Schulinternes Curriculum für das Fach Chemie in der Jahrgangsstufe 8 nach G 9

UV 7.4: Vom Rohstoff zum Metall (ca. 14 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?	**IF4: Metalle und Metallgewinnung** - Zerlegung von Metalloxiden - Sauerstoffübertragungsreaktionen - edle und unedle Metalle - Metallrecycling	UF2 Auswahl und Anwendung • Anwenden chemischen Fachwissens UF3 Ordnung und Systematisierung • Klassifizieren chemischer Reaktionen E3 Vermutung und Hypothese • hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung B3 Abwägung und Entscheidung • begründetes Auswählen von Handlungsoptionen B4 Stellungnahme und Reflexion • Begründen von Entscheidungen

weitere Vereinbarungen

… zur Schwerpunktsetzung:

- Besuch eines außerschulischen Lernortes zur Metallgewinnung (Kooperation mit außerschulischem Partner)

… zur Vernetzung:

- energetische Betrachtungen bei chemischen Reaktionen ← UV 7.2
- Vertiefung Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen ← UV 7.3
- Vertiefung Element und Verbindung ← UV 7.3
- Weiterentwicklung des Begriffs der Zerlegung von Metalloxiden zum Konzept der Reduktion → UV 9.2

… zu Synergien:

- Versuchsreihen anlegen ← Biologie UV 5.1, UV 5.4

Sequenzierung: ***Fragestellungen***	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler können	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**
Wie wurden und werden Metalle hergestellt? (ca. 10 Ustd.)	ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3).	Kontext: Kupfer-, Bronze-, Eisenzeit - Warum werden historische Zeitabschnitte nach Metallen oder Metalllegierungen benannt? Metalle als Werkzeuge und Gebrauchsgegenstände: Erstellen von Steckbriefen zu Vorkommen (als Metalloxide, Metallsulfide) und Verwendung von Metallen ← 7.1 als Teilstücke einer Wandzeitung, die am Ende der Unterrichtsreihe gemäß einer Affinität der Metalle zu Sauerstoff geordnet werden kann. Problem: Die wenigsten Metalle kommen gediegen vor – experimentelle Erarbeitung der Herstellung von Metallen Einführen der Metalloxide durch Erarbeitung der Oxidationsreihe der Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff
	chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3).	Wie gewinnt man z. B. Silber? Lehrerexperiment: Herstellung von Silber aus Silberoxid zur Einführung der Zerlegung von Oxiden Weiterführung als Schülerexperiment mit arbeitsteiliger Durchführung mit unterschiedlichen Massen zwecks Bestimmung der Massenverhältnisse und Ableitung des Gesetzes der konstanten Massenverhältnisse mit dem Ziel der Herleitung der Verhältnisformel → 9.1
	Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4),	Wie kam Ötzi an sein Kupferbeil? – Einführung in den historischen Kontext mit Auszügen aus einem Jugendbuch [1] oder Zeitungsartikel [2]

Sequenzierung: ***Fragestellungen***	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler können	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**
	Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes modellhaft erklären (E6), ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7).	selbstständige Planung und experimentelle Durchführung der Kupfergewinnung im Schülerversuch (je nach Planung mit Kohlenstoff oder Eisen) Auswertung der Beobachtungen auf der phänomenologischen und submikroskopischen Ebene Aufstellen eines einfachen Reaktionsschemas in Worten Vertiefung: Eisengewinnung früher, heute und morgen in Anbindung an den Besuch des Hochofens im Landschaftspark Nord - Der Rennofen – Sendung mit der Maus [3] - Der Hochofen – Schemazeichnung und chemische Prozesse als Reaktionsschema in Worten [4] - Der Hochofen von morgen – jetzt schon in Duisburg [5,6] Beantwortung der Frage nach der Benennung der historischen Zeitabschnitte
Wie lassen sich Metallbrände löschen? (ca. 2 Ustd.)	Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).	Kontext: Großbrand auf dem Gelände einer Recyclingfirma „Schrottinsel“ in Ruhrort [7] Problemaufriss ausgehend von ausgewählten Zeitungsartikeln, alternativ mit einem Artikel zu einem Magnesiumbrand, z.B. [8] Lehrerdemonstrationsexperiment: Magnesium in Kohlenstoffdioxid verbrennen Untersuchung der Reaktionsprodukte Magnesiumoxid und Kohlenstoff durch die Schülerinnen und Schüler Übertragung der Problematik auf das Löschen mit Wasser Entwicklung alternativer Löschmöglichkeiten im Rückgriff

Sequenzierung: ***Fragestellungen***	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler können	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**
		auf ← 7.3
Wie können Metalle recycelt werden? (ca. 2 Ustd.)	die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4).	Kontext: Metalle – Werkstoffe und Wertstoffe Kupferrecycling aus Elektroschrott (Filmausschnitt vom Müll zum Rohstoff) [9] oder "Welcome to Sodom – dein Smartphone ist schon hier“ [10] Bauteile aus Smartphones – Muss es immer ein neues Smartphone sein? Podiumsdiskussion auf der Grundlage vorgefertigter Rollenkarten, die Argumente, Zahlen, Daten und Fakten aus unterschiedlicher Perspektive, bspw. einer Umweltorganisation, eines Smartphone-Herstellers, eines Verbrauchers und eines Unternehmens, das Ersatzteile für Smartphones fertigt, enthalten. [11, 12, 13]

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	Venzke, Andreas: Ötzi und die Offenbarungen einer Gletschermumie. 2. Auflage, Würzburg: Arena 2015. (Arena Bibliothek des Wissens. Lebendige Biographien) ISBN: 978-3-401-06651-6	Im Zentrum dieser Jugendbuchgeschichte steht die spektakuläre Entdeckung des Ötztalmannes, der aus seiner Perspektive Einblicke in das Leben während der Kupferzeit gibt. Die adressatengerechte Aufbereitung wissenschaftlicher Fakten in Erzählform wird ergänzt durch zahlreiche Sachteile, die Hintergrundinformationen, Abbildungen und ein ausführliches Glossar liefern. Im Sachkapitel „Die Beifunde“ wird die Besonderheit des Besitzes eines Beils mit wertvoller Kupferklinge thematisiert.
2	Ötzi lebt, Artikel aus der Süddeutschen Zeitung vom 17./18.September 2016, Ausgabe Nr.216. https://www.sueddeutsche.de/panorama/gletschermumie-oetzi-lebt-1.3164885	Der Artikel thematisiert die Bergung der Leiche, neueste Forschungsergebnisse sowie Verschwörungstheorien und erwähnt unter der Teilüberschrift „Mord“ auch den wertvollen Kupferpickel, den Ötzi bei sich getragen hat.
3	Eisengewinnung. In: Bibliothek der Sachgeschichten von und mit Armin Maiwald. Sendung mit der Maus.	In dieser Sachgeschichte von der Sendung mit der Maus wird die Eisengewinnung mittels eines selbstgebauten Rennofens veranschaulicht und erklärt.
4	https://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=6903	Der Film „Vom Erz zum Stahl“ enthält neben dem Filmbeitrag auch – Arbeitsblätter zum Aufbau des Hochofens sowie Anleitungen zu einer Recherche zur Erstellung einer Zeitleiste von der Eisenzeit bis heute.
5	https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/	Das Unternehmen informiert auf dieser Seite im Zusammenhang mit der Zielsetzung bis 2050 klimaneutral zu arbeiten, über ihren Versuch, Wasserstoff im Hochofen einzusetzen.
6	https://rp-online.de/nrw/staedte/duisburg/thyssenkrupp-in-duisburg-setzt-wasserstoff-im-hochofen-ein_aid-47127643	Der Zeitungsartikel berichtet über dieses Vorhaben in allgemein verständlicher Weise.
7	https://www.waz.de/staedte/duisburg/experten-suchen-ursache-fuer-grossbrand-im-duisburger-hafen-id9383772.html	Der Artikel berichtet über einen Brand auf dem Gelände einer Recycling-Firma und kann zum Problemaufwurf für die Fragestellung „Wie können Metallbrände gelöscht werden?“ verwendet werden.
8	https://www.thueringer-allgemeine.de/leben/blaulicht/magnesium-brand-richtet-bei-sonneberg-millionenschaden-an-id217419241.html	Der Zeitungsartikel zum Magnesiumbrand ist geeignet, um jenseits der o.g. Problematisierung eine problemorientierte Anbindung an den nachfolgend durchgeführten Lehrerversuch zu schaffen.
9	DVD: RECYCLING - VOM MÜLL ZUM ROHSTOFF	Video/ DVD vom FWU, thematisiert Kupferrecycling aus

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	Art.-Nr. Onlinemedium: 5511065 , Art.-Nr. physisches Medium: 4611065	Elektroschrott
10	http://www.welcome-to-sodom.de	Dieser Dokumentarfilm, freigegeben ab 6 Jahren, lief 2018 im Kino und ist mittlerweile auf DVD erhältlich. Es werden Einblicke gegeben in Europas größte Elektroschrotthalde mitten in Afrika (Agbogloshie) und die Verlierer der digitalen Revolution vor Ort porträtiert.
11	https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf	Hier gibt es fertige Materialien für die Unterrichtsgestaltung. Ausgehend von einer Pressemitteilung zum Diebstahl von Kupferkabeln wird die Problematik der Endlagerung von Elektroschrott am Beispiel von Agbogloshie thematisiert sowie die Frage nach den Bauteilen von Smartphones und deren Recycling aufgeworfen. Das Material verweist auf weiterführende Internetquellen, z.B. planet Schule und germanwatch.
12	https://www.fairphone.com/de/	Auf der Internetseite des Unternehmens finden sich weitere Informationen zum fairen Handel mit Smartphones, die die Vorbereitung einer entsprechenden Rollenkarte unterstützen.
13	https://www.bund.net/aktuelles/detail-aktuelles/news/handys-und-effizienz-dein-smartphone-ist-ein-dumbphone/	Dieser Artikel vom BUND thematisiert die Frage nach Möglichkeiten einer nachhaltigen Nutzung neuer Medien und kann ebenfalls als Quelle für die Gestaltung einer entsprechenden Rollenkarte dienen.

letzter Zugriff auf die URL: 18.11.2019

UV 8.1: Elementfamilien schaffen Ordnung (ca. 30 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?	**IF5: Elemente und ihre Ordnung** • physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase • Periodensystem der Elemente • differenzierte Atommodelle • Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration	UF3 Ordnung und Systematisierung • Systematisieren chemischer Sachverhalte nach fachlichen Strukturen E3 Vermutung und Hypothese • Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären von Zusammenhängen mit Modellen • Vorhersagen chemischer Vorgänge durch Nutzung von Modellen und Reflektion der Grenzen E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle

weitere Vereinbarungen

… zur Schwerpunktsetzung:

- in der Regel Erkenntnisgewinnung mittels Experimenten (vgl. Schulprogramm)

… zur Vernetzung:

- einfaches Atommodell ← UV 7.3

… zu Synergien:

- Elektronen ← Physik UV 6.3
- einfaches Elektronen-Atomrumpf-Modell ← Physik UV 9.6
- Aufbau von Atomen, Atomkernen, Isotopen → Physik UV 10.3

Sequenzierung: ***Fragestellungen***	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler können	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**
Wie sind Atome aufgebaut? (ca. 4 Ustd.)	die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).	Kontext: Wege in die Welt des Kleinen Einstieg: Visual Storytelling: Wie hat man sich früher die Bausteine der Welt vorgestellt? [1], [2] Concept Mapping als Diagnose des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler (Kann in den folgenden Sequenzen von den Schülerinnen und Schülern verifiziert und ergänzt werden.) Flash-Animation [3] zum Rutherfordschen Streuversuch: • Auswerten der Versuchsergebnisse und Herleiten des Kern-Hülle-Modells • optional: Übungen zum Verstehen des Streuversuchs und des Kern-Hülle-Modells [Schuhkarton, …] • Einführung des positiv geladenen Atomkerns und der nahezu masselosen Atomhülle mit negativen Elektronen (Kern-Hülle-Modell, Nukleonen → Physik (UV 10.3)) Mögliche Differenzierung: individualisierende Übung zur Modellbildung [4]
Wie ist der Atomkern aufgebaut? (ca. 4 Ustd.)	die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4,	Modellversuch mit Magneten und Münzen zum Atomkern [5]: • Erklärung von positiv geladenen Protonen und neutralen Neutronen als Nukleonen, die die Masse eines Atoms bilden • Einführung der Massenzahl und der Ordnungszahl mit Verweis auf das PSE

Sequenzierung: ***Fragestellungen***	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler können	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**
	K3).	(Erklärung von Isotopen → Physik UV 10.3) Alternativ kann auch das Gruppenpuzzle zum Atombau eingesetzt werden. Übungen zur Ermittlung der Protonen- und Neutronenzahl [6] Mögliche Differenzierung: Simulation radioaktiver Zerfall und Halbwertszeit [7] (z. B. Altersbestimmung mithilfe der Radiocarbonmethode [8])
Wie ist die Atomhülle aufgebaut? (ca. 4 Ustd.)	die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).	Wiederholen des Kern-Hülle-Modells z. B. auf der Grundlage einer Flash-Animation [3] Schülerinnen und Schüler äußern Ideen, wie die Elektronen in der Hülle angeordnet sein könnten [9], z. B. - alle Elektronen befinden sich nah am Kern, da sich unterschiedliche Ladungen anziehen, - die Elektronen bewegen sich um den Kern. Modellexperiment zur Ionisierungsenergie [10]; Einführung des Energiestufen-/Schalenmodells anhand von 2D- und 3D-Schalen [11] mit der Verteilung der Elektronen Überarbeitung des eigenen Ideen-Modells [9] nach den „neuen“ Erkenntnissen (Schalenmodell)
Welche Informationen zum Atombau kann man dem PSE entnehmen? (ca. 3 Ustd.)	aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).	Zusammentragen der neuen Informationen zu Ordnungszahl, Massenzahl, Schalenmodell und Besetzungsschema Übungen zur Informationsentnahme aus dem PSE mittels - Lückentexten - Zeichnen von Modellen - Vervollständigen von Tabellen (Möglichkeit zur Binnendifferenzierung) [9]

Sequenzierung: ***Fragestellungen***	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler können	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**
		Aufbau des PSE: Hauptgruppen und Perioden; Zusammenhang mit Elektronenkonfiguration, Valenz-/Außenelektronenzahl [12] Anmerkung: Eine besondere Bedeutung kommt in diesem Unterrichtsvorhaben dem Wechselspiel von Modell- und Fachwissen zu. [4]
Welche typischen Eigenschaften haben Alkalimetalle, Halogene und Edelgase? (ca. 9 Ustd.)	Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF1), physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3),	Überleitende Fragestellung: „Schlägt sich die festgestellte Regelmäßigkeit im Aufbau der Atome auch im Reaktionsverhalten und den Eigenschaften der Stoffe nieder?“ Demonstrationsexperiment: Natrium in Wasser mit Phenolphthalein („Pink Panther“) [13] - Wiederholung: Nachweis von Wasserstoff, Färbung von Phenolphthalein durch die entstandene Lauge phänomenologisch betrachtet - Wiederholung der Kennzeichen chemischer Reaktionen möglich ← 7.2 Chemische Reaktionen in unserer Umwelt Lernzirkel/Gruppenpuzzle zum Reaktionsverhalten, Vorkommen, zu den Eigenschaften und der Verwendung ausgewählter Alkalimetalle, Halogene und Edelgase (z. B. Lithium, Natrium, Brom, Iod, Argon, Helium): Demo-/Schülerexperimente zur Beobachtung des Reaktionsverhaltens: - Lithium in Wasser mit Phenolphthalein - Knallgasprobe

Sequenzierung: ***Fragestellungen***	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler können	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**
		- Flammenfärbung - Salzbildung von Magnesium mit Bromwasser/Iod-wasser - Halogenidnachweis mit Silbernitratlösung - Edelgase als Inertgase Notieren der Eigenschaften und des Reaktionsverhaltens von einzelnen Elementen auf „Puzzlezetteln“, Feststellen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden durch Vergleich. alternativ: Einsatz von vorgefertigten Elementkarten [14] Mögliche Differenzierung: - Erweiterung um die Erdalkalimetalle und die Chalkogene - Information über die Verwendung der Elemente mit Hilfe von Textkarten
Wie kann man die untersuchten Elemente sortieren? (ca. 2 Ustd.)	chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).	Zusammenlegen der Puzzleteile nach den untersuchten Eigenschaften und Integration in das eigene PSE Gemeinsamkeit der Elemente der jeweiligen Hauptgruppe: ähnliches Reaktionsverhalten und ähnliche Eigenschaften aufgrund der gleichen Elektronenkonfiguration in der Valenzschale
Welches Element ist für unseren Konsum aktuell besonders bedeutsam? (ca. 4 UStd.)	vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).	Ausgewähltes Element: Lithium Textkarte Lithium: In welchen Gegenständen des Alltags steckt Lithium? Problemaufriss: Wie kann man den Werkstoff Lithium gewinnen? [15], [16], [17] in Gruppenarbeit in Form von Plakaten darstellen Diskussion des Konsumverhaltens von Alltagsprodukten,

Sequenzierung: ***Fragestellungen***	**Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler können	**Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen**
		die Lithium enthalten Anmerkung: Auch folgende weitere aktuell bedeutsame Elemente können statt Lithium thematisiert werden: z. B. Phosphor, Magnesium und Silicium [18]

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.uni-flensburg.de/storytelling/geschichten/faecher/physik/der-lehrer-und-die-atome/	Diese Website bietet zum einen eine fundierte Einführung in die Methode des Storytellings. Zum anderen lassen sich Beispiele zu Dalton, Lavoisier oder Rutherford downloaden.
2	https://www.leifiphysik.de/atomphysik/quantenmech-atommodell/ausblick/rastertunnelmikroskop	Auf dieser Website findet man Bilder von Atomen, die mithilfe des Rastertunnelmikroskops aufgenommen wurden und in die eigene Story integriert werden können.
3	http://www.chemie-interaktiv.net/html_flash/ff_rutherford.html http://www.kappenberg.com/experiments/ureihe/pdf-aka11/u09.pdf	Flash-Animation zum Rutherfordschen Streuversuch Unter 2c findet man in dem pdf-Dokument eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Rutherfordschen Streuversuchs. Des Weiteren findet man einen Link zu einem Streuversuchs (V03a) und einen Link zu einem Quiz zum Streuversuch, der sowohl auf Android, als auch IOS und Windows funktioniert.
4	van Vorst, H. (2018). Zum Bohr'schen Atomkonzept mit der Lernleiter. Ein Ansatz zur Unterrichtsstrukturierung und Differenzierung. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, 71(5), S. 317–324.	Die Sequenzen dieses Unterrichtsvorhabens zum Atombau können auch in der Form der Lernleiter Atombau unterrichtet werden. Mit der Lernleiter Atombau wird neben der Vermittlung des Fachwissens ein weiterer Schwerpunkt auf die Erweiterung der Modellbildungskompetenz gelegt.
5	http://www.thomas-wilhelm.net/klausur/Modelle+Radioaktivitaet.pdf	Auf Seite 4 findet man die Beschreibung des Modellversuchs „Magnete und Muttern" zur Erklärung der Ladung im Atomkern. Statt Muttern können auch 1-Cent-Münzen verwendet werden.
6	http://www.chemieunterricht-interaktiv.de/aufgaben.html http://www.chemieunterricht-interaktiv.de/aufgaben/atombau_pse/start_atombau.html http://www.meingrundwissen.de/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=85	Mit diesen Multiple-Choice-Aufgaben, Lückentext- und Ergänzungsaufgaben zum Atombau und zum PSE können die SuS auch selbstständig online ihr Wissen zum Atombau testen.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
7	https://www.cornelsen.de/sites/medienelemente_cms/mel_xslt_gen/progs/html/mels/mel_361008_1.html https://www.steffen-haschler.de/schule/2008-09-ei-10a/**simulation**-wurf.pdf	Mithilfe des Flashplayers kann der radioaktive Zerfall eines fiktiven Elements mit 300 Kernen simuliert werden. Die Abläufe des Zerfalls können durch die Veränderung der vergebenen Parameter beeinflusst werden. Eine Zerfallskurve kann im Anschluss angezeigt werden. Die Seite von Haschler beinhaltet eine Anleitung für ein Würfelspiel, um den radioaktive Zerfall zu simulieren.
8	https://phet.colorado.edu/de/**simulation**/radioactive-dating-game	Auf dieser Website kann eine interaktive Lernumgebung auf Java-Basis zur Radiocarbonmethode heruntergeladen werden. So können die SuS z. B. die C14-Datierung kennenlernen und erklären, wie Zerfall und Halbwertszeit eine radiometrische Datierung ermöglichen.
9	http://www.lte.lu/chimie/9ST_2009/Cours/05atom/atom/atom.htm	Auf dieser Website findet man eine Vorlage zur Entwicklung eines eigenen Elektronenverteilungsmodells
10	https://www.chemie.schule/k10/k10ab/ionisierungsvorgang.htm	Arbeitsblatt mit Lückentext zur Ionisierungsenergie und angegebenen Lösungswörtern.
11	http://www.lte.lu/chimie/10TG_2012/7/730.htm	Auf dieser Website finden sich Beispiele für 2D-und 3D-Darstellungen des Schalenmodells.
12	https://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb4/3_ueben2/a44/	Diese Website enthält handlungsorientiertes Übungsmaterial zum PSE und zur Elektronenkonfiguration verschiedener Hauptgruppenelemente zum Download als Word-Dokument.
13	http://www.experimentalchemie.de/versuch-041.htm	Diese Datei beinhaltet eine Vorschrift für den Versuch „Natrium und Wasser – Pink Panther“ und ein Video des Versuchs. (Hinweis: Die gezeigten Piktogramme und die Angaben zu den Gefahrstoffen sind nicht aktuell. Es muss eine erneute Gefährdungsbeurteilung durchgeführt werden.)
14	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/STADElementeKl9/Elemente/Gruppenrallye.pdf	Diese Datei beinhaltet die vorgefertigten Puzzlekarten zu ausgewählten Hauptgruppenelementen.
15	https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article8090255/So-wertvoll-ist-	Merkel beschreibt in diesem Artikel die Vorkommen von Lithium. Dabei stellt er heraus, dass Lithiumverbindungen auf der Erde nicht selten sind

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	das-leichteste-Metall-der-Erde.html	und begründet mithilfe der Elektronenkonfiguration des Lithiums und seinem daraus resultierenden Reaktionsverhalten, warum Lithium auf der Erde nicht elementar vorkommt. Der Abbau von Lithium ist aufgrund dessen aufwändig.
16	https://www.zdf.de/nachrichten/heute/scheinbar-saubere-elektromobilitaet-100.html	In der ZDF-Dokumentation werden Umweltprobleme und widrige Arbeitsbedingungen beim Lithiumabbau in Chile dargestellt.
17	https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/duesenfeld-batterie-recycling-von-elektroautos/	Mit Bildern und einem Kurzfilm wird auf der Website von Auto-Motor-Sport eine umweltfreundliche Recycling-Methode von Elektroautobatterien vorgestellt.
18	European Commission. Study on the review of the list of Critical Raw Materials. (2017). https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en	In dieser Studie der europäischen Union werden alle bezüglich ihrer Verfügbarkeit derzeit kritischen Rohstoffe dargestellt.

letzter Zugriff auf die URL: 29.08.2019