

Alles Chemie – Atombau und PSE

Deutschlandweiter Unterrichtssupport für die Sek I

UNTERRICHT GESTALTEN



Willkommen beim nationalen Excellence-Schulnetzwerk MINT-EC!

MINT-EC ist das nationale Excellence-Netzwerk von Schulen mit Sekundarstufe II und ausgeprägtem Profil in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT). Es wurde im Jahr 2000 von den Arbeitgebern gegründet und arbeitet eng mit deren regionalen Bildungsinitiativen zusammen. MINT-EC bietet ein breites Veranstaltungs- und Förderangebot für Schülerinnen und Schüler sowie Fortbildungen und fachlichen Austausch für Lehrkräfte und Schulleitungen. Das MINT-EC-Netzwerk steht seit 2009 unter der Schirmherrschaft der Kultusministerkonferenz der Länder (KMK).

Der Zugang zum MINT-EC-Netzwerk ist über ein bundesweit einmaliges Auswahlverfahren möglich, das Qualität und Quantität der MINT-Angebote der Schulen prüft und dabei höchste Standards ansetzt.

Die Ziele von MINT-EC sind

- Vernetzung exzellenter MINT-Schulen untereinander sowie mit Wirtschaft und Wissenschaft
- Aktive Förderung des MINT-Nachwuchses, Studien- und Berufsorientierung
- Förderung der qualitativen Schulentwicklung und die Anbindung des Fachunterrichts an den aktuellen Stand der Forschung
- Verdeutlichung der gesellschaftlichen Relevanz von MINT

In Kooperation mit Partnern aus Schule, Wirtschaft und Wissenschaft entwickeln wir innovative und bedarfsgerechte Maßnahmen und Angebote für unsere MINT-EC-Schulen.

Zur MINT-EC-Schriftenreihe:

Beiträge und Resultate aus den vielfältigen Aktivitäten des nationalen Excellence-Schulnetzwerks MINT-EC und der Netzwerkschulen werden in dieser Schriftenreihe zusammengeführt und veröffentlicht.

In verschiedenen Themenclustern erarbeiten MINT-EC-Lehrkräfte und -Schulleitungen Schul- und Unterrichtskonzepte, entwickeln diese weiter und nehmen dabei Impulse aus Wissenschaft und Forschung sowie aus aktuellen Herausforderungen der schulischen Praxis auf.

Die MINT-EC-Schriftenreihe nimmt drei wesentliche Aktionsfelder in den Blick, denen die einzelnen Publikationen zugeordnet werden:

- Schule entwickeln
- Unterricht gestalten
- Talente fördern

Kommentare und Anregungen senden Sie gern an: [**info@mint-ec.de**](mailto:info@mint-ec.de)

Alles Chemie – Atombau und PSE

Deutschlandweiter Unterrichtssupport für die Sek I



Das nationale
Excellence-Schulnetzwerk

Vorwort

Chemie ist ein wichtiger Teil des Lebens, auch wenn viele Menschen dies gar nicht bewusst wahrnehmen. Es sind die alltäglichen Dinge, in denen Produkte der pharmazeutisch-chemischen Industrie zum Einsatz kommen: Dächer, die als Felder dienen, durch leichte Untergrundmaterialien; Brücken, die nicht bröckeln dank spezieller Kunststoffe; Hausfassaden, die Schmutz abweisen aufgrund einer Oberflächenversiegelung; Straßenmarkierungen, die reflektieren, um die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen; Kühlschränke, die Energie sparen, Solarzellen, die mehr aus dem Sonnenlicht herausholen, oder Verkehrsmittel, die heute selbstverständliche Mobilität ermöglichen, damit auch in der Zukunft Energiesicherheit und Umweltschutz kein Widerspruch sind.

Doch „Gesund Leben“ hängt auch an einer sicheren Versorgung aller Menschen, sei es nun durch Sicherstellung einer guten Ernährung, dem Erhalt allen Lebens durch eine umweltschonende Bewirtschaftung und Bereitstellung von Medikamenten zur Verbesserung der Gesundheit in der Welt.

Das Leben der Menschen hat sich dank vieler chemisch-pharmazeutischer Produkte verbessert, dennoch bleiben Frage offen und es sind immer wieder neue Ideen gefragt für neue Wege.

Um diese besseren Lösungen für die Zukunft finden zu können, müssen junge Menschen für Wissenschaft begeistert werden. Nur Begeisterung weckt die Neugierde, die Neues, die Besseres entstehen lässt. Im Cluster Chemie haben viele begeisterte Menschen versucht, ihre persönliche Neugierde und die Freude an der Chemie auch für andere erlebbar zu machen. Mit guten Ideen und Tipps für eine attraktive Unterrichtsgestaltung soll die im Cluster spürbare Begeisterung für Chemie, aber auch darüber hinaus für alle Naturwissenschaften weitergegeben und in die Breite getragen werden. So verstehen auch zukünftig viele junge Menschen ihre persönliche Welt besser und tragen selbst zu einer weiteren Entwicklung bei.

Im Rahmen des ersten Clusters Chemie wurden zwei Themenschwerpunkte bearbeitet „Atombau und PSE“ und „Säuren und Basen“. In der Zusammenstellung sind klassische mediale Elemente, wie Graphiken und Texte mit praktischen Handlungsvorschlägen und konkreten Versuchsvorschriften kombiniert. Dabei ist es gelungen, die Komplexität der grundsätzlichen Vorgänge und ablaufenden chemischen Prozesse mit Hilfe anschaulicher, alltäglicher Beispiele und unter Einsatz neuer medialer Ansätze in unterschiedlichem Fokus zu beleuchten und erfahrbar zu machen.

Auf die Schülerinnen und Schüler ausgerichtete didaktische Konzepte und unterschiedliche Lernmittel sollen neugierig auf das Lernen machen und letztendlich die Begeisterung für die Chemie entfachen.

Viel Freude bei Nutzung und Einsatz im Unterricht.

Dr. Hans Jürgen Metternich

Ausbildungskordinator Evonik Industries AG

Einleitung

Bundeskanzlerin Angela Merkel sagte einmal: „Ich bin für Wettbewerb bei der Bildung zwischen den Ländern.“ Aufgrund des Bildungsföderalismus versuchte jedes Bundesland, sich bei internationalen Vergleichsstudien nochmals extra zu platzieren. Das Bundesergebnis der PISA-Studie wurde nur beachtet, wenn man nicht in einem Teilgebiet besser abschnitt als der Rest der Republik. Unterschiedliche Standards und Anforderungen waren die natürliche Folge.

Nun wird von der Kultusministerkonferenz (KMK) eine bundesweite Vereinheitlichung der Kernabiturfächer Mathematik und Deutsch entwickelt. Gleiches Abitur bedeutet dadurch auch, dass es hohe Überschneidungen in der Abiturvorbereitung geben muss. Und genau dieser bundesweiten Bewegung folgt das MINT-EC Themencluster *Chemie*.

Im September 2014 in Marl gegründet, setzte sich das aus Lehrkräften der Bundesländer Bayern, Berlin, Hessen, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen bestehende Themencluster zum Ziel, bundesweit einsetzbare Unterrichtssequenzen zu schaffen. Gleichzeitig folgt das Themencluster auch dem Ruf der Industrie. Diese beklagt sich immer stärker über Abiturientinnen und Abiturienten, die sowohl in der anorganischen als auch der organischen Chemie, die Schule mit zu wenigen chemischen Grundkenntnissen verlassen.

In Zusammenarbeit mit der *EVONIK Industries AG*, die das Cluster und diese Publikation fördert, machte man sich durch intensive Lehrplanarbeit daran, Schnittmengen in den zu unterrichtenden Themengebieten der Mittelstufe/Sekundarstufe I zu finden. Schnell wurden gravierende Unterschiede in den Stoffumfängen der einzelnen Länder-Lehrpläne sichtbar. Final konnte man sich auf die beiden Themenbereiche **Atombau und PSE** sowie **Säuren und Basen** festlegen. Hierbei handelt es sich um elementar wichtige Bereiche der Chemie, deren Kenntnisse für jeden weiteren beruflichen Weg im Feld der Chemie essentiell sind.

Diese Themen wurden nun von zwei getrennten Arbeitsgruppen aufbereitet. Ziel war es auch, mit Hilfe der Vielfalt an didaktischen Möglichkeiten diese beiden Themen in allen Bundesländern nutzbar zu machen. Jedes Thema kann von den interessierten Lehrkräften nochmals eigenständig didaktisch reduziert werden.

Im Zuge der Digitalisierung der Klassenzimmer stand mit *Creos Lernideen und Beratung* ein äußerst kompetenter Partner an unserer Seite, der unsere Inhalte und Ideen auch in eine ansprechende digitale Präsentationsform brachte. Animationen, Filme, Spiele, das Themencluster Chemie präsentiert sich also ebenso modern wie traditionell, denn auch Arbeitsblätter, Texte zum Leseverständnis und klassische Versuchsanleitungen sind in dieser Publikation enthalten.

Das gesamte Heft und alle Medien dieser Publikation sind in digitaler Form auf der Lernplattform Lebensnaher Chemieunterricht zu finden.
www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=library&action=show&categoryId=15

Viel Spaß beim Blättern, Kopieren und Unterrichten!

Ihr MINT-EC Themencluster *Chemie*

Inhaltsverzeichnis – Atombau und PSE

- 07 A0. Didaktische Hinweise und Piktogrammübersicht**
von der Gruppe Atombau und PSE
- 13 A1. Von Demokrit zu Bohr - die historische Genese des Atommodells**
von Florian Spieler
- 29 A2. Modell des Atomkerns und Isotope**
von Robert Uebel
- 41 A3. Spiele und weiterführende Übungen zum Atombau**
von Anke Löwe
- 45 A4. Mineralwasser und Salzwasser - Ionen im Alltag**
von Dr. Reingard Bott
- 65 A5. Alkalimetalle**
von Christian Karus
- 73 A6. Erdalkalimetalle**
von Oliver Thüner
- 81 A7. Halogene**
von Coralie Lombard
- 99 A8. Edelgase**
von Christian Karus
- 107 A9. Wir entdecken das Periodensystem der Elemente**
von Anne Malewski
- 131 A10. Ergänzendes Material**
von Petra Duwe

Inhaltsverzeichnis – Atombau und PSE

151 Anhang 1 – Literaturverzeichnis

153 Anhang 2 – Abbildungsverzeichnis

155 Anhang 3 – Tabellenverzeichnis

157 Anhang 4 – Gefährdungsbeurteilungen

A0. Didaktische Hinweise und Piktogrammübersicht

Autorinnen und Autoren

Atombau und PSE Gruppe

Didaktische Hinweise

Diese Unterrichtseinheit thematisiert die Themengebiete Atombau und das Periodensystem der Elemente. Beide Themengebiete sind jeweils einer deduktiven Systematik unterworfen und gehen somit über allgemeingültige Einleitungskapitel hin zu fachspezifischen Themengebieten, Arbeitsblättern und weiterführenden Übungen.

Der Zusammensetzung des Themenclusters aus Lehrkräften verschiedener Bundesländer ist es geschuldet, dass die Inhalte in Teilen die Lehrpläne einzelner Bundesländer der Mittelstufe/Sekundarstufe I übersteigen.

Es ist somit jeder Nutzerin und jedem Nutzer selbst überlassen, die didaktische Reduktion vorzunehmen. Bereits die einzelnen Kapitel können dabei in sich noch weiter differenziert werden. Es wurde auf allgemeingültige Formulierungen und in sich geschlossene Sequenzen geachtet, die jeweils für sich stehen. Die beiden Bereiche *Atombau* und *Periodensystem der Elemente* wurden dabei nicht vermischt.

Insgesamt sollen die hier publizierten Aufsätze vor allem Handreichungen sein, die es Lehrkräften im gesamten Bundesgebiet ermöglichen, sich schneller in bestimmte Themen, die im Zusammenhang mit Atombau und PSE stehen, einzuarbeiten. Gerade Lehrerinnen und Lehrer, die frisch aus der Ausbildung kommen, finden in den einzelnen Kapiteln Anregungen, wie das ein oder andere Thema didaktisch präsentiert, bearbeitet und gefestigt werden kann. Doch auch für erfahrene Kolleginnen und Kollegen sind Ansätze dabei, die sich in deren Unterrichtsgänge gut einarbeiten lassen.

Wir hoffen, dass die dargebotenen Beispiele und Anregungen ein angenehmes und abwechslungsreiches Unterrichten ermöglichen.

Ihre Gruppe Atombau und PSE

Sicherheitshinweise**Piktogrammübersicht**

Seite 1 von 3

Die in der Tabelle aufgeführten Piktogramme werden in den folgenden Modulen verwendet, um ein sicheres Experimentieren zu gewährleisten.

Bei Modulen, die Experimente enthalten, werden neben der vollständigen Gefährdungsbeurteilung Entsorgungshinweise im Kopfbereich der Experimentiervorschrift mittels der unten aufgeführten Piktogramme gegeben.

	Persönliche Schutzausrüstung (PSA) Tragen einer Schutzbrille		Arbeiten in einem geschlossenen System
	Persönliche Schutzausrüstung (PSA) Tragen von Schutzhandschuhen		Entsorgung im Waschbecken
	Arbeiten unter dem Abzug		Entsorgung im Hausmüll
	Vermeidung von Brandgefahren (z.B. offene Flammen)		Entsorgung fester Chemikalien im jeweils eingeführten Entsorgungskonzept
	Fenster öffnen		Entsorgung flüssiger Chemikalien im jeweils eingeführten Entsorgungskonzept

Abbildung A0.01 Sicherheitshinweise

Gefahrensymbole**Piktogrammübersicht**

Seite 2 von 3

In der folgenden Tabelle sind die Gefahrensymbole nach dem global harmonisierten System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien – kurz GHS – mit ihrer Bedeutung aufgeführt.

Die Piktogramme können durch die Signalworte Achtung und/oder Gefahr zusätzlich präzisiert werden.

Diese Piktogramme finden Sie ebenfalls in der Kopfzeile der Versuchsanleitung wieder, damit auf Gefahrenpotenziale direkt aufmerksam gemacht werden kann.

	explosionsfähig		giftig, toxisch
	entzündlich		Achtung
	brandfördernd		gesundheitsgefährdend
	komprimierte oder gelöste Gase		umweltgefährdend
	ätzend		

Abbildung A0.02 Gefahrensymbole

Arbeitshinweise**Piktogrammübersicht**

Seite 3 von 3

Die Piktogramme geben Auskunft über die jeweilige Aktion während der Bearbeitung des Materials.

Die Piktogramme leiten die Schülerinnen und die Schüler durch die Arbeitsaufträge und nutzen zusätzlich neben dem Lesen von Arbeitsanweisungen den visuellen Eingangskanal der Schülerin oder des Schülers.

	Es wird unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften experimentiert.		Hinweis auf Tipps oder abgestufte Lernhilfen in Form von zusätzlichen Materialien.
	Ergebnisse und weiterführende Fragestellungen werden schriftlich fixiert.		Ein weiterführender Rechercheauftrag.
	Teste dein Wissen.		

Abbildung A0.03 Arbeitshinweise

In den abgestuften Lernhilfen, die durch das -Symbol angezeigt werden, bekommen die Schülerinnen und die Schüler Zusatzinformation zur Beantwortung schwieriger Lerninhalte.

Die „Tipps“ müssen nicht genutzt werden. Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler werden nicht häufig auf diese Hilfen zurückgreifen. Mit den abgestuften Lernhilfen ist es somit aber möglich stark binnendifferenzierend zu arbeiten.

Der Lehrer kann im Arbeitsplatzgespräch auf Lernschwierigkeiten besser eingehen und die Schülerin oder der Schüler setzt sich mit dem Material noch intensiver auseinander. Um eine höhere Identifikation mit den gegebenen Tipps zu erzeugen, werden die Charaktere aus den Comic-Video-Sequenzen als „Wissensübermittler“ genutzt.

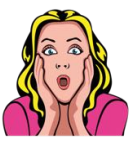
					
					

Abbildung A0.04 Abgestufte Lernhilfen

A1. Von Demokrit zu Bohr – die historische Genese des Atommodells

Autorinnen und Autoren

Florian Spieler – Schiller-Gymnasium, Hof

Einleitung

Er gilt als einer der Klassiker unter den Erarbeitungsmethoden im Unterricht: der historisch-genetische Ansatz. Falsifikation von einst revolutionären Grundgedanken treffen auf Verifikation von Randentdeckungen, die sich später als bahnbrechend herausstellten. Durch den historisch-genetischen Ansatz kann man im Chemieunterricht die Entwicklung eines Themengebiets über Jahrtausende hinweg darstellen und schafft dabei noch zusätzlich den fächerübergreifenden Bezug zur Geschichte.

Die folgende Unterrichtssequenz befasst sich mit dem Thema *Atombau* und den *Atommodellen* unter historisch-genetischem Ansatz. Sie zeigt die Entwicklung der modellhaften Vorstellung des Atoms vom griechischen Philosophen *Demokrit*, über den englischen Naturforscher *John Dalton*, den englischen Physik-Nobelpreisträger *Joseph Thomson*, den deutsch-österreichisch-ungarischen Physiker *Philipp Lenard*, den neuseeländischen Physiker und Chemie-Nobelpreisträger *Ernest Rutherford* bis hin zum dänischen Physiker und Nobelpreisträger *Niels Bohr*. Es geht darum zu zeigen, wie sich Thesen über die Jahrtausende verifiziert, modifiziert oder falsifiziert haben und wie die Thesen, die manche Forscher zu ihrer Zeit aufgestellt haben, dieser so weit voraus waren, dass sie erst viele Jahre später von der Wissenschaftswelt beachtet und anerkannt wurden.

Das Atommodell unter historisch-genetischer Betrachtung

Diese didaktische Herangehensweise zählt zu den bewährten klassischen Methoden. Wichtig im hier aufgezeigten Ansatz ist jedoch die Schüleraktivierung. Vor allem auf die Förderung der naturwissenschaftlichen Lesekompetenz wird bei dieser Unterrichtseinheit großer Wert gelegt. Dazu wurden eigens Texte entworfen, die von ihrem Schwierigkeitsgrad den Anfangsklassen der Chemie, die das Atommodell behandeln, angemessen sind.

Die Unterrichtsstunde umfasst insgesamt sechs Einzelstunden zu je 45 Minuten. Dabei werden in den ersten drei Stunden durch Textarbeit die nötigen Informationen und deren Erklärungen zusammengestellt, bevor diese dann gebündelt in der vierten Stunde im Plenum zusammengetragen werden. In der fünften Stunde findet dann eine *Exkursion ins Atom* statt. Was man darunter versteht, wird in der entsprechenden Stunde dann näher erläutert.

Den Abschluss bildet die sechste Stunde in Form einer Lernzielkontrolle mit dem Thema *Wer wird Molekül?*.

Die Unterrichtseinheit kann dabei natürlich beliebig variiert werden. Sie gilt nicht als streng vorgelegter Masterplan, sondern bildet nur einen roten Faden, der die Themen *Atombau* und *Atommodelle* unter historisch-genetischer Betrachtungsweise beleuchtet.

Stunden 1 bis 4 – Die Wissenschaftler

In den ersten vier Stunden werden die Thesen der folgenden Wissenschaftler dargestellt:

Demokrit, Dalton, Thomson, Lenard, Rutherford und Bohr.

Die Inhalte ihrer jeweiligen Entdeckungen sind in Form von Briefen dargestellt, welche sich die Forscher in historischer Reihenfolge gegenseitig geschickt haben. Natürlich ist dies z.B. von *Demokrit* zu *Dalton* nicht möglich, doch dienen diese Konversationen der Vermittlung der Unterrichtsinhalte sowie Förderung der naturwissenschaftlichen Lesekompetenz.

Zur Erarbeitung der Texte kann jeweils mit der *Think, Pair, Share*-Methode gearbeitet werden.

Hierbei lesen die Schülerinnen und Schüler den jeweiligen Text zunächst in Stillarbeit und notieren sich die wichtigsten Stichpunkte in ihr Heft, bevor sie dann mit ihren Sitznachbarn in der *Pair-Phase* die Informationen vergleichen und diese gegebenenfalls ergänzen oder verbessern.

Beim *Share*, also dem *Teilen der Informationen mit der Klasse*, wird dann eine einheitliche Notation erarbeitet, die aber keinesfalls die bereits zusammengestellten Informationen der einzelnen Schülerinnen und Schüler, die oftmals mehr Inhalte als notwendig gesammelt haben, ersetzt.

Festgehalten werden diese in einer Tabelle, die hier nicht als Kopiervorlage, sondern nur als Notationsvorschlag dargestellt wird.

Forscher	Jahr	Thesen	heute noch gültig
<i>Demokrit</i>	um 400 v. Chr.		
<i>John Dalton</i>	1803		
<i>Joseph J. Thomson</i>	1897		
<i>Philipp Lenard</i>	1903		
<i>Ernest Rutherford</i>	1910/1911		
<i>ggf. James Chadwick</i>	1932		
<i>Niels Bohr</i>	1913		

Tabelle A1.01 Vom Atombau und Atommodellen (unausgefüllte Vorlage)

Die Briefe



Verehrter Dalton,

es zermürbt mich, zu wissen, dass ich im Recht bin, doch niemand schenkt mir Glauben. Ich wünschte, dass mein Schicksal nicht so „unteilbar“ wäre, wie die kleinsten Teilchen, die nach nahezu endlosem Teilen bei jedem Stoff verbleiben. Ich nenne sie „Atome“. So bezeichnen meine Landsleute, die Griechen, das Unteilbare, „atomos“.

Wäre nur nicht dieser Aristoteles, dem alle blind Glauben schenken, so würden wir Atomisten, mein geschätzter Lehrer Leukippos und ich, endlich die wissenschaftliche Anerkennung bekommen, die wir verdienen.

So sende ich einen Brief ins 19. Jahrhundert, in der Hoffnung, dass sich zu dieser Zeit nicht nur das Weltbild der Menschen geändert hat.

In Hochachtung

*Demokrit,
Griechenland, 400 v.Chr.*



Abbildung A1.01 Brief von Demokrit an John Dalton

Die Briefe



Holder Thomson,

die Wissenschaft hält seltsame Wege bereit. So konnte ich die Thesen unseres geschätzten Vorgängers Demokrit überprüfen und bin zu dem Schluss gekommen, dass dieser Recht hatte. Und ich gehe noch weiter! Ich sage, dass unzerstörbare Atome die Bausteine aller Stoffe sind. Dabei gibt es so viele Atomarten wie Elemente. Bei chemischen Reaktionen verändern sich diese kleinsten Teilchen nicht, sondern werden nur getrennt und in neuen, ganzzahligen Verbänden zusammengesetzt. Jedes Atom unterscheidet sich von dem eines andern Elements in Größe und Masse. Diese ist natürlich nicht direkt messbar, jedoch sage ich, dass wir relative Atommassen feststellen können.

Teilen Sie mir doch bitte mit, was Sie von meinen Thesen halten. Vielleicht sehen wir uns bei einem Stück Rosinenkuchen schon bald wieder.

Ihr Kollege

John Dalton, England, 1803



Abbildung A1.02 Brief von John Dalton an Joseph J. Thomson

Die Briefe



Verehrter Lenard,

ob das Wort „revolutionär“ angebracht ist, bitte ich Sie zu entscheiden. Mein Glühkathodenversuch hat jedoch gezeigt, dass es Teilchen gibt, die sich im Magnetfeld ablenken lassen. Ich nenne sie „Elektronen“. Sie sind überall, in jedem Metall, mit dem ich experimentiert habe. Und das würde heißen, dass Atome nun doch nicht unteilbar sind, sondern eben diese Elektronen aus ihnen entfernt werden können. Anscheinend liegt eine positive Grundmaterie vor, in der diese negativ geladenen Elektronen eingelagert sind. Ich habe es scherzhaft mit dem Rosinenkuchen meiner Frau verglichen. Der Kuchen ist die positive Atommasse, die Elektronen die Rosinen.

Nach außen hin ist das Atom somit neutral, jedoch nicht mehr, wenn Elektronen abgegeben oder aufgenommen worden sind. Dann entstehen meiner Meinung nach positiv beziehungsweise negativ geladene Ionen.

Ist dies naturwissenschaftliches
Glatteis?

Mit Grüßen

Joseph J. Thomson, England, 1897



Abbildung A1.03 Brief von Joseph J. Thomson an Philipp Lenard

Die Briefe



Geschätzter Rutherford,

unser hochgeachteter Kollege Thomson hat mir geschrieben und mich über seine Forschung in Kenntnis gesetzt. Meine Arbeit hat ergeben, dass Atome keine massiven Kugeln sind, sondern das Innere des Atoms so leer ist wie das Weltall. Der harte Kern, den ich aber nicht näher erforscht habe, macht höchstens 1/1000 des Atomradius aus, vielleicht noch weniger. Beim Beschuss von Atomen mit Elektronen kamen die negativen Teilchen fast alle unabgelenkt aus der Apparatur heraus, ebenso, wie ich sie hineingeschossen hatte. Könnt ihr ein solches Experiment verfeinern?

Bitte teilt mir eure Ergebnisse mit!

Hochachtungsvoll

Philipp Lenard, Deutschland, 1903



Abbildung A1.04 Brief von Philipp Lenard an Ernest Rutherford

Die Briefe



Lieber Kollege Bohr,

ist es nicht erstaunlich, wie aus einer Idee ein Modell werden kann, welches seit über 100 Jahren in der Wissenschaft besteht. So waren es meine Kollegen aus England und Deutschland, die mich hier in Neuseeland beeinflusst haben, den Dingen einmal auf den „Kern“ zu gehen. Nachdem bereits Thomson das Elektron entdeckt hatte, konnte ich durch meinen Streuversuch nun auch noch das massive Zentrum des Atoms, den Kern, nachweisen. Das unglaubliche Größenverhältnis von Kerndurchmesser zu Hüllendurchmesser von 1 zu 100.000, war auch für mich zunächst nicht greifbar. Wie wichtig bei dieser Arbeit meine Mitarbeiter waren, wird dadurch belegt, dass es mein Schüler James Chadwick war, der im Zuge unserer Versuchsreihe noch das massive, aber neutrale, Neutron entdeckte. Wie unser Versuch aussah, darüber gibt es ja zahlreiche Quellen auf Papier und Film.

Hochachtungsvoll

Ernest Rutherford, Neuseeland, 1909



Abbildung A1.05 Brief von Ernest Rutherford an Niels Bohr
(Den Versuchsaufbau in animierter und vertiefter Form findet man auf der Seite www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=library&action=show&categoryId=15)

Die Briefe

Liebe Schülerinnen und Schüler,

wie glücklich ich mich schätzen darf, dass es mein Modell ist, welches bis heute als anerkanntes Atommodell den Chemieunterricht erhellt. So stelle ich euch das Atom nun also als ein aus einem schweren, positiven Zentrum bestehenden Kern vor, welcher die Protonen und Neutronen beinhaltet. Dieser Kern wird von deutlich leichteren Elektronen auf Bahnen umkreist. Nun, da habe ich mich dann wohl zu früh gefreut, denn bessere Messgeräte und genauere Berechnungen, für die ich zwar das Wissen, aber nicht die Mittel hatte, sprechen heute nicht mehr von genau festgelegten Bahnen, sondern von Aufenthaltswahrscheinlichkeiten. Dies kommt euch zu Gute, da ihr die Elektronen nun nicht mehr direkt auf die Linien zeichnen müsst, sondern ihnen etwas mehr Platz geben dürft, nämlich in den Zwischenräumen.

Was man bei Protonen, Neutronen und Elektronen unter „schwer“ und „leicht“ versteht, das erfahrt ihr nächste Stunde.

Hochachtungsvoll

Niels Bohr, Deutschland, 1913



Abbildung A1.06 Brief von Niels Bohr an die Schülerinnen und Schüler

Bei der Lehre des *Bohrschen* Atommodells ist es jeder Lehrkraft natürlich selbst überlassen, ob sie sich an die etwas ältere Notation der Elektronen auf den Kreisbahnen hält, oder diese, wie es neuere Ansätze zeigen, zwischen die Kreisbahnen setzt, um damit die Aufenthaltswahrscheinlichkeit und den vergrößerten Bereich darzustellen.

Die Texte sollen nun also jeweils von den Schülerinnen und Schülern bearbeitet werden. Dabei werden die wichtigsten Punkte in Tabelle A1.01 übertragen. Zur besseren Übersicht und zeitsparenden Vorbereitung habe ich unter Tabelle A1.02 eine mögliche Musterlösung aufbereitet. Diese beinhaltet auch gleich die heute noch gültigen Thesen des jeweiligen Wissenschaftlers, welche dann von der Lehrkraft ergänzt werden können.

Forscher	Jahr	Thesen	heute noch gültig
<i>Demokrit</i>	um 400 v. Chr.	Atome sind die kleinsten, unteilbaren Teilchen (griech. <i>atomos</i> = unteilbar)	
<i>John Dalton</i>	1803	- Atome sind unzerstörbar - Atome sind die Bausteine aller Stoffe - es gibt so viele Atomarten wie Elemente - Atome verändern sich bei chem. Reaktionen nicht, sondern werden nur neu zusammengesetzt - Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in Größe und Masse voneinander - relative Atommassen können errechnet werden	- Atome sind die Bausteine aller Stoffe (erweiterbar durch Moleküle, Ionen) - Atomartenanzahl = Anzahl der Elemente - Atome verändern sich bei chem. Reaktionen nicht, sondern werden nur in neuen Verbänden neu zusammengesetzt - Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in Größe und Masse voneinander - relative Atommassen können errechnet werden
<i>Joseph J. Thomson</i>	1897	- es gibt negativ geladene Elektronen - Atome sind nicht unteilbar - Elektronen können aus Atomen entfernt werden - Elektronen sind in positive Grundmaterie eingelagert - Atome erscheinen nach außen hin neutral - bei Elektronenabgabe/-aufnahme entstehen positiv/negativ geladene Ionen	- es gibt negativ geladene Elektronen - Atome sind nicht unteilbar - Elektronen können aus Atomen entfernt werden - Atome erscheinen nach außen hin neutral - bei Elektronenabgabe/-aufnahme entstehen positiv/negativ geladene Ionen

Forscher	Jahr	Thesen	heute noch gültig
<i>Philipp Lenard</i>	1903	- Atome sind keine massiven Kugeln - das Innere des Atoms ist leer - Kern ist massig - Kerndurchmesser zu Atomdurchmesser = 1/1.000	- Atome sind keine massiven Kugeln - das Innere des Atoms ist (überwiegend) leer - Kern ist massig
<i>Ernest Rutherford</i>	1910/1911	- Kerndurchmesser zu Atomdurchmesser = 1/100.000 - Atomkern enthält massige, positiv geladene Protonen - Atomkern ist massig und lenkt Alphateilchen ab - Großteil des Atoms ist leer/das „Nichts“ - Alle Inhalte sind mithilfe der Animationen auf der Seite, www.lncu.de (siehe unten) lehrbar	- Kerndurchmesser zu Atomdurchmesser = 1/100.000 - Atomkern enthält massige, positiv geladene Protonen - Atomkern ist massig und lenkt Alphateilchen ab - Großteil des Atoms ist leer/das „Nichts“
<i>ggf. James Chadwick</i>	1932	Atomkern besteht neben Protonen auch noch aus massigen neutralen Neutronen	Atomkern besteht neben Protonen auch noch aus massigen neutralen Neutronen
<i>Niels Bohr</i>	1913	negative Elektronen bewegen sich auf Bahnen um den massigen Atomkern	negative Elektronen bewegen sich auf Bahnen um den massigen Atomkern/ggf. Orbitale/Aufenthaltswahrscheinlichkeiten

Tabelle A1.02 Vom Atombau und Atommodellen (ausgefüllter Musterlösungsvorschlag), www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=library&action=show&categoryId=15

Stunde 5 – Die Elementarteilchen – Eine Exkursion ins Atom

Im Folgenden geht es nun für eine Stunde um die Elementarteilchen, die in den vorangegangenen Stunden zwar schon benannt wurden, jetzt jedoch noch etwas genauer betrachtet werden sollen. Die Informationen, die beim Erarbeiten gesammelt werden sollten, können in einem Hefteintrag zusammengefasst werden.

Zur Erarbeitung der Stundeninhalte dient ein Unterrichtsgang, welcher sich mit der modellhaften Darstellung des Atomkerns beschäftigt. Alle Fachinhalte, wie z.B. die Masse von Neutronen, Protonen und Elektronen, können beiläufig in die modellhafte Darstellung mit eingearbeitet werden.

Die Elementarteilchen p^+ , n und e

Atome bestehen aus dem Atomkern und der Atomhülle. Im Atomkern, der fast 100% der Masse des Atoms enthält, befinden sich die Protonen (p^+) und die Neutronen (n):

$$m_{(n)} = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{(p^+)} = 1,672 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

In der Atomhülle befinden sich die - im Verhältnis zu Protonen und Neutronen - fast masselosen Elektronen (e^-):

$$m_{(e^-)} = 0,911 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

Das Größenverhältnis von Atomkerndurchmesser zu Atomhüllendurchmesser ist ein Femtometer (10^{-15} m) zu einem Ångström (10^{-10} m).

Tabelle A1.03 Tafelanschrift zum Thema „Elementarteilchen“

Der Unterrichtsgang

Der Unterrichtsgang stellt eine einzigartige Möglichkeit dar, mit den Schülern eine Reise ins Atom zu unternehmen. Wie bereits bei *Ernest Rutherfords* Atommodell erarbeitet wurde, ist das Verhältnis von Atomkerndurchmesser zur Atomhüllendurchmesser 1 zu 100.000, Femtometer zu Ångström. Um dies für Schülerinnen und Schüler verständlich darzustellen, kann man mit ihnen auf den Schulsportplatz gehen, solange man dort eine 100-Meter-Laufbahn vorfindet. Als weiteres Hilfsmittel benötigt man eine Stecknadel, mit einem Kopfdurchmesser von einem Millimeter. Am besten eignet sich hierbei eine Stecknadel, wie sie z.B. in neuen Hemden zum Zusammenhalten der Ärmel an das Hemd, verwendet wird. Diese haben außerdem einen silbernen Kopf, was sie schlechter sichtbar macht.

Das dadurch entstehende Verhältnis von einem Millimeter zu 100 Meter entspricht nun genau dem Durchmesser Verhältnis von Atomkern zu Atomhülle.

Um das Ganze noch faszinierender zu gestalten, stellt sich nun die eine Hälfte der Klasse am Start, die andere Hälfte am Ziel auf. Man selbst geht zur 50-Meter-Linie und steckt dort die Stecknadel mittig ein. Auf Handzeichen fangen die Schülerinnen und Schüler an, sich auf die 50-Meter-Linie zuzubewegen, mit dem Arbeitsauftrag, erst dann stehen zu bleiben, wenn sie die Nadel auch tatsächlich sehen. Silberne Nadeln sind schwieriger zu erkennen als bunte, zeigen Sie den Schülerinnen und Schülern im Vorfeld trotzdem nicht die Nadel. Einige werden sie nicht erkennen, wenn sie genau davorstehen.

Hat Ihre Schule das Glück, ein ganzes Sportstadion nutzen zu können, so ist dieser Real-Life-Versuch noch eindrucksvoller: Die Schülerinnen und Schüler sollen sich hierbei an der Ziellinie, der 100-Meter-, 200-Meter- und 300-Meter-Startlinie aufstellen und Sie platzieren die Stecknadel in der Mitte des Anstoßkreises auf dem Rasen. Somit simulieren Sie gleichzeitig *Bohrs* äußerste Schale und können nochmals auf das Schalenmodell eingehen.

Machen Sie den Schülerinnen und Schülern klar, dass sich all die Masse des Atoms, aufsummiert durch das Gewicht der Protonen und Neutronen, in diesem Stecknadelkopf befindet und alles Weitere im Stadion „Nichts“ ist. Schreiten Sie mit ihnen die einzelnen Schalen ab und wiederholen Sie die Elektronenkonfiguration.

Durch diesen Unterrichtsgang können Sie fast alle Atommodelle, aber auch den Aufbau des Atoms wiederholen und die Schülerinnen und Schüler werden sich, dies kann ich aus eigener Erfahrung sagen, immer an dieses Real-Life-Experiment erinnern, bei dem sie im Chemieunterricht auf die Laufbahn oder sogar ins Sportstadion gegangen sind.

Der zeitliche Aufwand beträgt, je nach Lage der Bahn, auch nur 15 bis 20 Minuten. Der Rest der Stunde kann also mit der Sicherung der Atommassen (siehe Tabelle A1.07) verbracht werden.

Stunde 6 – Die Lernzielkontrolle

Keine Stoffvermittlung ohne Lernzielkontrolle, so die häufig vertretene Meinung. In den vorangegangenen Stunden ging es darum, den Schülerinnen und Schülern die historische Genese unseres heutigen Atommodells vorzustellen.

Es sollte gezeigt werden, wie früh sich die Wissenschaftler bereits Erkenntnisse angeeignet hatten, die heute noch nicht falsifiziert worden sind. Es wurde darauf geachtet, dass alle Inhalte mit einem hohen Anteil an Schüleraktivierung vermittelt werden und somit zielt auch die Lernzielkontrolle auf eine eher spielerische Art der Prüfung ab.

Natürlich können Sie die Genese oder einzelne Modelle auch schriftlich abfragen.

Wer wird Molekül?

In Anlehnung an die Fernsehsendung „Wer wird Millionär?“ gibt es im Internet zahlreiche Seiten, auf denen die Folien mit dem Originallayout der Fragen aus dem Fernsehen heruntergeladen werden können. Die Frage erscheint automatisch vor den der Reihe nach aufpoppenden Antwortmöglichkeiten.

Einige mögliche Fragen, die den Schülerinnen und Schülern als Lernzielkontrolle gestellt werden können, sind hier aufgelistet. Die richtige Antwort ist dabei jeweils unterstrichen (siehe nächste Seite).

1. Welche von Thomsons' Thesen ist heute nicht mehr gültig?
 - A Atome sind nicht unteilbar
 - B Elektronen sind negativ geladen
 - C Atome haben positive Grundmasse
 - D Atome sind nach außen hin neutral
2. Was versteht man unter Elementarteilchen?
 - A Quarks & Photonen
 - B p^+ , e^- , n
 - C Legonen
 - D Pronomen, Elektrinos
3. Rutherford verwendete in seinem Streuversuch so genannte "Alphateilchen". Wie konnte er damit die Protonen im Kern nachweisen?
 - A Alphateilchen + Protonen = Farbreaktion
 - B Alphateilchen + Protonen = Lichtblitze
 - C Reaktion nur mit Goldfolie möglich
 - D Alphateilchen + Protonen = Abstoßung
4. Das Verhältnis von Atomkerndurchmesser zur Atomhüllendurchmesser entspricht:
 - A Femtometer zu Ångström
 - B Ångström zu Femtometer
 - C Pikometer zu Ar
 - D Millimeter zu Dezimeter
5. Vergleicht man den Streuversuch mit dem Wurf von Tennisbällen gegen eine Ziegelmauer, dann würden:
 - A Alle Tennisbälle abprallen
 - B 99% der Tennisbälle durch die Mauer fliegen
 - C Die Bälle verschieben die Ziegel
 - D Die Ziegel ziehen die Tennisbälle an

Diese Reihe ist natürlich beliebig erweiterbar. Um die Antworten geben zu können, lassen Sie von den Schülerinnen und Schülern einfach ein A4-Blatt in vier Teile zerteilen und auf je ein Viertel die Buchstaben A bis D schreiben. Nach dem Stellen jeder Frage haben die Schülerinnen und Schüler einige Sekunden Bedenkzeit. Sie müssen dann auf Ihr Kommando hin die Schilder heben. Hebt jemand zu spät hoch oder wartet auf die Antworten der anderen, so ist dieser ausgeschieden. Es gewinnen die, die alle Fragen richtig beantworten.

Wenn 10 bis 15 Fragen erstellt werden, so eignet sich diese Methode auch sehr gut zur Vergabe einer mündlichen Note.

Schlussbetrachtung

Auch mein Referendariat in Bayern war geprägt von neuen Methoden, dynamischen Unterrichtseinstiegen und Zirkusvorstellungen vor einem Publikum, das man „Schülerinnen und Schüler“ nannte.

Der Unterrichtsalltag zeigte mir dann jedoch schnell, dass die „alten Methoden“ keinesfalls nur Schlechtes beinhalten. Warum der historisch-genetische Unterrichtsverlauf bereits in meiner Studienzeit so verpönt war, erschließt sich mir nicht.

Und so bin ich mir bewusst, dass ich hier zum Thema Atombau und Atommodelle nur alten Wein in einem neu aufbereiteten Schlauch präsentiere, doch hoffe ich, der ein oder anderen Kollegin und dem ein oder anderen Kollegen eine neue Möglichkeit des Unterrichtens zu diesem Thema eröffnet zu haben, bei der Sie sich, durch die vorbereiteten Materialien, eines selbst schenken können, nämlich Zeit.

A2. Modell des Atomkerns und Isotope

Autorinnen und Autoren

Robert Uebel – Archenhold-Gymnasium, Berlin

Das Modell des Atomkerns

Lehrerkräfteinformationen zur Stunde „Das Modell des Atomkerns“

Voraussetzungen

Die Unterrichtsstunde schließt inhaltlich an den Rutherford'schen Streuversuch an. Die Lernenden kennen demzufolge den Aufbau, die Durchführung, die Beobachtungen und die Schlussfolgerungen des Versuchs. Als Ableitung steht ihnen nun das Kern-Hülle-Modell (Planetenmodell) zur Verfügung.

Ziele

Diese Stunde legt den Fokus auf das Fachwissen. Der Lernzuwachs zeigt sich darin, dass die Schülerinnen und Schüler die Elementarteilchen des Atomkerns mit ihren wesentlichen Eigenschaften (Masse, Ladung) charakterisieren können. Ferner wird hier erstmals ein Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl und der Protonenzahl hergestellt. Eine weitere wesentliche Begrifflichkeit ist die Nukleonen-Zahl bzw. Massenzahl.

Material

Arbeitsblatt, Tafel oder Smartboard, Buntstifte

Möglicher Unterrichtsverlauf

Zeit	Unterrichtsphase	Schülerinnen/Schüler-Lehrer-Aktivität
10'	Wiederholung	▪ selbstständige Schülertätigkeit (SST) <i>Beschreibe die Durchführung des Rutherford'schen Streuversuchs.</i> <i>Leite aus den Beobachtungen die Schlussfolgerungen ab, die zum Kern-Hülle-Modell führten.</i>
1'	Phasenübergang	▪ Lehrkräftevortrag (LV) ▪ Ableitung der Überschrift
15'	Erarbeitung	▪ SST ▪ Arbeitsblatt (AB), Aufgaben 1 und 2
10'	Sicherung	▪ Unterrichtsgespräch (UG) ▪ Tafelbild
8'	Übung	▪ AB, Aufgabe 3 ▪ SST oder PA
1'	Hausaufgabe	▪ AB, Aufgabe 4

Tabelle A2.01

Arbeitsblatt – Das Modell des Atomkerns

Arbeitsaufträge

1. Beschreibe mit Hilfe der Abbildung A2.03 und des Textes den Aufbau eines Atomkerns und charakterisiere die im Atomkern enthaltenen Elementarteilchen bezüglich der ausgewählten Eigenschaften.
2. Erkläre stichpunktartig den Zusammenhang zwischen Ordnungs- und Protonenzahl sowie zwischen Nukleonenzahl und Neutronenzahl am Beispiel des Atomkerns von $^{27}_{13}\text{Al}$.
3. Gib die Anzahl der Protonen und Neutronen für folgende Atome an: $^{20}_{10}\text{Ne}$, $^{63}_{29}\text{Cu}$ und $^{197}_{79}\text{Au}$.
4. Zeichne analog zur Abbildung A2.01 die Zusammensetzung folgender Atomkerne: ^2_1H (Deuterium), ^3_1H (Tritium), $^{10}_5\text{B}$ und $^{11}_5\text{B}$.

RUTHERFORD und seine Mitarbeiter führten den Streuversuch mit verschiedenen Metallfolien durch. Dabei gelang es ihnen, sowohl die Größe als auch die Ladung des jeweiligen Atomkerns zu bestimmen. Sie ist ein ganzzahliges Vielfaches der positiven Elementarladung (siehe Abb. A2.03).

- 5 Man nennt die Anzahl dieser Elementarladungen im Kern dann **Kernladungszahl**.

Für folgende Atomkerne konnte die Arbeitsgruppe um RUTHERFORD die Kernladungszahlen bestimmen: Gold +79, Platin +78, Silber +47, Kupfer +29 und Aluminium +13.

- 10 Während der Versuche stellten sie fest, dass die Kernladungszahl mit der Ordnungszahl der Elemente im Periodensystem übereinstimmt. 1932 entdeckte CHADWICK als weiteres Elementarteilchen des Atomkerns das Neutron, so dass ein vollständiges Modell des Atomkerns daraus hervorgeht.

Der Atomkern ist aus Protonen und Neutronen aufgebaut, wobei die Anzahl der Protonen im Atomkern der Ordnungszahl des Elements entspricht.

- 15 Bei im Periodensystem benachbarten Elementen nimmt die Anzahl der Protonen im Atomkern um 1 zu. Der Atomkern des Wasserstoffatoms besteht also nur aus einem Proton, der des Heliums dann aus zwei Protonen, der Lithiumkern aus drei Protonen usw. Die Masse eines Heliumkerns beträgt 4 u, die Masse eines Protons jedoch nur 1 u. Demzufolge muss der Heliumatomkern noch zwei Neutronen enthalten, die dann in ihrer Masse fast mit der Protonenmasse übereinstimmen müssen.

- 20 Die Abbildung A2.01 stellt die Zusammensetzung ausgewählter Atomkerne dar. Zur Kennzeichnung eines Atomkerns wird die in Abbildung A2.02 erläuterte Schreibweise verwendet. Dabei werden die beiden Kernteilchen Protonen und Neutronen unter dem Begriff **Nukleonen** zusammengefasst.

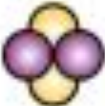
Atom	Zeichen	Atomkern	Zusammensetzung des Atomkerns
Wasserstoff	${}^1_1\text{H}$		
Helium	${}^4_2\text{He}$		
Lithium	${}^7_3\text{Li}$		
Beryllium	${}^9_4\text{Be}$		
Bor	${}^{11}_5\text{B}$		
Kohlenstoff	${}^{12}_6\text{C}$		
		 Proton  Neutron	

Abbildung A2.01 Schematische Darstellung von Atomkernen der Elemente Wasserstoff bis Kohlenstoff.

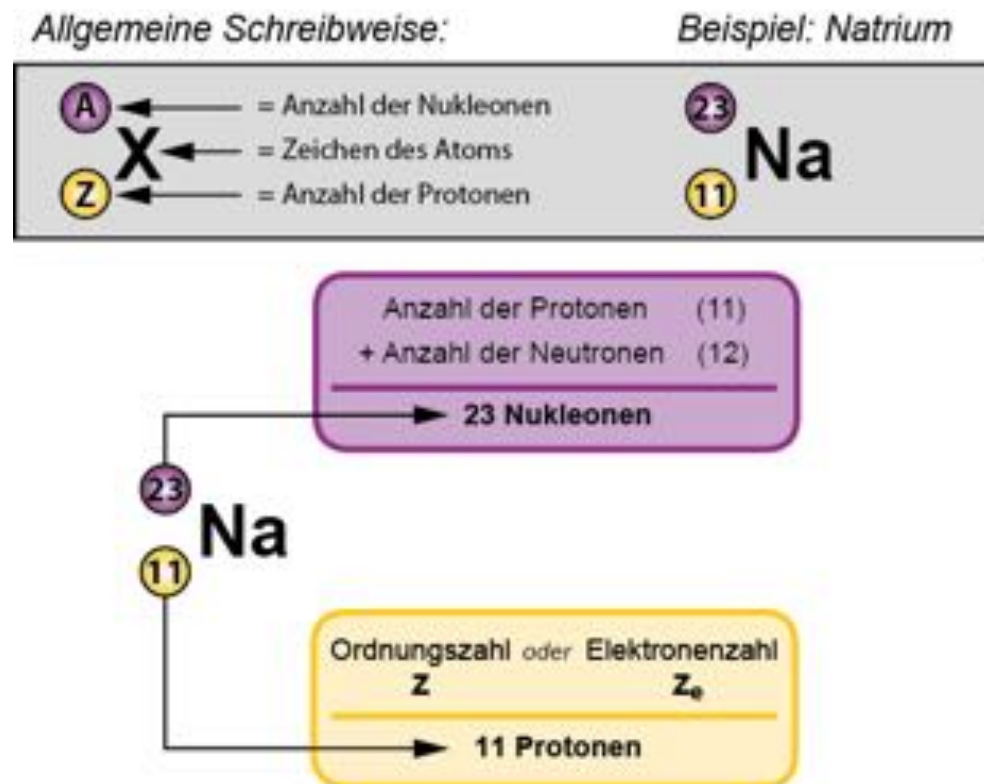
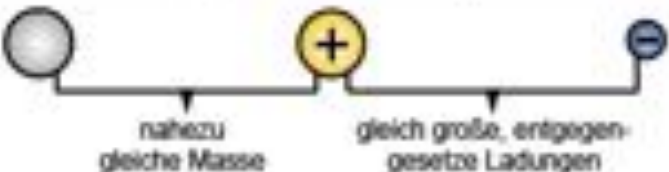


Abbildung A2.02 Kennzeichnung eines Atomkerns durch Angaben der Kernladungszahl Z und Nukleonenzahl A.

	Neutron	Proton	Elektron
Symbol	n	p ⁺	e ⁻
Masse (kg)	1,675 · 10 ⁻²⁷	1,673 · 10 ⁻²⁷	9,109 · 10 ⁻³¹
Masse (u)	1,0087	1,0073	0,0005
Ladung	0 keine	+1 positiv	-1 negativ



 nahezu gleiche Masse gleich große, entgegengesetzte Ladungen

Abbildung A2.03 Elementarteilchen der Atome

Tafelbild – Das Modell des Atomkerns

	Proton	Neutron
Zeichen	p^+	n^0
Masse [kg]	$1,67 \cdot 10^{-27}$	$1,68 \cdot 10^{-27}$
Masse [u]	~ 1	~ 1
Ladung	+1	0

Tabelle A2.02 Das Modell des Atomkerns

Nukleonenzahl (Massenzahl) = 27 $\rightarrow$ $^{27}_{13}\text{Al}$
 Kernladungszahl (Protonenzahl) = 13 $\rightarrow$

- Nukleonenzahl = Anzahl der Kernteilchen = Anzahl der Protonen + Anzahl der Neutronen
- Neutronenzahl = Nukleonenzahl – Kernladungszahl

Beispiel

Nukleonenzahl = 27, Kernladungszahl = 13, Neutronenzahl = $27 - 13 = 14$

Isotope

Lehrkräfteinformationen zur Stunde „Isotope“

Voraussetzungen

Die Unterrichtsstunde schließt inhaltlich an den Aufbau des Atomkerns an. Die Lernenden kennen die Zusammensetzung des Atomkerns und wissen, dass als Elementarteilchen die Protonen als positive Ladungsträger und die Neutronen als ungeladene Teilchen enthalten sind.

Ziele

Auch diese Stunde legt den Fokus auf das Fachwissen, aber auch auf die Erkenntnisgewinnung durch Anwendung mathematischer Grundfertigkeiten zur Veranschaulichung naturwissenschaftlicher Phänomene.

Material

Arbeitsblatt, Tafel oder Smartboard, Taschenrechner, PSE

Möglicher Unterrichtsverlauf

Zeit	Unterrichtsphase	Schülerinnen/Schüler-Lehrer-Aktivität
7'	HA-Kontrolle	<i>Zeichne die Zusammensetzung der Atomkerne ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^{10}_5\text{B}$ und ${}^{11}_5\text{B}$ an die Tafel/ das Smartboard.</i>
3'	Einstieg	▪ Unterrichtsgespräch (UG) <i>Vergleiche den Aufbau der beiden Wasserstoff- bzw. Boratomkerne.</i>
1'	Phasenübergang	▪ Lehrervortrag (LV) <i>Mit solchen Atomen müssen wir uns näher befassen.</i>
12'	Erarbeitung	▪ selbstständige Schülertätigkeit (SST) ▪ Arbeitsblatt (AB), Aufgaben 1 und 2
10'	Sicherung	▪ UG ▪ Tafelbild und Ableitung der Überschrift
11'	Übung	▪ AB, Aufgabe 3 ▪ gelenktes UG
1'	Hausaufgabe	▪ AB, Aufgabe 4

Tabelle A2.03

Arbeitsblatt – Isotope

Arbeitsaufträge

1. Gib an, wie man Atome nennt, die sich in der Nukleonenzahl unterscheiden, aber in der Kernladungszahl gleichen. Formuliere dafür eine Definition in deinem Hefter.
2. Erkläre anhand von zwei Beispielen den Unterschied von Rein- und Mischelementen.
3. Das Element Silber ist ein Mischelement und besteht aus den Isotopen $^{107}_{47}\text{Ag}$ und $^{109}_{47}\text{Ag}$. Der Anteil des Isotops mit der kleineren Atommasse beträgt 52,5%. Berechne die mittlere Atommasse von Silberatomen und vergleiche mit dem Wert im Periodensystem der Elemente.
Hinweis: Die exakten Atommassen der beiden Silberisotope betragen 106,9 u bzw. 108,9 u.
4. Beweise rechnerisch unter Verwendung der Angaben in Tabelle A2.05, dass die mittlere Atommasse des Magnesiums 24,31 u beträgt.

Boratome, deren Kerne aus 5 Protonen und 6 Neutronen bestehen, haben eine Atommasse von 11,01 u. Allerdings wird die Atommasse des Bors im PSE abweichend davon mit 10,8 u angegeben. Bestimmt man über moderne Analyseverfahren die Atommasse von Boratomen, erhält man zwei Werte, 10,01 u und 11,01 u. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass es zwei verschiedene Sorten von Boratomen gibt, die sich in ihrer Atommasse unterscheiden. Demzufolge ist das Element Bor ein **Mischelement** aus 80% Boratomen mit der Masse von 11,01 u und 20% Boratomen mit der Masse von 10,01 u. Die prozentuale Zusammensetzung der verschiedenen Boratome ist dabei unveränderlich, so dass sich als mittlere Atommasse, $\bar{m}_A$, 10,81 u ergibt. Beide Boratomkerne enthalten dabei die gleiche Anzahl von Protonen, jedoch unterscheiden sie sich in der Anzahl der Neutronen. Es existieren also die Boratomkerne $^{10}_5\text{B}$ mit 5 Neutronen und $^{11}_5\text{B}$ mit 6 Neutronen.

Atome des gleichen Elements, die sich in ihrer Nukleonenzahl und damit in ihrer Atommasse unterscheiden, jedoch in der Kernladungszahl gleichen, werden isotope Atome oder kurz Isotope genannt.

Isotope Atome eines Elements zeigen dabei die gleichen chemischen Eigenschaften, da diese nur durch die Elektronen- und somit auch durch die Anzahl der Protonen bestimmt wird, aber nicht durch die Neutronenzahl. Daher verwendet man für Isotope dieselben Zeichen. Der Großteil der chemischen Elemente besteht aus einem Isotopengemisch. Solche Elemente nennt man **Mischelemente**. Im Gegensatz dazu gibt es 20 **Reinelemente**, die jeweils nur aus den gleichen isotopen Atomen bestehen. Der Aufbau einiger ausgewählter Mischelemente und ihre Zusammensetzung der Mischelemente ist in Tabelle A2.05 gezeigt.

Element	Zeichen	Anzahl der p^+	Anzahl der n^0
Beryllium	Be	4	5
Fluor	F	9	10
Natrium	Na	11	12
Aluminium	Al	13	14
Phosphor	P	15	16
Scandium	Sc	21	24
Mangan	Mn	25	30
Cobalt	Co	27	32
Arsen	As	33	42
Yttrium	Y	39	43
Niob	Nb	41	52
Rhodium	Rh	45	78
Iod	I	53	74
Caesium	Cs	55	78
Praseodymium	Pr	59	81
Terbium	Tb	65	94
Holmium	Ho	67	98
Thulium	Tm	69	100
Gold	Au	79	118
Bismut	Bi	83	126

Tabelle A2.04 Die zwanzig Reinelemente

Element	isotope Atome (oben) Teilchenanzahl-Anteil in % (unten)			
Wasserstoff	${}^1_1\text{H}$ 99,99	${}^2_1\text{H}$ 0,01		
Magnesium	${}^{24}_{12}\text{Mg}$ 79,0	${}^{25}_{12}\text{Mg}$ 10,0	${}^{26}_{12}\text{Mg}$ 11,0	
Schwefel	${}^{32}_{16}\text{S}$ 95,0	${}^{33}_{16}\text{S}$ 0,8	${}^{34}_{16}\text{S}$ 4,2	
Chlor	${}^{35}_{17}\text{Cl}$ 75,4	${}^{37}_{17}\text{Cl}$ 24,6		
Eisen	${}^{54}_{26}\text{Fe}$ 5,8	${}^{56}_{26}\text{Fe}$ 91,6	${}^{57}_{26}\text{Fe}$ 2,2	${}^{58}_{26}\text{Fe}$ 0,4

Tabelle A2.05 Auswahl einiger Mischelemente und ihre prozentuale Zusammensetzung im natürlichen Isotopengemisch.

Tafelbild – Isotope

Als Isotope bezeichnet man die Atome des gleichen Elements, die sich in ihrer Neutronenzahl und damit in ihrer Atommasse unterscheiden.

- die meisten Elemente sind Mischelemente, d.h. sie bestehen aus mehr als einem Isotop
- es gibt 20 Reinelemente, die nur aus einem Isotop bestehen

Beispiel (p – Prozentsatz)

gegeben: $m(^{107}_{47}\text{Ag}) = 106,9 \text{ u}$, $m(^{109}_{47}\text{Ag}) = 108,9 \text{ u}$, $p(^{107}_{47}\text{Ag}) = 52,5\% = 0,525$

gesucht: $\bar{m}_A$ in u

Lösung

$$p(^{109}\text{Ag}) = 100\% - p(^{107}_{47}\text{Ag}) = 100\% - 52,5\% = 47,5\% = 0,475$$

$$\begin{aligned}\bar{m}_A &= p(^{107}_{47}\text{Ag}) \cdot m(^{107}_{47}\text{Ag}) + p(^{109}_{47}\text{Ag}) \cdot m(^{109}_{47}\text{Ag}) \\ &= 0,525 \cdot 106,9 \text{ u} + 0,475 \cdot 108,9 \text{ u} \\ &= 56,123 \text{ u} + 51,723 \text{ u} \\ &= \underline{\underline{107,846 \text{ u}}}\end{aligned}$$

Antwort

Die mittlere Atommasse von Silber beträgt 107,846 Unit. Dies entspricht der mittleren Atommasse für Silber im Periodensystem der Elemente.

A3. Spiele und weiterführende Übungen zum Atombau

Autorinnen und Autoren

Anke Löwe – Ceciliengymnasium, Bielefeld

Spiele und weiterführende Übungen zum Atombau

„Spiel“ zum Bohrschen Atommodell

Lehrkräfteinformationen zur Schülerübung – Elektronenverteilung nach dem Bohrschen Atommodell

Voraussetzungen

Die Schülerinnen und Schüler kennen die Elementarteilchen der einzelnen Atome: Protonen, Neutronen und Elektronen. Sie kennen den Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl eines Elements und der Anzahl der Protonen sowie der Elektronen. Daneben haben sie erfahren, dass sich nach dem Bohrschen Atommodell die einzelnen Elektronen auf verschiedenen Energiestufen (Schalen) in der Elektronenhülle aufhalten.

Ziele

Mit dieser Übung sollen die Schülerinnen und Schüler selbst handelnd nachvollziehen, wie unterschiedlich die Besetzung der einzelnen Elektronenhüllen bei den unterschiedlichen Elementen ist. Sie können daneben erkennen, dass bei Hauptgruppenelementen einer Periode stets die Verteilung der Elektronen in den inneren Schalen unverändert bleibt. Dies ist eine wichtige Erkenntnis für die spätere Reduktion auf die Betrachtung der Außenelektronen, die für viele chemische Reaktionen die relevanten Elektronen der Elektronenhülle sind. Daneben kann auch schon die Beziehung zwischen Hauptgruppennummer und Anzahl der Außenelektronen thematisiert werden.

Material

Die Schülerinnen und Schüler benötigen paarweise das Arbeitsblatt und zwanzig 1 oder 2 Cent-Münzen, die am besten in kleinen Zipp-Beuteln aufbewahrt werden. Jede Münze steht für ein Elektron.

Daneben ist es sinnvoll, das Arbeitsblatt z.B. über eine Folie oder eine Dokumentenkamera für alle sichtbar zu projizieren. So kann beim Präsentieren einzelner Ergebnisse allen die Elektronenverteilung gezeigt werden.



Abbildung A3.01 Zwanzig mal 1-Cent-Stücke

Arbeitsblatt – „Spiel“ zum Bohrschen Atommodell (Schülerübung – Elektronenverteilung nach dem Bohrschen Atommodell)

Regeln für die Besetzung der Schalen

Die Schalen werden stets von Innen nach Außen mit Elektronen (hier Cent-Münzen) aufgefüllt. Es gibt hierbei folgende **Maximalbesetzungen**: **K-Schale: $2 e^-$** , **L-Schale: $8 e^-$** , **M-Schale: $8 e^-$**



Abbildung A3.02 Schablone – Modell für die Atomhülle verschiedener Atome

Arbeitsaufträge

1. Wähle von den Elementen mit der Ordnungszahl 1 bis 18 mindestens fünf aus und lege nacheinander für jedes Atom mit den vorhandenen zwanzig 1- bzw. 2-Cent-Münzen die entsprechende Zahl der Elektronen nach den Besetzungsregeln in die Schablone.
2. Welche Beobachtungen machst du? Notiere dir Auffälligkeiten.

A4. Mineralwasser und Salzwasser - Ionen im Alltag

Autorinnen und Autoren

Dr. Reingard Bott – Windthorst Gymnasium, Meppen

Inhalt und Didaktik
A4-01**Ionen im Alltag**
Seite 1 von 2**Inhalt**

Ziel dieser Unterrichtseinheit ist es, Schülerinnen und Schüler anschaulich von der Existenz von **Ionen** – den geladenen Teilchen – zu überzeugen. Die geeigneten Verfahren hierzu sind Leitfähigkeitsmessungen und Elektrolysen.

Um für den eigenen Unterrichtsgang geeignete und motivierende Untersuchungsmethoden zu finden, wird im Kapitel „Leitfähigkeit und Elektrolyse“ eine Übersicht über verschiedene Methoden sowie deren Lernziele und mit deren Einsatz verbundene Vor- und Nachteile gegeben.

Der anschließende Vergleich verschiedener Aufbauten zur Leitfähigkeitsmessung als „Low-Cost“-Varianten oder „High-End“ Möglichkeit soll zeigen, dass derartige Experimente mit jeder Ausrüstung durchgeführt werden können.

Anschließend werden für vier Experimente die Arbeitsblätter zur Verfügung gestellt.

Arbeitsblätter

Kapitel: Ionen leiten den Strom	Thema: Ionen im Alltag
A4-03	Vergleich der Gefahr für Fische bei Gewitter im Meerwasser oder im See
A4-04	Mineralwasser – ein Elektrolyt?
A4-05	Elektrolyse eines Salzes in wässriger Lösung und Elektrolyse einer Salzschnmelze (vertiefendes Experiment)

Inhalt und Didaktik
A4-01**Ionen im Alltag**
Seite 2 von 2**Kontextorientierter Einstieg in das Thema Atombau und Ionenbindung – Didaktische Überlegungen**

Es erscheint durchaus sinnvoll, mit dem Mineralwasser als Untersuchungsgegenstand bei der Einführung von Ionen zu beginnen, denn die Schülerinnen und Schüler haben diese „Alltagschemikalie“ fast immer dabei und die Bedeutung von Mineralwasser bzw. Trinkwasser ist den Schülerinnen und Schülern bekannt.

Es bietet sich daher an, mit motivierenden, alltagsbezogenen Schülerexperimenten zunächst auf der Stoffebene weiterzuarbeiten. Zur ersten Konfrontation kann man mit dieser „Chemikalie“ Geschmacksproben durchführen (zur Beruhigung der oder des Gefahrstoffbeauftragten sollte man dies jedoch außerhalb des Chemieraumes tun).

Was genau nun aber Mineralwasser ist, wissen die Schülerinnen und Schüler nicht. Sie können über den Unterschied zwischen einem Element und Ionen, die völlig andere Eigenschaften aufweisen, im weiteren Verlauf über die Leitfähigkeitsmessungen erste Hypothesen entwickeln. Die Notwendigkeit, sich mit dem Aufbau eines Atoms an sich näher zu beschäftigen, sollte hier das Hauptziel sein, da man die Phänomene mit dem einfachen Teilchenmodell nach Dalton nicht mehr erklären kann. Am Ende der Unterrichtsreihe sollte die Erkenntnis stehen, dass Mineralwasser oder eben auch einfaches Trinkwasser gelöste Mineralien enthalten, die aus Metall-Kationen und Nichtmetall-Anionen bestehen.

Als alternativen kontextorientierten Einstieg für die Leitfähigkeitsuntersuchungen kann man die Gefährdung eines ahnungslosen Fisches betrachten: Sollte er sich bei Gewitterlage besser in Meerwasser oder in einem idyllischen See aufhalten. Auch hier kommt man zu der Erkenntnis, dass sowohl im Meerwasser auch als im Seewasser Mineralien gelöst sind, allerdings in stark unterschiedlicher Konzentration.

Wissen die Schülerinnen und Schüler dann, dass im Wasser Ionen gelöst sind, können sie in einem vertiefenden Experiment auch den Aufbau von Salzen kennenlernen. Dazu dient ein weiterführendes Leitfähigkeitsexperiment an der Salzsäure.

Leitfähigkeit und Elektrolyse
A4-02**Ionen im Alltag**
Seite 1 von 3**Untersuchungsmethoden im Rahmen der Unterrichtseinheit Atombau**

Leitfähigkeitsuntersuchungen und Elektrolyse bieten in dieser Unterrichtsreihe die perfekte Möglichkeit, das Auftreten geladener Teilchen -der Ionen- in spannenden Experimenten, die die Schülerinnen und Schüler teilweise selber durchführen können, zu erforschen.

Dabei empfiehlt sich ein differenzierter Einsatz von Wechselspannungsquelle und Gleichspannungsquelle, denn bei der Leitfähigkeitsmessung mit Wechselspannung steht der reine Ladungstransport im Vordergrund. So entfällt auch die im Unterricht als sehr problematisch einzustufende Chlorbildung im Falle der Untersuchung von Kochsalzlösungen.

Eine breite Palette an Versuchsaufbauten sowohl im Low-Cost-Bereich als auch mit High-End-Geräten, wie Leitfähigkeitssensoren gekoppelt mit dem Taschenrechner oder Handy, bieten sich an. Damit ergeben sich unabhängig von der Ausstattung der Schule für die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeiten, anschaulich und praxisnah selber die Leitfähigkeit von Lösungen und Salzen auszutesten.

Die einzige essentiell notwendige Vorkenntnis aus der Physik ist die Definition des Stromflusses auf Teilchenebene als Wanderung geladener Teilchen. Weitere Bezüge zur Physik im Bereich Leitfähigkeit und Ohm'sches Gesetz aufzunehmen, bietet sich bei einem vertieften Vorgehen an.

Die Elektrolyse unter Einsatz von Gleichspannung bietet einen erweiterten Zugriff, denn nun steht die Umwandlung geladener Teilchen in neutrale Teilchen im Fokus. Insbesondere die Elemente können leicht identifiziert werden, wie z.B. Brom anhand der Farbe oder Zink als „Zinkbaum“. Durch die Zuordnung zu den elektrischen Polen, wie bei Brom, das sich am positiven Pol bildet, kann den Ionen dann auch das korrekte Vorzeichen der Ladung zugeordnet werden.

Leitfähigkeit und Elektrolyse
A4-02**Ionen im Alltag**
Seite 2 von 3

Verfahren	Varianten	Möglichkeiten und Probleme
Leitfähigkeit einer Salzlösung	1. Mit einer Glühbirne 2. Mit einem Strommessgerät (bei konstanter Spannung) 3. Mit Strom und Spannungsmessgerät 4. Erhöhen der Konzentration (z.B. mit NaCl) 5. Verwendung farbiger Ionen	1. Einfachste Variante, um die Leitfähigkeit einer Salzlösung zu demonstrieren. 2. Sehr einfache Variante, die auch bei geringem Stromfluss eingesetzt werden kann und halbquantitativ einen Vergleich ermöglicht. 3. Halbquantitatives Verfahren, das konkrete Leitfähigkeitswerte liefern kann, wenn die Konzentration berücksichtigt wird. 4. Der Zusammenhang zwischen „Ionenanzahl“ und Leitfähigkeit wird verdeutlicht. 5. Blaue Kupferionen oder lila Permanganationen bieten die Möglichkeit, die Ionenwanderung konkret zu verfolgen. Wichtig: Nur wenn man die Leitfähigkeit der Salzlösung der extrem geringen von destilliertem Wasser gegenüberstellt, erkennen die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der Ionen.
Leitfähigkeit einer Schmelz	1. ZnCl_2 2. NaCl im Aktivkohle-Suszeptor-Tiegel/ Mikrowelle	1. Der Schmelzpunkt von $318\text{ }^\circ\text{C}$ ist im Labor gut zu erreichen. Nachteil: Zink, als Nebengruppenelement, gehört nicht in die in dieser Unterrichtsreihe zu untersuchenden Elementfamilien. 2. Der Schmelzpunkt von $800\text{ }^\circ\text{C}$ ist im Schulversuch nur unter besonderen Bedingungen zu erreichen. Vorteil: Natrium und Chlor gehören in die in dieser Unterrichtsreihe zu untersuchenden Elementfamilien. Die reine Leitfähigkeit des Salzes wird gezeigt und damit dessen Aufbau aus Ionen. Fehlinterpretationen, z.B. dass eine Reaktion mit Wasser stattfindet, werden ausgeschlossen.
Elektrolyse einer Lösung	1. Verwendung von NaCl 2. Verwendung von ZnBr_2 oder ZnI_2	1. Die Bildung von Chlor kann thematisiert werden. 2. Zusätzlich zur Bildung des Halogens wird die Bildung des Metalls demonstriert – aber Zink als Nebengruppenelement gehört nicht zu den relevanten Elementfamilien (s.o.)

Tabelle A4.01 Übersicht über die Messmethoden

Leitfähigkeit und Elektrolyse
A4-02**Ionen im Alltag**
Seite 3 von 4**Leitfähigkeitsmessungen – Low-Cost-Varianten und High-End-Möglichkeiten**

Leitfähigkeitsuntersuchungen können hervorragend als motivierende Schülerexperimente durchgeführt werden, bei Bedarf auch gerne als Low-Cost-Variante.

Leitfähigkeitsmesszellen

Eine Möglichkeit besteht darin, zwei Aluminiumstreifen in einem Becherglas als Elektroden zu nutzen. Dabei muss beachtet werden, dass die erforderliche Wechselspannung mit dem Abstand der Elektroden zunimmt.



Abbildung A4.01
Becherglas und zwei Aluminiumstreifen



Abbildung A4.02
Low-Cost-Leitfähigkeitsmesszelle

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, zwei Nägel durch den Deckel eines Schnappdeckelglases zu bohren. Vorteilhaft ist hier der geringe Abstand der Elektroden.



Abbildung A4.03
Schnappdeckelglas und zwei Nägel



Abbildung A4.04
Low-Cost-Leitfähigkeitsmesszelle

Als Leitfähigkeitsmesszelle kann auch jeder einfache Leitfähigkeitsmessstab in einem Becherglas eingesetzt werden.



Abbildung A4.05
Leitfähigkeitsmessstab und Becherglas

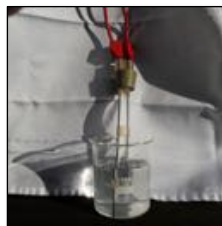


Abbildung A4.06
Leitfähigkeitsmesszelle

Leitfähigkeit und Elektrolyse
A4-02**Ionen im Alltag**
Seite 4 von 4**Geräte, um die Leitfähigkeit anzuzeigen**

Integriert man eine Glühlampe oder eine LED in den Stromkreis, wird die Leitfähigkeit durch das Leuchten angezeigt, beim Lautsprecher durch einen Ton und beim Propeller durch die Drehbewegung. Bei geringer Leitfähigkeit kann jedes Multimeter, das als Strommessgerät eingestellt wird, als empfindliches Anzeigegerät verwendet werden.



Glühlampe



LED



Lautsprecher



Propeller

**Abbildung A4.11**

Stromstärkemessgerät

Abbildungen A4.07 bis A4.10

Geräte, um die Leitfähigkeit anzuzeigen

High-End Komplettlösung

Als Komplettlösung kann ein moderner Leitfähigkeitssensor eingesetzt werden, dessen Messwerte entweder auf einen Taschenrechner oder per Bluetooth auf ein Handy übertragen werden können.

**Abbildung A4.12** High-End Lösung, Leitfähigkeitssensor und Handy

Arbeitsblatt – Vergleich der Gefahr für Fische bei Gewitter im Meerwasser oder im See

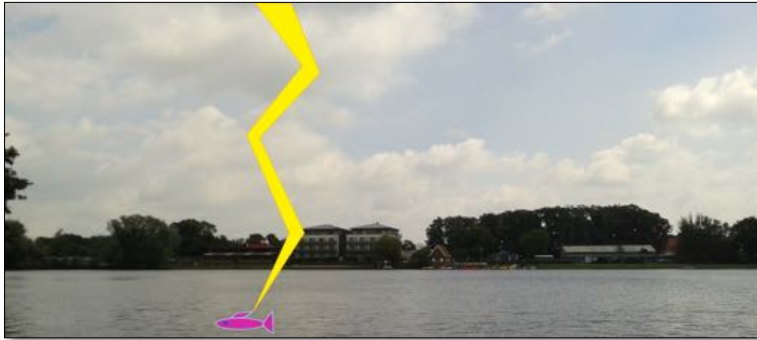


Abbildung A4.13 Blitz über einem See

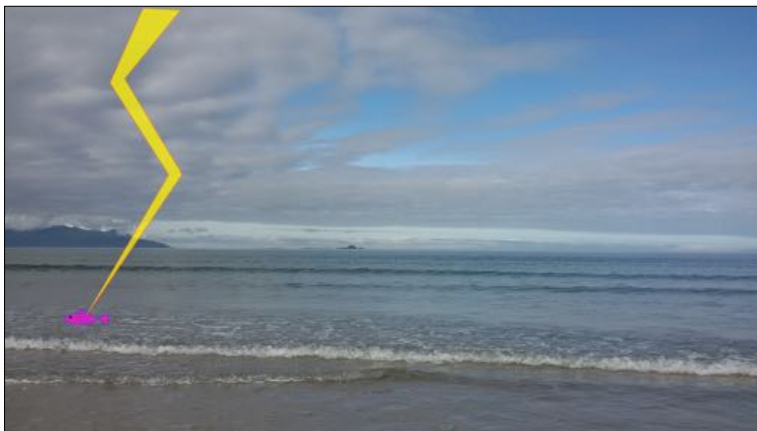


Abbildung A4.14 Blitz über dem Meer

Problemfrage

Vermutung

Leitfähigkeitsmessung an Meer- und Seewasser
A4-03**Ionen im Alltag**
Seite 1 von 2

								
Leitungswasser, Meerwasser								
Sicherheitshinweis: Ein angemessener Umgang mit elektrischen Geräten ist erforderlich. Veränderungen des Stromkreises nur vornehmen, wenn keine Spannung anliegt. Stromkreis von der Lehrkraft überprüfen lassen. Geringe Spannung (max. $U = 12\text{ V}$) wie für Schülerversuche gefordert.								

Geräte/Chemikalien

Wechselspannungsquelle, drei Kabel, Glühlampe, Gefäß mit zwei Elektroden (z. B. zwei Nägel im Schnappdeckelglas), Seewasser (Leitungswasser), Meerwasser (Salzwasser)

**Versuchsdurchführung**

(ein beliebiger Versuchsaufbau, mit dem die Leitfähigkeit gemessen werden kann)

Baue einen Stromkreis auf und überprüfe, ob die Lampe hell leuchtet, wenn du die Spannungsquelle anschaltest und beide Elektroden direkt in Kontakt bringst. Ausschalten! Die Elektroden wieder trennen und einbauen. Dann das Leitungswasser in das Gefäß füllen und die Spannung wieder einschalten. Anschließend das gleiche Experiment mit Salzwasser wiederholen.

**Abbildung A4.15** Versuchsaufbau**Abbildung A4.16** Low-Cost-Leitfähigkeitsmesszelle**Beobachtungen**

	Beobachtung	Erklärung
Leitungswasser		
Salzwasser		

Leitfähigkeitsmessung an Meer- und Seewasser
A4-03**Ionen im Alltag**
Seite 2 von 2**Arbeitsaufträge**

1. Notiere die Beobachtungen in der Tabelle.
2. Erkläre, welche Teilchen mit diesem Versuch nachgewiesen werden.
3. Ergänze die Skizze. Verwende die angegebenen Teilchen und gib deren Wanderungsrichtung an.

Kenntnisse aus der Physik

Wenn ein Strom fließt, bewegen sich geladene Teilchen.

**Erklärung/Deutung**

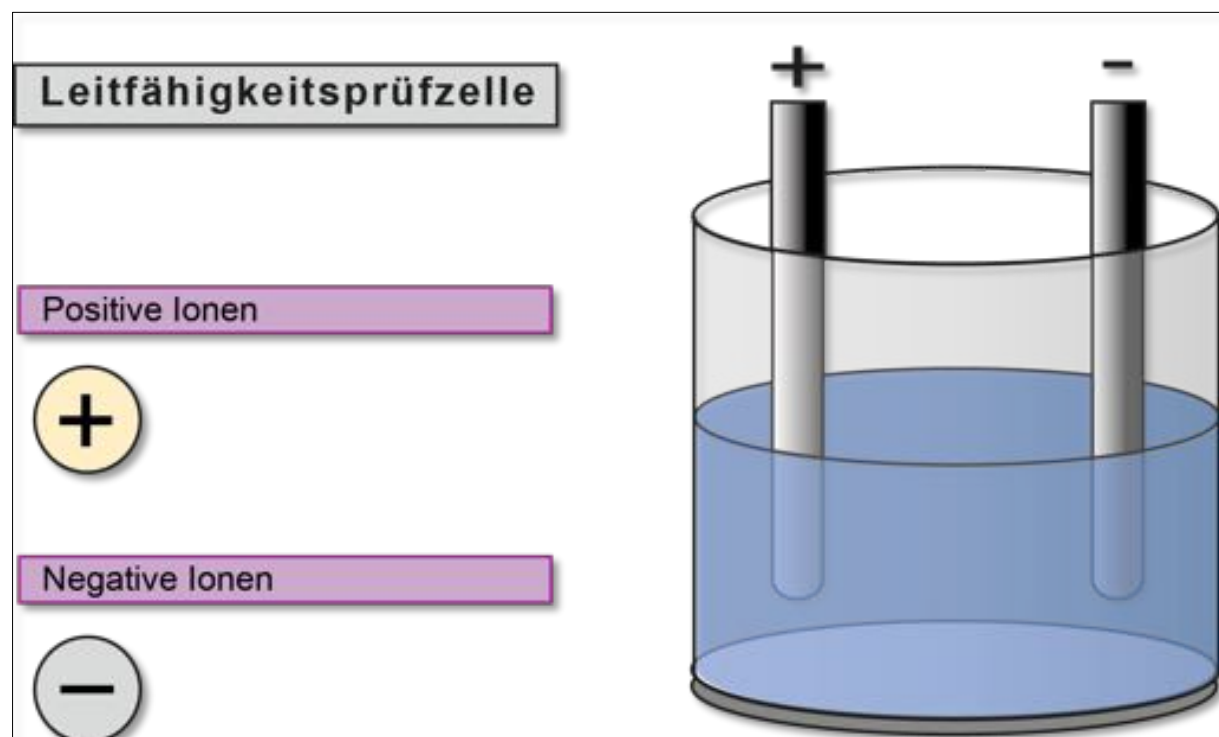


Abbildung A4.17 Leitfähigkeitsprüfzelle

Leitfähigkeitsmessung an Meer- und Seewasser
A4-03 Lehrerinformation**Ionen im Alltag****Lösungen****Problemfrage**

Wo lauert die größere Gefahr bei Gewitter für Fische, im Meer oder im See?

Vermutungen

Im Meerwasser ist es gefährlicher als im See, da es den Blitz (den Strom) besser leitet.

Zusätzliche richtige Antwort

Um den See können hohe Bäume stehen, in die der Blitz einschlägt. Dadurch sind die Fische geschützt.

Beobachtungen

	Beobachtung	Erklärung
Leitungswasser	Die Lampe leuchtet nicht.	Es befinden sich keine/kaum geladene Teilchen in der Lösung.
Salzwasser	Die Lampe leuchtet.	Es befinden sich geladene Teilchen in der Lösung. Durch ihre Bewegung werden Ladungen transportiert und dadurch wird der Strom geleitet.

Ergebnis

Im Meerwasser befinden sich viele elektrisch geladene Teilchen, die den Strom leiten. Dies gilt auch, wenn man Salz in Wasser auflöst.

Zusatzmaterial

Ein Film, der die Problemfrage beantwortet und erklärt:
<http://www.3sat.de/mediathek/?mode=play&obj=44150>

Arbeitsblatt – Mineralwasser – ein Elektrolyt?

GEROLSTEINER SPRUDEL
Natürliches Mineralwasser
mit Kohlensäure versetzt.

Auszug aus der amtlich
anerkannten Analyse des
Instituts Fresenius, Taunusstein.
Angaben in mg/l

Hydrogencarbonat (HCO_3^-)	1.816
Calcium (Ca^{2+})	348
Magnesium (Mg^{2+})	108
Natrium (Na^+)	118
Chlorid (Cl^-)	40
Sulfat (SO_4^{2-})	38
Kalium (K^+)	11

Bestätigt durch laufende Kontrollanalysen.
Quellname: Gerolsteiner
Quellort: Gerolstein

Abbildung A4.18 Etikett einer Mineralwasserflasche**Hinweis**

Achte auf die Abkürzungen. Was fällt hierbei auf?

Problemfrage

Vermutung

Leitfähigkeitsmessung am Mineralwasser
A4-04**Ionen im Alltag**
Seite 1 von 2

								
destilliertes Wasser, Mineralwasser								
Sicherheitshinweis: Ein angemessener Umgang mit elektrischen Geräten ist erforderlich. Veränderungen des Stromkreises nur vornehmen, wenn keine Spannung anliegt. Stromkreis von der Lehrkraft überprüfen lassen. Geringe Spannung (max. $U = 12\text{ V}$) wie für Schülerversuche gefordert.								

Geräte/Chemikalien

Wechselspannungsquelle, drei Kabel, Glühlampe, Gefäß mit zwei Elektroden (z. B. zwei Nägel im Schnappdeckelglas), destilliertes Wasser, Mineralwasser

**Versuchsdurchführung**

(ein beliebiger Versuchsaufbau, mit dem die Leitfähigkeit gemessen werden kann)

Baue einen Stromkreis auf und überprüfe, ob die Lampe hell leuchtet, wenn du die Spannungsquelle anschaltest und beide Elektroden direkt in Kontakt bringst. Ausschalten! Die Elektroden wieder trennen und einbauen. Dann das destillierte Wasser in das Gefäß füllen und die Spannung wieder einschalten. Anschließend das gleiche Experiment mit Mineralwasser wiederholen.



Abbildung A4.19 Versuchsaufbau



Abbildung A4.20 Low-Cost-Leitfähigkeitsmesszelle

Beobachtungen

	Beobachtung	Erklärung
Destilliertes Wasser		
Mineralwasser		

Leitfähigkeitsmessung am Mineralwasser
A4-04**Ionen im Alltag**
Seite 2 von 2**Arbeitsaufträge**

1. Notiere die Beobachtungen in der Tabelle.
2. Erkläre, welche Teilchen mit diesem Versuch nachgewiesen werden.
3. Ergänze die Skizze. Verwende die angegebenen Teilchen entsprechend der Abkürzungen, die auf dem Etikett stehen, und gib deren Wanderungsrichtung an.

Kenntnisse aus der Physik

Wenn ein Strom fließt, bewegen sich geladene Teilchen.

**Erklärung/Deutung**

Mineralwasser enthält geladene Teilchen, die den Strom leiten, destilliertes Wasser aber nicht.

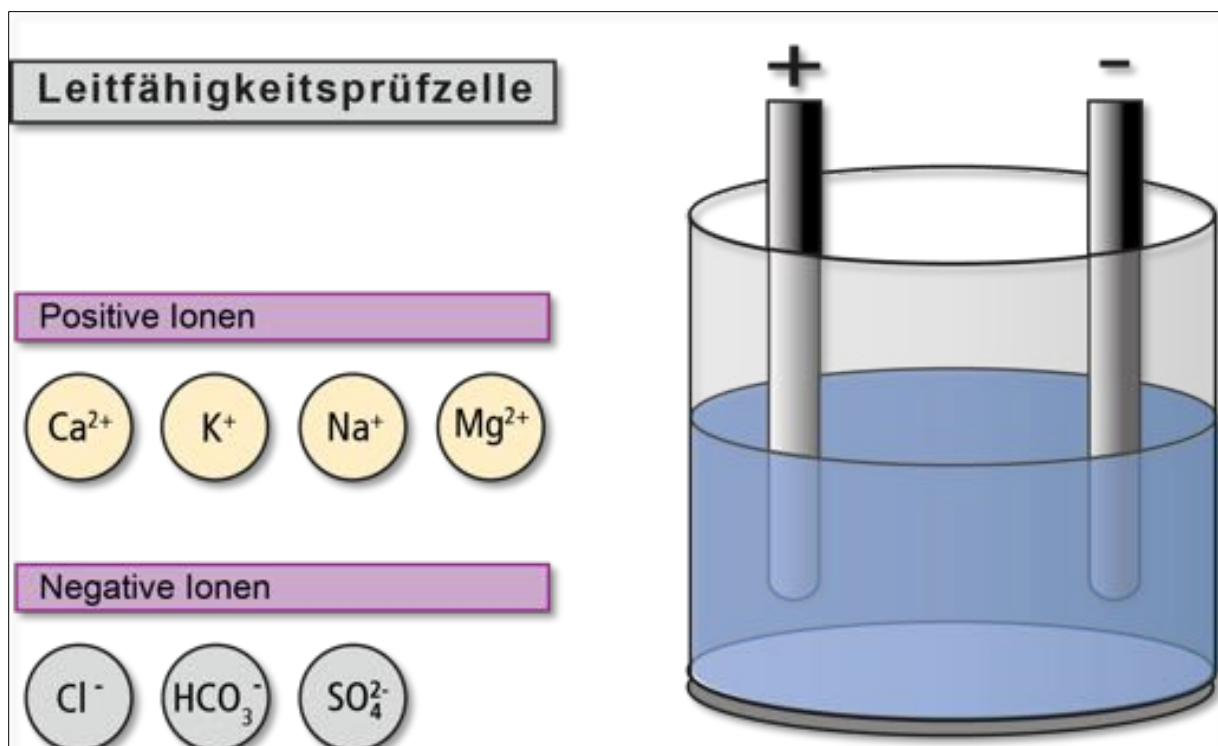


Abbildung A4.21 Leitfähigkeitsprüfzelle

Leitfähigkeitsmessung am Mineralwasser
A4-04 Lehrerinformation**Ionen im Alltag****Zusatzexperiment**

Verdampfe in einem sauberen Reagenzglas (keine Wasserflecke) einmal destilliertes Wasser und einmal Mineralwasser.

Beobachtungen

	Beobachtung	Erklärung
destilliertes Wasser	Das Reagenzglas ist auch nach dem Verdampfen klar.	Es befinden sich keine zusätzlichen Teilchen im destillierten Wasser.
Mineralwasser	Das Reagenzglas weist nach dem Verdampfen grau-weiße Schlieren an der Oberfläche auf.	Mineralien haben sich an der Glaswand abgelagert. Diese Mineralien waren vorher im Wasser gelöst.

Lösungen**Problemfrage**

Was sind das für Stoffe in unserem Mineralwasser?

Vermutungen

Im Mineralwasser befinden sich Mineralien/Stoffe, die „elektrisch“(geladen) sind.

Beobachtungen

	Beobachtung	Erklärung
destilliertes Wasser	Die Lampe leuchtet nicht.	Es befinden sich keine geladenen Teilchen in der Lösung.
Mineralwasser	Die Lampe leuchtet.	Es befinden sich geladene Teilchen in der Lösung. Durch ihre Bewegung werden Ladungen transportiert und dadurch wird der Strom geleitet.

Erklärung/Deutung

Mineralwasser enthält geladene Teilchen, die den Strom leiten, destilliertes Wasser aber nicht.

Elektrolyse von Zinkbromid
A4-05**Ionen im Alltag**
Seite 1 von 5

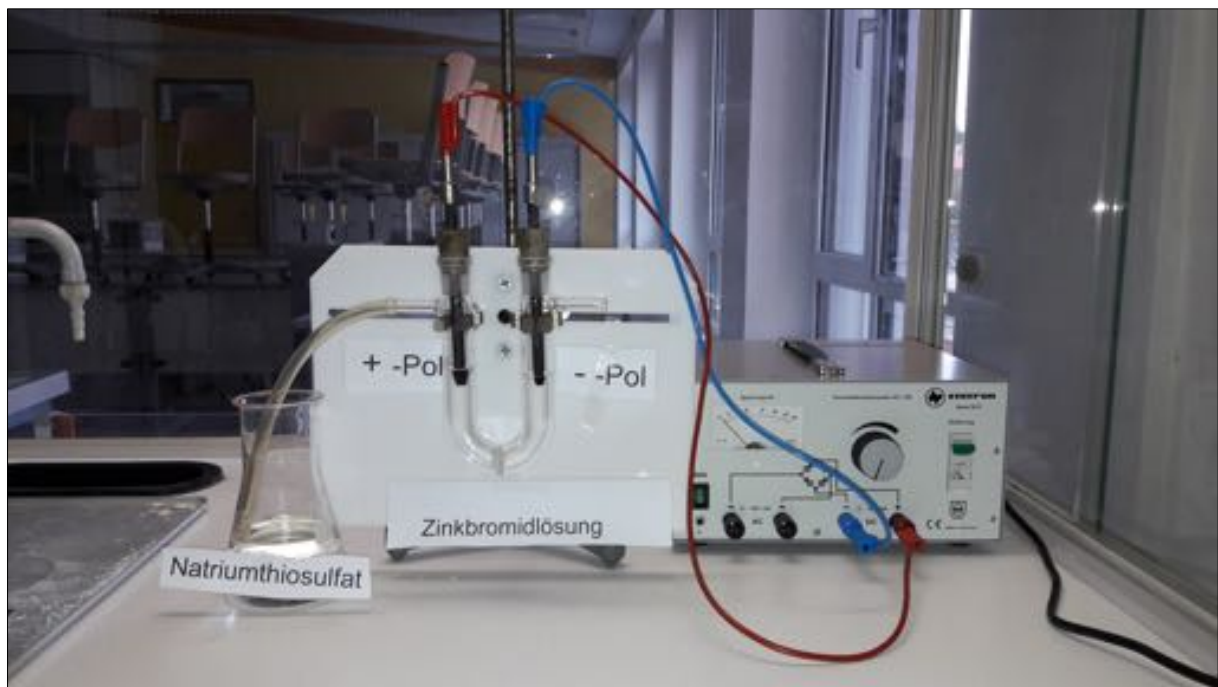
								
Zinkbromid: Signalwort Achtung   Zink: Signalwort Gefahr  Brom: Signalwort Gefahr    Unter dem Abzug arbeiten. Als Lehrerversuch durchführen.				Flüssigkeiten mit Natriumthiosulfat versetzen und in den Sammelbehälter für Schwermetalle geben.			Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen Handschuhe tragen Gefährdung durch Einatmen und Hautkontakt.	
Sicherheitshinweis: Ein angemessener Umgang mit elektrischen Geräten ist erforderlich. Veränderungen des Stromkreises nur vornehmen, wenn keine Spannung anliegt. Geringe Spannung verwenden.								

Geräte/Chemikalien

Spannungsquelle, zwei Kabel, U-Rohr mit zwei Kohleelektroden, Zinkbromidlösung

**Versuchsdurchführung**

1. Fülle die Zinkbromidlösung in das U-Rohr.
2. Bringe die beiden Kohleelektroden am U-Rohr an, so dass sie in die Lösung reichen, und verbinde diese mit der Spannungsquelle.
3. Der Ausgang des U-Rohrs am positiven Pol wird günstiger Weise mit einem Schlauch verschlossen, der in eine Thiosulfatlösung führt.
4. Regele dann die Spannungsquelle hoch.

Elektrolyse von Zinkbromid
A4-05**Ionen im Alltag**
Seite 2 von 5**Abbildung A4.22** Versuchsaufbau**Arbeitsaufträge**

1. Notiere die Beobachtungen.

Information:

- Elementares Brom löst sich gut in Wasser und ist braun.
- Zink ist ein Metall, das leicht bizarre Strukturen ausbildet.

2. Nutze die Skizze, um die Vorgänge in der Elektrolysezelle zu erklären.

Beobachtungen

+ -Pol	- Pol

Erklärung/Deutung

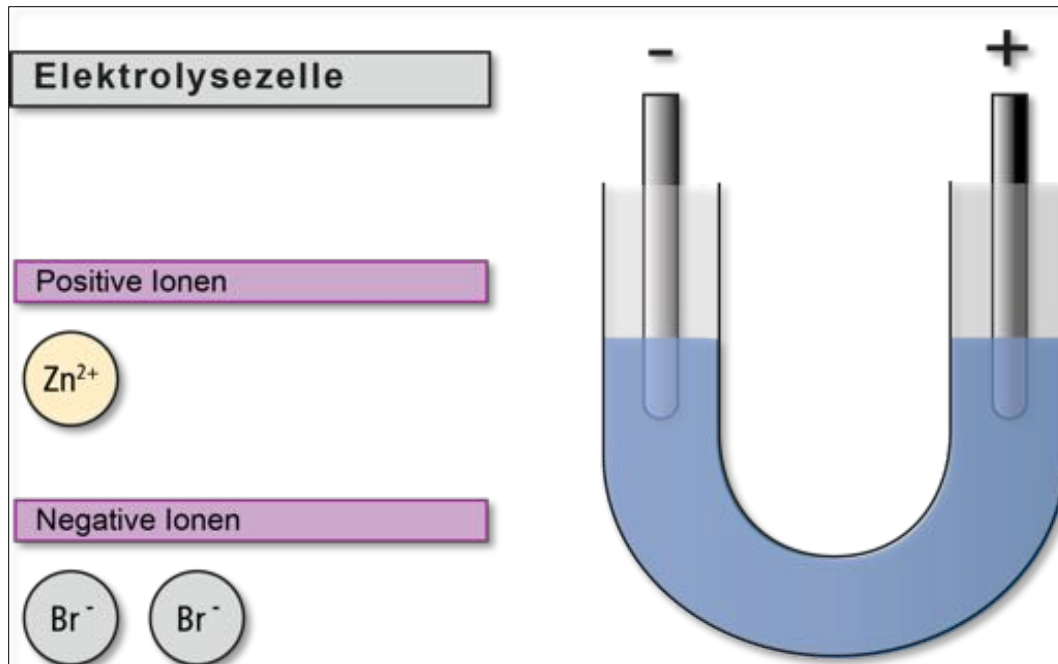
Elektrolyse von Zinkbromid
A4-05 Lehrerinformation**Ionen im Alltag**
Seite 3 von 5

Abbildung A4.23 Elektrolysezelle



Abbildung A4.24 Foto nach mehreren Minuten Elektrolyse

Ergänzungsmaterial: Video zur Zinkiodidelektrolyse
(www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=library&action=show&categoryId=15)

Schmelzflusselektrolyse von Zinkchlorid

A4-05 Ergänzungsversuch zum Aufbau von Salzen aus Ionen

Ionen im Alltag

Seite 4 von 5

								
Zinkchlorid: Signalwort Gefahr  Zink: Signalwort Gefahr  Chlor: Signalwort Gefahr  Unter dem Abzug arbeiten. Als Lehrerversuch durchführen.				In den Sammelbehälter für Schwermetalle geben.			Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen Handschuhe tragen Gefährdung durch Einatmen und Hautkontakt.	
Sicherheitshinweis: Ein angemessener Umgang mit elektrischen Geräten ist erforderlich. Veränderungen des Stromkreises nur vornehmen, wenn keine Spannung anliegt. Geringe Spannung verwenden.								

Geräte/Chemikalien

Porzellanschiffchen mit Zinkchlorid, Dreifuss, Tondreieck, Gasbrenner, Spannungsquelle, drei Kabel, Glühbirne

**Versuchsdurchführung**

1. Fülle das Zinkchlorid in ein Porzellanschiffchen.
2. Platziere dieses so auf einem Dreifuss, dass das Zinkchlorid mit einem Gasbrenner geschmolzen werden kann.
3. Baue einen Stromkreis mit zwei Kohleelektroden und Glühbirne auf und teste, ob die Glühbirne beim Kontakt der beiden Elektroden leuchtet.
4. Bringe die beiden Kohleelektroden dann so an, dass sie vollständig von Zinkchlorid umgeben sind.
5. Regele dann die Spannungsquelle etwas nach.
6. Erhitze das Zinkchlorid, bis es schmilzt.

Ergänzungsmaterial: Video zum Versuch

(www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=library&action=show&categoryId=15)

Schmelzflusselektrolyse von Zinkchlorid

A4-05 Ergänzungsversuch zum Aufbau von Salzen aus Ionen

Ionen im Alltag

Seite 5 von 5

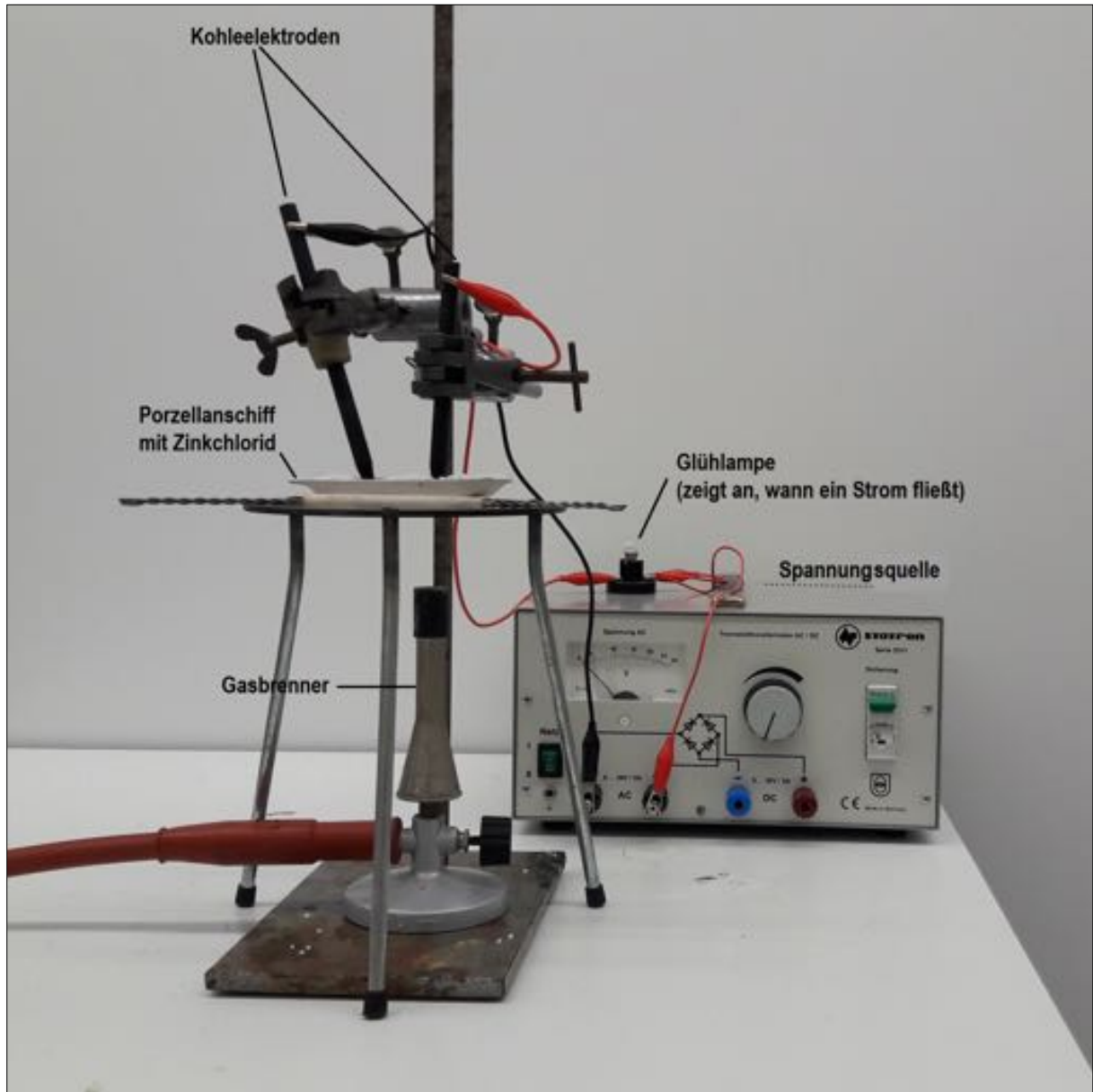


Abbildung A4.25 Foto des Versuchsaufbaus

A5. Alkalimetalle

Autorinnen und Autoren

Christian Karus – Andreas-Vesalius-Gymnasium, Wesel

Alkalimetalle

Bei der folgenden Unterrichtssequenz handelt es sich um ein Unterrichtsvorhaben zur Erarbeitung der Elementfamilie der Alkalimetalle. Zum Abschluss der kurzen Sequenz kann darauf hingearbeitet werden, dass kein elementares Natrium im Mineralwasser enthalten ist, sondern ein geladenes Teilchen, das sich vom elementaren Natrium ableitet.

Diese Option ist insofern wichtig, als es nicht in allen Bundesländern notwendig ist, alle Elementfamilien im Unterricht zu behandeln. Es ist also möglich, anhand nur einer Elementfamilie zum Ionenbegriff zu kommen und hieran den Atombau anzuschließen.

Voraussetzungen

Die Schülerinnen und Schüler benötigen keine speziellen Vorkenntnisse. Eine Unterrichtseinheit „Atombau“ muss nicht zwingend vorgeschaltet werden. Die Schülerinnen und Schüler sollten Grundfertigkeiten im Experimentieren besitzen.

Ziele

Im Laufe der Unterrichtseinheit lernen die Schülerinnen und Schüler die Elementfamilie der Alkalimetalle kennen. Sie lernen stoffspezifische Eigenschaften kennen und erhalten Informationen zu Vorkommen und Verwendung. Der Unterschied „Natrium elementar“ und „Natriumion“ wird herausgearbeitet.

Hinweise

Der Umgang mit Alkalimetallen ist für die Schülerinnen und Schüler verboten (Ausnahme: Lithium). Aus diesem Grund findet sich in dieser Sequenz nur die Untersuchung von Mineralwasser und die Flammenfärbung als Schülerversuch. Die weiteren Versuche mit den Alkalimetallen werden hieran als Lehrerdemonstrationsexperiment durchgeführt. Jeder Lehrkraft steht natürlich frei, unter Beachtung der notwendigen Sicherheitsvorschriften die Untersuchung der Eigenschaften von Lithium als Schülerexperiment durchzuführen.

Materialübersicht

Material	Art des Materials	Titel des Materials
M1	Versuch	Untersuchung von Mineralwasser
M2	Arbeitsblatt	Mineralwasser – verschieden und doch gleich
M3	Arbeitsblatt	Die Eigenschaften der Alkalimetalle
M4	Arbeitsblatt	Die Elementfamilie der Alkalimetalle
M5	Arbeitsblatt	Natrium im Mineralwasser?

Untersuchung von Mineralwasser

								
Lithiumchlorid, Achtung! Natriumchlorid Kaliumchlorid Rubidiumchlorid Caesiumchlorid				Flüssigkeiten im Sammelgefäß			Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen	

Geräte/Chemikalien

Bunsenbrenner, Uhrglas, Magnesiastäbchen, Kobaltglas, Spektrometer, Mineralwasser, konzentrierte Lösungen von Natrium-, Lithium-, Kalium-, Rubidium- und Caesiumchlorid

Versuchsdurchführung

Versuch 1

1. Untersuche verschiedene Mineralwässer in der Brennerflamme.
2. Glühe dazu ein Magnesiastäbchen in der nicht leuchtenden Brennerflamme aus.
3. Halte nun ein Uhrglas mit dem Mineralwasser direkt an die Luftöffnung des Brenners und tauche das glühende Magnesiastäbchen in das Mineralwasser, so dass der sich bildende Dampf in die Luftöffnung gesogen wird.
4. Beobachte die Brennerflamme mit dem bloßen Auge, einem Kobaltglas und (wenn vorhanden) einem Handspektrometer.
5. Teste verschiedene Mineralwässer.



Abbildung A5.01

Versuch 2

1. Wiederhole Versuch
2. Verwende jedoch anstatt des Mineralwassers jeweils eine konzentrierte Lösung von Natrium-, Lithium-, Kalium-, Rubidium- und Caesiumchlorid.

Beobachtungen

Erklärung/Deutung

Arbeitsblatt M2 – Mineralwasser – verschieden und doch gleich

	Gerolsteiner Sprudel	Vittel	Apollinaris Classic	Selters
Calcium	348mg (44%)	94 mg (12%)	90 mg (11%)	110 mg (14%)
Magnesium	108 mg (29%)	20 mg (5%)	120 mg (32%)	40 mg (11%)
Hydrogencarbonat	1.816 mg	248 mg	1.800 mg	810 mg
Kalium	11 mg (1%)	0 mg	30 mg (2%)	10 mg (1%)
Natrium	118 mg (21%)	8 mg (1%)	470 mg (85%)	280 mg (51%)
Chlorid	40 mg (5%)	0 mg	130 mg (16%)	270 mg (34%)
Sulfat	38 mg	120 mg	100 mg	20 mg

Tabelle A5.01 Mineraliengehalt ausgewählter Mineralwässer

Gesteinsart	Hauptbestandteile des Wassers
Kalkgesteine	Natrium- und Calciumverbindungen
Gipsgesteine	Natrium-, Magnesium- und Calciumverbindungen, Sulfate
Vulkangesteine	Hydrogencarbonat

Tabelle A5.02 Bestandteile von Wasser je nach Gesteinsart**Aufgaben**

1. Vergleiche die Inhaltsstoffe verschiedener Mineralwässer. Bestimme die Gesteinsart, durch die diese Mineralwässer gesickert sind.
2. Die Gesteinsarten geben Mineralwasser Geschmack. Erkläre!
3. Nimm Stellung zu der Aussage: Bei Mineralwasser handelt es sich um eine Lösung von Kochsalz (Natriumchlorid).
4. Für Expertinnen und Experten: In Trinkgläsern, die längere Zeit herumstehen, bildet sich ein festsitzender weißer Rand im Glas. Erkläre seine Entstehung.

**Abbildung A5.02**

Arbeitsblatt M3 – Die Stoffeigenschaften der Alkalimetalle**Stoffsteckbrief**

Vervollständige mit Hilfe der von der Lehrkraft demonstrierten Versuche die Tabelle zu den Eigenschaften der Alkalimetalle.

Versuche	Lithium (Li)	Natrium (Na)	Kalium (K)
Verhalten beim Anschneiden			
Prüfen der Leitfähigkeit			
Erhitzen über der Brennerflamme			
Reaktion mit Wasser			
Flammenfärbung (anhand M2)			

Aufgaben

1. Stelle für das Erhitzen über der Brennerflamme Wortgleichungen auf.
2. Leite anhand der Versuchsbeobachtungen allgemeine Aussagen über die Stoffeigenschaften der Alkalimetalle ab.
3. Begründe: Die Elemente Lithium, Natrium und Kalium bilden eine Elementfamilie.

Arbeitsblatt M4 – Die Elementfamilie der Alkalimetalle

Lithium

Lithium ist das Alkalimetall mit der geringsten Dichte. Seine Dichte beträgt $0,534 \text{ g/cm}^3$. Lithium hat eine Schmelztemperatur von 180°C . Es wird in langlebigen Batterien z.B. in Computern oder bei Herzschrittmachern verwendet. Gewonnen wird es hauptsächlich aus Lithiumchlorid, das in der Salzlagerstätte Salar de Atacama (Chile) zu finden ist.

Natrium

Natrium ist das sechsthäufigste Element in der Erdkruste. Es besitzt eine Dichte von $0,97 \text{ g/cm}^3$. Man findet es nur in chemisch gebundener Form z.B. als Steinsalz in unterirdischen Salzlagerstätten oder im Meerwasser. Verwendung findet Natrium in Straßenlaternen oder als Kühlmittel für Kernreaktoren. Außerdem dient es als Reduktionsmittel für die Herstellung von verschiedenen Metallen wie z.B. Titan.

Kalium

Kalium besitzt eine Schmelztemperatur von 64°C und eine Dichte von $0,86 \text{ g/cm}^3$. Es kommt als Kaliumchlorid in Meerwasser oder im Gestein Sylvit vor. Kaliumverbindungen werden in der Düngemittel- und Glasindustrie benötigt. Technisch hat es geringe Bedeutung, da es oft durch das billigere Natrium ersetzt werden kann.

Rubidium

Rubidium besitzt eine Schmelztemperatur von 39°C und hat eine Dichte von $1,53 \text{ g/cm}^3$. Rubidium kommt in Verbindungen in geringen Mengen im Mineralwasser oder Vulkangestein vor. Die Gewinnung von 9 Gramm Rubidiumchlorid gelang dem deutschen Chemiker Robert Wilhelm Bunsen und dem deutschen Physiker Gustav Robert Kirchhoff durch die Aufarbeitung von 44.200 Liter Bad Dürkheimer Mineralwasser. Es findet in der Technik nur eine geringe Anwendung, da seine Herstellung sehr teuer ist. Geringe Mengen werden zur Herstellung von Photozellen, Hochleistungslampen oder Gläsern verwendet.

Caesium

Caesium ist das weichste aller Elemente. Es lässt sich in einer Ampulle mit der Handwärme schmelzen, da es eine Schmelztemperatur von 28°C hat. Spuren von Caesiumverbindungen finden sich im Meerwasser und in Mineralwässern. Die Gewinnung von 7,5 Gramm Caesiumchlorid gelang dem deutschen Chemiker Robert Wilhelm Bunsen und dem deutschen Physiker Gustav Robert Kirchhoff durch die Aufarbeitung von 44.200 Liter Bad Dürkheimer Mineralwasser. In der Raumfahrt wird Rubidium als Treibstoff in Ionentriebwerken verwendet. Das radioaktive Isotop Cs-137 wird in der Medizin zur Bestrahlung von Tumoren eingesetzt.

Aufgabe

1. Bildet Gruppen zu je fünf Personen. Jede Person erarbeitet Informationen zu je einem Alkalimetall. Berichtet euch in eurer Gruppe gegenseitig eure Informationen.
2. Erstellt gemeinsam einen Lexikontext zum Thema „Die Elementfamilie der Alkalimetalle“.

Arbeitsblatt M5 – Natrium im Mineralwasser?

Aus einem Internetforum: Frage Nummer 54642 von GrumpyTr47

„Ich trinke gerne Mineralwasser. Jetzt habe ich gehört, dass in unserem Wasser viel Natrium und Kalium ist. Ist das schlimm?“

Materialpool

Versuch – Leitfähigkeitsvergleich

Untersuche die Leitfähigkeit von destilliertem Wasser und der Reaktionslösung von Natrium in Wasser (aus dem Lehrerversuch).

Einige Stoffeigenschaften von Natrium

- reagiert heftig mit Wasser
- reagiert an der Luft sehr schnell mit Sauerstoff



Abbildung A5.03 Das Element Natrium



Auszug aus der amtlich anerkannten Analyse vom 22.02.2016.
Bestätigt durch regelmäßige Kontrollanalysen.

Hauptbestandteile	mg/l
Natrium	15,40
Kalium	19,20
Magnesium	30,00
Calcium	98,00
Fluorid	0,25
Chlorid	41,00
Sulfat	109,00
Hydrogencarbonat	310,00

Abbildung A5.04 Inhaltsstoffe eines Mineralwassers

Aufgabe

Natrium ist in fast jedem Mineralwasser enthalten. Aber ist diese Aussage chemisch korrekt? Finde eine Antwort mit Hilfe des Materials.

1. Führe den Versuch zum Leitfähigkeitsvergleich durch. Überlege, wann eine Lösung den elektrischen Strom leitet.
2. Nimm schriftlich Stellung zur Frage des Internet-Users.
3. Diskutiere mit deinem Nachbarn eure Ergebnisse und schreibe eine Antwortnachricht für das Forum.

A6. Erdalkalimetalle

Autorinnen und Autoren

Oliver Thüner – St.-Anna-Schule, Wuppertal

Erdalkalimetalle

Bekannt und doch wieder unbekannt

Die Erdalkalimetalle Magnesium und Calcium sind den Schülerinnen und Schülern eigentlich wohlbekannt. Auf den Etiketten ihrer isotonischen Sportgetränke finden sich diese Stoffe genauso, wie auf denen der Brausetabletten, die angeblich helfen Wadenkrämpfen vorzubeugen oder die Knochen mit ausreichend Calcium zu versorgen.

Aber wie so oft ist ja das, was auf der Verpackung steht, nicht wirklich drin. Bei den Präparaten handelt es sich, genau wie beim Mineralwasser, um Zusammensetzungen aus verschiedenen Mineralien, die Calcium Ionen (Ca^{2+}) und Magnesium Ionen (Mg^{2+}) freisetzen.

Die praktische Auseinandersetzung mit diesen beiden Elementen bietet viele Vorteile:

- Das Reaktionsverhalten ist ähnlich dem der Alkalimetalle und kann daher im Anschluss an die Behandlung der Alkalimetalle vergleichend untersucht werden.
- Der vordergründige Bekanntheitsgrad der beiden Metalle bietet eine gute Einbindung in einen Alltagskontext.
- In der Regel sind diese Stoffe in der Schule vorhanden.
- Das Experimentieren mit den Stoffen ist relativ gefahrlos.
- Die Beobachtungen können auf der Stoffebene über die Stoffeigenschaften zur Einordnung ins Periodensystem gedeutet werden, bieten aber auch die Möglichkeit, auf der Teilchenebene zur Ionenbindung hinzuführen, sofern die Grundlagen im Vorfeld bereits erarbeitet wurden.

Die folgenden Experimente sind zum Teil sicher bekannt. Man kann die Erdalkalimetallsalze fast alle per Flammfärbung identifizieren. Die chemischen Eigenschaften lassen sich über das Reaktionsverhalten mit Wasser herausfinden und ins PSE einordnen. Zudem kann man die Ionen auch in diversen Alltagsprodukten nachweisen.

Wie man in dieser Sequenz vorgeht, bleibt den Lehrenden überlassen. Man kann die Versuche als Sequenz nacheinander durchführen lassen. Es ist aber durchaus sinnvoll, die Schülerinnen und Schüler mittels Stationenlernen oder Gruppenpuzzle selbstständig arbeiten zu lassen.

Gerade in den Bereichen Atombau und Periodensystem ist der Theorieanteil doch sehr hoch, sodass man jede Möglichkeit nutzen sollte, um die Schülerinnen und Schüler in die Selbstständigkeit zu entlassen, sofern die Ausstattung mit Material zum Experimentieren und die Räumlichkeiten der Schule es zulassen.

Das erhöht die Motivation, bietet Möglichkeiten seine Teamfähigkeit weiter auszubauen und hebt sich zudem vom normalen Unterricht in den anderen Fächern ab.

Arbeitsblatt 1 – Die Erdalkalimetalle

Untersuchung der Eigenschaften und des Reaktionsverhaltens von Magnesium und Calcium

								
Magnesiumband, Calcium Phenolphthalein (w < 1%) VE Wasser				Flüssigkeiten in den Behälter für saure und basische Abfälle			Kontakt mit den Augen vermeiden; Schutzbrille tragen	

Geräte

Reagenzglasständer, 4 Reagenzgläser, durchbohrter passender Stopfen, gerades Glasrohr, Pinzette, Bunsenbrenner, Anzünder.

Durchführung

1. Betrachte zunächst die beiden Proben von Magnesium und Calcium und beschreibe deren Aussehen.
2. Gib jeweils mit der Pinzette ein kleines Stück Magnesiumband sowie ein bis zwei Stückchen Calcium in ein Reagenzglas.
3. Gebe in beide Reagenzgläser Wasser hinzu (circa 1/3 des Reagenzglases sollte gefüllt sein). Beobachte die Reaktion der beiden Metalle. Warte bis die Reaktion abgeklungen ist.
4. Füge beiden Proben ein bis zwei Tropfen des Indikators Phenolphthalein hinzu.
5. Wiederhole den Versuch mit Calcium, fange das entstehende Gas auf und führe mit diesem Gas die Knallgasprobe durch. Verschließe das Reagenzglas dazu mit dem Stopfen und dem Glasrohr. Halte während der Reaktion ein sauberes Reagenzglas mit der Öffnung nach unten über das Glasrohr und fange so das Gas auf.

Auswertung

1. Fertige ein Versuchsprotokoll mit allen Beobachtungen an.
2. Informiere Dich über den Indikator und deute anschließend die Färbung der entstandenen Lösungen.
3. Erkläre, welches Gas bei der Reaktion freigesetzt wurde.
4. Formuliere eine erste Hypothese, warum sich Calcium und Magnesium in ihrem Reaktionsverhalten unterscheiden.

Arbeitsblatt 2 – Die Erdalkalimetalle

Nachweis von Erdalkalimetallionen mittels Flammfärbung

								
Magnesiumchlorid Calciumchlorid Strontiumchlorid Bariumchlorid Salzsäure c(HCl) = 2 mol/L VE Wasser				Flüssigkeiten in den Behälter für saure und basische Abfälle			Kontakt mit den Augen und der Haut vermeiden; bei Kontakt mit viel Wasser abspülen	

Geräte

Uhrgläser, Magnesiastäbchen, Bunsenbrenner, Anzünder, kl. Becherglas für die Salzsäure

Durchführung

1. Tauche das Magnesiastäbchen in die verdünnte Salzsäure.
2. Glühe das Magnesiastäbchen in der rauschenden Brennerflamme gut durch.
3. Nimm mit dem Stäbchen eine Portion der Proben auf und halte diese in die Flamme.
4. Wiederhole diesen Vorgang mit der zweiten Probe.
5. (Fakultativ) Wiederhole diesen Versuch mit Strontiumchlorid und Bariumnitrat.

Auswertung

1. Protokolliere deine Beobachtungen und ordne den Stoffen, die du untersucht hast, die jeweilige Flammenfarbe zu.

Arbeitsblatt 3 – Die Erdalkalimetalle

Nachweis von Calcium- und Magnesiumionen in Alltagsprodukten

								
Magnesiumtablette und Calciumtablette (z.B. Vitalis®) Titangelb-Lösung Ammoniumoxalatlösung Verd. Natronlauge VE Wasser				Flüssigkeiten in den Behälter für saure und basische Abfälle			Kontakt mit den Augen vermeiden	

Geräte

Tüpfelplatte oder schwarze Folie als Untergrund, Pipette, Becherglas, Tropfflaschen

Durchführung

1. Löse eine Magnesiumtablette in 150 mL VE Wasser (!!) auf. Sollte ein Rückstand zurückbleiben, filtriere diesen Rückstand zunächst ab.
2. Gebe einige Tropfen der entstandenen Lösung auf eine Tüpfelplatte.
3. Füge erst einen Tropfen Natronlauge mit der Pipette hinzu, gebe anschließend wenige Tropfen Titangelb Lösung hinzu.
4. Wiederhole die Schritte 1 & 2 mit einer Calciumtablette, allerdings ohne die Natronlauge.
5. Füge mit der Pipette wenige Tropfen Ammoniumoxalatlösung hinzu.
6. Du kannst diesen Versuch auch mit anderen Substanzen, z.B. Bittersalz (Magnesiumsulfat) wiederholen und sie auf die Ionen hin untersuchen.

Auswertung

1. Fertige zu allen Versuchen ein Versuchsprotokoll nach bekanntem Muster an.
2. In den Regalen von Drogerien und Apotheken findet man häufig Nahrungsergänzungsmittel in Form der untersuchten Brausetabletten. Beurteile die Beschriftung aufgrund der bisher im Unterricht gewonnenen Erkenntnisse.

Arbeitsblatt 4 – Die Erdalkalimetalle

Magnesium – Werkstoff der Zukunft?

								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

In den letzten Jahren konnten neue Werkstoffe auf der Grundlage von Legierungen aus Magnesium entwickelt werden. So bestehen z.B. die Gehäuse moderner Kameras, vor allem dann, wenn diese etwas höherwertiger sind, aus Magnesiumlegierungen.

Arbeitsaufträge

Informiere Dich über die Verwendung von Magnesium, bzw. Magnesiumlegierungen als moderne Werkstoffe und erstelle eine Präsentation. Gehe dabei u.a. auf folgende Aspekte ein.

- **Historische Aspekte:** Seit wann nutzt man Magnesium in der Industrie als Werkstoff?
- **Gewinnung:** Wie gewinnt man Magnesium aus den Rohstoffen der Natur; welche Risiken für die Umwelt gehen bei der Gewinnung einher?
- **Nutzung:** In welchen Bereichen und aus welchem Grund wird Magnesium als Werkstoff eingesetzt?
- **Chancen und Risiken:** Welche Chancen ergeben sich aus der Nutzung, welche Risiken bestehen bei der Nutzung; welche Vorteile und welche Nachteile gegenüber anderen Werkstoffen (z.B. Aluminium, Stahl, Kunststoffe) sind bekannt.
- **Nachhaltigkeit:** Ist die Nutzung von Magnesiumlegierung als moderner Werkstoff nachhaltig? Lässt sich der Stoff z.B. genauso wiederverwenden, wie Aluminium oder Kunststoffe?

Lösungen – Hinweise zu den Arbeitsblättern 1 - 4

Arbeitsblatt 1

- Beide Stoffe zeigen metallischen Glanz.
- Beide Stoffe reagieren mit Wasser unter Bildung einer alkalischen Lösung und der Entwicklung von Wasserstoff. Calcium reagiert heftiger, hier kann man das Gas auffangen und Wasserstoff mittels Knallgasprobe auffangen. Möglich ist das Auffangen über eine pneumatische Wanne, was jedoch recht aufwändig ist.
- Bei der Hypothesenbildung kann auf die Untersuchung der Alkalimetalle zurückgegriffen werden. Je weiter unten das Element in seiner Hauptgruppe steht, desto heftiger reagiert es. Die Regelmäßigkeit in der Struktur des PSE kann hier von den Schülerinnen und Schülern selbst erarbeitet werden.

Arbeitsblatt 2

- Magnesium zeigt keine Flammenfärbung im sichtbaren Spektrum.
- Calcium färbt die Flamme ziegelrot.
- Im Zusammenhang mit diesem Versuch bietet sich auch die Untersuchung weiterer Erdalkalimetallsalze und auch im Rückgriff auf die Alkalimetalle deren Salze an, sofern das noch nicht in der entsprechenden Sequenz geschehen ist.
- Bei der Durchführung ist unbedingt auf das Tragen der Schutzbrille zu achten. Die HCl-Lösung darf nicht zu verdünnt sein.

Arbeitsblatt 3

- Die Zugabe von Titangelb zu der Lösung einer Magnesiumtablette ergibt einen roten Niederschlag.
- Die Zugabe von Ammoniumoxalatlösung zur aufgelösten Calciumtablette ergibt einen weißen Niederschlag, alternativ kann der Nachweis auch mit Calconcarbonsäure durchgeführt werden, allerdings wird dieser Stoff nicht in jeder Sammlung vorhanden sein (violette Färbung).
- Hinweis: Die Lösung der Calciumtablette muss klar sein. Sollte es eine trübe Lösung ergeben, reicht manchmal ein wenig Warten, bis sich die Schwebstoffe abgesetzt haben, ansonsten muss die Probenlösung vorbereitet werden. Die Lösung wird unter Zusatz von Salpetersäure aufgeköcht, bis sie völlig klar ist, anschließend wird mit Natronlauge neutralisiert.

Arbeitsblatt 4

- Die zu erstellende Präsentation kann im Rahmen einer Einzel- oder Partnerarbeit entstehen, oder im Rahmen eines Stationenlernens als reine Informationsbeschaffung dienen.
- Die einzelnen Aspekte können auch arbeitsteilig im Rahmen einer Theorieeinheit von verschiedenen Gruppen erstellt werden. Die Recherche eignet sich auch für den Einstieg in die Sequenz Erdalkalimetalle.

A7. Halogene

Autorinnen und Autoren

Coralie Lombard – Gymnasium Leopoldinum, Detmold

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Bei der folgenden Unterrichtssequenz handelt es sich um ein Unterrichtsvorhaben zur Erarbeitung der Elementfamilie der Halogene. Im Anschluss kann darauf hingewiesen werden, dass die Halogene in der Natur nicht elementar vorkommen, sondern in Verbindungen. Dies ist insofern relevant, da in einigen Bundesländern nicht alle Elementgruppen verpflichtend unterrichtet werden müssen. Dieses Stationenlernen vertieft nochmal den Ionenbegriff und das Aufstellen von Reaktionsschemata.

Material	Titel des Materials	Benötigte Chemikalien/Extra
M1	Laufzettel Für Stationenlernen Halogene	
M2	Halogene lassen sich nachweisen	Frische Stärkelösung, Iodwasser (alternativ Iod und Kaliumiodid), Iodtinktur aus der Apotheke (inkl. Beipackzettel), Kartoffel, Apfel, Nudel
M3	Halogenlampen	Computerarbeitsplatz mit Internet (Alternative Informationszettel)
M4	Metallhalogenide lassen sich nachweisen	Natriumchlorid, Natriumbromid, Natriumiodid, verd. Salpetersäure, Silbernitratlsg. Leitungs-/ Mineral-/ und Flusswasser
M5	Halogengewinnung aus Salzen	Kupfersulfat, Kaliumiodid Computerarbeitsplatz mit Internet
M6	Halogenverbindungen in der Zahnpasta	Computerarbeitsplatz mit Internet (Alternative Informationszettel)
M7	Chlorchemie – Fluch oder Segen	Computerarbeitsplatz mit Internet

Arbeitsblatt M1 – Laufzettel für Stationenlernen Halogene

Name: _____

Name der Gruppe: _____

Material	Titel des Materials	bearbeitet	kontrolliert
M1	Laufzettel für Stationenlernen Halogene		
M2	Halogene lassen sich nachweisen		
M3	Halogenlampen		
M4	Metallhalogenide lassen sich nachweisen		
M5	Halogenengewinnung aus Salzen		
M6	Halogenverbindungen in der Medizin		
M7	Chlorchemie – Fluch oder Segen		

Hinweise und Regeln für das Stationenlernen

1. Dieser Laufzettel gibt eine Übersicht über die zu bearbeitenden Stationen. Halte deinen Laufzettel „auf dem Laufenden“: Trage ein, welche Station du schon bearbeitet und kontrolliert hast (Datum).
2. Ich gehe schonend mit dem Material um. Wenn ich eine Station bearbeitet habe, räume ich den Platz auf und stelle die Materialien ordentlich zurück.
3. Damit andere nicht gestört werden, rede ich in Zimmerlautstärke.
4. Ich versuche auftretende Probleme und Fragen zunächst in der Kleingruppe zu klären. Finde ich keine Hilfe, wende ich mich an Gruppen, die die Station bereits bearbeitet haben, oder an die Lehrkraft.
5. Ich protokolliere meine Ergebnisse übersichtlich und vollständig und hefte alles ordentlich ab.

Halogene lassen sich nachweisen M2

Halogene

								
Iod Kaliumiodid Stärke, Kartoffel, Apfel, Nudel (ungekocht), Iodtinktur aus der Apotheke				Flüssigkeiten im Sammelgefäß für Lösungsmittel Feststoffe im Hausmüll			Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen	

Infotext

Die Halogene Brom und Chlor lassen sich anhand ihres Geruchs leicht nachweisen. Doch auch andere Eigenschaften als der Geruch können zum Nachweis eines Halogens dienen.

Material

Waage, Messzylinder, 2 Bechergläser, 8 Reagenzgläser, Reagenzglashalter

Versuchsdurchführung Versuch 1: Herstellung von Iodwasser und Stärkelösung

1. Wiege 0,2 g Iod und 0,5 g Kaliumiodid ab.
2. Löse beide Stoffe in 100 mL destilliertem Wasser.
3. Wiege 1 g Stärke ab und löse dies in 10 mL Wasser.

Versuchsdurchführung Versuch 2

1. Gebe in je 4 Reagenzgläser etwa 2 cm Iodwasser.
2. Füge in das erste Reagenzglas einige Tropfen Stärkelösung, in das zweite ein Stück Apfel, in das dritte ein Stück Kartoffel und in das vierte eine Nudel.
3. Wiederhole Schritt 2 mit der Iodtinktur statt des Iodwassers.

Beobachtungen

Erklärung/Deutung

Halogene lassen sich nachweisen M2 (Lösung)

Halogene

								
Iod Kaliumiodid Stärke, Kartoffel, Apfel, Nudel (ungekocht), Iodtinktur aus der Apotheke				Flüssigkeiten im Sammelgefäß für Lösungsmittel Feststoffe im Hausmüll			Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen	

Infotext

Die Halogene Brom und Chlor lassen sich anhand ihres Geruchs leicht nachweisen. Doch auch andere Eigenschaften als der Geruch können zum Nachweis eines Halogens dienen.

Beobachtungen

Die Lösung färbt sich lilabraun in allen Reagenzgläsern außer dem mit der ungekochten Nudel.

Erklärung/Deutung

Die in der Stärke befindliche Amylose ist in einer helixartigen Konformation aufgebaut mit einem kanalartigen Hohlraum. Darin lässt sich eine Iodkette einbinden. Dabei werden alle Außenelektronen delokalisiert, sodass die Anregungsenergie sich verringert. In Folge dessen wird Licht im längerwelligeren Bereich absorbiert, sodass es blau-lila erscheint.

Eigentlich ein Nachweis für Stärke, kann der Effekt umgekehrt genutzt werden, um Iod nachzuweisen.

In der Nudel befindet sich zwar Stärke, doch findet keine Reaktion statt, da die Stärke ungelöst ist.

Arbeitsblatt M3 – Halogenlampe

Halogenlampen

Für viele Anwendungen benutzt man heute keine einfachen Glühlampen mehr, sondern sogenannte Halogenlampen, die sich durch eine höhere Lebensdauer auszeichnen.

Halogenlampen funktionieren im Prinzip ähnlich wie normale Glühlampen: Sie enthalten eine Wendel aus dem Metall Wolfram, die durch elektrischen Stromfluss zum Glühen gebracht wird. Im Glaskolben befindet sich aber zusätzlich ein Halogen, Brom oder Iod.

Beim Glühen der Wendel verdampft ein Teil des Wolframs und reagiert dann mit Brom oder Iod zu dem entsprechenden Wolframhalogenid. Dieses wird an der 3.000 °C heißen Wendel wieder in die Elemente zerlegt.

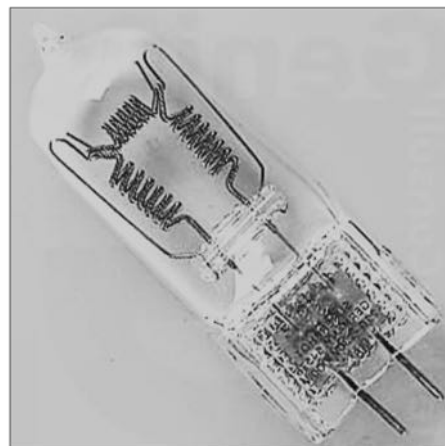


Abbildung A7.01 Halogenlampe

Aufgaben

1. Stelle die beiden Wortgleichungen für die Umsetzung von Wolfram mit Brom und Wolfram mit Iod auf.

2. Erkläre das „Durchbrennen“ einer Wolframwendel in einer Glühlampe und erkläre die bessere Haltbarkeit der Halogenlampe durch die ablaufende Reaktion.

3. Informiere dich über die Unterschiede zwischen Halogenlampen und herkömmlichen Glühlampen und erstelle eine Tabelle. Verwende dafür die Rückseite des Arbeitsblatts.

Halogenlampe M3

Halogene

Glühbirnen

Glühbirnen erzeugen über einen glühenden Wolframdraht Licht.

Lediglich 5% der elektrischen Energie werden als Licht genutzt, der Rest wird als Wärmeenergie abgegeben. Neben der geringen Lichtausbeute ist die geringe Lebensdauer ein weiterer Nachteil. Glühbirnen emittieren ein kontinuierliches Lichtspektrum, das dem Abendlicht ähnelt.

Halogenlampen sind spezielle Glühlampen. Eine stromsparende Alternative zur Glühlampe stellen moderne Energiesparlampen dar.

Halogenlampen

Halogenlampen funktionieren nach dem Prinzip der Glühlampe. Ihrem Füllgas wird aber ein Halogen zugesetzt, das sich mit dem verdampften Wolfram verbindet und es mit der Wärmeströmung in der Lampe wieder zur Wendel zurückführt.

Halogenlampen strahlen ein sehr konzentriertes, brillantes Licht aus, das dem natürlichen Tageslicht sehr nahekommt. Ihre Lebensdauer ist etwa doppelt so lang wie die von normalen Glühbirnen und ihre Leuchtausbeute fast doppelt so hoch. Verglichen mit modernen Energiesparlampen oder gar LEDs sind aber auch Halogenlampen absolute Stromverschwender.

Außer Licht geben Halogenlampen UV-B Strahlung ab, die zu Hautkrebs führen kann. Nach einer TÜV-Untersuchung besteht bei den gefährlichsten Halogenlampen im Abstand von 30 cm bereits nach vier Stunden Sonnenbrandgefahr. Halogenlampen ohne UV-Abschirmung (z.B. Glasscheibe) sollten deshalb nur als Deckenstrahler oder zur Wand-, Schaufenster-, oder Vitrinenbeleuchtung eingesetzt werden.

Für Halogenlampen ohne Schutzglas gilt als Sicherheitsmaßnahme: Die Haut sollte nicht über einen längeren Zeitraum der direkten Halogenlampenstrahlung ausgesetzt werden, insbesondere wenn der Abstand zur Lampe weniger als einen Meter beträgt. Dabei hilft das Schutzglas auch Verbrennungen zu vermeiden.

Halogenlampen werden in der Regel mit 12 V Niederspannung betrieben und benötigen zur Umsetzung einen Transformator. Dadurch entstehen im Vergleich zu anderen Beleuchtungssystemen große Magnetfelder (Elektrosmog).

Metallhalogenide lassen sich nachweisen

M4

Halogene

								
Salpetersäure (0,1 m)    Natriumbromid-Lösung Natriumchlorid-Lösung Natriumiodid-Lösung Silbernitrat-Lösung (0,1 m)   				Flüssigkeiten im Sammelgefäß für Lösungsmittel, auf alkalischen pH-Wert achten			Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen Handschuhe tragen	

Infotext

Die Verbindungen der Halogene sind sehr verbreitet. Durch eine einfache Reaktion lassen sich die Metallhalogenide nachweisen und voneinander unterscheiden.

Material

3 Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Pipetten

Versuchsdurchführung

1. Gib in je ein Reagenzglas etwa 2 cm hoch Lösungen von Natriumchlorid, -bromid und -iodid.
2. Füge mit einer Tropfpipette jeweils 3 Tropfen Salpetersäure hinzu und schüttele.
3. Tropfe vorsichtig einige Tropfen Silbernitrat-Lösung zu.

Arbeitsaufträge

1. Notiere deine Beobachtungen und erkläre, wie die einzelnen Halogenide voneinander unterschieden werden können.
2. Stelle die Wortgleichung auf.
3. Plane einen Versuch, das Vorhandensein an Halogeniden in Leitungswasser, Mineralwasser, dest. Wasser und Flusswasser zu vergleichen. Führe den Versuch durch und protokolliere deine Ergebnisse.

Beobachtung

Deutung/Erklärung

Metallhalogenide lassen sich nachweisen M4 (Lösung)

Halogene

								
Salpetersäure (0,1 m)    Natriumbromid-Lösung Natriumchlorid-Lösung Natriumiodid-Lösung Silbernitrat-Lösung (0,1 m)   			 Flüssigkeiten im Sammelgefäß für Lösungsmittel, auf alkalischen pH-Wert achten			Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen Handschuhe tragen		

Infotext

Die Verbindungen der Halogene sind sehr verbreitet. Durch eine einfache Reaktion lassen sich die Metallhalogenide nachweisen und voneinander unterscheiden.

Arbeitsaufträge

1. Notiere deine Beobachtungen und erkläre, wie die einzelnen Halogenide voneinander unterschieden werden können.
2. Stelle die Wortgleichung auf.
3. Plane einen Versuch, das Vorhandensein an Halogeniden in Leitungswasser, Mineralwasser, dest. Wasser und Flusswasser zu vergleichen. Führe den Versuch durch und protokolliere deine Ergebnisse.

Beobachtungen

Unterscheidung anhand der Farbe (Chlorid – weißer Niederschlag, Bromid – hellgelber Niederschlag, Iodid – gelber Niederschlag)

Erklärung/Deutung

1. Natriumchlorid + Silbernitrat → Natriumnitrat + Silberchlorid
 Analog für Natriumbromid und Natriumiodid.
 Lösungen werden angesäuert, da Silbernitrat pH-anfällig ist und um Silberhydroxid-Silberoxidfällung zu vermeiden.
2. Wasserproben Ansäuern und Silbernitrat hinzugeben. Es sollte ein weißer Niederschlag ausfallen, je nach Wasserprobe und Chloridgehalt.

**Halogenengewinnung aus Salzen
M5****Halogene**

								
Kaliumiodid Wasser Kupfersulfat				Flüssigkeiten im Sammelgefäß für Lösungsmittel Dämpfe vorher im Abzug ausdampfen lassen				Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen
  								

Geräte

Reagenzglas mit Stopfen, Becherglas (200 mL), Magnetrührer mit Heizfunktion, Spatel, Reagenzglashalter, Thermometer

**Versuchsdurchführung**

1. Gebe circa 100 mL Wasser in ein Becherglas und erwärme es auf mindestens 80 °C.
2. Gebe zwei Finger breit Wasser in ein Reagenzglas und füge eine Spatelspitze Kupfersulfat hinzu. Schüttle, bis es sich auflöst.
3. Füge der Lösung eine Spatelspitze Kaliumiodid hinzu. Schüttle die Lösung und verschließe sie mit dem Stopfen.
4. Gebe die Lösung in das heiße Wasserbad.

Beobachtungen

Erklärung/Deutung

**Halogenengewinnung aus Salzen
M5 (Lösung)****Halogene**

								
Kaliumiodid Wasser Kupfersulfat				Flüssigkeiten im Sammelgefäß für Lösungsmittel Dämpfe vorher im Abzug ausdampfen lassen				Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen
								

Geräte

Reagenzglas mit Stopfen, Becherglas (200 mL), Magnetrührer mit Heizfunktion, Spatel, Reagenzglashalter, Thermometer

**Versuchsdurchführung**

1. Gebe circa 100 mL Wasser in ein Becherglas und erwärme es auf mindestens 80 °C.
2. Gebe zwei Finger breit Wasser in ein Reagenzglas und füge eine Spatelspitze Kupfersulfat hinzu. Schüttle, bis es sich auflöst.
3. Füge der Lösung eine Spatelspitze Kaliumiodid hinzu. Schüttle die Lösung und verschließe sie mit dem Stopfen.
4. Gebe die Lösung in das heiße Wasserbad.

Beobachtungen

- Die blaue Kupfersulfatlösung färbt sich bei Zugabe des Kaliumiodid orange-braun.
- Beim Erwärmen steigen lila Dämpfe auf.

Erklärung/Deutung

CuI_2 zerfällt augenblicklich zu CuI und I_2 , da Cu^{2+} als Oxidationsmittel wirkt.



Iod sublimiert schon bei geringen Temperaturen.

**Halogenverbindungen in der Zahnpasta
M6****Halogene**

								
Zahnpasta Ein gekochtes Ei Aceton Essig				Flüssigkeiten im Ausguss			Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen	

Geräte

Becherglas (250 mL), Papiertuch, ggf. Pinsel

**Versuchsdurchführung**

1. Entfette das Ei mit Aceton. Stelle sicher, dass es danach nicht mehr direkt angefasst wird.
2. Gebe etwa 100 bis 150 mL Essig in ein Becherglas.
3. Bestreiche die eine Hälfte des Eis mit Zahnpasta. Entferne diese wieder nach circa 2 bis 4 Minuten.
4. Lege das Ei nun in den Essig. Achte darauf, dass das komplette Ei im Essig liegt und beobachte einige Minuten. Nimm danach das Ei heraus und befühle die Oberfläche.

**Arbeitsaufträge**

1. Notiere deine Beobachtungen.
2. Überlege, warum sich das Ei von unseren Zähnen unterscheidet. Dies erklärt auch, warum der Versuch teilweise falsch ist.

Beobachtungen

Erklärung/Deutung

Halogenverbindungen in der Zahnpasta M6 (Lösung)

Halogene

								
Zahnpasta Ein gekochtes Ei Aceton Essig				Flüssigkeiten im Ausguss				Chemikalien im Auge: sofort mit viel Wasser ausspülen

Geräte

Becherglas (250 mL), Papiertuch, ggf. Pinsel



Versuchsdurchführung

1. Entfette das Ei mit Aceton. Stelle sicher, dass es danach nicht mehr direkt angefasst wird.
2. Gebe etwa 100 bis 150 mL Essig in ein Becherglas.
3. Bestreiche die eine Hälfte des Eis mit Zahnpasta. Entferne diese wieder nach circa 2 bis 4 Minuten.
4. Lege das Ei nun in den Essig. Achte darauf, dass das komplette Ei im Essig liegt und beobachte einige Minuten. Nimm danach das Ei heraus und berühre die Oberfläche.



Arbeitsaufträge

1. Notiere deine Beobachtungen.
2. Überlege, warum sich das Ei von unseren Zähnen unterscheidet. Dies erklärt auch, warum der Versuch teilweise falsch ist.

Beobachtungen

Auf beiden Hälften bilden sich Bläschen, jedoch auf der Seite ohne Zahnpastabehandlung deutlich mehr. Die unbehandelte Fläche fühlt sich glatter und schmieriger an.

Erklärung/Deutung

Auf unseren Zähnen befindet sich Zahnschmelz, der diese schützt. Dieser fehlt dem Ei, das vorwiegend aus Calciumcarbonat besteht. Das Fluorid der Zahnpasta schützt das Ei (s. Alternative Informationen).

Arbeitsblatt M6 – Halogenverbindungen in der Zahnpasta

Die meisten Zahnpasten enthalten Fluoridverbindungen. Säuglinge und Kleinkinder erhalten Fluoridtabletten und in einigen Ländern werden Fluorverbindungen gleich dem Trinkwasser zugesetzt. Elementares Fluor ist zwar ein sehr giftiges Gas, doch ist es als Ion in einigen Verbindungen für den Menschen sehr wichtig. Zum Beispiel in unserem Zahnschmelz (der Äußere, harte Teil unserer Zähne). In diesem befindet sich eine Fluoridverbindung (Fluorapatit), die als Schutz dient. Bakterien, die durch Essen oder Säuren in den Mund gelangen, greifen die Zähne an und lösen das Fluorid aus dem Zahnschmelz. Fluorid ist ähnlich aggressiv wie reines Fluor und reagiert mit den Bakterien. Diese werden dabei zersetzt, das Fluorid geht ebenfalls verloren.

A1: Erkläre mithilfe des Textes die Funktion der Fluoridionen in Zahnpasta.

A2: Fertige 3 kleine Zeichnungen an (wie ein kleiner Comic), die den Angriff von Bakterien auf einen Zahn darstellen. In deinen Zeichnungen sollte folgendes auf jeden Fall hinein: Fluorid, Bakterien, Zahnpasta. (Max. 15 Minuten für diese Aufgabe verwenden.)

A3: Auf einer Salzpackung steht „Iodsalz mit Fluor“. Aber im „Iodsalz mit Fluor“ ist weder Iod (ein schwarz violetter Feststoff) noch Fluor (ein gelbliches, extrem reaktives Gas) enthalten. Wie lässt sich diese Angabe rechtfertigen? Begründe die Zugabe von Fluorverbindungen zum Speisesalz.

Halogenverbindungen in der Zahnpasta
M6 Alternative Information**Halogene**
(Seite 1 von 2)**Karies – Sauer macht löchrig**

Karies ist eine der Hauptkrankheiten, die Zähne befallen können. Karies (ein Abfaulen des Zahns) entsteht, wenn mehrere Dinge zusammenkommen: Mikroben, Zucker, Säuren, ein weicher Zahnschmelz und mangelnde Zahnpflege.

Karies entsteht, wenn sich zu viele Mikroorganismen, vor allem Streptokokken, in fest gewordenem Zahnbelag oder in Ritzen und Zwischenräumen sich einnisten. Dort vergärt der Zucker zu Milchsäure, die den Zahnschmelz bröckelig werden lässt und so das Innere des Zahns freigibt. Werden Zahnmark und Zahnnerv befallen, fängt es an zu schmerzen.

Schief stehende Zähne (viele Zwischenräume) und eine ungesunde Ernährung fördern zudem die Kariesbildung. Diesem kann nur durch eine regelmäßige und intensive Pflege vorgebeugt werden. Dabei spielen Fluoride eine besondere Rolle.

Fluoride in der Kariesprophylaxe

Fluorid wird besonders in den Zähnen und Knochen gespeichert. Es sorgt als Bestandteil des Zahnschmelzes für dessen Stabilität und damit für die Resistenz gegenüber kariesverursachenden Faktoren. Dabei sorgt das Fluorid im Zahnschmelz dafür, dass es sich langsamer auflöst.

Fluoride kommen nahezu überall in der Natur vor. In Gestein, Wasser, Luft, Flora und Fauna ist dieses Element zu finden. Im Übrigen sind Fluoridionen am Knochenaufbau beteiligt und geben dort Stabilität und Festigkeit.

Eine zusätzliche Aufnahme von Fluorid über die Nahrung, hier speziell über fluoridiertes Speisesalz, Mineralwasser mit hohem Fluoridgehalt oder Fluoridtabletten kann sinnvoll sein. Dabei belegen Untersuchungen, dass eine ausreichende Fluoridzufuhr das Kariesrisiko um circa 50% senkt!

Im Durchschnitt nimmt der erwachsene Bundesbürger in Deutschland nur circa 0,32 bis 0,6 mg Fluorid mit der Nahrung bzw. Getränken auf, das entspricht gerade einmal 1/5 des eigentlichen Tagesbedarfs.

Halogenverbindungen in der Zahnpasta M6 Alternative Information

Halogene
(Seite 2 von 2)

Zufuhrempfehlungen

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) folgende Richtwerte für eine angemessene Fluoridzufuhr herausgegeben.

Alter		Gesamtzufuhr Fluorid (mg/Tag)	
		m	w
Säuglinge	0 bis unter 4 Monate	0,25	0,25
	4 bis unter 12 Monate	0,5	0,5
Kinder	1 bis unter 4 Jahre	0,7	0,7
	4 bis unter 7 Jahre	1,1	1,1
	7 bis unter 10 Jahre	1,1	1,1
Jugendliche	10 bis unter 15 Jahre	3,2	2,9
	15 bis unter 19 Jahre	3,2	2,9
Erwachsene	über 19 Jahre	3,8	3,1

Tabelle A7.01 Referenzwerte (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.)

Natürliche Quelle für Fluorid

Es können auch natürliche Quellen zur Versorgung mit Fluoriden genutzt werden. Fluorid befindet sich in unterschiedlichen Mengen im Trinkwasser (regional sehr unterschiedlich), fluoridiertes Speisesalz, schwarzer oder grüner Tee, Vollkornprodukte oder Seefische.

Eine weitere Quelle von Fluorid ist die gezielte Einnahme von Fluoridtabletten. Dabei wird aus kariesprophylaktischen Gründen eine Verabreichung von Fluoridtabletten bei Säuglingen und Kindern empfohlen, sofern nicht genug Fluorid über die Ernährung und Getränke aufgenommen wird.

Dabei ist darauf zu achten, dass nur eine Art der Prophylaxe erfolgt, da eine Überdosierung den Zahnschmelz verändern kann. Bei einer Überdosierung können sich Flecken auf dem Zahnschmelz bilden oder es kann zum krankhaftem Abbau führen.

Hinweis

Alle diese Maßnahmen ersetzen jedoch nicht das gründliche Zähneputzen mit zumeist fluoridhaltigen Zahncremes.

Arbeitsblatt M7 – Chlorchemie/Fluch oder Segen**(Seite 1 von 2)**

Die **Gegner** der Chlorchemie meinen:

1. Chlor kommt in der Natur nur gebunden in Salzen vor und nicht elementar. Erst der Mensch hat im Chemielabor die gefährlichen Verbindungen, z.B. Dioxine, hergestellt.
2. Chlor lässt sich als Rohstoff leicht zu neuen Produkten, die oft auch giftig sind, umsetzen. Seine Herstellung ist teuer und energieaufwändig.
3. Bei der Verbrennung von PVC (Kunststoff mit Chloranteil) Produkten (z.B alten Fußbodenbelägen) werden die giftigen Dioxine freigesetzt. Dabei würden für die meisten Anwendungen auch andere Materialien zu Verfügung stehen.
4. Die Chlorchemie ist eine Fehlentwicklung und hat keine Zukunft.

Die **Befürworter** der Chlorchemie erwidern:

1. Mittlerweise sind viele Chlorverbindungen in der Natur entdeckt worden, die nicht zu den Salzen gehören. Sogar das gefährliche Dioxin wird in der Natur bei Waldbränden gebildet.
2. Über die Hälfte des in der Industrie verwendeten Chlors verlässt das Werk als ungiftiges Salz. Der Energiebedarf für die Herstellung von Glas oder die Gewinnung von Aluminium ist sehr viel größer.
3. PVC hilft, natürliche Werkstoffe (z.B. tropische Hölzer), Metalle und Energie zu sparen. PVC wird zunehmend recycelt.
4. Eine Zukunft gibt es nur mit der Chlorchemie. Die Gefahren müssen aber immer mitbedacht werden.

A1: Tragt weitere Argumente aus dem Internet zusammen. Ordnet sie den hier genannten Argumenten zu.

Arbeitsblatt M7 – Chlorchemie/Fluch oder Segen
(Seite 2 von 2)

A2: Diskutiert über Chancen und Risiken des Fortschritts am Beispiel der Chlorchemie.

Chancen	Risiken

A8. Edelgase

Autorinnen und Autoren

Christian Karus – Andreas-Vesalius-Gymnasium, Wesel

Edelgase

Voraussetzungen

Die Schülerinnen und Schüler sollten vor dieser Unterrichtseinheit die Elementfamilie der Alkali-, Erdalkalimetalle oder Halogene kennengelernt haben. Hieran haben sie die hohe Reaktivität der Elemente kennengelernt.

Ziele

Im Laufe dieser Unterrichtseinheit lernen die Schülerinnen und Schüler die Elementfamilie der Edelgase kennen. Vorkommen und Verwendungen werden thematisiert.

Materialien

Hinweise zu Glühlampe

Materialübersicht

Material	Art des Materials	Titel des Materials
M1	Arbeitsblatt	Träge Gase
M2	Arbeitsblatt	Gruppenpuzzle Eigenschaften der Edelgase
M3	Lehrerversuch	Die Glühlampe
M4	Arbeitsblatt	Ein Blick in ein Edelgasatom

Arbeitsblatt 1 – Träge Gase

Die „trägen Gase“ in der Literatur

„Die Luft, die wir atmen, enthält die sogenannten trägen Gase. Sie führen seltsame gelehrte Namen griechischer Herkunft, die „das Neue“, „das Verborgene“, „das Untätige“, „das Fremde“ bedeuten. Tatsächlich sind sie so träge, mit ihrem Zustand so zufrieden, daß sie sich an keiner chemischen Reaktion beteiligen, sich mit keinem anderen Element verbinden, und aus diesem Grunde sind sie jahrhundertlang unbemerkt geblieben“ (aus Primo Levi: „Das periodische System“).



Abbildung A8.01 Verwendungsmöglichkeiten von Edelgasen



Abbildungen A8.02 und A8.03 Verwendungsmöglichkeiten von Edelgasen

Aufgabe

1. Die Edelgase werden die „trägen Gase“ genannt. Begründe, ob Sauerstoff in die Gruppe der Edelgase gehört.
2. Recherchiere die Namen der Edelgase und ordne Sie den o.a. Übersetzungen zu.
3. Begründe bei den o.a. Beispielen den Einsatz von Edelgasen.

Arbeitsblatt 2 – Gruppenpuzzle Eigenschaften der Edelgase

Gruppenpuzzle

Die Elementfamilie der Edelgase ist noch nicht so lange bekannt. Vor circa 150 Jahren wurden die ersten Elemente entdeckt. Sie machen weniger als 1% des Volumens der Luft aus, sind aber dennoch aus unserem Leben nicht wegzudenken und von großer Bedeutung.

Aufgaben

1. Teilt die Klasse in 5 gleichgroße Gruppen ein. Dies sind die Expertengruppen.
2. Jede Expertengruppe informiert sich anhand der Texte über ein Edelgas und bereitet einen frei vorgetragenen Kurzvortrag vor (circa 10 min).
3. Bildet nun neue Gruppen. In jeder neuen Gruppe muss jedes Edelgas mindestens einmal vertreten sein.
4. Stellt euch gegenseitig eure Kurzvorträge vor und macht in einer Tabelle Mitschriften. Die Tabelle enthält folgende Spalten: Name, Atommasse, Dichte, Schmelz- und Siedetemperatur und Verwendung.
5. Bearbeitet anschließend die ergänzenden Fragestellungen.
6. Gestaltet ein Plakat zum Thema „Edelgase“ mit den erarbeiteten Informationen.

Ergänzende Aufgaben als Vorbereitung für die Arbeit am Plakat

1. Berechne, wie viel Argon ein Jugendlicher eures Alters täglich ein- und ausatmet. Geht von zwanzig Atemzügen mit jeweils 0,5 Litern Luft pro Minute aus.
2. Neon ist sehr teuer. Findet eine Begründung dafür.
3. Vor dem Start eines Wetterballons, der 30 km aufsteigen soll, wird der Ballon nur wenig mit Helium gefüllt. Begründe dieses Vorgehen.
4. Informiert euch über die Bedeutung des Xenons beim Ionenantrieb.
5. Recherchiere, welche Verbindung es zwischen Krypton und dem Längenmaß „Meter“ gibt.
6. Bei der Gewinnung der Edelgase spielt das LINDE-Verfahren eine wichtige Rolle. Informiere dich über das LINDE-Verfahren und die fraktionierte Destillation. Berichte.

Informationstexte

Expertengruppe "Krypton (Kr)"

Krypton (griech. kryptos: verborgen) ist eines der seltenen Elemente auf der Erde und wurde 1898 von William RAMSAY und Morris William TRAVERS bei der fraktionierten Destillation von Rohargon aus flüssiger Luft entdeckt. Die Gewinnung von Krypton erfolgt ausschließlich durch dieses

5 Verfahren. Das farblose und geruchlose Gas besitzt eine Schmelztemperatur von $-157\text{ }^{\circ}\text{C}$ und eine Siedetemperatur von $-153\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Dichte beträgt $3,48\text{ g/l}$ und ist damit etwa dreimal so hoch wie die der Luft. Krypton hat eine Atommasse von 84 u . Es findet als Füllgas für Halogenlampen und in Leuchtstofflampen Anwendung. Bei der Glimmentladung erzeugt reines Krypton ein rosafarbenes Licht.

10 Expertengruppe "Xenon (Xe)"

Xenon (griech. xenos: fremd) wurde 1898 von William RAMSAY und Morris William TRAVERS bei der Untersuchung von Krypton entdeckt. Die Gewinnung erfolgt durch die fraktionierte Destillation von Rohargon aus flüssiger Luft. Das farblose und geruchlose Gas kondensiert bei $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$ und besitzt

15 eine Schmelztemperatur von $-112\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Dichte beträgt $5,9\text{ g/l}$. Das auf der Erde sehr seltene Edelgas (131 u) ist reaktionsträge. Bei seiner Glimmentladung erzeugt reines Xenon ein violettes Licht. Verwendung findet Xenon in Gasentladungslampen. Da das dabei entstehende Licht taghell scheint, wird das teure Gas für Flughafenbeleuchtungen und in Autoscheinwerfern eingesetzt. Außerdem dient es als Ionenantrieb in Satelliten und wird als Narkosegas eingesetzt.

Expertengruppe „Helium (He)“

20 Helium (griech. helios: Sonne) ist das zweitkleinste, zweithäufigste und gleichzeitig das reaktionsträglichste Element im Universum. Die meisten Menschen kennen Helium als Luftballongas. Seine geringe Dichte ($0,17\text{ g/l}$) nutzt man beispielsweise in der Wetterforschung zum Füllen von Ballons, die dann mit Messinstrumenten beladen bis in Flughöhen von 50 km aufsteigen können. Selbst nahe dem absoluten Nullpunkt, der Temperatur von $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, wird Helium nicht fest, sondern

25 verwandelt sich in eine supraleitende Flüssigkeit. Helium wird auch zur Kühlung von supraleitenden Magneten verwendet. Gewonnen wird Helium überwiegend aus Erdgasvorkommen.

Expertengruppe "Neon (Ne)"

Neon (griech. neos: neu) ist eines der häufigsten Elemente im Universum, während es auf der Erde relativ selten vorkommt. Der Anteil von Neon in der Luft eines Klassenraums von 150 m^2 beträgt

30 etwa $2,7\text{ Liter}$. Die Dichte beträgt $0,84\text{ g/l}$. Neon kondensiert erst bei $-246\text{ }^{\circ}\text{C}$ und wird bei $-249\text{ }^{\circ}\text{C}$ schon wieder fest. Bekannt ist es durch seinen Einsatz als orangeroter Leuchtstoff in Lichtreklamen und in Leuchtstoffröhren, den sogenannten Neonröhren. Es besitzt eine vierzigfach höhere Kühlleistung als Helium. Neon wurde 1898 von William RAMSAY und Morris William TRAVERS bei Experimenten mit flüssiger Luft entdeckt. RAMSAY hatte früher bereits ein weiteres Edelgas mit

35 einer Atommasse von etwa 20 u vorhergesagt. Neon wird auch heute noch fast ausschließlich aus der fraktionierten Destillation verflüssigter Luft gewonnen.

Expertengruppe „Argon (Ar)“

Argon (griech. argos: träge) ist mit einem Volumenanteil von $0,93\%$ das dritthäufigste Teilchen in der Erdatmosphäre und das häufigste Edelgas auf unserem Planeten. Argon war das erste Edelgas,

40 das 1894 von John William STRUTT (Lord REYLEIGH) und William RAMSAY in der Luft nachgewiesen wurde. Argon besitzt eine Schmelztemperatur von $-189\text{ }^{\circ}\text{C}$ und eine Siedetemperatur von $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Die Dichte beträgt $1,7\text{ g/l}$. Argon ist ebenso wie die meisten anderen Edelgase ein Nebenprodukt des Lindeverfahrens. Verwendung findet Argon als Füllgas (Leuchtgas) in Energiesparlampen. Hierbei wird die Mischung aus dem Edelgas und Quecksilberdampf ionisiert. Bei der Gasentladung

45 erzeugt reines Argon ein violettes Licht. Des Weiteren wird es als Lebensmittelzusatzstoff E 938 als Schutzgas bei der Verpackung von Lebensmitteln benutzt.

Arbeitsblatt 3 – LV, Die Glühlampe

								
Sicherheitsscheibe verwenden!								Schutzbrille

Geräte/Chemikalien

Mikrowelle, Becherglas, Glühlampe mit „durchgebranntem“ Glühwendel

Versuchsdurchführung

Von der Lehrkraft wird eine „durchgebrannte“ Glühlampe auf ein passendes Becherglas gestellt, so dass die Glaskugel locker auf der Öffnung des Becherglases aufliegt. Das Becherglas wird nun in die Mikrowelle gestellt. Bei mittlerer Leistung schaltet man die Mikrowelle nun einige Sekunden lang ein.

Arbeitsauftrag

Identifiziere das Schutzgas in der Glühlampe.

Beobachtungen

Erklärung/Deutung



Abbildung A8.04

Infotext

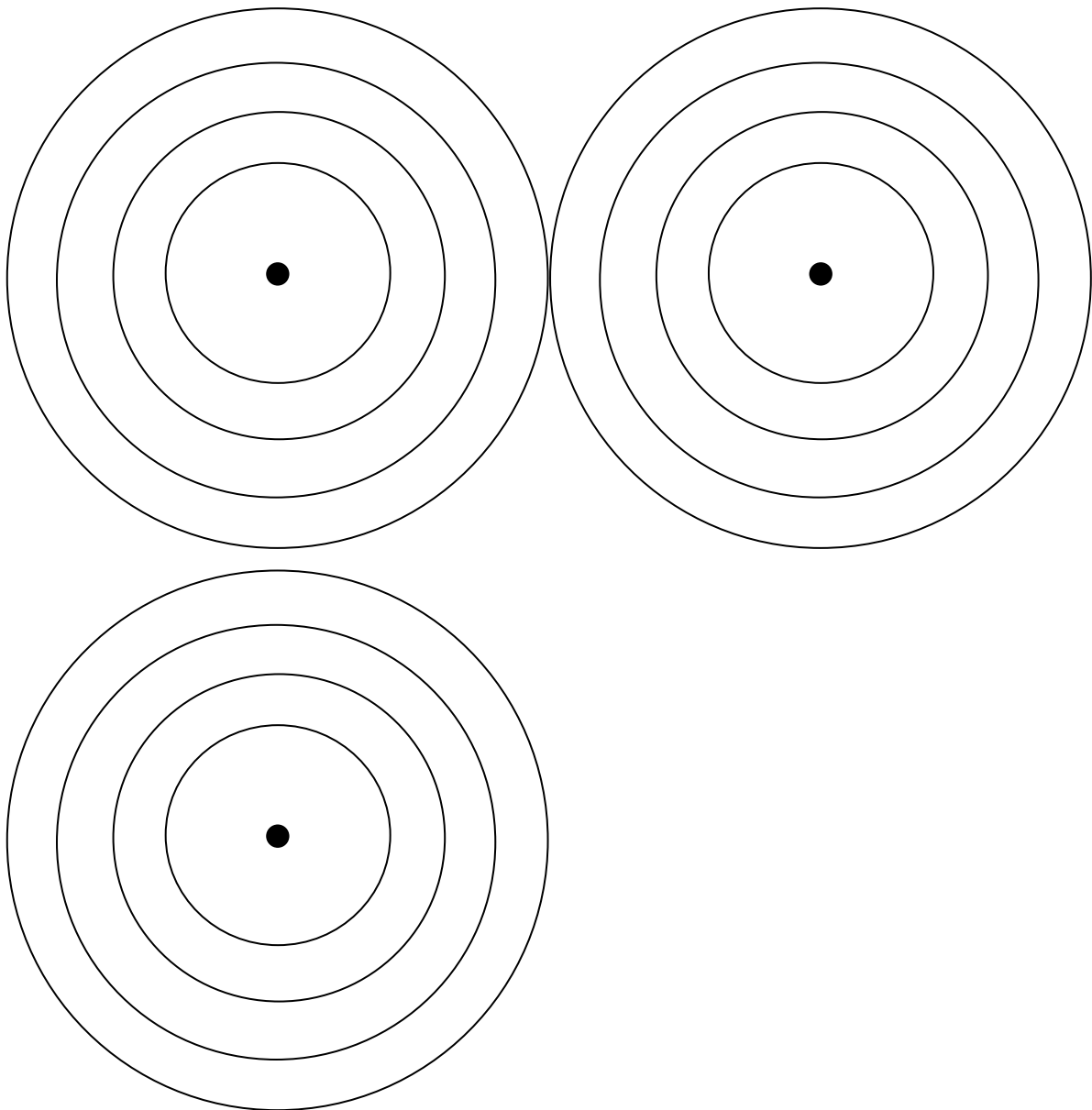
Das Schutzgas in der Glühlampe absorbiert die Mikrowellen. Es heizt sich stark auf und bildet ein mit Energie angereichertes sichtbares Gas aus Elektronen, Ionen und ungeladenen Teilchen, Plasma genannt.

Arbeitsblatt 4 – Ein Blick in ein Edelgasatom

Edelgase sind sehr reaktionsträge Elemente und nur in sehr wenigen Verbindungen zu finden. Diese Tatsache muss einen Grund haben.

Aufgabe

Zeichne folgende Atome im Schalenmodell: Natrium, Neon und Fluor.



Formuliere nun mit Hilfe der Schalenmodelle eine Erklärung für die Tatsache, dass Edelgase sehr reaktionsträge sind.

A9. Wir entdecken das Periodensystem der Elemente

Autorinnen und Autoren

Anne Malewski – Engelbert-Kaempfer-Gymnasium, Lemgo

Wir entdecken das Periodensystem der Elemente (PSE)

Hintergrundinformationen

Die folgende Unterrichtssequenz befasst sich mit dem Thema *Das Periodensystem – eine Ordnung der Elemente* unter forschend-entwickelndem Ansatz.

Dem Modellieren wird im Rahmen der Sequenz besondere Bedeutung zuteil, indem die Schülerinnen und Schüler ihr eigenes Modell eines Periodensystems anhand verschiedenster Informationen im Laufe der Unterrichtssequenz immer wieder verifizieren, modifizieren oder eben auch falsifizieren müssen. Dazu gehört die Reflexion der Modelle, so dass die Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt werden, Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Modellen zur Beschreibung von Realsituationen beurteilen zu können.

Die kritische Reflexion der Ergebnisse sowie die naturwissenschaftliche Arbeitsweise tragen zu einer intensiveren wissenschaftspropädeutischen Ausrichtung des Unterrichts bei. Diese wird außerdem unterstützt durch die Untersuchung von Alltagsphänomenen im forschend-entwickelnden Unterricht. Dabei wird den Schülerinnen und Schülern nach Muckenfuß eine differenzierte Sichtweise sowie eine Förderung der Kompetenzen im Bereich der Kommunikations- und Handlungsfähigkeit ermöglicht. Durch die progressive Steigerung der Kompetenzanforderungen in dieser Unterrichtssequenz wird das Erstellen und Bewerten von abstrakten Ordnungsprinzipien explizit gefördert.

Zwecks Realisierung einer individuellen Förderung vor dem Hintergrund einer heterogenen Lerngruppe werden in dieser Unterrichtsreihe vielfach Differenzierungsmöglichkeiten berücksichtigt. Differenziert wird insbesondere über den Einsatz von Lernhilfen bzw. Zusatzaufgaben (z. B. Hilfekarten für die einzelnen Phasen der Planung, Durchführung und Auswertung der eigenständig geplanten Experimente) oder in Form der Bildung von Arbeitsgruppen in Abhängigkeit der Leistungsniveaus (z. B. eigenständige Gruppenbildung mit je einem «Chemieexperten»).

Schwerpunktlernziel der Unterrichtssequenz

Die Unterrichtssequenz „Das Periodensystem – Wir entdecken das Periodensystem“ soll die Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, einfache Aufbauprinzipien unter Zuhilfenahme des Atombaus zu erkennen und mit diesen Erkenntnissen Elemente durch kriteriengeleitetes Vergleichen hinsichtlich Ähnlichkeiten und Unterschieden zu analysieren bzw. Strukturen und Beziehungen zu erklären und geeignete Schlussfolgerungen zu ziehen. Des Weiteren schulen die Schülerinnen und Schüler ihre Kommunikationsfähigkeiten, Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit, indem sie in Kleingruppen arbeiten und ihre erzielten Ergebnisse fachlich korrekt in einem Vortrag den anderen Schülerinnen und Schülern präsentieren.

Hinweise zur Didaktik und Methodik

Bei der folgenden Unterrichtssequenz handelt es sich um ein Unterrichtsvorhaben zur Einführung des Periodensystems der Elemente. Das Vorhaben gliedert sich in vier Bausteine:

1. Geschichtlicher Hintergrund des Periodensystems (**M1**)
2. Erstellung und Präsentation einer „Ordnung der Elemente“ anhand selbst entwickelter Kriterien (**M1 und M2**)
3. Ableitung der Ordnungsprinzipien des Periodensystems unter Verwendung des differenzierten Atommodells mit Einführung der Fachbegriffe (**M3**)
4. Spielerische Festigung der Stellung der Elementen im Periodensystem (**M3**)

Mit dem ersten Baustein werden die Schülerinnen und Schüler über einen kurzen historischen Hintergrund zum Periodensystem ins Thema eingeführt.

Der zweite Baustein führt die Schülerinnen und Schüler ausgehend vom geschichtlichen Hintergrund in ein anschließendes kriteriengeleitetes Vergleichen der Elemente anhand selbstgewählter Kriterien und endet in der Entwicklung einer Ordnung der Elemente, die unterschiedliche Informationen über eine regelmäßige Ähnlichkeit von Merkmalen enthält.

Im dritten Baustein wird basierend auf dem Wissen zum differenzierten Atombau das Ordnungsprinzip des Periodensystems abgeleitet. Des Weiteren wird das Periodensystem zur Erklärung von sich regelmäßig verändernden Eigenschaften von Elementen verwendet. Zunahme des Atomradius, der Atommasse und der Reaktivität innerhalb einer Hauptgruppe können die Schülerinnen und Schüler mithilfe des erworbenen Wissens und der Verknüpfung mit dem differenzierten Atombau erklären.

Abschließend wird mit PSE-Tetris auf spielerische Art und Weise das Periodensystem und die damit verbundenen Stellungen der Elemente im Periodensystem eingeübt und gefestigt. PSE-Tetris ist angelehnt an das Spiel Tetris.

Durchführung

In der Phase der Problemgewinnung soll den Schülerinnen und Schülern als Einstieg in die Unterrichtssequenz der historisch bedeutende Hintergrund zum Periodensystem (**M1**) gegeben werden. Der kurze historische Abriss soll zunächst vorgelesen werden. Anschließend können die Schülerinnen und Schüler ihre ersten Ideen und Vermutungen zum Thema aufstellen. Die Erarbeitung der Problemfrage wird durch den eingesetzten Impuls von den Schülerinnen und Schülern selbst vorgenommen. Ausgehend von dem historischen Hintergrund und der sich daraus ableitenden Problemfrage bekommen die Schülerinnen und Schüler die genaue Aufgabenstellung auf einem Arbeitsblatt (**M1**). Die Erarbeitung einer Ordnung der Elemente basiert dabei wesentlich auf dem Arbeitsblatt „Das PSE-Puzzle“ (**M2**) mit Hilfestellung (**M2a**).

Die Erarbeitung sollte in arbeitsgleicher Gruppenarbeit erfolgen, wobei eine Gruppengröße von drei bis vier Schülerinnen und Schülern sinnvoll ist, um einerseits Diskussionen zwischen allen beteiligten Personen zu ermöglichen und andererseits verschiedene Ideen und Vermutungen innerhalb der Gruppe entwickeln zu lassen. Der daran anschließende Museumsrundgang unterstützt die Weiterentwicklung der kommunikativen Kompetenz in dem Ausmaß, dass die Schülerinnen und Schüler im Klassenverband ihre Ergebnisse präsentieren und begründen müssen.

Vor der Durchführung der Gruppenarbeitsphase sollten Kriterien für die Präsentation festgelegt werden. Je nach Ausstattung der Räumlichkeiten kann auf moderne Medien wie Computer oder auf alt Bewährtes wie den Fotokarton zurückgegriffen werden.

Bei Nutzung eines Fotokartons sollte darauf geachtet werden, dass dieser mindestens A3 Format aufweist und die Puzzle-Teile nicht komplett aufgeklebt werden, damit eine Änderung der Ordnung der Elemente in der zweiten Arbeitsphase der Gruppenarbeit gewährleistet werden kann.

In der ersten Phase der Gruppenarbeit sortieren die Schülerinnen und Schüler die Elemente anhand möglichst vieler selbst gewählter Kriterien in eine logisch nachvollziehbare Ordnung. Die Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre Ordnung und erklären ihre gewählten Kriterien während des Museumsrundganges. In der zweiten Phase der Gruppenarbeit werden die während des Museumsrundganges neu gewonnenen Ideen und Vermutungen in die eigene vorher erstellte Ordnung integriert und somit das eigene Ordnungssystem verbessert bzw. angepasst.

Zur Sicherung der Schülerergebnisse werden diese im Lehrer-Schüler-Gespräch auf einer Sicherungsfolie bzw. an der Tafel als Vermutung für das Ordnungsprinzip des Periodensystems notiert.

Anhand von **M3**, mit den dazugehörigen Hilfestellungen **M3a** und **M3b**, leiten die Schülerinnen und Schüler in einer zweiten Arbeitsphase selbstständig die Ordnungsprinzipien des Periodensystems ab und es werden die dazugehörigen Fachbegriffe eingeführt. Die Arbeitsphase sollte in Partnerarbeit erfolgen.

Eine Vertiefung des neu gewonnenen Wissens erfolgt durch Anwendung des Periodensystems auf Fragestellungen, die sich aus dem vorhergehenden Unterricht ergeben. In der Unterrichtsreihe haben die Schülerinnen und Schüler bereits phänomenologisch verschiedene Elementfamilien untersucht und bestimmte Phänomene festgestellt, wobei eine Erklärung dieser allerdings noch nicht erfolgte. Die Erklärungen dieser Phänomene können nun anhand des Wissens über den Aufbau des Periodensystems nachgeliefert werden.

Zur Festigung der Stellung der Elemente im Periodensystem wird mit den Schülerinnen und Schülern ein kleiner PSE-Tetris-Wettbewerb durchgeführt, sowohl ein Wettbewerb in Kleingruppen als auch ein Wettbewerb innerhalb der Klasse ist möglich. Vor dem Wettbewerb sollte allerdings den Schülerinnen und Schülern etwas Trainingszeit gegeben werden. Je nach Ausstattung der Schule kann der Wettbewerb individuell gestaltet werden.

Zeitbedarf

Die Unterrichtseinheit ist auf vier bis sechs Unterrichtsstunden ausgelegt.

Materialübersicht

Material	Art des Materials	Titel des Materials
M1	Arbeitsblatt	Die Geschichte des Periodensystems
M2	Puzzle	Das PSE-Puzzle
M2a	Hilfekarte	Ordnungstipps für die chemischen Elemente
M2b	Hilfekarte	Ordnungstipps für die chemischen Elemente
M3	Arbeitsblatt	Das Periodensystem heute
M3a	Hilfekarte	Aufbau der Atome
M3b	Hilfekarte	Aufbau der Atome

Arbeitsblatt M1

Die Geschichte des Periodensystems

Wir haben alle als Kinder schon einige Puzzle zusammengefügt und wissen wie schwer es manchmal sein kann, alle seine Teile an die richtige Stelle zu setzen. Vor einer ähnlichen, aber etwas komplizierteren Puzzle-Aufgabe standen Chemiker in der Mitte des 19. Jahrhunderts, denn die Chemiker vermuteten, dass es einen Zusammenhang zwischen den chemischen Elementen geben muss, vielleicht sogar eine Art Ordnung der chemischen Elemente möglich ist. Problem war nicht nur, dass die einzelnen Elemente ungeordnet vorlagen, sondern auch, dass einige Elemente zur damaligen Zeit noch fehlten. Nicht, dass es schon unter diesen Umständen schwierig genug war die Puzzle-Aufgabe zu lösen, es gab leider noch ein weiteres Problem: der Verpackungsdeckel des Puzzles, mit dem fertigen Bild, war nicht vorhanden. Zur damaligen Zeit kannte man erst etwa 55 chemische Elemente, heute sind es bereits mehr als 115.

Viele Chemiker versuchten damals die Puzzle-Aufgabe der chemischen Elemente zu lösen. Im Jahre 1869 gelang Dmitri Mendelejew und Lothar Meyer unabhängig voneinander der Durchbruch. Sie ordneten die damals 55 bekannten Elemente unter anderem anhand ihrer ähnlichen Eigenschaften in Gruppen nebeneinander an. Sie erhielten ein Ordnungssystem, das sie als Periodensystem der Elemente (PSE) bezeichneten, da in ihm verwandte Elemente in periodisch wiederkehrender Folge angeordnet waren. Da damals jedoch viele Elemente noch nicht entdeckt waren, musste das aufgestellte System zwangsläufig unvollkommen bleiben. Mendelejew ließ an bestimmten Stellen deshalb Lücken für noch nicht entdeckte Elemente und konnte schon zur damaligen Zeit mithilfe seines Periodensystems deren Eigenschaften voraussagen.

Arbeitsaufträge

1. Entwickelt in Vierergruppen ein eigenes Periodensystem, d.h. eine eigene Ordnung der chemischen Elemente mithilfe von M2 und schreibt eure Ordnung der chemischen Elemente auf ein Plakat. Berücksichtigt dabei möglichst viele Ordnungskriterien. Bei Bedarf können Ordnungstipps auf den Hilfekarten M2a und M2b genutzt werden.
2. Bereitet euch darauf vor, euer PSE einer anderen Gruppe zu präsentieren und die Ordnungskriterien zu erklären.
3. Organisiert einen Museumsrundgang, d.h. aus den ursprünglichen Vierergruppen geht je ein Mitglied in eine der vier neuen Gruppen. In den neu entstandenen Gruppen werden die Ergebnisse präsentiert.
4. Nach der Präsentationsrunde geht ihr wieder in eure erste Vierergruppe. Überarbeitet in eurer Gruppe eure Ordnung der Elemente mithilfe der neu gewonnenen Informationen der anderen Gruppen.
5. Notiere das veränderte Periodensystem im Heft und erläutere kurz die Ordnungskriterien.

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 1 von 9)

Lithium

**H-Sätze**

H260: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

EUH014: Reagiert heftig mit Wasser

Atommasse: 6,94 u

Abbildung A9.01 Lithium

Kalium

**H-Sätze**

H260: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

EUH014: Reagiert heftig mit Wasser

Atommasse: 39,10 u

Abbildung A9.02 Kalium

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 2 von 9)

Caesium



H-Sätze

H260: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

Atommasse: 132,91 u

Abbildung A9.03 Caesium

Beryllium



H-Sätze

H350i: Kann bei Einatmen Krebs erzeugen

H330: Lebensgefahr bei Einatmen

H301: Giftig bei Verschlucken

H372: Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition

H319: Verursacht schwere Augenreizung

H335: Kann die Atemwege reizen

H315: Verursacht Hautreizungen

H317: Kann allergische Hautreaktionen verursachen

Atommasse: 9,01 u

Abbildung A9.04 Beryllium

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 3 von 9)

Magnesium



H-Sätze

H228: Entzündbarer Feststoff

H251: Selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten

H261: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase

Atommasse: 24,31 u

Abbildung A9.05 Magnesium

Rubidium



H-Sätze

H260: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

EUH014: Reagiert heftig mit Wasser

Atommasse: 85,47 u

Abbildung A9.06 Rubidium

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 4 von 9)

Barium

**H-Sätze****H228:** Entzündbarer Feststoff**H261:** In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase**Atommasse:** 137,34 u

Abbildung A9.07 Barium

Fluor

**H-Sätze****H330:** Lebensgefahr bei Einatmen**H270:** Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel**H314:** Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden**H280:** Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren**EUH071:** Wirkt ätzend auf die Atemwege**Atommasse:** 18,998 u

Abbildung A9.08 Fluor

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 5 von 9)

Chlor

**H-Sätze****H330:** Lebensgefahr bei Einatmen**H270:** Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel**H319:** Verursacht schwere Augenreizung**H315:** Verursacht Hautreizungen**H335:** Kann die Atemwege reizen**H400:** Sehr giftig für Wasserorganismen**H280:** Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren**EUH071:** Wirkt ätzend auf die Atemwege**Atommasse:** 35,45 u

Abbildung A9.09 Chlor

Iod

**H-Sätze****H332:** Gesundheitsschädlich bei Einatmen**H312:** Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt**H400:** Sehr giftig für Wasserorganismen**Atommasse:** 126,90 u

Abbildung A9.10 Iod

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 6 von 9)

Helium



H-Sätze

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren

Atommasse: 4,003 u

Abbildung A9.11 Helium

Argon



H-Sätze

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren

Atommasse: 39,95 u

Abbildung A9.12 Argon

Xenon



H-Sätze

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren

Atommasse: 131,30 u

Abbildung A9.13 Xenon

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 7 von 9)

Natrium



H- Sätze

H260: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

EUH014: Reagiert heftig mit Wasser

Atommasse: 22,989 u

Abbildung A9.14 Natrium

Strontium



H-Sätze

H261: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase

Atommasse: 87,62 u

Abbildung A9.15 Strontium

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 8 von 9)

Krypton



H-Sätze

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren

Atommasse: 83,80 u

Abbildung A9.16 Krypton

Calcium



H-Sätze

H261: In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase

Atommasse: 40,08 u

Abbildung A9.17 Calcium

Neon



H-Sätze

H280: Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren

Atommasse: 20,18 u

Abbildung A9.18 Neon

Arbeitsblatt M2 – Das PSE Puzzle (Seite 9 von 9)

Brom



H-Sätze

H330: Lebensgefahr bei Einatmen

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden

H400: Sehr giftig für Wasserorganismen

Atommasse: 79,90 u

Abbildung A9.19 Brom

Hilfekarte M2a

Ordnungstipps für die chemischen Elemente

Beachte die verschiedenen Merkmale der Elemente, um sie zu ordnen.

- Welche Elemente haben ähnliche Gefahrensymbole?
- Welche Elemente haben ähnliche H-Sätze?

Hilfekarte M2b

Ordnungstipps für die chemischen Elemente

Beachte die verschiedenen Atommassen der Elemente, um sie innerhalb eurer, nach den Gefahrensymbolen und H-Sätzen, gefundenen „Gruppen“ zu ordnen.

Arbeitsblatt M3 – Das Periodensystem heute (Seite 1 von 3)

Das Periodensystem heute

Unser heutiges Periodensystem leitet sich größtenteils aus dem von Mendelejew und Meyer ab. Die zu einer Gruppe, auch **Elementfamilie** genannt, gehörenden verwandten Elemente stehen untereinander in senkrechten Spalten, oben die Elemente mit geringen Atommassen, darunter die mit der größeren Atommasse.

- 5 Die Elementgruppen sind mit römischen Zahlen gekennzeichnet. Es gibt acht Hauptgruppen. Die I. Hauptgruppe sind die Alkalimetalle, die II. Hauptgruppe die Erdalkalimetalle. Die Halogene befinden sich in der VII. Hauptgruppe und die Edelgase in der Hauptgruppe VIII.

- 10 Die waagerechten Zeilen sind mit arabischen Zahlen gekennzeichnet und werden als Perioden bezeichnet. In der ersten Periode stehen nur die Elemente Wasserstoff und Helium, sie stellen Ausnahmen in der Ordnung des Periodensystems dar.

Im Periodensystem stehen links unterhalb der grün markierten Elemente die **Metalle** und rechts oberhalb der grün markierten Elemente die **Nichtmetalle**. Die grün markierten Elemente besitzen teils metallische, teils nichtmetallische Eigenschaften und werden als Halbmetalle bezeichnet.

H 1							He 2
Li 3	Be 4	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20	Ga 21	Ge 22	As 23	Se 24	Br 25	Kr 26
Rb 27	Sr 28	In 29	Sn 30	Sb 31	Te 32	I 33	Xe 34

Abbildung A9.20 Das Periodensystem der Elemente

Arbeitsblatt M3 – Das Periodensystem heute (Seite 2 von 3)**Zusammenhang zwischen dem Periodensystem der Elemente und dem Atommodell**

Das Bohr'sche Atommodell wurde erst 1913 von Niels Bohr entwickelt. Es zeigte sich, dass die von Mendelejew und Meyer vorgeschlagene Anordnung der Elemente im Periodensystem mit den Erkenntnissen zum Atombau genau übereinstimmen.

Arbeitsaufträge (Partnerarbeit)

1. Erklärt den Aufbau des Periodensystems der Elemente mit eurem Wissen über den Atombau unter der Verwendung der Abbildung A9.21.
 - a. Findet dabei heraus, welchen Zusammenhang es zwischen der Periode bzw. der Hauptgruppe und dem Atombau eines Elementes gibt. Formuliere einen Merksatz zu dem gefundenen Zusammenhang. Verwendet bei Bedarf die Hilfekarten M3a und M3b.
 - b. Untersucht, nach welchen Ordnungskriterien das heutige Periodensystem aufgestellt wurde und erklärt diese anhand des Periodensystems. Notiert eure Ergebnisse.
2. Vergleicht die in eurer Gruppenphase gefundene Ordnung der Elemente mit dem heutigen Periodensystem (s.o.). Beschreibt und erklärt, an welchen Stellen bei euch Probleme beim Puzzeln aufgetreten sind.
3. Sprinteraufgabe: Erklärt, warum der Atomradius und die Atommasse innerhalb einer Hauptgruppe von oben nach unten zunehmen.
4. Bereitet euch mithilfe von PSE-Tetris auf einen kleinen Wettbewerb rund um die Elemente des Periodensystems vor.

PSE-Tetris-Link

www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&mod=library&action=show&categoryId=15

Arbeitsblatt M3 – Das Periodensystem heute (Seite 3 von 3)

VIII	He		Ne		Ar		Kr	
VII			F		Cl		Br	
VI			O		S		Se	
V			N		P		As	
IV			C		Si		Ge	
III			B		Al		Ga	
II			Be		Mg		Ca	
I	H		Li		Na		K	
	1		2		3		4	

Abbildung A9.21 Zusammenhang PSE und Atombau

Arbeitsblatt M3 – Das Periodensystem heute (Lösung)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	H 							He 
1								
2	Li 	Be 	B 	C 	N 	O 	F 	Ne 
3	Na 	Mg 	Al 	Si 	P 	S 	Cl 	Ar 
4	K 	Ca 	Ga 	Ge 	As 	Se 	Br 	Kr 

Abbildung A9.22 Zusammenhang PSE und Atombau

Hilfekarte M3a

Aufbau der Atome

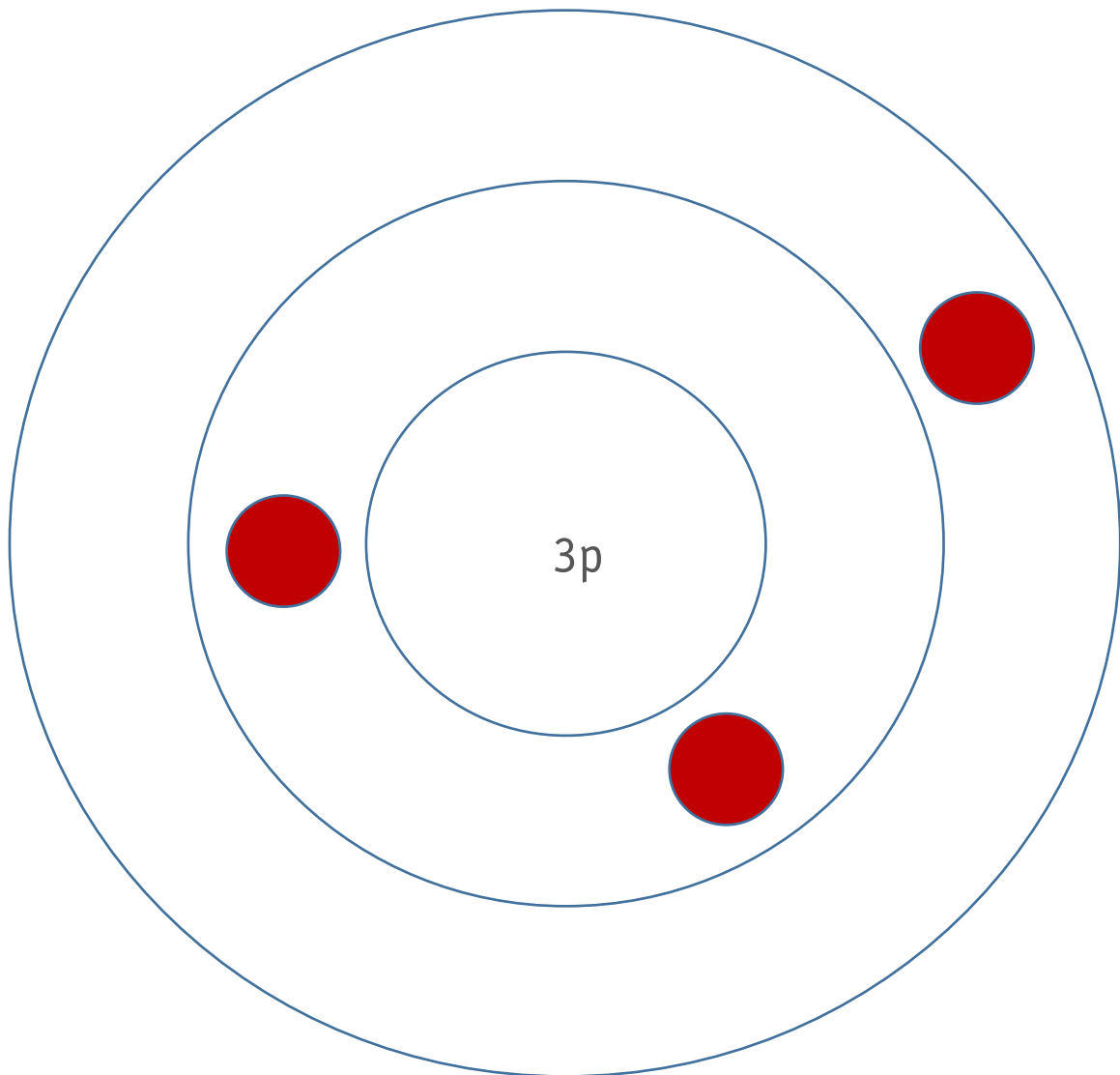


Abbildung A9.23 Aufbau eines Lithiumatoms (p steht für Protonen im Kern)

Hilfekarte M3b

Aufbau der Atome

Überlegt euch, wie die Atome der Elemente einer Elementfamilie aufgebaut sind.

- Wie viele Valenzelektronen (Elektronen auf der äußersten Schale) gibt es?
- Wie verändert sich die Anzahl der Schalen bei einer Elementfamilie?

A10. Ergänzendes Material

Autorinnen und Autoren

Petra Duwe – Altkönigschule, Kronberg

Zuordnungsspiel**Atombau – Ergänzendes Material 1.****Voraussetzung**

Die Schülerinnen und Schüler kennen die modellhaften Vorstellungen des Atoms vom griechischen Philosophen Demokrit, über den englischen Naturforscher John Dalton, den englischen Physik-Nobelpreisträger Joseph Thomson, den deutsch-österreichisch-ungarischen Physiker Philipp Lenard, den neuseeländischen Physiker und Chemie-Nobelpreisträger Ernest Rutherford bis hin zum dänischen Physiker und Nobelpreisträger Niels Bohr. Dies schließt sich an den Beitrag A1 an.

Prinzip

Die Schülerinnen und Schüler bilden Kleingruppen und erhalten je einen Satz Kärtchen. Sie ordnen jedem Wissenschaftler die richtige Atomvorstellung zu. Im Unterrichtsgespräch kann die Richtigkeit gemeinsam überprüft werden.

Einsatz im Unterricht

Der Einsatz dieses Zuordnungsspiels ist bei der Festigungsphase am Ende einer Stunde oder als Wiederholung zu Beginn einer Stunde geeignet.

Tipp

Es ist sinnvoll die Kärtchen nach dem Ausschneiden zu laminieren, um sie wiederholt einzusetzen. Dieses Methodenwerkzeug eignet sich für viele Themenbereiche.

Demokrit	Atome sind die kleinsten, unteilbaren Teilchen (griech. atomos = unteilbar).
John Dalton	Atome sind unzerstörbar. Atome sind die Bausteine aller Stoffe. Es gibt so viele Atomarten wie Elemente. Atome verändern sich bei chemischen Reaktionen nicht, sondern werden nur neu zusammengesetzt. Atome verschiedener Elemente unterscheiden sich in Größe und Masse voneinander.
Joseph J. Thomson	Atome sind nicht unteilbar. Es gibt negativ geladene Elektronen. Elektronen können aus Atomen entfernt werden. Elektronen sind in positive Grundmaterie eingelagert. Atome erscheinen nach außen hin neutral. Bei Elektronenabgabe/-aufnahme entstehen positiv/negativ geladene Ionen.

Philipp Lennard	Atome sind keine massiven Kugeln. Das Innere des Atoms ist leer. Der Kern ist massig. Der Kerndurchmesser verhält sich zum Atomdurchmesser = $1/1.000$. Der Kern lenkt Elektronen nicht ab.
Ernest Rutherford	Kerndurchmesser zu Atomdurchmesser = $1/10.000$ Der Atomkern enthält massige, positiv geladene Protonen. Der Atomkern ist massig und lenkt positiv geladene Alphateilchen ab. Der Großteil des Atoms ist leer/das „Nichts“.
James Chadwick	Der Atomkern besteht neben Protonen auch noch aus massigen neutralen Neutronen.

Niels Bohr

Die negativ geladenen Elektronen bewegen sich auf Bahnen um den massigen Atomkern.

Zuordnungsspiel**Atombau – Ergänzendes Material 2.****Voraussetzung**

Die Schülerinnen und Schüler kennen Protonen, Neutronen und Elektronen als die Elementarteilchen der einzelnen Atome. Sie kennen den Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl eines Elements und der Anzahl der Protonen und der Elektronen sowie der Massenzahl und der Anzahl der Neutronen und Protonen. Daneben haben Sie erfahren, dass Atome des gleichen Elements, die sich in ihrer Nukleonenzahl und damit in ihrer Atommasse unterscheiden, jedoch in der Kernladungszahl gleichen, Isotope genannt werden.

Prinzip

Jede Schülerin und jeder Schüler erhält ein Kärtchen. Es müssen sich die Schülerinnen und Schüler zusammenfinden, die zu einem bestimmten Element eine Information besitzen. Die Schülerinnen und Schüler stellen sich nun nach Elementen geordnet in Kleingruppen zusammen und stellen gemeinsam ihr Element vor. Dabei ist darauf zu achten, dass jeder den Inhalt seines eigenen Kärtchens vorstellt. Der Rest der Klasse kontrolliert die Richtigkeit.

Einsatz im Unterricht

Der Einsatz dieser Kärtchen ist bei der Festigungsphase am Ende einer Stunde oder als Wiederholung zu Beginn einer Stunde geeignet.

Tipp

Es ist sinnvoll, die Kärtchen nach dem Ausschneiden zu laminieren um sie wiederholt einzusetzen. Dieses Methodenwerkzeug eignet sich für viele Themenbereiche.

Elementsymbol C	Elementsymbol Cl
Kohlenstoffatom	Chloratom
Atommasse 12,01 u	Atommasse 35,45 u

Ordnungszahl 6	Ordnungszahl 17
Elektronen: 6	Elektronen: 17
Protonen: 6 Neutronen: 6	Protonen: 17 Neutronen: 19

Protonen: 6 Neutronen: 7	Protonen: 17 Neutronen: 18
Protonen: 6 Neutronen: 8	Protonen: 36 Neutronen: 48
Elementsymbol N	Stickstoffatom

Ordnungszahl 7	Elektronen: 7
Atommasse 14,01 u	Protonen: 7 Neutronen: 7
Protonen: 7 Neutronen: 8	Protonen: 36 Neutronen: 47

Elementsymbol Kr	Kryptonatom
Ordnungszahl 36	Elektronen: 36
Atommasse 83,80 u	

Tandemübung**Atombau – Ergänzendes Material 3.****Voraussetzung im Unterricht**

Die Schülerinnen und Schüler kennen Protonen, Neutronen und Elektronen als die Elementarteilchen der einzelnen Atome. Sie kennen den Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl eines Elements und der Anzahl der Protonen und der Elektronen sowie der Massenzahl und der Anzahl der Neutronen und Protonen. Daneben haben Sie erfahren, dass Atome des gleichen Elements, die sich in ihrer Nukleonenzahl und damit in ihrer Atommasse unterscheiden, jedoch in der Kernladungszahl gleichen, Isotope genannt werden.

Einsatz im Unterricht

Die Tandem-Übung ist eine Methode, bei der zwei Schülerinnen/Schüler sich gegenseitig in ihrem Lernprozess unterstützen. Die Chancen dieser Methode liegen besonders in der Schulung der sozialen Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler können so selbstständig und unabhängig vom Lehrer Lerninhalte wiederholen und diese festigen.

Die Partnerbildungsphase kann bewusst von der Lehrerin/dem Lehrer zuvor aus pädagogischen Gründen geplant werden oder sich einfach aus der bestehenden Sitzordnung bilden. Es ist auch möglich, dass sich Schülerinnen und Schüler eigenständig eine Tandempartnerin/einen Tandempartner suchen.

Prinzip

Der Tandembogen wird in halber Klassenstärke ausgedruckt, in der Mitte geknickt und zusammengeklebt. Er besteht aus zwei Seiten, auf denen sich Fragen und Antworten befinden. Die Antworten zu den Fragen finden sich jeweils auf der Seite der Tandempartnerin/des Tandempartners.

Die Schülerinnen/Schüler halten den Tandembogen zwischen sich. Jede(r) Schülerin/Schüler hat seine eigene Seite. Die Schülerin/der Schüler, die/der mit einer Frage beginnt, muss diese laut vorlesen und die Antwort ihrem/seinem Partner mitteilen. Die Tandempartnerin/der Tandempartner hat auf ihrer/seiner Seite die Antwort, die er kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert. Im Anschluss liest diese/dieser nun ihre/seine Frage vor und geht genauso vor, wie bei der vorherigen Frage.

Tipp

Es ist sinnvoll, die Tandem-Übung nach dem Ausschneiden zu laminieren um sie wiederholt einzusetzen. Dieses Methodenwerkzeug eignet sich für viele Themenbereiche.

Tandem-Übung

Atombau

Beantworte die Frage

Korrigiere deinen Partner

- 1. Nach wessen Atomhypothese bestehen alle Elemente aus winzig kleinen, unveränderlichen und unteilbaren Teilchen, den Atomen?**
2. *Die Elektronen bewegen sich auf Bahnen um den Atomkern.*
- 3. Welche Ladung haben Elektronen?**
4. *Im Atomkern befinden sich positiv geladene Protonen und Neutronen, die neutral sind.*
- 5. Beschreibe den Streuversuch von Rutherford.**
6. *Das Kern-Hülle-Modell sagt aus, dass das Atom aus einem winzigen, positiv geladenen Atomkern besteht und fast die gesamte Atommasse enthält. In der Atomhülle bewegen sich die negativ geladenen und fast masselosen Elektronen.*
- 7. Was versteht man unter der Kernladungszahl?**
8. *Isotope*
- 9. Erkläre den Begriff Massenzahl.**
10. *Das Phosphoratom hat die Ordnungszahl 15 und somit 15 Protonen und 15 Elektronen. Die Atommasse beträgt 31 u. Die Neutronenzahl: 16*

Tandem-Übung

Atombau

Beantworte die Frage

Korrigiere deinen Partner

1. *John Dalton*
- 2. Welche Vorstellungen hatte Bohr bezüglich des Atombaus?**
3. *Elektronen sind negativ geladen.*
- 4. Welche Teilchen befinden sich im Atomkern und wie sind sie geladen?**
5. *Rutherford untersuchte, ob positiv geladene α -Teilchen durch eine Goldfolie abgelenkt werden. Er wies dies mithilfe eines Zinksulfid-Schirmes nach.*
- 6. Gib die Atom-Vorstellung von Rutherford mit eigenen Worten wieder.**
7. *Die Kernladungszahl wird auch Ordnungszahl genannt und gibt die Anzahl der Protonen im Atomkern an.*
- 8. Atome ein und desselben Elements, die sich nur in der Anzahl der Neutronen unterscheiden, nennt man**
9. *Die Massenzahl gibt die Anzahl der Bausteine des Atomkerns an, die als Nucleonen bezeichnet werden. Nucleonen setzen sich aus Protonen und Neutronen zusammen.*
- 10. Erläutere aus dem Symbol des Phosphors den Aufbau des Phosphor-Atoms:**

$$^{31}_{15}\text{P}$$

Kettenquiz**Atombau & PSE – Ergänzendes Material 4.****Voraussetzung im Unterricht**

Die Schülerinnen und Schüler kennen Protonen, Neutronen und Elektronen als die Elementarteilchen der einzelnen Atome. Sie kennen den Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl eines Elements und der Anzahl der Protonen und der Elektronen sowie der Massenzahl und der Anzahl der Neutronen und Protonen. Daneben haben Sie erfahren, dass Atome des gleichen Elements, die sich in ihrer Nukleonenzahl und damit in ihrer Atommasse unterscheiden, jedoch in der Kernladungszahl gleichen, Isotope genannt werden. Sie kennen das Atommodell von Bohr, die Besetzung der Schalen und können sie in Beziehung zum Aufbau des Periodensystems der Elemente setzen. Die Bedeutung der Edelgaskonfiguration und Oktettregel ist ihnen bekannt.

Einsatz im Unterricht

Hier kann das zuvor Erlernte reflektiert und gefestigt werden. Es kann auch zu Beginn eines Schuljahres dazu verwendet werden, chemische Grundbegriffe aufzufrischen.

Prinzip

Es handelt sich um ein Frage-Antwort-Spiel, bei dem alle Schülerinnen und Schüler beteiligt sind.

Jede Schülerin/jeder Schüler erhält ein Kärtchen. Auf der Vorderseite befindet sich eine Frage und auf der Rückseite eine Antwort. Frage und Antwort gehören nicht zusammen. Eine Schülerin/ein Schüler beginnt mit einer Frage. Eine Mitschülerin/ein Mitschüler liest die passende Antwort vor. Wenn die Antwort richtig ist, wird die Karte umgedreht und die Frage vorgelesen. Die Antwort der letzten Frage steht auf der Rückseite des Kärtchens mit der ersten Frage.

Tipp

Das Kettenquiz wird ausgedruckt, in der Mitte geknickt und zusammengeklebt. Die Zeilen werden im Anschluss auseinandergeschnitten. Es ist sinnvoll, die Kärtchen nach dem Ausschneiden zu laminieren um sie wiederholt einzusetzen. Dieses Methodenwerkzeug eignet sich für viele Themenbereiche und kann an jede Klassenstärke angepasst werden.

Welche Eigenschaft haben alle Elemente einer Hauptgruppe?	2
Dalton sagte über Atome:	Sie haben gleich viele Außen-elektronen.
Die Ordnungszahl wird auch Kernladungszahl genannt und ...	Es sind winzige, kugelförmige, unteilbare Teilchen. Alle Atome eines Elements besitzen die gleiche Masse und Größe.
Das Bohrsche Atommodell wird auch Schalenmodell genannt. Es sagt ...	... gibt die Zahl der Protonen im Atomkern an.
Der Atomkern ...	Die Elektronen bewegen sich auf definierten Schalen, denen jeweils ein bestimmtes Energieniveau zugeordnet werden kann.

Welche Eigenschaft haben alle Elemente einer Periode?	...ist das Massezentrum eines Atoms und besteht aus positiv geladenen Protonen und neutralen Neutronen.
Thomson nannte eines seiner Atommodelle Rosinenkuchenmodell. Er sagte ...	Sie haben die Außenelektronen auf derselben Schale.
Atomsorten eines Elementes, die sich nur in der Neutronenzahl und damit in der Masse unterscheiden, bezeichnet man als ...	Atome enthalten elektrisch positive und negative Ladungsträger. Negative Ladungsträger sind Elektronen. Sie können von einem Atom aufgenommen oder abgegeben werden.
Die Energie, die nötig ist, aus einem Atom ein Kation zu erzeugen, heißt ...	Isotope
Das Aluminiumatom hat die Ordnungszahl 13. Die Protonenzahl beträgt ...	Ionisierungsenergie

Die Anode ist ...	13
Sie sind Träger der negativen Ladung und nahezu massenlos. Sie befinden sich in der Atomhülle.	... positiv geladen
Rutherford entwickelte das Kern/Hüllemmodell. Es sagt ...	Elektronen
Die Anionen sind Ionen und ...	Atome bestehen aus einem kleinen, positiv geladenen Atomkern, der praktisch die gesamte Masse des Atoms enthält und der Atomhülle, in der sich die Elektronen bewegen.
Nach dem Bohrschen Atommodell befinden sich die Elektronen auf Schalen um den Kern. Dabei kann die L-Schale maximal mit besetzt werden.	... negativ geladen.

Teilchen, die die Atommasse 1u besitzen und neutral sind, nennt man ...	8 Elektronen
Die K-Schale kann maximal ... aufnehmen.	Neutronen
Positiv geladene Ionen nennt man ...	2 Elektronen
Nach dem Bohrschen Atommodell hat das Aluminium-Ion folgenden Schalen Aufbau:	Kationen
Nach dem Atommodell hat das Neon-Atom folgenden Schalen Aufbau:	K-Schale: 2 e ⁻ L-Schale: 8 e ⁻ M-Schale: 3 e ⁻

Ein Atom hat in der K-Schale 2, in der L-Schale 8, in der M-Schale 1 Elektron. Es ist das ...	K-Schale: 2 e ⁻ L-Schale: 8 e ⁻
Ein Atom hat in der K-Schale 2, in der L-Schale 8, in der M-Schale 8 Elektronen. Es ist das ...	Natrium-Atom
Elemente der VIII. Hauptgruppe sind sehr reaktionsträge. Man nennt sie ...	Argon-Atom
Die Elemente, die vier Außenelektronen besitzen, findet man in derselben ...	Edelgase
Ionen besitzen oft dieselbe Anzahl von Außenelektronen wie die Atome eines Edelgases. Man sagt die Ionen haben eine ...	Hauptgruppe

Die Elemente, die ihre Außenelektronen in der 4. Schale haben, befinden sich in derselben ...	Edelgaskonfiguration
Ein Atom ist immer bestrebt, seine Elektronenhülle auf acht Elektronen aufzufüllen, also die Elektronenkonfiguration eines Edelgasatoms zu erlangen. Man nennt dies die ...	Periode
Sauerstoffatome müssen um die Oktettregel zu erfüllen, also die Edelgaskonfiguration zu erreichen, ... Elektronen aufnehmen.	Oktettregel

Anhang 1 – Literaturverzeichnis

A1. Von Demokrit zu Bohr - die historische Genese des Atommodells

Bredl, Kerstin / Frese, Britta / Hefner, Isabell / Herrmann, Georg / Kraus, Werner / Kreß, Christine / Orlik, Frank / Pistohl, Birger / Seitz, Holger / Sikora, Matthias / Spichtinger, Roland / Wißner, Oliver (2006): Galvani Chemie für Gymnasien Band 1, Ausgabe Bayern. München, Düsseldorf, Stuttgart: Oldenbourg Schulbuchverlag.

A2. Modell des Atomkerns und Isotope

Elsener, Fladt (1995): Elemente Chemie I. Ausgabe A. Unterrichtswerk für Gymnasien. Stuttgart: Ernst Klett Verlag, S. 158f.

A4. Mineralwasser und Salzwasser - Ionen im Alltag

Prof. Dr. Erbrecht, Rüdiger / Felsch, Matthias / Dr. König, Hubert / Dr. Kricke, Wolfgang / Martin, Karlheinz / Pfeil, Wolfgang / Dr. Winter, Rolf / Wörstenfeld, Willi (2003): Das große Tafelwerk interaktiv Formelsammlung für die Sekundarstufen I und II. Cornelsen Verlag, S.128.

A5. Alkalimetalle

Falbe, Jürgen / Regitz, Manfred (1997): Römpp Lexikon Chemie. 10. Auflage, A - Cl. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.

A6. Erdalkalimetalle

Proske, Wolfgang / Schwab, Martin (2015): Tüpfelanalytik - Nachweisreaktionen von Kationen und Anionen in Alltagsprodukten. Chemie Heft Praxis der Naturwissenschaften. Seite 14 ff.

Kraft, Lothar / Ratermann, Martin / Stoppel, Franz (2015): NEO Chemie Ausgabe für die Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Gesamtband. Braunschweig: Schroedel Verlag, S. 127.

A7. Halogene

<https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/fluorid>, abgerufen am 12.10.2017

<http://www.bddh.info/fluoridierung-zur-kariesprophylaxe>, abgerufen am 12.10.2017

A8. Edelgase

Asselborn, Wolfgang / Dirauf, Marius / Jäckel, Manfred / Risch, Karl T. / Schulte-Coerne, Rolf / Sieve, Bernhard F. (2010): Chemie heute SI und SII Lehrermaterialien Band 6. Alle Bundesländer: Schroedel Verlag.

A9. Wir entdecken das Periodensystem der Elemente

Muckenfuß, Heinz (1995): Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts. Berlin: Cornelsen.

A10. Ergänzendes Material

Freimann, Thomas (2001): Methodenwerkzeuge Unterricht Chemie Nr. 64/65. Friedrich Verlag.
Online unter: http://didaktik.zum.de/lin-klitzing/kapitel/print_207.htm, abgerufen am 18.08.2017.

Anhang 2 – Abbildungsverzeichnis

Legende

Kapitel

Abbildung .xx, .xx, .xx, ..., ...

Urheber # Lizenz Eigentümer # Quellenangabe

A. Deckblatt

- 1.
fstop123/iStockphoto # ROHLOFF DESIGN # <http://www.istockphoto.com/de/foto/chemiker-tragen-von-handschuhen-hältst-eine-glaskolben-gm155357905-19305754>, abgerufen am 12.10.2017.

A0. Didaktische Hinweise und Piktogrammübersicht (Seite 07 bis Seite 12)

- .01, .03, .04
Creos Lernideen und Beratung GmbH # Creos Lernideen und Beratung GmbH # -
- .02
gemeinfrei # - # Online unter:
<http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/pictograms.html>, abgerufen am 27.10.2017.

A1. Von Demokrit zu Bohr - die historische Genese des Atommodells (Seite 13 bis Seite 28)

- .01a, .01b, .01c, .02a, .02b, .02c, .03a, .03b, .03c, .04a, .04b, .04c, .05a, .05b, .05c, .06a, .06b
Creos Lernideen und Beratung GmbH # Florian Spieler # -

A2. Modell des Atomkerns und Isotope (Seite 29 bis Seite 40)

- .01, .02, .03
Creos Lernideen und Beratung GmbH # Creos Lernideen und Beratung GmbH # -

A3. Spiele und weiterführende Übungen zum Atombau (Seite 41 bis Seite 44)

- .01
Anke Löwe # Anke Löwe # -

- **.02**
Anke Löwe # Creos Lernideen und Beratung GmbH # -

A4. Mineralwasser und Salzwasser - Ionen im Alltag (Seite 45 bis Seite 64)

- **.01 bis .16, .18, .19, .20, .22, .24, .25**
Dr. Reingard Bott # Dr. Reingard Bott # -
- **.17, .21, .23**
Dr. Reingard Bott # Creos Lernideen und Beratung GmbH # -

A5. Alkalimetalle (Seite 65 bis Seite 72)

- **.01, .02, .03, .04**
Christian Karus # Christian Karus # -

A7. Halogene (Seite 81 bis Seite 98)

- **.01**
Coralie Lombard # Coralie Lombard # -

A8. Edelgase (Seite 99 bis Seite 106)

- **.01**
hakelbudel/Pixabay # Pixabay (<https://pixabay.com>) # Online unter:
<https://pixabay.com/en/zeppelin-airship-white-sky-drive-361153>, abgerufen am 20.10.2017.
- **.02**
KMJ, alpha masking by Edokter - de.wikipedia, original upload 26. Jun 2004 by # Creative Commons, CC BY-SA 3.0 # Online unter:
https://de.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%BChlampe#/media/File:Gluehlampe_01_KMJ.png, abgerufen am 12.10.2017.
- **.03**
gabrielroma/Pixabay # Pixabay (<https://pixabay.com>) # Online unter:
<https://pixabay.com/en/weld-welding-fire-2378668>, abgerufen am 20.10.2017.
- **.04**
Christian Karus # Christian Karus # -

A9. Wir entdecken das Periodensystem der Elemente (Seite 107 bis Seite 130)

- **.01 - .23**
Anne Malewski # Anne Malewski # -

Anhang 3 – Tabellenverzeichnis

Legende

Kapitel

Tabelle .xx, .xx, .xx, ..., ...

Urheber # Lizenzigentümer # Quellenangabe

A1. Von Demokrit zu Bohr - die historische Genese des Atommodells (Seite 13 bis Seite 28)

- .01, .02, .03
Florian Spieler # Florian Spieler # -

A2. Modell des Atomkerns und Isotope (Seite 29 bis Seite 40)

- .01, .02, .03
Robert Uebel # Robert Uebel # -
- .04, .05
Creos Lernideen und Beratung GmbH # Robert Uebel # Elsener, Fladt (1995): Elemente Chemie I. Ausgabe A. Unterrichtswerk für Gymnasien. Stuttgart: Ernst Klett Verlag, S. 158f.

A4. Mineralwasser und Salzwasser - Ionen im Alltag (Seite 45 bis Seite 64)

- .01
Dr. Reingard Bott # Dr. Reingard Bott # Prof. Dr. Erbrecht, Rüdiger / Felsch, Matthias / Dr. König, Hubert / Dr. Kricke, Wolfgang / Martin, Karlheinz / Pfeil, Wolfgang / Dr. Winter, Rolf / Wörstenfeld, Willi (2003): Das große Tafelwerk interaktiv Formelsammlung für die Sekundarstufen I und II. Cornelsen Verlag, S.128.

A5. Alkalimetalle (Seite 65 bis Seite 72)

- .01
- # - # Online unter: <https://www.gerolsteiner.de/de/mineralwasser-vergleich/marke-930/#mineralienrechner>, abgerufen am 17.02.2017.

A7. Halogene (Seite 81 bis Seite 98)

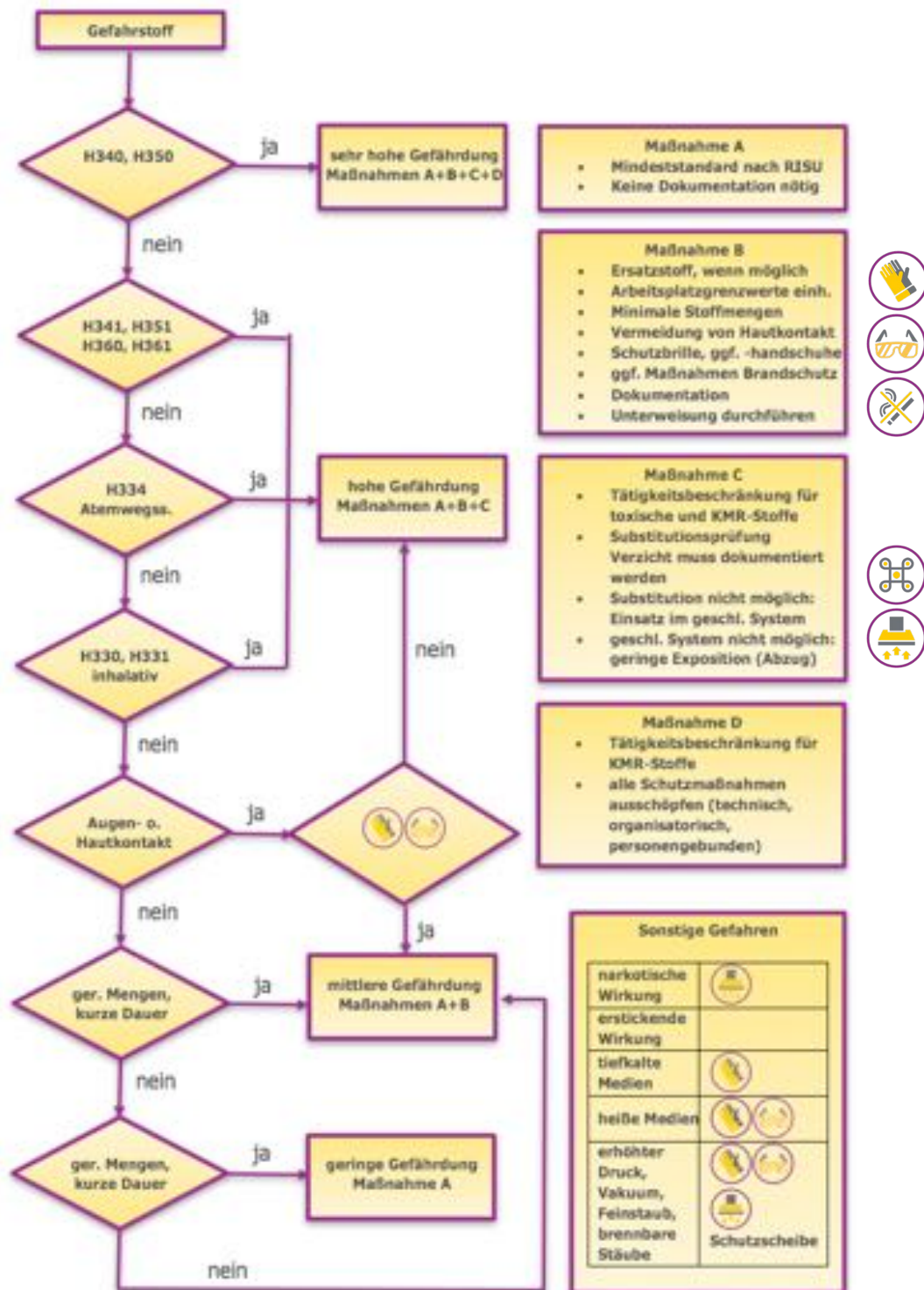
- .01
- # DGE # Online unter: <http://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/fluorid/>

Anhang 4 – Gefährdungsbeurteilungen

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Fließdiagramm zur Gefährdungsbeurteilung

zur Abschätzung des Gefährdungspotenzials von Gefahrstoffen bei Gesundheitsgefahren unter Berücksichtigung von Gefahrstoffeinstufung, Menge, Freisetzungspotenzial, Wirkungsdauer und Erfahrung der Experimentatoren



Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Elektrolyse von Zinkbromid Kapitel A4 – 05

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: _____

1. Tätigkeit / Experiment: Elektrolyse von Zinkbromid

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☒ Schülerversuch ☐ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Zinkbromid	☐ GEFÄHR ☒ ACHTUNG						H 302,314,317,411			
Brom	☒ GEFÄHR ☐ ACHTUNG						H 330,314,400			
Zink	☒ GEFÄHR ☐ ACHTUNG						H 250,260,410			
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☒	 ☒	 ☒	 ☐	 ☐	 ☒

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☐	☒
Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☐

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☒	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

5. Entsorgung

Ausguss ☐		Hausmüll ☐		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☒		Hinweise Flüssigkeiten mit Natriumthiosulfat versetzen
-------------------------------------	---	--------------------------------------	---	---	---	--	---	---

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindest- standard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen als Lehrerversuch durchzuführen
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☒	☒	☐	☐	☒	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Schmelzflusselektrolyse von Zinkchlorid Kapitel A4 – 05

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: _____

1. Tätigkeit / Experiment: Schmelzflusselektrolyse von Zinkchlorid

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☒ Schülerversuch ☐ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Zinkchlorid	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 302,314,410			
Chlor	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 270,280,330,315,319,335,400			
Zink	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 250,260,410			
Piktogramme der beteiligten Stoffe										
	☐	☐	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☐	☒

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☐	☒
Brand, Explosion		☐	☒
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☐

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☒	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

5. Entsorgung

Ausguss ☐		Hausmüll ☐		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☒		Hinweise
-------------------------------------	---	--------------------------------------	---	---	---	--	---	----------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen als Lehrerversuch durchzuführen
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☒	☒	☐	☐	☒	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Stoffeigenschaften der Alkalimetalle Kapitel A5

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: 21.06.2017

1. Tätigkeit / Experiment: Stoffeigenschaften der Alkalimetalle

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☒ Schülerversuch ☐ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort					H-Sätze				
Lithium	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG					H 260,314				
Natrium	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG					H 260,314				
Kalium	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG					H 260,314				
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☒	 ☐	 ☐	 ☒	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☐	☒
Brand, Explosion	  	☒	☐
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☒

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☐	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

5. Entsorgung

Ausguss ☐		Hausmüll ☐		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☐		Hinweise Alkalische Lösungen Sammeln, Feststoffreste in 2- Propanol neutralisieren
-------------------------------------	---	--------------------------------------	---	---	---	---	---	---

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindest- standard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5	 Schutzbrille	 Handschuhe	 Abzug	 geschl. Sys.	 Lüften	 Brandsch.	weitere Maßnahmen Text eingeben
☒	☒	☒	☐	☐	☐	☒	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Untersuchung von Mineralwasser Kapitel A5

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: 21.06.2017

1. Tätigkeit / Experiment: Untersuchung von Mineralwasser

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Lithiumchlorid	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 302,315,319			
Natriumchlorid	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						Keine			
Kaliumchlorid	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						Keine			
Rubidiumchlorid	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						Keine			
Caesiumchlorid	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 361			
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☒	 ☒	 ☐	

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☐	☒
Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☒

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☒	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

Auf Caesiumchlorid kann auch verzichtet werden. Es werden jedoch nur geringe Mengen genutzt, um die Flammenfärbung zu zeigen.

5. Entsorgung

Aussuss ☒		Hausmüll ☒		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☐		Hinweise
--	---	---	---	---	---	---	---	----------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☒	☒	☐	☐	☐	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Die Erdalkalimetalle Kapitel A6 – AB 1

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: 22.09.2017

1. Tätigkeit / Experiment: Die Erdalkalimetalle

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Calcium	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 261			
Magnesium	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 261, H 228			
Phenolphthalein	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 225, H 319			
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☒	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☒	 ☒	 ☐

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☒	☐
Brand, Explosion	  	☐	☐
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☐

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☐	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

Indikator nach McCrumb ist bei den Verdünnungen von Phenolphthalein (< 1%) als mittel gefährdend einzustufen und kann deshalb auch im Schülerexperiment verwendet werden.

5. Entsorgung

Ausguss ☒		Hausmüll ☐		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☐		Hinweise
--	---	--------------------------------------	---	---	---	---	---	----------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Die Erdalkalimetalle Kapitel A6 – AB 2

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: 22.09.2017

1. Tätigkeit / Experiment: Die Erdalkalimetalle

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort					H-Sätze				
Magnesiumchlorid	☒ GEFÄHR ☐ ACHTUNG									
Magnesium	☒ GEFÄHR ☐ ACHTUNG					H 319				
Strontiumchlorid	☒ GEFÄHR ☐ ACHTUNG					H 318				
Bariumchlorid	☒ GEFÄHR ☐ ACHTUNG					H 301, H 332				
Salzsäure c (HCl) = 2 mol / L	☒ GEFÄHR ☐ ACHTUNG					H 290				
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☒	 ☒	 ☒	 ☒	 ☒	 ☐

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☒	☐
Brand, Explosion	  	☐	☐
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☐

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☐	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

Indikator nach McCrumb ist bei den Verdünnungen von Phenolphthalein (< 1%) als mittel gefährdend einzustufen und kann deshalb auch im Schülerexperiment verwendet werden.

5. Entsorgung

Aussuss ☒		Hausmüll ☐		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☐		Hinweise
--	---	--------------------------------------	---	---	---	---	---	----------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Die Erdalkalimetalle Kapitel A6 – AB 3

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: 22.09.2017

1. Tätigkeit / Experiment: Die Erdalkalimetalle

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☐ Schülerversuch ☒ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Titangelb Lösung	☐ GEFÄHR ☐ ACHTUNG									
Ammoniumoxalat	☐ GEFÄHR ☒ ACHTUNG						H 302, H 312			
Natronlauge c(NaOH) = 1 mol/L	☒ GEFÄHR ☐ ACHTUNG						H 301, H 290			
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☒	 ☐	 ☒	 ☐	 ☐	

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☐	☐
Brand, Explosion	  	☐	☐
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☐

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☐	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

Indikator nach McCrumb ist bei den Verdünnungen von Phenolphthalein (< 1%) als mittel gefährdend einzustufen und kann deshalb auch im Schülerexperiment verwendet werden.

5. Entsorgung

Aussuss ☒		Hausmüll ☐		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☐		Hinweise
--	---	--------------------------------------	---	---	---	---	---	----------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Halogene lassen sich nachweisen Kapitel A7 – M2

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: _____

1. Tätigkeit / Experiment: Halogene lassen sich nachweisen

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☒ Schülerversuch ☒ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Iod	☐ GEFAHR ☒ ACHTUNG						H 312,315,319,332,335,372,400			
Kaliumiodid	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG									
Iodtinktur	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG						s. Iod			
Kartoffel, Stärke, Apfel, Nudel	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG						keine			
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☒	 ☒	 ☒

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☒	☐
Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☒

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☒	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

Indikator nach McCrumb ist bei den Verdünnungen von Phenolphthalein (< 1%) als mittel gefährdend einzustufen und kann deshalb auch im Schülerexperiment verwendet werden.

5. Entsorgung

Aussuss ☐		Hausmüll ☒		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☒		Hinweise ---
-------------------------------------	---	---	---	---	---	--	---	-----------------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5	 Schutzbrille	 Handschuhe	 Abzug	 geschl. Sys.	 Lüften	 Brandsch.	weitere Maßnahmen ---
☒	☒	☒	☐	☐	☐	☒	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Metallhalogenide lassen sich nachweisen

Kapitel A7 – M4

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: _____

1. Tätigkeit / Experiment: Metallhalogenide lassen sich nachweisen

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☒ Schülerversuch ☒ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Salpetersäure	☒ GEFAHR ☒ ACHTUNG						H 272,290,331,314			
Natriumbromid-Lösung	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG						keine			
Natriumchlorid-Lösung	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG						keine			
Silbernitrat-Lösung (0,1m)	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 272,290,314,410			
Natriumiodid-Lösung	☐ GEFAHR ☒ ACHTUNG						H 400			
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☐	 ☒	 ☐	 ☒	 ☒	 ☐	 ☐	 ☒	

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☐	☒
Brand, Explosion	  	☒	☐
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☒	☐

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☐	☒	☒	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

Indikator nach McCrumb ist bei den Verdünnungen von Phenolphthalein (< 1%) als mittel gefährdend einzustufen und kann deshalb auch im Schülerexperiment verwendet werden.

5. Entsorgung

Aussuss ☐		Hausmüll ☐		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☒		Hinweise ---
-------------------------------------	---	--------------------------------------	---	---	---	--	---	-----------------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen ---
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☒	☐	☐	☒	☒	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Halogengewinnung aus Salzen Kapitel A7 – M5

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: _____

1. Tätigkeit / Experiment: Halogengewinnung aus Salzen

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☒ Schülerversuch ☒ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Kaliumiodid	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG						keine			
Wasser	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG						keine			
Kupfersulfat	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 302,315,318,410			
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☐	 ☐	 ☐	 ☒	 ☐	 ☒	 ☐	 ☒	

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☐	☒
Brand, Explosion	  	☐	☒
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☒

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☒	☐	☐	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

Indikator nach McCrumb ist bei den Verdünnungen von Phenolphthalein (< 1%) als mittel gefährdend einzustufen und kann deshalb auch im Schülerexperiment verwendet werden.

5. Entsorgung

Ausguss ☐		Hausmüll ☐		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☒		Hinweise ---
-------------------------------------	---	--------------------------------------	---	---	---	--	---	-----------------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen ---
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☐	☒	☐	☐	☒	

Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung nach GefStoffV

Halogenverbindungen in der Zahnpasta Kapitel A7 – M6

Schulname, Ort: _____ Erstelldatum: _____

1. Tätigkeit / Experiment: Halogenverbindungen in der Zahnpasta

Geplanter Einsatz: Lehrerversuch ☒ Schülerversuch ☒ schutzb. Person ☐

2. Einstufung der gefährlichen Stoffe (Edukte / Produkte / Nebenprodukte)

Stoffe	Signalwort						H-Sätze			
Essig	☒ GEFAHR ☒ ACHTUNG						H 226,290,314			
Aceton	☒ GEFAHR ☐ ACHTUNG						H 302,315,318,410			
Zahnpasta	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG						keine			
Gekochtes Ei	☐ GEFAHR ☐ ACHTUNG						keine			
Piktogramme der beteiligten Stoffe	 ☐	 ☒	 ☐	 ☐	 ☒	 ☐	 ☒	 ☐	 ☐	 ☐

3. Beurteilung der Gefahren

durch...	zu prüfen mit	vorhanden	nicht vorhanden
Haut- und Augenkontakt	Fließdiagramm Seite 158	☒	☐
Einatmen		☒	☐
Brand, Explosion	  	☒	☐
Sonstige Gefahren	Tab. „Sonstige Gefahren“, S. 158	☐	☒

4. Beurteilung des Grades der Gefährdung der gesamten Tätigkeit

gering	mittel	hoch (*)	sehr hoch (*)	Substitutionsprüfung wurde durchgeführt und das Ergebnis berücksichtigt.
☒	☐	☐	☐	

(*) = Verzicht auf Substitution muss schriftlich begründet werden:

Indikator nach McCrumb ist bei den Verdünnungen von Phenolphthalein (< 1%) als mittel gefährdend einzustufen und kann deshalb auch im Schülerexperiment verwendet werden.

5. Entsorgung

Ausguss ☒		Hausmüll ☒		Feststoffabfall ☐		Lösungsmittel ☒		Hinweise ---
--	---	---	---	---	---	--	---	-----------------

6. Festlegen der Maßnahmen für die geplante Tätigkeit

Mindeststandard RISU I-1, I-2, I-3.4.1, III-2.4.5							weitere Maßnahmen ---
	Schutzbrille	Handschuhe	Abzug	geschl. Sys.	Lüften	Brandsch.	
☒	☒	☐	☐	☐	☐	☒	

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Autorinnen und Autoren

Die Unterrichtsmaterialien der Arbeitsgruppe „Atombau und PSE“ wurden von folgenden Personen erarbeitet:

Dr. Reingard Bott – Windthorst Gymnasium, Meppen

Petra Duwe – Altkönigschule, Kronberg

Christian Karus – Andreas-Vesalius-Gymnasium, Wesel

Coralie Lombard – Gymnasium Leopoldinum, Detmold

Anke Löwe – Ceciliengymnasium, Bielefeld

Anne Malewski – Engelbert-Kaempfer-Gymnasium, Lemgo

Florian Spieler – Schiller-Gymnasium, Hof

Oliver Thüner – St.-Anna-Schule, Wuppertal

Robert Uebel – Archenhold-Gymnasium, Berlin

Weitere Mitwirkende

Wir bedanken uns bei den folgenden Personen für Ihre Unterstützung, bzw. Ihre Geduld und für Ihre kreative Umsetzung unserer Ideen in Animationen und Bilder:

Dr. Hans Jürgen Metternich – Evonik Industries AG, Marl

Marius Olechowski – Evonik Industries AG, Marl

Guido Scholz – CREOS Lernideen und Beratung GmbH, Bielefeld

Katharina Trüggelmann – CREOS Lernideen und Beratung GmbH, Bielefeld

Die Informationen, die Sie auf den Seiten vorfinden, wurden nach bestem Wissen und Gewissen sorgfältig zusammengestellt und geprüft. Es wird jedoch keine Gewähr – weder ausdrücklich noch stillschweigend – für die Vollständigkeit, Richtigkeit und Aktualität übernommen.

Diese Publikation steht unter einer Creative Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 DE Lizenz.



Impressum

Herausgeber: Verein MINT-EC®

Verantwortlich: Dr. Niki Sarantidou

Gestaltung Innenteil: Stefanos Papachristopoulos

Gestaltung Umschlag: www.rohloff-design.de

Bildnachweis Titel: fstop123/iStockphoto

MINT-EC®, MINT-EC-Zertifikat®
und MINT-EC-SCHULE® sind
geschützte Marken des Vereins
mathematisch-naturwissenschaftlicher
Excellence-Center an Schulen e. V.

Stand: Berlin, Februar 2018

Gefördert von:
Evonik Industries AG

Bisher in der MINT-EC-Schriftenreihe erschienene Titel

IN DER RUBRIK TALENTE FÖRDERN

- Das MINT-EC-Zertifikat – Die Würdigung besonderer Leistungen im MINT-Bereich, 2. Auflage

IN DER RUBRIK UNTERRICHT GESTALTEN

- Materialien zur Informationstechnischen Grundbildung (ITG)
- Geometrische Ortslinien und Ortsbereiche auf dem Tablet – sketchometry im Unterricht
- Unterrichtsmodule zur Zerstörungsfreien Materialprüfung / Teil I
- ENERGY IN MOTION – Unterrichtsmodule zum Thema Energie
- Alles Chemie – Atombau und PSE
Deutschlandweiter Unterrichtssupport für die Sek I
- Alles Chemie – Säuren und Basen
Deutschlandweiter Unterrichtssupport für die Sek I

IN DER RUBRIK SCHULE ENTWICKELN

- Integration von geflüchteten Kindern und Jugendlichen in den Schulalltag

Verein MINT-EC®

Tel.: 030.40006732

Fax: 030.40006735

E-Mail: info@mint-ec.de

 www.mint-ec.de

 @MINTecnetzwerk

 @mint_ec



www.mint-ec.de



9

783945 452073