFORMATIONSEITE

Die Vier-Elemente-Lehre von Feuer, Wasser, Erde und Luft war bis ins 17. und 18. Jahrhundert noch Grundlage aller Erklärungen chemischer Phänomene. Dennoch beschäftigte die Frage nach der Art und der Anzahl der Grundsubstanzen weiterhin viele Wissenschaftler dieser Zeit.

1798 stellte der französische Chemiker Antoine Lavoisier eine Liste von 33 einfachen Stoffen auf, die sich nicht in weitere Substanzen aufspalten lassen.

John Dalton stellte 1803 seine Theorie der Atome als kleinste Teilchen vor und berechnete für einige der bekannten Elemente relative Atomgewichte. Die Existenz von Atomen als Kugelteilchen wurde aber lange Zeit angezweifelt.

Der deutsche Chemiker Johann Wolfgang Döbereiner veröffentlichte 1829 seine Triadenregel, in der er die „Dreiheit als Prinzip der Gruppierung“ vorschlug. Er gruppierte Elemente mit ähnlichen Eigenschaften in Dreiergruppen, den Triaden. So bildeten Lithium, Natrium und Kalium beispielsweise eine Triade. Eine andere bestand aus Iod, Chlor und Brom. Weitere Dreiergruppen waren Calcium, Strontium und Barium sowie Schwefel, Selen und Tellur. Er stellte fest, dass das Atomgewicht des mittleren Elements vorhersehbar war, da es ziemlich genau dem Mittelwert der Atommassen der beiden anderen Elemente entsprach. Der britische Chemiker John Newlands sprach bereits 1864 vom Gesetz der Oktaven als systematisches Grundprinzip. Er ordnete die bekannten Elemente nach steigender Atommasse und stellte fest, dass sich die chemischen Eigenschaften in jeder achten Position wiederholten.

In Russland arbeitete zu dieser Zeit der russische Chemieprofessor Dimitrij Mendelejew an einem Lehrbuch für seine Studenten. Auch er wollte die bekannten Elemente nach einem systematischen Prinzip anordnen. Mendelejew beschäftigte sich bereits seit einiger Zeit mit der Frage, ob es eine Ordnung in der Vielfalt der 63 Elemente gibt. Einige der zu dieser Zeit bekannten Elemente wiesen ganz offensichtliche Ähnlichkeiten auf. Andere wiederum ließen sich kaum miteinander vergleichen. Manche Elemente hatten zwar ganz unterschiedliche Eigenschaften, aber sie reagierten mit bestimmten Stoffen in der gleichen Weise. Eine Ordnung nur nach aufsteigendem Atomgewicht brachte keine erkennbare Ordnung in das Durcheinander der Elemente, denn auf diese Weise zeigten benachbarte Elemente keine Ähnlichkeit in ihren Eigenschaften. Mendelejew, der alle charak-

teristischen Eigenschaften der Elemente im Kopf hatte, schrieb 1869 die Namen der Elemente auf einzelne Karten und sortierte und gruppierte sie so lange um, bis er ein System aus Spalten und Reihen gefunden hatte, in dem Elemente mit ähnlichen Eigenschaften in einer Reihe standen und die Atomgewichte der Elemente innerhalb der Reihe größer wurden. Die Reihen legte er so übereinander, dass die Atomgewichte von rechts nach links sowie von einer Spalte zur nächsten anstiegen. Es zeigte sich, dass bestimmte Eigenschaften regelmäßig (periodisch) wiederkehrten. Damit war eine erste Form des Periodensystems der Elemente gefunden.

Zeitgleich mit Mendelejew hatte auch der deutsche Chemiker Julius Lothar Meyer 1869 eine Ordnung der Grundsubstanzen erstellt, die dem System Mendelejews sehr ähnlich war. Er ordnete 56 bekannte Elemente nach steigender Atommasse in 13 Gruppen mit bis zu fünf ähnlichen Elementen. Aber er zögerte zu lange mit der Veröffentlichung, sodass Mendelejew heute als derjenige gilt, der Ordnung in das Reich der Elemente gebracht hat.

Im Lauf der folgenden Jahre nahm Mendelejew ständig Veränderungen und Ergänzungen vor, denn die erste Fassung des Periodensystems wies noch Fehler in der Platzierung mancher Elemente auf. Stellenweise schienen benachbarte Elemente in ihren Eigenschaften und Atomgewichten nicht zusammen zu passen. Mendelejew ließ daher an diesen Stellen einfach Lücken und sagte die Existenz von bis dahin noch nicht entdeckten Elementen und deren Eigenschaften voraus. So klaffte zunächst eine Lücke zwischen Aluminium und Indium, die durch die Entdeckung von Gallium wenige Jahre später geschlossen werden konnte. Mendelejew hatte für dieses Element ein Atomgewicht von 68 vorhergesagt. Gallium besitzt tatsächlich eine Atommasse von 69,7. Die Anordnung der Reihen und Spalten wurde später so umgestellt, dass das leichteste Element in der ersten Spalte oben und das schwerste Element rechts unten steht, so wie wir das aus der Darstellung des Periodensystems der Elemente heute kennen.



# Der Geheimcode der Elemente (1)

## INFORMATIONSEITE

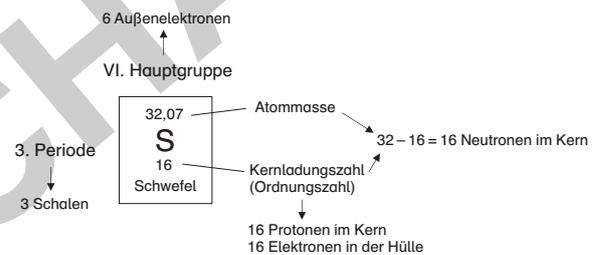
Das Periodensystem der Elemente (PSE) wird oft auch als „Tabelle des Wissens“ bezeichnet. Wer die Systematik hinter den Zahlen und Buchstaben kennt, kann dem Periodensystem der Elemente viele Informationen über das chemische Verhalten und den Aufbau der Atome eines Elements entnehmen.

I.																	VIII.	
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	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7.	Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
			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	

Alle uns bekannten 118 chemischen Elemente sind im Periodensystem der Elemente (PSE) nach bestimmten Kriterien geordnet. Ursprünglich wurden die Elemente nach steigender Atommasse und ähnlichen chemischen Eigenschaften angeordnet. Heute weiß man, dass die Masse eines Atoms hauptsächlich von der Anzahl der im Atomkern befindlichen Protonen und Neutronen bestimmt wird. Die Stellung eines Elements im Periodensystem hängt also direkt mit seinem Atombau zusammen.

Maßgebend für die Anordnung der Elemente ist die sogenannte **Kernladungszahl**. Sie bezieht sich auf die Anzahl der Protonen im Kern. Wenn man die Zeilen im Periodensystem von links nach rechts liest, so kommt mit jedem weiteren Element ein Proton im Kern dazu. Da alle Elemente nach aufsteigender Kernladungszahl im Periodensystem angeordnet sind, nennt man diese Zahl auch die **Ordnungszahl**. Sie steht im PSE häufig direkt unter dem Elementsymbol, kann aber auch links oben in der Ecke zu finden sein. Mit steigender Ordnungszahl nimmt die Zahl der Protonen und Neutronen im Kern zu. Die Atome werden schwerer, ihre Atommasse nimmt zu. Man findet die **Massezahl (Atommasse)** im

Periodensystem über dem Elementsymbol. Protonen und Neutronen sind gleich schwer. Beide Teilchensorten wiegen ungefähr 1 u. Das bedeutet, die Massezahl ist die Summe aus der Masse aller Protonen und Neutronen im Kern. Deshalb kann man aus der Differenz der (gerundeten) Massenzahl und der Ordnungszahl die Anzahl der Neutronen in einem Atom berechnen. Da die Anzahl an Neutronen im Kern unterschiedlich sein kann, die Anzahl an Protonen für ein Element aber immer gleich ist, gibt die Ordnungszahl an, um welches Element es sich handelt. Zum Beispiel sind alle Atome, die in ihrem Kern 16 Protonen haben, Schwefelatome.



Da Atome nach außen hin elektrisch neutral sind, muss es in der Hülle genau so viele Elektronen geben wie sich Protonen im Kern befinden. Die Ordnungszahl gibt also ebenfalls die Anzahl der Elektronen in der Hülle des Atoms an. Die Spalten und Zeilen im Periodensystem sind ebenfalls nummeriert. Auch diese Zahlen spiegeln direkt den Atombau eines Elements wieder. Die waagerechten Zeilen des PSE heißen **Perioden**, die von oben nach unten mit den Ziffern 1–7 durchnummeriert werden. Die Periodennummer gibt die Zahl der Schalen an, die sich um den Kern eines Atoms befinden. Die senkrechten Spalten werden **Gruppen** genannt. Es gibt acht Haupt- und acht Nebengruppen. Die Gruppen werden mit römischen Zahlen gekennzeichnet um sie von den Perioden zu unterscheiden. Bei den Hauptgruppen entspricht die römische Zahl der Anzahl der Außenelektronen (Valenzelektronen) eines Atoms. Beispielsweise haben alle Elemente, die in der I. Hauptgruppe stehen, ein Elektron auf der Außenschale.

## Informationen auf einen Blick im PSE (1)

In der Literatur findet man oft unterschiedliche Darstellungen für die bis heute bekannten 118 chemischen Elemente im Periodensystem. Je nachdem, welche Informationen im Vordergrund stehen sollen, kann zum Beispiel eine farbige Hervorhebung in der Darstellung einen schnellen Überblick gewähren. Oft werden in einer Kurzform des Periodensystems auch nur die Hauptgruppen dargestellt.

**Metalle und Nichtmetalle:**



### Aufgabe 1

Ergänze jeweils die Lücken im Text und markiere im PSE mit drei verschiedenen Farben Metalle, Nichtmetalle und Halbmetalle.

Die Mehrzahl der chemischen Elemente gehört zur Stoffgruppe der \_\_\_\_\_. Die Nichtmetalle stehen auf der rechten Seite im PSE. Eine Ausnahme bildete das Element \_\_\_\_\_. Es steht in der \_\_\_\_\_. Hauptgruppe über den \_\_\_\_\_. Es gibt Elemente, die sowohl charakteristische Merkmale von Metallen haben, aber auch Eigenschaften haben, die eher für Nichtmetalle typisch sind. Diese Elemente werden als \_\_\_\_\_ bezeichnet. Es handelt sich um die Elemente Bor, \_\_\_\_\_, Germanium, Arsen, Antimon, \_\_\_\_\_ und Polonium.

**Wichtige Elementfamilien:**



### Aufgabe 2

- Markiere im PSE mit fünf verschiedenen Farben die folgenden Elementfamilien: Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Chalkogene, Halogene und Edelgase.
- Ergänze die Lücken im folgenden Text. Verwende dazu diese Begriffe: *Aggregatzuständen – Eigenschaften – Elementfamilien – Fluor – Laugen – Molekülen.*

In den Hauptgruppen stehen jeweils Elemente, die sehr ähnliche chemische \_\_\_\_\_ haben. Man bezeichnet sie deshalb als \_\_\_\_\_. Die Alkalimetalle der I. Hauptgruppe reagieren beispielsweise sehr heftig mit Wasser unter Bildung von \_\_\_\_\_ und Wasserstoff. Die Erdalkalimetalle (II. Hauptgruppe) zeigen grundsätzlich das gleiche Verhalten, aber in einer abgeschwächten Form. Halogene liegen bei Raumtemperatur in unterschiedlichen \_\_\_\_\_ vor. Iod ist fest, Brom flüssig und Chlor sowie \_\_\_\_\_ sind gasförmig. Dennoch weisen sie auch viele Gemeinsamkeiten auf. Sie sind zum Beispiel alle aus zweiatomigen \_\_\_\_\_ als kleinste Baueinheit aufgebaut.

Die III., IV. und V. Hauptgruppe wird jeweils als Bor-, Kohlenstoff- bzw. Stickstoffgruppe bezeichnet. In diesen Elementfamilien sind die Ähnlichkeiten nicht so ausgeprägt wie in den anderen Elementfamilien.

# Informationen auf einen Blick im PSE (3)

## PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE

I.																	VIII.																															
1.	1 1,0079 <b>H</b> Wasserstoff															2 4,0026 <b>He</b> Helium																																
2.	3 6,941 <b>Li</b> Lithium	4 9,0122 <b>Be</b> Beryllium															5 10,811 <b>B</b> Bor	6 12,011 <b>C</b> Kohlenstoff	7 14,007 <b>N</b> Stickstoff	8 15,999 <b>O</b> Sauerstoff	9 18,998 <b>F</b> Fluor	10 20,180 <b>Ne</b> Neon																										
3.	11 22,990 <b>Na</b> Natrium	12 24,305 <b>Mg</b> Magnesium															13 26,982 <b>Al</b> Aluminium	14 28,086 <b>Si</b> Silicium	15 30,974 <b>P</b> Phosphor	16 32,065 <b>S</b> Schwefel	17 35,443 <b>Cl</b> Chlor	18 39,948 <b>Ar</b> Argon																										
4.	19 39,098 <b>K</b> Kalium	20 40,078 <b>Ca</b> Calcium	21 44,956 <b>Sc</b> Scandium	22 47,867 <b>Ti</b> Titan	23 50,942 <b>V</b> Vanadium	24 51,996 <b>Cr</b> Chrom	25 54,938 <b>Mn</b> Mangan	26 55,845 <b>Fe</b> Eisen	27 58,933 <b>Co</b> Kobalt	28 58,933 <b>Ni</b> Nickel	29 63,546 <b>Cu</b> Kupfer	30 65,38 <b>Zn</b> Zink	31 69,723 <b>Ga</b> Gallium	32 72,64 <b>Ge</b> Germanium	33 74,922 <b>As</b> Arsen	34 78,96 <b>Se</b> Selen	35 79,904 <b>Br</b> Brom	36 83,798 <b>Kr</b> Krypton																														
5.	37 85,468 <b>Rb</b> Rubidium	38 87,62 <b>Sr</b> Strontium	39 88,906 <b>Y</b> Yttrium	40 91,224 <b>Zr</b> Zirkonium	41 92,906 <b>Nb</b> Niob	42 95,96 <b>Mo</b> Molybdän	43 95,96 <b>Tc</b> Technetium	44 101,07 <b>Ru</b> Ruthenium	45 102,91 <b>Rh</b> Rhodium	46 106,42 <b>Pd</b> Palladium	47 107,87 <b>Ag</b> Silber	48 112,41 <b>Cd</b> Cadmium	49 114,82 <b>In</b> Indium	50 118,71 <b>Sn</b> Zinn	51 121,76 <b>Sb</b> Antimon	52 127,60 <b>Te</b> Tellur	53 126,90 <b>I</b> Iod	54 131,29 <b>Xe</b> Xenon																														
6.	55 132,91 <b>Cs</b> Cäsium	56 137,33 <b>Ba</b> Barium	57 - 71 Lanthanoide	72 178,49 <b>Hf</b> Hafnium	73 180,95 <b>Ta</b> Tantal	74 183,84 <b>W</b> Wolfram	75 186,21 <b>Re</b> Rhenium	76 190,23 <b>Os</b> Osmium	77 192,22 <b>Ir</b> Iridium	78 195,08 <b>Pt</b> Platin	79 196,97 <b>Au</b> Gold	80 200,59 <b>Hg</b> Quecksilber	81 204,38 <b>Tl</b> Thallium	82 207,20 <b>Pb</b> Blei	83 208,98 <b>Bi</b> Wismut	84 (209) <b>Po</b> Polonium	85 (210) <b>At</b> Astat	86 (222) <b>Rn</b> Radon																														
7.	87 (223) <b>Fr</b> Francium	88 (226) <b>Ra</b> Radium	89 - 103 Actinoide	104 (267) <b>Rf</b> Rutherfordium	105 (268) <b>Db</b> Dubnium	106 (271) <b>Sg</b> Seaborgium	107 (272) <b>Bh</b> Bohrium	108 (277) <b>Hs</b> Hassium	109 (276) <b>Mt</b> Meitnerium	110 (281) <b>Ds</b> Darmstadtium	111 (280) <b>Rg</b> Röntgenium	112 (285) <b>Cn</b> Copernicium	113 (284) <b>Nh</b> Nihonium	114 (289) <b>Fl</b> Flerovium	115 (288) <b>Mc</b> Moscovium	116 (292) <b>Lv</b> Livermorium	117 (294) <b>Ts</b> Tennessine	118 (294) <b>Og</b> Oganesson																														
<table border="1"> <tr> <td>57 138,91 <b>La</b> Lanthan</td> <td>58 140,12 <b>Ce</b> Cer</td> <td>59 140,91 <b>Pr</b> Praseodym</td> <td>60 144,24 <b>Nd</b> Neodym</td> <td>61 (145) <b>Pm</b> Promethium</td> <td>62 150,36 <b>Sm</b> Samarium</td> <td>63 151,96 <b>Eu</b> Europium</td> <td>64 157,25 <b>Gd</b> Gadolinium</td> <td>65 158,93 <b>Tb</b> Terbium</td> <td>66 162,50 <b>Dy</b> Dysprosium</td> <td>67 164,93 <b>Ho</b> Holmium</td> <td>68 167,26 <b>Er</b> Erbium</td> <td>69 168,93 <b>Tm</b> Thulium</td> <td>70 173,05 <b>Yb</b> Ytterbium</td> <td>71 174,97 <b>Lu</b> Lutetium</td> </tr> <tr> <td>89 (227) <b>Ac</b> Actinium</td> <td>90 232,04 <b>Th</b> Thorium</td> <td>91 231,04 <b>Pa</b> Protactinium</td> <td>92 238,03 <b>U</b> Uran</td> <td>93 (237) <b>Np</b> Neptunium</td> <td>94 (244) <b>Pu</b> Plutonium</td> <td>95 (243) <b>Am</b> Americium</td> <td>96 (247) <b>Cm</b> Curium</td> <td>97 (247) <b>Bk</b> Berkelium</td> <td>98 (251) <b>Cf</b> Californium</td> <td>99 (252) <b>Es</b> Einsteinium</td> <td>100 (257) <b>Fm</b> Fermium</td> <td>101 (258) <b>Md</b> Mendelevium</td> <td>102 (259) <b>No</b> Nobelium</td> <td>103 (262) <b>Lr</b> Lawrencium</td> </tr> </table>																			57 138,91 <b>La</b> Lanthan	58 140,12 <b>Ce</b> Cer	59 140,91 <b>Pr</b> Praseodym	60 144,24 <b>Nd</b> Neodym	61 (145) <b>Pm</b> Promethium	62 150,36 <b>Sm</b> Samarium	63 151,96 <b>Eu</b> Europium	64 157,25 <b>Gd</b> Gadolinium	65 158,93 <b>Tb</b> Terbium	66 162,50 <b>Dy</b> Dysprosium	67 164,93 <b>Ho</b> Holmium	68 167,26 <b>Er</b> Erbium	69 168,93 <b>Tm</b> Thulium	70 173,05 <b>Yb</b> Ytterbium	71 174,97 <b>Lu</b> Lutetium	89 (227) <b>Ac</b> Actinium	90 232,04 <b>Th</b> Thorium	91 231,04 <b>Pa</b> Protactinium	92 238,03 <b>U</b> Uran	93 (237) <b>Np</b> Neptunium	94 (244) <b>Pu</b> Plutonium	95 (243) <b>Am</b> Americium	96 (247) <b>Cm</b> Curium	97 (247) <b>Bk</b> Berkelium	98 (251) <b>Cf</b> Californium	99 (252) <b>Es</b> Einsteinium	100 (257) <b>Fm</b> Fermium	101 (258) <b>Md</b> Mendelevium	102 (259) <b>No</b> Nobelium	103 (262) <b>Lr</b> Lawrencium
57 138,91 <b>La</b> Lanthan	58 140,12 <b>Ce</b> Cer	59 140,91 <b>Pr</b> Praseodym	60 144,24 <b>Nd</b> Neodym	61 (145) <b>Pm</b> Promethium	62 150,36 <b>Sm</b> Samarium	63 151,96 <b>Eu</b> Europium	64 157,25 <b>Gd</b> Gadolinium	65 158,93 <b>Tb</b> Terbium	66 162,50 <b>Dy</b> Dysprosium	67 164,93 <b>Ho</b> Holmium	68 167,26 <b>Er</b> Erbium	69 168,93 <b>Tm</b> Thulium	70 173,05 <b>Yb</b> Ytterbium	71 174,97 <b>Lu</b> Lutetium																																		
89 (227) <b>Ac</b> Actinium	90 232,04 <b>Th</b> Thorium	91 231,04 <b>Pa</b> Protactinium	92 238,03 <b>U</b> Uran	93 (237) <b>Np</b> Neptunium	94 (244) <b>Pu</b> Plutonium	95 (243) <b>Am</b> Americium	96 (247) <b>Cm</b> Curium	97 (247) <b>Bk</b> Berkelium	98 (251) <b>Cf</b> Californium	99 (252) <b>Es</b> Einsteinium	100 (257) <b>Fm</b> Fermium	101 (258) <b>Md</b> Mendelevium	102 (259) <b>No</b> Nobelium	103 (262) <b>Lr</b> Lawrencium																																		

## PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE

I.																	VIII.																															
1.	1 1,0079 <b>H</b> Wasserstoff															2 4,0026 <b>He</b> Helium																																
2.	3 6,941 <b>Li</b> Lithium	4 9,0122 <b>Be</b> Beryllium															5 10,811 <b>B</b> Bor	6 12,011 <b>C</b> Kohlenstoff	7 14,007 <b>N</b> Stickstoff	8 15,999 <b>O</b> Sauerstoff	9 18,998 <b>F</b> Fluor	10 20,180 <b>Ne</b> Neon																										
3.	11 22,990 <b>Na</b> Natrium	12 24,305 <b>Mg</b> Magnesium															13 26,982 <b>Al</b> Aluminium	14 28,086 <b>Si</b> Silicium	15 30,974 <b>P</b> Phosphor	16 32,065 <b>S</b> Schwefel	17 35,443 <b>Cl</b> Chlor	18 39,948 <b>Ar</b> Argon																										
4.	19 39,098 <b>K</b> Kalium	20 40,078 <b>Ca</b> Calcium	21 44,956 <b>Sc</b> Scandium	22 47,867 <b>Ti</b> Titan	23 50,942 <b>V</b> Vanadium	24 51,996 <b>Cr</b> Chrom	25 54,938 <b>Mn</b> Mangan	26 55,845 <b>Fe</b> Eisen	27 58,933 <b>Co</b> Kobalt	28 58,933 <b>Ni</b> Nickel	29 63,546 <b>Cu</b> Kupfer	30 65,38 <b>Zn</b> Zink	31 69,723 <b>Ga</b> Gallium	32 72,64 <b>Ge</b> Germanium	33 74,922 <b>As</b> Arsen	34 78,96 <b>Se</b> Selen	35 79,904 <b>Br</b> Brom	36 83,798 <b>Kr</b> Krypton																														
5.	37 85,468 <b>Rb</b> Rubidium	38 87,62 <b>Sr</b> Strontium	39 88,906 <b>Y</b> Yttrium	40 91,224 <b>Zr</b> Zirkonium	41 92,906 <b>Nb</b> Niob	42 95,96 <b>Mo</b> Molybdän	43 95,96 <b>Tc</b> Technetium	44 101,07 <b>Ru</b> Ruthenium	45 102,91 <b>Rh</b> Rhodium	46 106,42 <b>Pd</b> Palladium	47 107,87 <b>Ag</b> Silber	48 112,41 <b>Cd</b> Cadmium	49 114,82 <b>In</b> Indium	50 118,71 <b>Sn</b> Zinn	51 121,76 <b>Sb</b> Antimon	52 127,60 <b>Te</b> Tellur	53 126,90 <b>I</b> Iod	54 131,29 <b>Xe</b> Xenon																														
6.	55 132,91 <b>Cs</b> Cäsium	56 137,33 <b>Ba</b> Barium	57 - 71 Lanthanoide	72 178,49 <b>Hf</b> Hafnium	73 180,95 <b>Ta</b> Tantal	74 183,84 <b>W</b> Wolfram	75 186,21 <b>Re</b> Rhenium	76 190,23 <b>Os</b> Osmium	77 192,22 <b>Ir</b> Iridium	78 195,08 <b>Pt</b> Platin	79 196,97 <b>Au</b> Gold	80 200,59 <b>Hg</b> Quecksilber	81 204,38 <b>Tl</b> Thallium	82 207,20 <b>Pb</b> Blei	83 208,98 <b>Bi</b> Wismut	84 (209) <b>Po</b> Polonium	85 (210) <b>At</b> Astat	86 (222) <b>Rn</b> Radon																														
7.	87 (223) <b>Fr</b> Francium	88 (226) <b>Ra</b> Radium	89 - 103 Actinoide	104 (267) <b>Rf</b> Rutherfordium	105 (268) <b>Db</b> Dubnium	106 (271) <b>Sg</b> Seaborgium	107 (272) <b>Bh</b> Bohrium	108 (277) <b>Hs</b> Hassium	109 (276) <b>Mt</b> Meitnerium	110 (281) <b>Ds</b> Darmstadtium	111 (280) <b>Rg</b> Röntgenium	112 (285) <b>Cn</b> Copernicium	113 (284) <b>Nh</b> Nihonium	114 (289) <b>Fl</b> Flerovium	115 (288) <b>Mc</b> Moscovium	116 (292) <b>Lv</b> Livermorium	117 (294) <b>Ts</b> Tennessine	118 (294) <b>Og</b> Oganesson																														
<table border="1"> <tr> <td>57 138,91 <b>La</b> Lanthan</td> <td>58 140,12 <b>Ce</b> Cer</td> <td>59 140,91 <b>Pr</b> Praseodym</td> <td>60 144,24 <b>Nd</b> Neodym</td> <td>61 (145) <b>Pm</b> Promethium</td> <td>62 150,36 <b>Sm</b> Samarium</td> <td>63 151,96 <b>Eu</b> Europium</td> <td>64 157,25 <b>Gd</b> Gadolinium</td> <td>65 158,93 <b>Tb</b> Terbium</td> <td>66 162,50 <b>Dy</b> Dysprosium</td> <td>67 164,93 <b>Ho</b> Holmium</td> <td>68 167,26 <b>Er</b> Erbium</td> <td>69 168,93 <b>Tm</b> Thulium</td> <td>70 173,05 <b>Yb</b> Ytterbium</td> <td>71 174,97 <b>Lu</b> Lutetium</td> </tr> <tr> <td>89 (227) <b>Ac</b> Actinium</td> <td>90 232,04 <b>Th</b> Thorium</td> <td>91 231,04 <b>Pa</b> Protactinium</td> <td>92 238,03 <b>U</b> Uran</td> <td>93 (237) <b>Np</b> Neptunium</td> <td>94 (244) <b>Pu</b> Plutonium</td> <td>95 (243) <b>Am</b> Americium</td> <td>96 (247) <b>Cm</b> Curium</td> <td>97 (247) <b>Bk</b> Berkelium</td> <td>98 (251) <b>Cf</b> Californium</td> <td>99 (252) <b>Es</b> Einsteinium</td> <td>100 (257) <b>Fm</b> Fermium</td> <td>101 (258) <b>Md</b> Mendelevium</td> <td>102 (259) <b>No</b> Nobelium</td> <td>103 (262) <b>Lr</b> Lawrencium</td> </tr> </table>																			57 138,91 <b>La</b> Lanthan	58 140,12 <b>Ce</b> Cer	59 140,91 <b>Pr</b> Praseodym	60 144,24 <b>Nd</b> Neodym	61 (145) <b>Pm</b> Promethium	62 150,36 <b>Sm</b> Samarium	63 151,96 <b>Eu</b> Europium	64 157,25 <b>Gd</b> Gadolinium	65 158,93 <b>Tb</b> Terbium	66 162,50 <b>Dy</b> Dysprosium	67 164,93 <b>Ho</b> Holmium	68 167,26 <b>Er</b> Erbium	69 168,93 <b>Tm</b> Thulium	70 173,05 <b>Yb</b> Ytterbium	71 174,97 <b>Lu</b> Lutetium	89 (227) <b>Ac</b> Actinium	90 232,04 <b>Th</b> Thorium	91 231,04 <b>Pa</b> Protactinium	92 238,03 <b>U</b> Uran	93 (237) <b>Np</b> Neptunium	94 (244) <b>Pu</b> Plutonium	95 (243) <b>Am</b> Americium	96 (247) <b>Cm</b> Curium	97 (247) <b>Bk</b> Berkelium	98 (251) <b>Cf</b> Californium	99 (252) <b>Es</b> Einsteinium	100 (257) <b>Fm</b> Fermium	101 (258) <b>Md</b> Mendelevium	102 (259) <b>No</b> Nobelium	103 (262) <b>Lr</b> Lawrencium
57 138,91 <b>La</b> Lanthan	58 140,12 <b>Ce</b> Cer	59 140,91 <b>Pr</b> Praseodym	60 144,24 <b>Nd</b> Neodym	61 (145) <b>Pm</b> Promethium	62 150,36 <b>Sm</b> Samarium	63 151,96 <b>Eu</b> Europium	64 157,25 <b>Gd</b> Gadolinium	65 158,93 <b>Tb</b> Terbium	66 162,50 <b>Dy</b> Dysprosium	67 164,93 <b>Ho</b> Holmium	68 167,26 <b>Er</b> Erbium	69 168,93 <b>Tm</b> Thulium	70 173,05 <b>Yb</b> Ytterbium	71 174,97 <b>Lu</b> Lutetium																																		
89 (227) <b>Ac</b> Actinium	90 232,04 <b>Th</b> Thorium	91 231,04 <b>Pa</b> Protactinium	92 238,03 <b>U</b> Uran	93 (237) <b>Np</b> Neptunium	94 (244) <b>Pu</b> Plutonium	95 (243) <b>Am</b> Americium	96 (247) <b>Cm</b> Curium	97 (247) <b>Bk</b> Berkelium	98 (251) <b>Cf</b> Californium	99 (252) <b>Es</b> Einsteinium	100 (257) <b>Fm</b> Fermium	101 (258) <b>Md</b> Mendelevium	102 (259) <b>No</b> Nobelium	103 (262) <b>Lr</b> Lawrencium																																		

# Atomradien im Periodensystem der Elemente (PSE)

Die Atome unterschiedlicher Elemente sind auch unterschiedlich groß. Diese Vorstellung hat bereits John Dalton für sein Kugelteilchenmodell formuliert. Die Größe eines Atoms wird über seinen Atomradius angegeben. Betrachtet man die Größe der Atome aller Elemente im Periodensystem, so stellt man fest, dass sich auch die Atomradien in systematischer Weise verändern.

Die Größen der Atome (gemessene Radien) sind in der folgenden Tabelle in Pikometern (pm) angegeben.

 145 Li Lithium	 105 Be Beryllium	 85 B Bor	 70 C Kohlenstoff	 65 N Stickstoff	 60 O Sauerstoff	 50 F Fluor
 180 Na Natrium	 150 Mg Magnesium	 125 Al Aluminium	 110 Si Silicium	 100 P Phosphor	 97 S Schwefel	 95 Cl Chlor
 220 K Kalium	 180 Ca Calcium	 130 Ga Gallium	 125 Ge Germanium	 115 As Arsen	 112 Se Selen	 110 Br Brom
 235 Rb Rubidium	 200 Sr Strontium	 155 In Indium	 145 Sn Zinn	 142 Sb Antimon	 140 Te Tellur	 137 I Iod

## Aufgabe 1

Beschreibe, wie sich die Größe der Atome innerhalb der Hauptgruppen und Perioden verändert.

---



---



---

## Aufgabe 2

Ergänze die Lücken mit diesen Begriffen:

*Anstieg, Elektronen, Hauptgruppe, Kernladungszahl, positive, Schale.*

Diese Abnahme der Radien innerhalb einer Periode erklärt sich daraus, dass innerhalb einer Periode die \_\_\_\_\_ und damit die \_\_\_\_\_ Ladung des Kerns wächst. Somit werden die negativ geladenen \_\_\_\_\_ des Atoms stärker angezogen. Der \_\_\_\_\_ der Atomradien von einer Zeile zur nächsten innerhalb jeder \_\_\_\_\_ ist darauf zurückzuführen, dass in jeder neuen Periode eine \_\_\_\_\_ dazukommt.



## Lernzielkontrolle: Das Periodensystem der Elemente (PSE) (1)

Name: \_\_\_\_\_

1. Gib an, wer als Entdecker des Periodensystems der Elemente gilt.

---

---



(1 Punkt)

2. Benenne zwei Kriterien, nach welchen das Periodensystem geordnet ist.

---

---

---

(2 Punkte)

3. Erläutere, welche Voraussage Döbereiner mithilfe seiner Triaden treffen konnte.

---

---

---

---

---

(2 Punkte)

4. Beschreibe, welche Aussagen du über den Aufbau eines Atoms machen kannst, wenn du die Nummer der Hauptgruppe und die Nummer der Periode kennst.

---

---

---

(2 Punkte)

5. Benenne, welches Element in der III. Hauptgruppe und dort in der 3. Periode steht.

---

---

(1 Punkt)

6. Gib mithilfe der Atommasse (gerundet) für das Element Quecksilber (Hg, Ordnungszahl 80) die Anzahl der Protonen, Neutronen und Elektronen an.

Protonen: \_\_\_\_\_

Neutronen: \_\_\_\_\_

(2 Punkte)