



STEMkey-
Modul
107



Das Periodensystem

Dieses Hochschulmoduldokument basiert auf den Arbeiten im Rahmen des Projekts "Vermittlung von Standard-MINT-Themen mit einem Schlüsselkompetenzansatz (STEMkey)". Koordination: Prof. Dr. Katja Maaß, Internationales Zentrum für MINT-Bildung (ICSE) an der Pädagogischen Hochschule Freiburg. Partner: Karls-Universität, Konstantin-Philosophen-Universität, Hacettepe-Universität, Institut für Pädagogik der Universität Lissabon, Norwegische Universität für Wissenschaft und Technologie, Universität Innsbruck, Universität Maribor, Universität Nikosia, Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Zagreb, Universität Utrecht, Universität Vilnius.

Das Projekt STEMkey wurde vom Erasmus+ Programm der Europäischen Union unter der Fördernummer 2020-I-DE01-KA203.005671 kofinanziert. Weder die Europäische Union/Europäische Kommission noch der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) sind für den Inhalt verantwortlich oder haften für Verluste oder Schäden, die sich aus der Nutzung dieser Ressourcen ergeben.

© STEMkey-Projekt (Förderkennzeichen 2020-I-DE01-KA203.005671) 2020-2023, Federführung für das STEMkey-Modul IO7 der *NTNU-Norwegian University of Science and Technology*. Autoren: Annette Lykknes, Unni Eikeseth, Jonas Persson, Festo Kayima, Per-Odd Eggen. CC-NC-SA 4.0 Lizenz erteilt.



INHALT

INHALT.....	2
Zusammenfassung.....	3
Einführung in das Thema.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Schlüsselkompetenz-Ansatz	5
Lernziele	8
Modulplan	10
Materialien und Ressourcen.....	30
Bewertung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Transdisziplinarität.....	34
Referenzen.....	35



Zusammenfassung

Ziel dieses Moduls ist es, ein innovatives Lehrmodul zum Periodensystem für die Lehrerbildung (ITE) zu entwickeln. Durch die Schaffung eines neugierigen und kontextualisierten Unterrichts hoffen wir, die Lernenden zu einem vertieften Lernen in Chemie zu motivieren und die Verbindung zwischen Chemie und anderen MINT-Fächern zu erkennen. Zielgruppen sind angehende Lehrkräfte der Naturwissenschaften/Chemie und Hochschulpersonal, die integrierte Wissenschafts- und/oder Chemiedidaktik in der Lehrkräftebildung unterrichten. Das Modul und seine Materialien können auch auf berufstätige Lehrkräfte sowie auf Lehrkräfte der Sekundarstufe I und II übertragen werden.

Manche SchülerInnen und Studierenden sind taktil, andere mögen theoretische Erklärungen – und wieder andere sind neugierig darauf, mehr über das Periodensystem zu erfahren, das über Beobachtungen auf der Makroebene hinausgeht. Wir beabsichtigen, ein Unterrichtsmodul vorzubereiten, das Lernende mit unterschiedlichen Vorlieben und unterschiedlichen Motivationsniveaus anspricht. Unser Modul ist auch sensibel für das, was die Forschung über Unterschiede in den Bedürfnissen von Mädchen und Jungen sagt (Sjøberg & Schreiner, 2019) und zielt darauf ab, beide Gruppen einzubeziehen. Unser Ansatz ist innovativ in dem Sinne, dass er schülerzentriert und kontextbasiert ist und praktische materielle und physische Modelle wie Lego-Modelle und 3D-gedruckte Modelle einführt, um Trends im Periodensystem zu veranschaulichen. Dieser Ansatz fördert ein tieferes Lernen, da er den Lernenden hilft, Faktenwissen über das Periodensystem zu integrieren, was die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass es auf neue Situationen übertragen werden kann. Der Transfer von Wissen in neue Situationen ist nach Pellegrino und Hilton (2012, S. 5) eine der Voraussetzungen für tieferes Lernen.

Wir beziehen uns hier auf das Periodensystem, *das unterschiedliche Darstellungen haben kann, entweder als Periodensystem, Kreis- oder dreidimensionales Modell*. Wir verwenden die "Tabelle" nur, wenn wir über die tabellarische Darstellung sprechen.



Einführung in das Thema

Für Chemie- und NaturwissenschaftspädagogInnen ist das Periodensystem ein unschätzbares Werkzeug, das Informationen über die Bausteine der Chemie liefert und es ermöglicht, "das Aussehen und die Eigenschaften von Materie auf der Erde und im Rest des Universums vorherzusagen" (IYPT, 2019). In der Tat leitete die Komprimierung des chemischen Wissens, das das System bietet, einst einen Wandel in der Lehre ein, der die Lernenden dazu zwingt, brutale Fakten zu stopfen – wie es im 19. und frühen 20. Jahrhundert Mode war (Kaji et al., 2015) – um durch das Studieren von Beziehungen zwischen Elementen und Trends in den chemischen Eigenschaften über den Tisch hinweg zu lernen. In diesem Sinne kann das Periodensystem als "verdichtete Grundchemie" angesehen werden.

Das Periodensystem wird in der Regel im integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I und II sowie in der Chemie an Universitäten unterrichtet.

Trotz der breiten Übereinstimmung über seine Bedeutung für den Unterricht zeigt eine Überprüfung der Forschung über die Einstellung von SchülerInnen zur Wissenschaft in Großbritannien jedoch, dass das Periodensystem "universelle Antipathie" auf sich zog, auch weil die SchülerInnen Schwierigkeiten hatten, die Relevanz des Systems für ihr tägliches Leben wahrzunehmen (Osborne et al., 2010). Darüber hinaus wurde berichtet, dass sich SchülerInnen oft auf das Auswendiglernen verlassen, wenn sie sich mit Problemen im Zusammenhang mit dem Periodensystem befassen (Salame et al., 2011; Bierenstiel & Snow, 2019).



Schlüsselkompetenz-Ansatz

Die Schlüsselkompetenzen sind definiert als eine Kombination aus Wissen, Fähigkeiten und Einstellungen (COM, 2019). In diesem Projekt legen wir auch Wert auf schülerzentrierte Lernansätze, reale Verbindungen, Transdisziplinarität und digitales Lernen.

Wissen

Für die Wissenschaft umfasst die Wissenskomponente ein Verständnis der Grundprinzipien der natürlichen Welt, grundlegender wissenschaftlicher Konzepte, Theorien, Gesetze und Methoden, Technologie und technologischer Produkte und Prozesse sowie ein Verständnis der Auswirkungen von Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und menschlicher Aktivität im Allgemeinen auf die natürliche Welt. Insgesamt sollten diese Kompetenzen den Einzelnen in die Lage versetzen, die Fortschritte, Grenzen und Risiken wissenschaftlicher Theorien und Anwendungen sowie den technologischen Fortschritt in Bezug auf Entscheidungsfindung, Werte, moralische Fragen und Kultur besser zu verstehen (COM, 2019).

Ziel unseres Moduls ist es, dass die Studierenden in die Grundprinzipien des Periodensystems eingeführt werden, welche Art von Wissen durch die Verwendung des Systems gewonnen werden kann, welche chemischen Trends sich daraus ableiten lassen und welche Eigenschaften einige der "Bewohner" des Systems, d.h. die chemischen Elemente, aufweisen. Durch die Aufnahme einer historischen Einführung in das Periodensystem helfen wir den Lernenden, die Natur der wissenschaftlichen Arbeit und den Aufwand zu verstehen, der mit der Systematisierung des Wissens und der Identifizierung eines Periodengesetzes verbunden ist. Anhand von Beispielen sozialwissenschaftlicher Fragestellungen im Zusammenhang mit der Gewinnung von Mineralien und deren Verwendung in technologischen Produkten zeigen wir die Relevanz und Bedeutung des Wissens, das das Periodensystem liefert.

Fähigkeiten

Fähigkeiten in Wissenschaft, Technologie und Ingenieurwesen beinhalten das Verständnis von Wissenschaft als einen Prozess für die Untersuchung durch spezifische Methoden, einschließlich Beobachtungen und kontrollierte Experimente, die Fähigkeit, logisches und rationales Denken zu verwenden, um eine Hypothese zu überprüfen, und die Bereitschaft, eigene Überzeugungen zu verwerfen, wenn sie neuen experimentellen Erkenntnissen widersprechen. Die Fähigkeiten beziehen sich auch auf die Fähigkeit, technologische Werkzeuge und Maschinen zu nutzen und zu handhaben, wissenschaftliche Daten, um ein Ziel zu erreichen oder zu einer evidenzbasierten Entscheidung oder Schlussfolgerung zu gelangen, sowie auf die Anerkennung der wesentlichen Merkmale wissenschaftlicher Forschung und die Fähigkeit, die Schlussfolgerungen der Argumentation, die zu ihnen geführt haben, zu kommunizieren (COM, 2019).

Zu den Fähigkeiten, die angehende Lehrkräfte in diesem Modul entwickeln sollten, gehören:

- Verwendung von wissenschaftlichen Prinzipien, um *Objekte und Elemente systematisch zu sortieren*
- Verwendung von geeigneten Lehrmodellen, entweder 2D oder 3D, um *relevante chemische Informationen zu extrahieren und Zusammenhänge zwischen zugrunde liegenden Eigenschaften wie Elektronegativität und Atomdurchmesser zu finden*

Haltungen

Zu den Einstellungen in Wissenschaft, Technologie und Ingenieurwesen gehören Kompetenzen in kritischem Denken und Neugier sowie ein Interesse an ethischen Fragen und die Unterstützung ökologischer Nachhaltigkeit.

Das Modul soll neugierig sein, vom Teaser-Video über die Sortieraktivitäten bis hin zur Verwendung von 2D- und 3D-Modellen. Unser Ziel ist es auch, die Kompetenzen von Lehrkräften im Bereich des kritischen Denkens in Bezug auf Nachhaltigkeit und die Sorge um ethische Fragen zu entwickeln, indem wir Beispiele aus der Bergbauindustrie und die Verwendung weniger häufig vorkommender Elemente in technologischen Produkten wie Smartphones untersuchen und diskutieren.

Schülerzentrierte Lernansätze, reale Verbindungen, Transdisziplinarität, digitales Lernen

In diesem Modul werden wir einen kontextbasierten Ansatz zur Einführung des Periodensystems für berufstätige Lehrkräfte anbieten, der gleichzeitig ihren eigenen zukünftigen Unterricht über das Thema in der Sekundarstufe I inspirieren kann. Ein kontextbasierter Chemieunterricht erfordert, dass die SchülerInnen kanonische wissenschaftliche Konzepte mit einem realen Kontext verbinden, eine Verbindung, die Chemie (und Naturwissenschaften) für die SchülerInnen bedeutsam macht (Gilbert, 2006; König 2012).

Das Modul umfasst zahlreiche studentische Aktivitäten, darunter Gruppendiskussionen und praktische Interaktion mit Beispielen von Elementen, die den Studierenden aus ihrem Alltag bekannt sind. Auf diese Weise verbinden wir die chemischen Elemente und damit das System selbst mit realen Kontexten. Die Studierenden verbinden ihr Wissen über Elemente auch mit einer nachhaltigen und ethischen Nutzung von Ressourcen am Beispiel des Kobaltabbaus und des "Periodensystems der Knappheit", das darauf abzielt, das Bewusstsein für den begrenzten Zugang zu natürlichen Ressourcen zu schärfen, der für die Herstellung von Smartphones und anderen modernen Geräten von zentraler Bedeutung ist.

Das Periodensystem der Knappheit betont auch die Verbindung zwischen MINT-Fächern wie Chemie, Physik, Geologie und Technik. Starke Verbindungen zwischen Chemie und Physik werden auch durch die historischen Beispiele demonstriert, wie Physik und Technologie dazu beigetragen haben, das "Mysterium" des Periodengesetzes zu erhellen. Die Verteilung der Elemente im menschlichen Körper verbindet die Chemie mit den realen

Kontexten der Studierenden und zeigt darüber hinaus die Verbindung zwischen Chemie, Biologie und Medizin.

Digitales Lernen wird durch die intensive Nutzung digitaler Ressourcen in das Modul integriert.





Lernziele

Allgemeine Lernziele

Die Studierenden sollen in der Lage sein,

- zu beschreiben, wie das Periodensystem ein *wichtiges Werkzeug für die Erforschung und das Verständnis des Aufbaus der Natur* war und immer noch ist (Teil 1)
- die *Eigenschaften einiger der «Bewohner»* des Periodensystems (d.h. der chemischen Elemente) zu erklären und diskutieren, wie der Kontext Elemente für das Leben der SchülerInnen relevanter machen kann (Teil 2, Teil 4)
- das Periodensystem als Informationsquelle zum Verständnis der Grundprinzipien der Zusammensetzung von Stoffen zu nutzen, z. B. um Trends wie Veränderungen des Atomdurchmessers und der Elektronegativität in der Tabelle zu erklären. (Teil 3)

Unterziele:

Teaser (Teil 0):

- Beschreiben des Unterschieds zwischen einer Verbindung und einem Element
- Erklären, wie in den frühen 1800er Jahren nachgewiesen wurde, dass Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht

Teil 1:

- Wissenschaftliche Prinzipien verwenden, um Objekte und Elemente systematisch zu sortieren
- Diskutieren, wie die Betonung verschiedener Eigenschaften zu unterschiedlichen Organisationen des Periodensystems führen kann und wie verschiedene Formen periodische Regelmäßigkeiten auf unterschiedliche Weise darstellen können.

Teil 2:

- Besprechen, wie ein kontextbasierter Ansatz das Erlernen der Elemente relevanter machen kann
- Beschreiben, inwiefern Elemente für uns und unser modernes Leben wichtig sind
- Beispiele für die Verwendung von Elementen nennen

Teil 3

- Besprechen, inwiefern die Oktettregel sowohl eine Quelle von Informationen als auch von Missverständnissen sein kann

- Verwendung geeigneter Lehrmodelle, entweder 2D oder 3D, um relevante chemische Informationen zu extrahieren und Zusammenhänge zwischen zugrunde liegenden Eigenschaften wie Elektronegativität und Atomdurchmesser zu finden

Teil 4:

- Erfahren, wie die Nachfrage nach Elementen dazu beiträgt, die heutige und zukünftige Technologie zu gestalten
- Diskutieren, inwiefern die fortgesetzte Ausbeutung begrenzter Ressourcen sowohl ethische als auch Nachhaltigkeitsfragen aufwirft

(CEDEFOD, 2017)





Modulplan

Modul 7 besteht aus einem einführenden Teil und vier Hauptteilen, von denen die meisten eine Reihe von Aktivitäten umfassen. Die Gesamtdauer des Moduls beträgt 435 Minuten, aber einige Aktivitäten können auch als Hausaufgabe gegeben werden, und Teile oder Aktivitäten können ausgelassen werden. Einige Teile können als besser geeignet für bestimmte Altersgruppen/Niveaus in der Schule bewertet werden als andere, so dass eine Auswahl von Teilen oder Aktivitäten auch aus diesem Grund relevant sein kann.

Teil 0: Einführung (Teaser): 5 Minuten

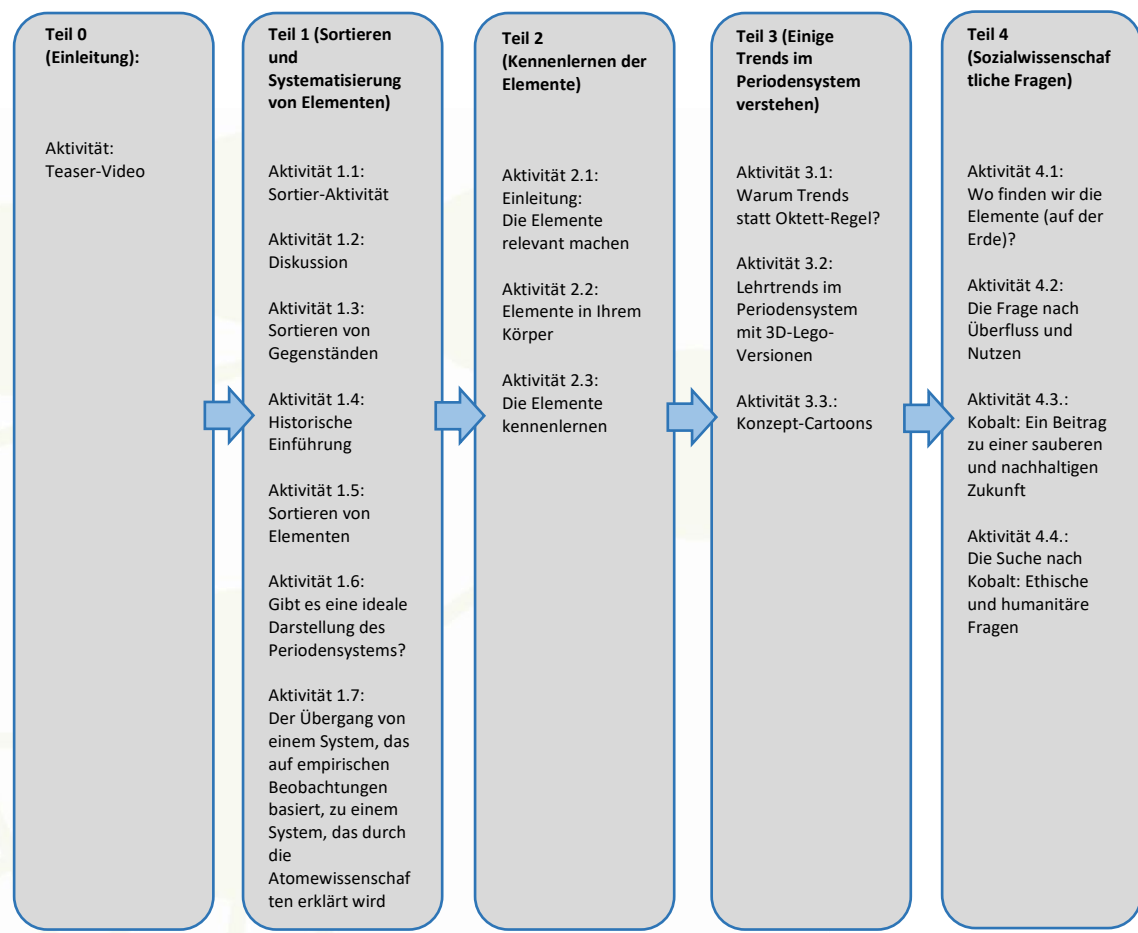
Teil 1: Sortieren und Systematisierung von Elementen: 140 Minuten

Teil 2: Kennenlernen der Elemente: 65 Minuten

Teil 3: Einige Trends im Periodensystem verstehen: 135 Minuten

Teil 4: Sozialwissenschaftliche Fragestellungen: 90 Minuten

Beziehen Sie sich immer auf die Steckdose des Moduls (Präsentation 1), wenn Sie die Beschreibung der Lehraktivitäten lesen.



Teil 0

Einleitung

Teaser-Video



Lernergebnisse in Kürze

Dies ist eine "Warm-up"-Aktivität, bei der wir das Konzept des chemischen Elements durch eine historische Reise vom Wasser als Element bis zur Spaltung von Wasser vorstellen. Die SchülerInnen sollen in der Lage sein, den Unterschied zwischen einer Verbindung und einem Element zu beschreiben und zu erklären, wie in den frühen 1800er Jahren nachgewiesen wurde, dass Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht (Wissen).

Beschreibung der Tätigkeit

Die SchülerInnen sehen sich das Video (Link unter Materialien und Ressourcen unten zu finden) vor dem Unterricht entweder im Unterricht oder zu Hause an.

Empfohlene Lektüre; Eggen et al. 2012, für weitere Informationen über den voltaischen Pfahl und wie er in der Lehre auf tertiärer Ebene eingesetzt werden kann.

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Wasser ist wichtig für die Menschheit in Vergangenheit und Gegenwart, und die Geschichte verbindet Chemie mit Geschichte, Philosophie, Physik und Technologie.

Teil 1: Sortieren und Systematisierung von Elementen

Einführungsaktivität

1.1 Sortieren



Lernziele in Kürze

Diese Aktivität zielt darauf ab, Lehramtsstudierende für den Prozess der Systematisierung zu sensibilisieren und dafür, dass unterschiedliche Kriterien oder Prinzipien zu unterschiedlichen Kategorien führen können. Dies ist eine Einführung in den Prozess der Organisation von Elementen im Periodensystem.

Die Aktivität trägt zur Erreichung der Teilziele bei:

- Wissenschaftliche Prinzipien anwenden, um Objekte und Elemente systematisch zu sortieren (Fertigkeiten)
- Diskutieren, wie verschiedene Eigenschaften zu unterschiedlichen Organisationen des Periodensystems führen können und wie verschiedene Formen periodische Regelmäßigkeiten auf unterschiedliche Weise darstellen können (Wissen)

Beschreibung der Übung

Bei dieser Übung wird den Studierenden eine Auswahl an Legosteinen präsentiert, zum Beispiel ein 20er-Set [8]. Die Steine können auf viele Arten organisiert werden, z. B. nach Farbe, Form oder Anzahl der Noppen*. Vielleicht finden die Studierenden auch andere Wege zur Kategorisierung?

Nach Gruppendiskussionen bietet es sich an, die vielen Möglichkeiten im Plenum zu diskutieren.

*Noppen sind die "Unebenheiten" auf dem Legostein, die es ermöglichen, ihn mit anderen Teilen zu verbinden.

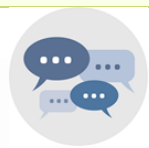
Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Systematisierung ist in vielen wissenschaftlichen Disziplinen wichtig, z. B. in der Biologie (z. B. Klassifikation von Arten) und in der Geologie (Klassifikation von Gesteinen), und diese Aktivität kann den Lernenden helfen zu erkennen, dass hinter jeder Systematisierung einige allgemeine Prinzipien stehen.

Teil 1: Sortieren und Systematisierung von Elementen

Nachbesprechung

1.2 Diskussion



Lernziele in Kürze

Ziel dieser Aktivität ist es, Kriterien zu präsentieren und zu diskutieren, die die Studierenden bei ihrer Kategorisierung verwendet haben, und zu sehen, wie andere Gruppen die Sortieraktivität gelöst haben. Zu sehen, wie dies auf unterschiedliche Weise geschehen könnte, kann den Studierenden verdeutlicht werden, wie unterschiedliche Kriterien für die Sortierung zu unterschiedlichen Systemen führen können.

Die Übung trägt zum Erreichen folgender Teilziele bei:

- Wissenschaftliche Prinzipien anwenden, um Objekte und Elemente systematisch zu sortieren (Fertigkeit)
- Diskutieren, wie verschiedene Eigenschaften zu unterschiedlichen Organisationen des Periodensystems führen können und wie verschiedene Formen periodische Regelmäßigkeiten auf unterschiedliche Weise darstellen können (Wissen)

Beschreibung der Übung

Die Gruppen präsentieren ihre Lösungen den anderen Studierenden im Kurs. Gute Folgefragen für Studierende könnten sein; Warum haben Sie gerade dieses Kriterium für die Sortierung gewählt? Welche Parallelen sehen Sie zwischen dieser Tätigkeit und dem Sortieren von z.B. Elementen, Gesteinen, Pflanzen oder Tieren?

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Systematisierung ist in vielen wissenschaftlichen Disziplinen wichtig, zum Beispiel in der Biologie und in der Geologie, und diese Aktivität kann den Lernenden helfen zu erkennen, dass hinter jeder Systematisierung einige allgemeine Prinzipien stehen.

Teil 1: Sortieren und Systematisierung von Elementen

Follow-up-Aktivität

1.3 Sortieren von Gegenständen



Lernziele in Kürze

Ziel dieser Aktivität ist es, den Studierenden ein zusätzliches Sortierkriterium (über Form, Farbe, Anzahl der Noppen hinaus) vorzustellen - nämlich Gewicht (oder Dichte). Das Gewicht wurde gewählt, weil das (Atom-)Gewicht "das" Hauptsortierkriterium war, als die chemischen Elemente im 19. Jahrhundert in periodische Systeme eingeteilt wurden. Die Elemente wurden nach zunehmendem Atomgewicht geordnet und gleichzeitig nach chemischen Eigenschaften gruppiert.

Die Aktivität trägt zum Erreichen folgender Teilziele bei:

- Wissenschaftliche Prinzipien anwenden, um Objekte und Elemente systematisch zu sortieren (Fertigkeiten)
- Diskutieren, wie verschiedene Eigenschaften zu unterschiedlichen Organisationen des Periodensystems führen können und wie verschiedene Formen periodische Regelmäßigkeiten auf unterschiedliche Weise darstellen können (Wissen)

Beschreibung der Übung

In dieser Übung sollen die Studierenden die Dichten von Eisen, Aluminium, Kupfer und Titan (oder anderen verfügbaren Metallen) untersuchen, indem sie zunächst in Gruppen diskutieren, wer die höchste und die niedrigste Dichte aufweist, dann das Gewicht verschiedener Metallscheiben fühlen und sie entsprechend anordnen. Die Studierenden können die Dichteunterschiede erleben, indem sie Proben verschiedener Metalle vergleichen, die die gleiche Form und das gleiche Volumen haben und vorzugsweise mehr als 50 g wiegen sollten. Es können kleine Metallzylinder gleicher Größe verwendet werden, alternativ können Boxen mit Stahl-BB-Geschossen verwendet werden, die die verschiedenen Metalle darstellen (z. B. Al 27g; Fe 78,7 g; Pb 113,5 g; Au 193,2 g).

Die Studierenden sollen die Metalle in Kleingruppen untersuchen und diskutieren. Es wird empfohlen, in Teil 1 die gleichen Gruppen beizubehalten.

Vorschlag für die Einführung der Lehrkraft: "In Aktivität 1.1. haben wir Legosteine nach Farbe, Form und Anzahl der Noppen sortiert. Jetzt führen wir einen neuen Sortierfaktor

ein: Gewicht. Bei dem Sortieren von Elementen im 19. Jahrhundert sollte das Gewicht zum entscheidenden Merkmal werden. Die Elemente wurden durch zunehmendes Atomgewicht geordnet."

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Das Gewicht ist seit Jahrhunderten wichtig für quantitative Messungen und spielt für Chemie, Physik und Technologie gleichermaßen eine Rolle. Das Prinzip der Sortierung ist auch in anderen wissenschaftlichen Disziplinen von Bedeutung, z.B. in der Biologie, wo verschiedene Kriterien zur Systematisierung von Arten verwendet werden, oder in der Geologie, wo Gesteine nach bestimmten Merkmalen klassifiziert werden. Die Lernenden können auch darüber nachdenken, warum Systematisierung in der Wissenschaft wichtig ist.

Teil 1: Sortieren und Systematisierung von Elementen

Geschichtlicher Hintergrund

1.4 Historische Einführung in Systematisierungsaktivitäten



Lernziele in Kürze

Ziel dieser Aktivität ist es, einen Einblick in die historischen Hintergründe der Ordnung der Elemente in den 1860er Jahren zu geben. Die Grundlage, die ein System überhaupt möglich machte, war ein gemeinsames Verständnis davon, was ein Element ist und wie seine einzigartige Eigenschaft, das Atomgewicht, bestimmt wird.

Die Aktivität trägt zum Erreichen des folgenden Teilziels bei:

- Diskutieren, wie verschiedene Eigenschaften zu unterschiedlichen Organisationen des Periodensystems führen können und wie verschiedene Formen periodische Regelmäßigkeiten auf unterschiedliche Weise darstellen können (Wissen)

Beschreibung der Tätigkeit

Auf der **ersten Folie** (Nr. 8 in der Powerpoint) definieren wir das chemische Element so, wie es Antoine Lavoisier 1789 tat.

Hintergrundinformationen für Dozierende: Um die Wende zum 19. Jahrhundert wurde gezeigt, dass Wasser kein Element ist – wie wir im Einführungsvideo gehört haben. Dies basierte auf der Definition, dass ein Element der letzte erreichbare Punkt in der chemischen Analyse ist, die 1789 von Antoine Lavoisier vorgeschlagen wurde. Lavoisier leitete Wasser durch ein heißes Eisenrohr, wodurch sowohl Eisenoxid als auch Wasserstoffgas gebildet werden konnten. Mehr als ein Jahrzehnt später, im Jahr 1800, wurde die Zersetzung von Wasser vollständig demonstriert, als sowohl Wasserstoff als auch Sauerstoffgas durch Elektrolyse von Wasser erzeugt wurden (wie im Video erklärt).

Auf der **zweiten Folie** (Nr. 9 in der Powerpoint) stellen wir John Daltons Atomtheorie vor, in der er beschrieb, was Atome sind und dass jede Art von Atom ein bestimmtes chemisches Element bildet.

Hintergrundinformationen für Dozierende: Lange Zeit (seit Ende des 17. Jahrhunderts) war es zur Selbstverständlichkeit geworden, dass alle Materie letztlich aus mikroskopisch kleinen, festen, harten, undurchdringlichen Teilchen – Atomen – zusammengesetzt ist. Diese Erkenntnis nützte den Chemikern jedoch wenig. Lavoisiers Definition eines Elements war etwas, mit dem sich Chemiker identifizieren konnten, d. h. als letzter Punkt der chemischen Analyse. In den frühen 1800er Jahren kombinierte ein englischer College-Lehrer namens John Dalton die Idee der Atome mit Lavoisiers praktischer Definition eines Elements. Dalton sagte, dass es so viele verschiedene Atome wie Elemente gebe. Er machte diese Atome realer, indem er jeder Art ein relatives Atomgewicht zuwies. Dalton kam auf die Idee der Atomgewichte als Ergebnis seines Interesses an der Gaslöslichkeit und dachte, dass verschiedene Gase eine unterschiedliche Löslichkeit in Wasser haben, weil die Größen ihrer Atome unterschiedlich sind. Um die Atomgrößen (oder Volumen) abzuschätzen, benötigte er das Gewicht der Atome (Dichte = Gewicht/Volumen).

Auf der **dritten Folie** (Nr. 10 in der Powerpoint) wollen wir erklären, wie Dalton die ersten Atomgewichte bestimmt hat.

Hintergrundinformationen für Dozierende: Während des gesamten 19. Jahrhunderts versuchten Naturphilosophen, wie sie genannt wurden, diese Atomgewichte so genau wie möglich zu bestimmen. Nicht alle Naturphilosophen glaubten an die Existenz physikalischer Atome, aber sie sahen ihre relativen Gewichte als eine notwendige und nützliche Eigenschaft, die zur Unterscheidung der Atome beitrug. Dalton verwendete die Analysen anderer Chemiker von Wasser, die gezeigt hatten, dass Wasser aus 87,4 Gewichtsteilen Sauerstoff und 12,6 Gewichtsteilen Wasserstoff bestand. Er argumentierte, dass 87,4:12,6 auch das Verhältnis der Sauerstoff- und Wasserstoffatome sein muss, aus denen Wasser besteht. Da er davon ausging, dass sich Atome auf einfachste Weise verbinden würden, muss Wasser eine binäre Verbindung sein: HO . Wasserstoff war das leichteste bekannte Element, und wenn man davon ausginge, dass es ein Atomgewicht von 1 hätte, dann würde das relative Gewicht von Sauerstoff ungefähr 7 betragen.

Auf der **vierten Folie** (Nr. 11 in der Powerpoint) wird eine Tabelle mit Daltons relativen Gewichten für eine Auswahl von Elementen angezeigt, die aus seinen Bestimmungen von 1803 und Revisionen von 1808 bzw. 1810 stammen.

Auf der **fünften Folie** (Nr. 12 in der Powerpoint) betonen wir die Wichtigkeit der Atomgewichtsbestimmungen und den enormen Arbeitsaufwand, der mit präzisen Bestimmungen verbunden ist.

Hintergrundinformationen für Dozierende: Dalton war nicht der einzige Chemiker, der sich mit Atomgewichtsbestimmungen beschäftigte. Im 19. (und auch im 20.) Jahrhundert übernahmen viele andere diese Aufgabe, allen voran J. J. Berzelius in Schweden.

Empfohlene Lektüre für Dozierende: Lesen Sie mehr über Dalton, Atomtheorie und Atomgewichte in Brock 1992 und Brock 2016.

Auf der **sechsten Folie** (Nr. 13 in der Powerpoint) erläutern wir einige erste Versuche, Elemente nach ihren Atomgewichten zu gruppieren, im frühen 19. Jahrhundert.

Hintergrundinformation für Dozierende: Die ersten Versuche, Elemente zu gruppieren, basierten auf numerischen Beziehungen zwischen den Atomgewichten von Oxiden ähnlicher Elemente; der Mittelwert der Atomgewichte zweier Elemente bildete das Atomgewicht des mittleren (Beispiel: Ca, Ba, Sr). Diese Dreiergruppen wurden als "Triaden" bezeichnet.

Empfohlene Lektüre für Dozierende: Van Spronsen 1969, Kapitel 4, und Scerri 2007.

Auf der **siebten Folie** (Nr. 14 in der Powerpoint) zeigen wir einen frühen Versuch, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Dreiklängen zu finden. Auf diese Weise werden die Elemente in einer Art System kombiniert!

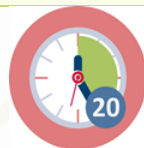
Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Der numerische Aspekt der Systematisierung beinhaltet die Berechnung von Mittelwerten und bedient sich daher mathematischer Kompetenzen.

Teil 1: Sortieren und Systematisierung von Elementen

Erfahren Sie, wie Chemiker im 19. Jahrhundert Elemente sortierten

1.5 Sortieren von Elementen



Lernziele in Kürze

Ziel der Aktivität ist es, die Studierenden in die Idee hinter der Periodisierung der Elemente und die Arbeit einzuführen, die damit verbunden ist, zu einem konsistenten System zu gelangen.

Die Tätigkeit trägt zum Erreichen folgender Teilziele bei:

- Wissenschaftliche Prinzipien anwenden, um Objekte und Elemente systematisch zu sortieren (Fertigkeiten)

- Diskutieren, wie verschiedene Eigenschaften zu unterschiedlichen Organisationen des Periodensystems führen können und wie verschiedene Formen periodische Regelmäßigkeiten auf unterschiedliche Weise darstellen können (Wissen)

Beschreibung der Übung

Die Studierenden verwenden Daten zu chemischen Elementen, die der russische Chemiker Dmitri Mendelejew 1871 veröffentlicht hat und die als Schülerarbeitsblatt (Arbeitsblatt Nr. 1) beigelegt sind. Die Studierenden wissen jedoch nicht, zu welchem Element die Daten gehören, daher müssen sie darüber nachdenken, wie die Daten sinnvoll organisiert werden sollen. Auf diese Weise könnten sie die Schwierigkeiten verstehen, auf die viele Chemiker gestoßen sein müssen, als sie im 19. Jahrhundert versuchten, Ordnung in das Chaos zu bringen. Mendelejews Tabelle von 1871 ist unten eingefügt (D. Mendelejew, Die periodische Gesetzmässigkeit der chemischen Elemente, Ann. Chem. Pharm., 1871, 8 (Supplementband).)

T a b e l l e II.

Reihen	Gruppe I. — R ⁰	Gruppe II. — R ⁰	Gruppe III. — R ⁰ ³	Gruppe IV. RH ⁴ R ⁰ ²	Gruppe V. RH ³ R ⁰ ⁶	Gruppe VI. RH ² R ⁰ ³	Gruppe VII. RH R ⁰ ⁷	Gruppe VIII. — R ⁰ ⁴
1	H=1							
2	Li=7	Be=9,4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27,3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35,5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	—
9	(—)	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	—
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	—

der chemischen Elemente.
151

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Systematisierung ist in vielen Disziplinen wichtig und wie in anderen Naturwissenschaften bilden empirische Daten die Grundlage für diese Systematisierung. Die Systematisierung der chemischen Elemente bildete die Grundlage für das "Periodengesetz", ein Naturgesetz, das wie andere Naturgesetze in der Wissenschaft die Zusammenhänge zwischen beobachteten Eigenschaften oder Phänomenen beschreibt und für überprüfbare Vorhersagen genutzt werden kann. Chemiker wie Mendelejew nutzten das Gesetz beispielsweise, um Eigenschaften von noch unentdeckten Elementen vorherzusagen.

Teil 1: Sortieren und Systematisierung von Elementen

Unterschiedliche Darstellungen des Periodensystems

1.6 Die ideale Darstellung des Periodensystems



15 Minuten Baupapiermodelle + 15 Minuten Suchen und Diskutieren

Lernziele in Kürze

Ziel dieser Aktivität ist es, die Studierenden zum Nachdenken über die verschiedenen Arten der Darstellung von Periodizität anzuregen. Das Periodensystem wurde nicht nur als Tabelle, sondern auch als Kreise, Helices, 3D-Modelle usw. dargestellt. In dieser Aktivität sind die Studierenden eingeladen, die Vor- und Nachteile einiger dieser Darstellungen zu erforschen und ihre eigenen Erfahrungen mit dem Erstellen von Papiermodellen zu sammeln.

Die Aktivität trägt zum Erreichen des folgenden Teilziels bei:

- Diskutieren, wie verschiedene Eigenschaften zu unterschiedlichen Organisationen des Periodensystems führen können und wie verschiedene Formen periodische Regelmäßigkeiten auf unterschiedliche Weise darstellen können (Wissen)

Beschreibung der Übung

Im ersten Teil der Übung (15 min) bauen die Studierenden mit Schere und Klebeband ihre eigenen 3D-Papiermodelle des Periodensystems. Anleitungen finden Sie als Arbeitsblätter (Nr. 2-3). Die hier gezeigten Modelle basieren auf den Modellen, die 1925 von M. Courtines und 1965 von Roy Alexander vorgestellt und geschaffen wurden (lesen Sie mehr in der Internetdatenbank unten).

Im zweiten Teil der Aktivität (15 Minuten) sollten sich die Studierenden Beispiele dafür ansehen, wie das Periodensystem im Laufe der Zeit dargestellt wurde, unter [INTERNET Datenbank der Periodensysteme | Chemogenese \(meta-synthesis.com\)](#). Alle Formen und Gestalten des Periodensystems wurden erstellt, weil man glaubte, dass sie das Periodengesetz effizienter darstellen als andere. Besprechen Sie, was der Vorteil eines Kreises oder einer Helix im Vergleich zu einer Tabelle, 2D vs. 3D sein kann. Dies kann erreicht werden, indem die Darstellung und Positionierung bestimmter Elemente oder Gruppen von Elementen in den verschiedenen Beispielen im Detail untersucht und sie über Formen und Formen hinweg verglichen werden.

Einige Hinweise: Suchen Sie nach Verbindungen zwischen den Extremen der Tabelle: Kreis- und Helixmodelle zeigen effizienter an, dass alle Elemente Teil des Periodensystems sind (anstelle neuer Zeilen, die unzusammenhängend erscheinen). Ein Nachteil ist, dass einige Elemente auf dem Kopf stehend dargestellt werden.

Wenn Dozierende und Studierende daran interessiert sind, herauszufinden, wo Wasserstoff am besten positioniert werden sollte, lesen Sie Geoff Rayner-Canhams Buch *The Periodic Table: Past, Present, Future* (Kapitel 3).

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Systematisierungen sind in vielen Disziplinen üblich (z. B. in der Botanik), und es ist wichtig, dass sich die Studierenden bewusst sind, dass es nicht das eine perfekte System gibt.

Teil 1: Sortieren und Systematisierung von Elementen

Historische Entwicklung des Periodensystems

1.7 Der Übergang von einem System, das auf empirischen Beobachtungen beruht, zu einem System, das durch die Atomwissenschaft erklärt wird



Lernziele in Kürze

- Ziel dieser Aktivität ist es, den Studierenden zu zeigen, dass die Entdeckung der Radioaktivität und die Entwicklungen in der Physik eine Erklärung für die Prinzipien des Periodensystems (Wissen) gegeben haben

Beschreibung der Tätigkeit

Ziel dieser Aktivität ist es, den Übergang von einem gewichts-basierten System zu einem atomphysikalisch erklärten System zu demonstrieren.

Auf der **ersten Folie** (Nr. 17 in der Powerpoint) erklären wir, wie die Entdeckung der Radioaktivität und die anschließenden Untersuchungen zeigten, dass Radioelemente ähnliche chemische Eigenschaften, aber unterschiedliche Atomgewichte hatten.

Hintergrundinformationen für Dozierende: Zunächst stellten die Entdeckungen mehrerer radioaktiver Substanzen mit einzigartigen Atomgewichten die ChemikerInnen vor Herausforderungen, da ein einzigartiges Atomgewicht darauf hinwies, dass ein neues chemisches Element nachgewiesen oder entdeckt worden war. Das Problem war, dass es im Periodensystem nicht genügend Plätze gab, um mehr als 30 neue Elementarstoffe unterzubringen. Soddy führte das Konzept der "Isotope" ein, um dieses Rätsel zu lösen, das darauf hinwies, dass jedes Element aus Atomen mit unterschiedlichen Atomgewichten bestehen könnte. Margaret Todd, eine Ärztin, die mit Soddy an einer Dinnerparty teilnahm, schlug den Namen "Isotop" vor, der aus dem Griechischen stammt und "derselbe Ort" bedeutet. Das Konzept wurde so genannt, um zu erklären, dass radioaktive Substanzen mit eindeutigen Atomgewichten im Periodensystem denselben Platz oder Kasten einnehmen wie andere Atome desselben Elements. Eine weitere Wissenschaftlerin, Stefanie Horowitz, fand zusammen mit ihrem Forschungsbetreuer Otto Hönigsmid experimentelle Beweise für die Existenz von Bleiisotopen.

Empfohlene Literatur: Lykknes und Van Tiggelen, 2019a (S. 24-36; 280-300); Lykknes und Van Tiggelen, 2019b. Siehe auch [In ihrem Element: Frauen des Periodensystems – Wissenschaft in der Schule](#)

Auf der **zweiten Folie** (Nr. 18 in der Powerpoint) zeigen empirische Daten einen Zusammenhang zwischen Ordnungszahl und Röntgenenergien.

Hintergrundinformationen für Dozierende: Als das Periodensystem zum ersten Mal entwickelt wurde, wusste man wenig über physikalische Atome, was sie ausmacht usw. Viele WissenschaftlerInnen, darunter auch Mendelejew selbst, glaubten nicht einmal an physikalische Atome. Für viele waren Atomgewichte nützliche Werkzeuge, spiegelten aber nicht den Glauben an eine bestimmte Beschaffenheit der Materie wider. Die Entdeckung der Radioaktivität im frühen 20. Jahrhundert gab neue Einblicke in die Konstitution der Materie, und 1902 schlugen Ernest Rutherford und Frederick Soddy vor, dass Radioaktivität tatsächlich ein spontaner atomarer Zerfall war. Teilchen, die in Experimenten nachgewiesen wurden (aufgrund ihrer Reaktion auf magnetische und elektrische Felder und in welchem Ausmaß geladene Teilchen reflektiert wurden, wenn sie Metallfolie anschlagen), wurden charakterisiert und als Bestandteile aller Atome befunden. Henry Moseley trug die Ordnungszahl eines Elements (Ordnungszahl) gegen die Quadratwurzel der Röntgenfrequenzen auf und stellte fest, dass die Beziehung linear ist. Nach und nach ersetzte die Ordnungszahl, die die positive Ladung des Atomkerns (die Protonenzahl) darstellte, das Atomgewicht als einzigartige Eigenschaft eines Elements.

Vorgeschlagene Literatur: Egdell & Bruton, 2020.

Auf der **dritten Folie** (Nr. 19 in der Powerpoint) erklären wir einige der Konsequenzen, die sich aus dem Wechsel von Atomgewicht zu Ordnungszahl im Periodensystem ergeben. Zum Beispiel gab es einige Fälle, in denen Elemente in umgekehrter Reihenfolge nach ihrem Atomgewicht positioniert wurden. Die Reihenfolge machte Sinn, wenn sie nach steigender Ordnungszahl geordnet wurden.

Die Studierenden werden gebeten, nach Beispielen für eine solche umgekehrte Reihenfolge im Periodensystem zu suchen. Tipp: Edelgase und Erdalkalimetalle. Vielleicht einen Klassenwettbewerb veranstalten? Wer ist der erste, der diese Paare findet? Versuchen Sie, eine Erklärung für die Umkehrung zu finden.

Hintergrundinformationen für Dozierende: In den 1920er Jahren wandte Niels Bohr seine Quantentheorie für das Atom auf chemische Atome an, die größer als Wasserstoff sind. Auf der Grundlage allgemeiner Prinzipien und empirischer Kenntnis der Elemente ordnete Bohr allen Elementen Elektronenkonfigurationen zu und trug so dazu bei, das Periodensystem zu "bestätigen" und mit der modernen Physik zu erklären. Das Bohr-Modell war ziemlich grob und erklärte keine Details in der atomaren Struktur. Mit der Entwicklung der Quantenmechanik durch Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg und Paul Dirac wurde das Periodensystem erklärt. Atomorbitale und Quantenzahlen wurden zu zentralen Konzepten in diesem quantenmechanischen Verständnis von Atomen, in dem verschiedene Quantenzahlen erklären, wie die verschiedenen Schalen gefüllt sind, aus denen das Periodensystem besteht. Heute wenden wir diese Methoden an und können mit Hilfe von Computern Berechnungen über atomare und molekulare Strukturen und Eigenschaften durchführen.

Empfohlene Literatur: Scerri, 2007, Kapitel 8 + 9.

Auf **der vierten Folie** (Nr. 20 in der Powerpoint, mit dem Titel "Mit Hilfe der Physik, um herauszufinden, welches Element vorhanden ist") kann mit Hilfe von Röntgenstrahlen (Folie 18) festgestellt werden, welche Elemente in Proben vorhanden sind (und in welcher Menge sie vorhanden sind).

Hintergrundinformationen für Dozierende: In den 1910er Jahren wurde festgestellt, dass die Röntgenstrahlen verschiedener Elemente einer einfachen Regel (Moseleysches Gesetz) folgten, die es ermöglichte, das Element anhand seiner charakteristischen Röntgenstrahlen zu identifizieren (jedes Element hat einen einzigartigen Satz von Röntgenenergien). Da diese Technik zerstörungsfrei (d.h. es ist nicht notwendig, eine Probe für die Analyse zu entnehmen) und sehr empfindlich ist, war es möglich, sie auf winzige Proben anzuwenden. Auf diese Weise konnte das Element Hafnium (Hf) identifiziert werden. Heute wird dies in verschiedenen Anwendungen verwendet, um die in einer Probe vorhandenen Elemente zu identifizieren. Es ist möglich, es bei der Suche nach abbaubaren Mineralien, bei der Identifizierung giftiger Metalle oder in jüngerer Zeit bei der Identifizierung von Kunstfälschungen zu verwenden, bei denen Fälscher moderne Farbe mit einem anderen Elementgehalt verwenden, die von den ursprünglichen Künstlern nicht verwendet wurde.

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Die historischen und zeitgenössischen Beispiele zeigen die enge Beziehung zwischen Chemie und Physik und zeigen auch, wie Geschichte uns helfen kann, Naturwissenschaften in Vergangenheit und Gegenwart zu verstehen.

Teil 2: Die Elemente kennenlernen

Einführung in kontextbasierte Ansätze

2.1 Relevanz der Elemente



Lernziele in Kürze

Ziel dieses Teils ist es, angehende Lehrkräfte an kontextbasierte Ansätze für den Chemieunterricht heranzuführen, die darauf abzielen, Chemie für SchülerInnen anhand von Beispielen aus dem eigenen Leben relevanter zu machen.

Die Aktivität trägt zum Erreichen des folgenden Teilziels bei:

- Diskutieren, wie kontextbasierte Chemie das Lernen über die Elemente (Wissen, Fähigkeiten, Einstellungen) relevanter machen kann

Beschreibung der Übung

In diesem Teil wird den Studierenden etwas Theorie zu kontextbasierten Ansätzen vermittelt.

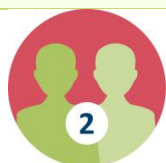
Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Kontextbasierte Ansätze ermöglichen es, Verbindungen zwischen Chemie und verschiedenen anderen Disziplinen herzustellen, da sie den Studierenden helfen sollen, wissenschaftliche Konzepte mit einem realen Kontext zu verbinden.

Teil 2: Die Elemente kennenlernen

Betrifft: Bedeutung von Elementen für das Leben

2.2. Elemente in Ihrem Körper



Lernziele in Kürze

Ziel dieser Aktivität ist es, angehenden Lehrkräften ein Beispiel zu geben, wie die Themenelemente in einen Kontext aus dem eigenen Leben der Lernenden gestellt werden können.

Die Tätigkeit trägt zum Erreichen des folgenden Teilziels bei:

- Beschreiben, wie wichtig Elemente für uns und unser modernes Leben sind (Wissen)

Beschreibung der Übung

Erste Folie (Nr. 23 in der Steckdose):

In dieser Übung erforschen angehende Lehrkräfte, aus welchen Elementen der menschliche Körper besteht. Den Studierenden wird ein Modell eines menschlichen Körpers präsentiert, dessen Farben den Massenprozentsatz verschiedener Elemente darstellen, und sie sollten ermutigt werden, herauszufinden, welche Elemente sich hinter den Farben verbergen.

Zweite Folie (Nr. 24 in der Powerpoint):

Auf dieser Folie wird die Verteilung der Elemente im menschlichen Körper gezeigt, und einige weitere Fakten sind enthalten.

Reflexion:

Nur etwa 90 chemische Elemente bilden alles im Universum, einschließlich dir selbst und all den Menschen, die du liebst, dem Boden, auf dem du gehst, der Luft, die du atmest, und der wärmenden Sonne, um nur einige Beispiele zu nennen. Stellen Sie sich das vor!

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Die Studierenden können Wissen aus der Biologie über den menschlichen Körper nutzen, um herauszufinden, welche Elemente im menschlichen Körper am häufigsten vorkommen. Die Tatsache, dass der menschliche Körper zu 70 % aus Wasser besteht, hilft

ihnen zu erkennen, dass Wasserstoff und Sauerstoff die am häufigsten vorkommenden Elemente sind.

Teil 2: Die Elemente kennenlernen

Betrifft: Bedeutung von Elementen für das Leben

2.3. Kennenlernen der Elemente



Lernziele in Kürze

Ziel dieser Aktivität ist es, Lehramtsstudierenden ein Beispiel dafür zu geben, wie Elemente kontextbezogen vermittelt werden können, z.B. wie die Elemente mit dem eigenen Leben der Lernenden verbunden werden können.

Die Aktivität trägt zum Erreichen folgender Teilziele bei:

- Diskutieren, wie ein kontextbasierter Ansatz das Lernen über die Elemente (Wissen, Fähigkeiten, Einstellungen) relevanter machen kann
- Beschreiben, wie wichtig Elemente für uns und unser modernes Leben sind (Wissen, Einstellungen)
- Beispiele für die Verwendung von Elementen (Wissen, Einstellungen) nennen

Beschreibung der Übung

Erste Folie (Nr. 25 in der Steckdose):

In dieser Übung werden angehende Lehrkräfte in Paaren gruppiert, und jedem Paar wird eine Reihe von Elementbeispielen zur Verfügung gestellt. Wir haben die Elementbeispiele, die wir zur Verfügung gestellt haben, in unsere "Box" aufgenommen, aber die Dozierenden sollten sich frei fühlen, andere Beispiele zu verwenden, wenn sie verfügbar sind. Wir verfügten über Proben von Cu, Fe, Ti, Al, Bi, Si, S und C (Graphit und Diamant). In Zweiergruppen sollten die Studierenden eines der Elemente auswählen und eine Schnellpräsentation (3 Minuten) über dieses Element für den Rest der Klasse vorbereiten. Die angehenden Lehrkräfte können verschiedene Internetquellen nutzen, um herauszufinden, wo ein Element vorkommt und welche Anwendungen das Element in Konsumgütern usw. hat. Es kann motivierend sein, eine Präsentation für ein Publikum zu halten.

Zweite Folie (Nr. 26 in der Steckdose):

Die Studierenden präsentieren ihre Geschwindigkeitspräsentation dem Rest des Kurses. Im Anschluss an die Präsentation können die Studierenden folgende Fragen diskutieren:

- Was haben Sie durch die Arbeit an dieser Präsentation über "Ihr Element" gelernt?
- Was haben Sie aus den anderen Präsentationen gelernt, inwiefern die verschiedenen Elemente für Ihr Leben relevant sind?

Dies ist eine Gelegenheit für Lernende, Mädchen und Jungen, ein Element und einen Kontext zu wählen, der sie interessiert. Eine Studie aus dem Jahr 2019 ergab, dass sich Mädchen für Themen wie Gesundheit und Medizin, Schönheit, den menschlichen Körper und die Umwelt interessieren (Sjøberg & Schreiner, 2019).

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

In dieser Aktivität gibt es zahlreiche Möglichkeiten für die Studierenden, Chemie mit anderen Disziplinen zu verbinden, wie z. B. die Bedeutung von Spurenelementen in biologisch wichtigen Prozessen im Körper, die Verbindung zwischen Elementen und historischen Epochen (Eisenzeit) oder die Verwendung von Elementen in der Technologie, wie die Verwendung von Titan in leichteren und treibstoffsparsameren Flugzeugen oder die Nutzung von Silizium in Solarzellen.

Teil 3: Einige Trends im Periodensystem verstehen

Thema: Trends im Periodensystem

3.1 Warum Trends statt Oktett-Regel?



Lernziele in Kürze

- Lehramtsstudierende darauf aufmerksam zu machen, wie das Betrachten und Diskutieren von Trends im Periodensystem zu einem besseren Verständnis beitragen können, als nur zu sagen, wie verschiedene Eigenschaften innerhalb des Systems variieren (Wissen, Fähigkeiten)
- die Lehramtsstudierenden darauf aufmerksam zu machen, dass die Oktettregel zwar zur Vorhersage chemischer Reaktionen und Bindungen zwischen Elementen aus den beiden ersten Perioden des PT verwendet werden kann, aber nicht ausreicht, um viele Phänomene zu erklären, und irreführende Erklärungen über die treibende Kraft chemischer Reaktionen liefert. Die Studierenden sollten sich auch darüber im Klaren sein, dass die Oktettregel nicht ausreicht, um die Struktur vieler gängiger Substanzen, wie z.B. Sulfate, Chlorate usw., zu erklären (Kenntnisse, Fertigkeiten)
- die Erfahrung der Lehramtsstudierenden zu schulen, Eigenschaften von Atomen und chemischen Verbindungen durch Trends zu erklären, anstatt durch die Oktettregel (Wissen, Fertigkeiten)

Beschreibung der Übung

Jede Gruppe diskutiert, welche Regeln sie kennen und mit welchen Trends diese Regeln verbunden sind. Für diese Diskussion sollten 3D-Modelle zur Verfügung stehen.

Die Studierenden sollten Beispiele für die Verwendung der Oktettregel im Lehren/Lernen auswählen und diskutieren, wie dieselben Phänomene stattdessen durch periodische Trends erklärt werden können. Dies bietet auch die Möglichkeit, die 2D- und die 3D-Modelle als Werkzeuge für das Lernen zu bewerten und zu vergleichen.

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Das Verständnis der Trends im Periodensystem und das Bewusstsein für die Unzulänglichkeiten der Oktettregel ist nützlich, um Aspekte in Chemie, Physik und Molekularbiologie zu verstehen. Das Verständnis verschiedener Strategien zur Erklärung von Eigenschaften von Atomen und chemischen Verbindungen ist auch in der Chemie, Physik und Biologie (Biochemie) nützlich.

Teil 3: Einige Trends im Periodensystem verstehen

Thema: Trends im Periodensystem

3.2 Unterrichtstrends im Periodensystem anhand von 3D-Lego-Versionen (z. B. aus Lego oder 3D-gedruckt) und 3.3 Zweidimensionale vs. 3D Modelle



15 Minuten für 3.3.)

(3x 15 Minuten für 3.2, 4 x

Lernziele in Kürze

Verwenden Sie geeignete Lehrmodelle, entweder 2D oder 3D, um relevante chemische Informationen zu extrahieren und Zusammenhänge zwischen zugrunde liegenden Eigenschaften wie Elektronegativität und Atomdurchmesser zu finden (Fertigkeiten).

Beschreibung der Aktivität

Die Gruppen sollten Zugang zu beiden Arten von Periodensystemen haben und diskutieren, wie sie die in den Konzept-Cartoons aufgeworfenen Fragen aufklären können.

Die 3D-LEGO-Modelle können im Voraus gebaut werden, oder das Bauen und Platzieren von Elementen kann als Aufgabe für die Studierenden gemacht werden, wie in der Bauanleitung [Arbeitsblätter 5-7] beschrieben, wobei das Lernergebnis hinzugefügt wird, um sich im Periodensystem zurechtzufinden.

Bitten Sie die Studierenden (in Zweier- oder Dreiergruppen), anhand von Trends im Atomdurchmesser und in der Elektronegativität zu diskutieren, warum z. B. Fluor mit Wasserstoff reagiert (oder warum Chlorin mit Natrium reagiert). Hier können 3D-Modelle des PT hilfreich sein. Wie tragen diese Erklärungen im Vergleich zu Erklärungen, die auf der Oktettregel basieren, zu ihrem Verständnis chemischer Reaktionen bei?

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Das Verständnis verschiedener Strategien zur Erklärung von Eigenschaften von Atomen und chemischen Verbindungen ist in der Chemie, Physik und Biologie (Biochemie) nützlich.

Teil 4: Sozialwissenschaftliche Fragestellungen

Von naturwissenschaftlichen Lehrbüchern in reale Situationen: Eine Erkundung von Elementen und ihrer Anwendung in realen Situationen

4.1 Wo finden wir Elemente (auf der Erde)?



Lernziele in Kürze

Diese kurze Einführungsaktivität zielt darauf ab, das Verständnis der Elemente in der Natur den täglichen Erfahrungen der Studierenden näher zu bringen. Die angehenden Lehrkräfte erforschen die Beziehung zwischen der Fülle von Elementen und ihrer Anwendung/ihrem Beitrag zu unserem täglichen Leben, verstehen, wo bestimmte interessante Elemente auf der Erde zu finden sind, und reflektieren über die verschiedenen Faktoren, die den Prozess der Lokalisierung der Elemente, des Abbaus und der Vorbereitung für den Einsatz im täglichen Leben umgeben. Diese Aktivität ist eine Gelegenheit für die Studierenden, alltägliche chemische Zusammenhänge zu erkunden, die sie interessieren.

Die Aktivität trägt zum Erreichen folgender Teilziele bei:

- Erfahren, wie die Nachfrage nach Elementen dazu beiträgt, die heutige und zukünftige Technologie (Wissen, Fähigkeiten) zu gestalten
- Diskutieren, wie die fortgesetzte Ausbeutung begrenzter Ressourcen sowohl ethische als auch Nachhaltigkeitsfragen aufwirft (Einstellungen)

Beschreibung der Übung

Zunächst wird den Studierenden "das Periodensystem der Knappheit" präsentiert (die Studierenden können diese Tabelle online in ihrer eigenen Sprache unter <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/> nachschlagen) und sie werden gebeten, die Tabelle zu studieren und Informationen über bestimmte Elemente und ihre Anwendungen in unserem täglichen Leben zu extrahieren. (Die Studierenden sollen versuchen, sich auf Elemente zu konzentrieren, mit denen Lernende besser vertraut sind.)

Bitten Sie die Studierenden zweitens, ein oder zwei Elemente aus der Tabelle auszuwählen und diese beiden Elemente dann auf einer Weltkarte nachzuverfolgen, um festzustellen, wo Elemente zu finden bzw. reichlich vorhanden sind. Die Karte finden Sie hier: <https://mrdata.usgs.gov/general/map-global.html>

NB. Sie können dies für eine schnelle Erkundung einzelner kritischer Elemente verwenden: <https://mrdata.usgs.gov/pp1802/map-us.html#home>

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Elemente sind Bausteine der Materie. Das Interesse und damit das Grundwissen über Elemente, ihren Standort, ihre Häufigkeit sowie die lebenswichtige Rolle einzelner Elemente als Bausteine für verschiedene Materie (menschlicher Körper, Nahrungsmaterial, Heilpflanzen, Haushaltsgeräte usw.) ist nicht nur für Studierende der Chemie, Physik oder Biologie nützlich, sondern für Studierende aller **Fachrichtungen**.

Teil 4: Sozialwissenschaftliche Fragestellungen

Menschliche Abhängigkeit von Elementen: Was steht auf dem Spiel?

Anregung zum Nachdenken und Nachdenken über aktuelle globale Herausforderungen, deren Lösungen von nicht erneuerbaren Ressourcen abhängen: den Elementen.

4.2 Die Frage des Überflusses und der Nutzung



Lernziele in Kürze

Die Studierenden, die das Periodensystem der Knappheit (andere mögliche Ressourcen) erforscht haben, haben einen Einblick in die verschiedenen Elemente der prominenten Anwendung in den meisten elektronischen Geräten gewonnen, die wir im täglichen Leben verwenden. Vor diesem Hintergrund werden die Studierenden in eine Diskussion einbezogen, in der sie darüber nachdenken, wie viel von diesen kritischen Elementen noch übrig ist (wenn möglich, finden Sie Ressourcen, die Schätzungen liefern) und wie ihre fortgesetzte Erkundung die begehrte nachhaltige und grüne Zukunft bedroht. Dabei geht es nicht darum, korrekte Antworten auf die Frage der Nachhaltigkeit zu finden, sondern den Studierenden die Möglichkeit zu geben, über die aktuellen globalen Herausforderungen nachzudenken und zu reflektieren, deren Lösungen vom anhaltenden Reichtum dieser kritischen Elemente (Mineralien) abhängen.

Die Aktivität trägt zum Erreichen folgender Teilziele bei:

- Erfahren, wie die Nachfrage nach Elementen dazu beiträgt, die heutige und zukünftige Technologie (Wissen, Fähigkeiten) zu gestalten
- Diskutieren, wie die fortgesetzte Ausbeutung begrenzter Ressourcen sowohl ethische als auch Nachhaltigkeitsfragen aufwirft (Einstellungen)

Beschreibung der Tätigkeit

Bitten Sie die Studierenden (in Zweiergruppen), EIN Element aus dem Periodensystem der Knappheit zu betrachten, dessen Anwendung oder Verwendung in modernen sauberen Technologien gut ausgeprägt ist.

Bitte Sie sie, frei zugängliche Online-Ressourcen zu nutzen, um relevante Informationen über die Häufigkeit und den Standort dieses Elements in der Natur zu finden, und diskutieren Sie dann die Auswirkungen der fortgesetzten Nutzung dieses Elements auf das globale Umweltziel einer nachhaltigen grünen Zukunft.

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Die Frage nach der Häufigkeit und Erforschung von Elementen mit direktem Bezug zur grünen Zukunft ist eine Frage, die disziplinübergreifend relevant ist. Es können verschiedene Fälle aus Chemie, Physik, Biologie, Sozialwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften usw. gezogen und diskutiert werden.

Teil 4: Sozialwissenschaftliche Fragestellungen

Elemente können nicht ohne weiteres verwendet werden, und der Prozess, sie zu extrahieren und in einem verwendbaren Zustand zur Verfügung zu stellen, ist nicht einfach.

Hier schauen wir uns an, welche Konsequenzen einem solchen Prozess zugrunde liegen und welche schwierigen Entscheidungen auf den verschiedenen Ebenen der Entscheidungsfindung zu treffen sind

4.3 Kobalt als Beitrag zu einer sauberen und nachhaltigen Zukunft



Lernziele in Kürze

Dieser Teil konzentriert sich ausschließlich auf das Element Kobalt und seinen wichtigen Beitrag zu einer sauberen und nachhaltigen Zukunft. Die Studierenden erhalten einen Überblick über die verschiedenen Null-Emissions-Ziele unabhängiger einflussreicher Länder wie USA, China, Großbritannien und der Europäischen Union. Die Studierenden sollten in der Lage sein, Zusammenhänge zwischen diesen unabhängigen Null-Emissions-Zielen und der Menge an Kobalt oder anderen Mineralien herzustellen, die in den kommenden Jahren in einer kontinuierlichen und reichlichen Versorgung benötigt würden, um diese Ziele zu erreichen. Mit diesem Hintergrundverständnis gibt der Dozierende einen Überblick über die Prozesse, die bei der Gewinnung und dem Transport von Kobalt zu den endgültigen Industrieanlagen erforderlich sind, in denen es verwendet wird. Dieser Überblick soll ein Bewusstsein für die ethischen Dilemmata schaffen, mit denen alle Beteiligten an den globalen Null-Emissions-Bemühungen konfrontiert sind. Im Anschluss an diese Übersicht bitten Sie Ihre Studierenden, sich einen 10-minütigen Videoclip unter Abschnitt 4.4 (PPT) anzusehen (siehe Details unter 4.4) und die unter 4.4 gestellten Fragen zu diskutieren.

Die Aktivität trägt zum Erreichen folgender Teilziele bei:

- Erfahren, wie die Nachfrage nach Elementen dazu beiträgt, die heutige und zukünftige Technologie (Wissen, Fähigkeiten) zu gestalten

- Diskutieren, wie die fortgesetzte Ausbeutung begrenzter Ressourcen sowohl ethische als auch Nachhaltigkeitsfragen aufwirft (Einstellungen)

NB. Es gibt mehrere Berichte zu den Herausforderungen im Zusammenhang mit der Ausbeutung von Kobalt aus dem Kongo und anderen Ländern, siehe z. B. Banza Lubaba Nkulu et al., 2018 und Sovacool, 2019. Dozierende können im Internet nach diesen Berichten suchen. Sie können auch einige dieser veröffentlichten Artikel verwenden, um sich einen Überblick über diese Themen zu verschaffen, die Sie mit den TeilnehmerInnen teilen können.

Transdisziplinärer Ansatz in Kürze

Das Wissen um die Prozesse bei der Extraktion und Umwandlung von Elementen in nutzbare Formen ist für alle Disziplinen nützlich. Darüber hinaus sollte die Bevölkerung über dieses Hintergrundwissen verfügen, um ihre zukünftigen Entscheidungen zu treffen, während die Suche nach nachhaltigen Lebensweisen weitergeht.





Materialien und Ressourcen



Präsentation (pptx) [1]. Das Periodensystem: Modul Lehre.

Dies ist das gesamte Unterrichtsmodul, das in einer Powerpoint-Präsentation präsentiert wird, einschließlich Aktivitäten und Links zu Online-Materialien



Arbeitsblätter: 1) Tabelle für Aktivität 1.5 (Sortieren von Elementen nach den 1870 verfügbaren Details). 2-3) Bauanleitung für Papiermodelle eines periodischen 3D-Systems (Modelle, die aus den von M. Courtines 1925 vorgestellten und erstellten Modellen (Papiermodell 1) und Roy Alexander aus dem Jahr 1965 (Papiermodell 2)) stammen), 4-7) Anleitung zum Bau von Lego-3D-Periodensystemen (Radien/Durchmesser, Dichte, Ionisationspotential, Elektronegativität).

Youtube-Film, der für dieses Modul erstellt wurde:

https://www.youtube.com/watch?v=ktAYn87ktjQ&list=PLkIR4yjoBdd_GC4l3qC4u7i_SunaJwcb&index=1



Die Vorlage für die Übersetzung von Untertiteln ist als sbv-Dateien beigelegt (beachten Sie, dass sie in WordPad oder ähnlichem geöffnet werden sollten), und Dozierende, die Untertitel in ihrer eigenen Sprache hinzufügen möchten, können den Texteditor verwenden und sie an die NTNU-Partner zurücksenden, die sie zu den YouTube-Sprachoptionen hinzufügen.



Bestellblätter Lego für Sortierarbeiten [8] und Mappe mit Anweisungen zum Drucken von 3D-Periodensystemen [9].



Bewertung

Beurteilungskriterien für das Modul:

Wissen:

- Beschreiben, wie das Periodensystem ein *wichtiges Werkzeug für die Erforschung und das Verständnis des Aufbaus der Natur* war und immer noch ist (Teil 1)
- die *Eigenschaften einiger der «Bewohner»* des Periodensystems erklären (d.h. der chemischen Elemente) und diskutieren, wie Kontext Elemente für das eigene Leben der Lernenden relevanter machen kann (Teil 2, Teil 4)

Jedes dieser übergeordneten Ziele wurde in Unterziele unterteilt, die den oben beschriebenen Aktivitäten entsprechen und in der Powerpoint-Präsentation dargestellt werden.

Um zu beurteilen, ob die Studierenden das Periodensystem beschreiben können, um zu verstehen, wie die Natur aufgebaut ist, können Lehrkräfte die Sortieraktivitäten (1.1. und 1.3) und die historische Einführung (1.4) verwenden. Die Studierenden sollen zeigen, dass sie den Zusammenhang zwischen chemischen Eigenschaften und der Systematisierung der Elemente sehen, was zur Entwicklung des modernen Periodensystems geführt hat.

Um zu beurteilen, ob Lernende den Kontext der verschiedenen Elemente in einem persönlichen, gesellschaftlichen und beruflichen Kontext sehen können, haben wir eine Aktivität (Aktivität 2.3 Kennenlernen der Elemente) entwickelt, bei der Paare eine Präsentation eines Elements machen. Dozierende können beurteilen, inwieweit die Studierenden alltägliche Beispiele für die Verwendung des Elements geben und ob sie seinen Platz im Periodensystem (Gruppe und Periode) beschreiben können.

Fähigkeiten:

- Wissenschaftliche Prinzipien anwenden, um *Objekte und Elemente systematisch zu sortieren* (Teil 1)

Um zu beurteilen, ob die angehenden Lehrkräfte auf dem Weg sind, diese Fähigkeit zu entwickeln, haben wir Aktivitäten durchgeführt, bei denen sie Legosteine organisieren (1.1) und Metalle nach Dichte sortieren (1.3). Dozierende können beurteilen, ob die Studierenden in der Lage sind, Sortierkriterien aufzustellen, zu formulieren und zu begründen, indem Dozierende sich ihre Organisation ansehen und den Erklärungen der Studierenden anhören. Sie sollten auch mehrere Sortierkriterien aufzeigen und anerkennen.

- Verwenden geeigneter Lehrmodelle, entweder 2D oder 3D, um relevante chemische Informationen zu extrahieren und Zusammenhänge zwischen

zugrunde liegenden Eigenschaften wie Elektronegativität und Atomdurchmesser zu finden (Teil 3)

Zur Bewertung können Dozierende die Aktivitäten verwenden, bei denen die Studierenden an periodischen Systemen sowie an Lego- und 3D-Druckmodellen arbeiten und nach Trends im gesamten System suchen, wie z. B. Elektronegativität, Atomradien und Dichte (3.2). Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Modelle zu verwenden, um Informationen zu extrahieren, Zusammenhänge zu finden und die Stärken und Schwächen der verschiedenen Darstellungen zu diskutieren und zu argumentieren.

Haltungen:

Zur Bewertung von kritischem Denken, ethischen Bedenken und Umweltbewusstsein: Lehrende können die Studierenden bitten, über die folgenden Fragen nachzudenken: (Kann für alle Teilmodule/Aktivitäten verwendet werden.)

- Wie würden Sie einschätzen, ob Ihr Wissen zur Lösung dieser Aufgabe ausreicht?
- Welchen Zusammenhang sehen Sie zwischen den verschiedenen Aktivitäten?
- Wie können die Kenntnisse und Fähigkeiten, die Sie in diesem Modul verwendet haben, auf andere Beispiele als die, die wir in diesem Modul kennengelernt haben, übertragen werden?
- Inwiefern ist das Periodensystem für andere Disziplinen als die Chemie relevant?
- Welche Bedeutung hat das Periodensystem für Umweltfragen und ethische Bedenken?

Vorschlag für ein Bewertungsraster für kritisches Denken:

Grundstufe

Fehlen eines kritischen Ansatzes zur Lösung eines Problems

- Keine Qualitätsprüfung externer Informationsquellen
- kein Anschein von Kontextwissen
- Keine alternativen Methoden in Betracht gezogen
- Keine expliziten Argumente für eine Entscheidung
- Keine Reflexion über die Antwort

Mittleres Niveau	<p>Lösen eines Problems mit bestimmten Elementen des kritischen Denkens, ohne das volle Potenzial auszuschöpfen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es werden nur begrenzte Informationsquellen verwendet, und die Quellen werden schlecht geprüft - Die Variation der Methoden beschränkt sich auf Verfahren, die von anderen in ähnlichen Kontexten gezeigt wurden - Es werden Argumente gegeben, aber mit begrenztem Wissen und Verallgemeinerungspotenzial - Gelegentliches Verständnis von Normen und Werten - In der Reflexion wird die Lösung überprüft und die Antwort innerhalb des Kontexts bewertet, aber die metakognitive Beziehung zum gesamten Prozess ist eher schwach.
Fortgeschrittenes Niveau	<p>Lösen eines Problems auf der Grundlage umfangreicher Erfahrung und einer professionellen Herangehensweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mehrere Quellen werden berücksichtigt und auf der Grundlage von Qualitätsprüfungen ausgewählt - Es werden verschiedene Methoden verwendet oder sogar erfunden, um zu analysieren und zu lösen. - Die Schlussfolgerungen sind kohärent, logisch und durch Argumente gestützt, die auf Quellen basieren - Zielorientierung ist kontinuierlich vorhanden und Handlungsfähigkeit wird während des gesamten Prozesses gezeigt - Reflexion ist reichhaltig, schließt die höheren Ziele der Tätigkeit und die Möglichkeit ein, Ergebnisse auszuwerten

Beispiele für die Verwendung des Rasters in diesem Modul:

Aktivität 1.1.: Sortieren

Grundstufe: Keine Berücksichtigung alternativer Möglichkeiten der Organisation/Sortierung der Steine – nur eine Lösung. Keine expliziten Argumente zu den Gründen für ihre Wahl

Mittleres Niveau: Es werden mindestens zwei mögliche Arten der Sortierung diskutiert, aber die Studierenden erweitern ihre Überlegungen nicht auf die Herausforderung, Objekte (oder chemische Elemente) zu sortieren, bevor ein System bekannt ist.

Fortgeschrittenes Niveau: Es werden verschiedene Wege vorgestellt und argumentiert. Erweitert auf die Idee mehrerer Möglichkeiten zur Klassifizierung von Elementen und die damit verbundene Herausforderung.

Aktivität 2.3: Kennenlernen der Elemente

Grundstufe: Keine Qualitätsprüfung von externen Informationsquellen. Kein Zusammenhang zwischen seiner Stellung im Periodensystem und den vorgestellten Eigenschaften – oder keine Argumente dafür

Mittleres Niveau: Es werden nur begrenzte Informationsquellen verwendet und die Quellen werden schlecht überprüft. Es werden Argumente gegeben, aber mit begrenztem Wissen und Potenzial, verallgemeinert zu werden. Eine gewisse Verbindung zur Präsentationsposition, aber nicht näher ausgeführt

Fortgeschrittene Stufe: Es werden mehrere Quellen berücksichtigt und auf der Grundlage von Qualitätsprüfungen ausgewählt. Explizite Verbindungen zur Position in der Präsentation.

ICON
(folgt)

Transdisziplinarität

Links zu anderen IOs:

IO3: Messungen. Dichtemessung als Methode zur Bildung des Pt

IO4: Anatomie und Physiologie des Menschen. Chemische Reaktionen/Funktionen im menschlichen Körper sind abhängig von chemischen Elementen. Chemische Elemente bilden unseren Körper (Teil 2)

IO5: Stoffkreisläufe: Wasserkreislauf: Wasser (Teil 0) ist für den Menschen in Vergangenheit und Gegenwart wichtig. Elementkreisläufe wie der Kohlenstoffkreislauf und der Stickstoffkreislauf zeigen die alltägliche Relevanz einiger chemischer Elemente im Periodensystem (Teil 2)

IO6: Chemische Reaktionen: Einige gängige chemische Reaktionen oder chemische Reaktivität können erklärt oder vorhergesagt werden, indem man sich die Position jedes Elements im Periodensystem ansieht (Teil 3). Darüber hinaus zeigt die historische Entwicklung des Periodensystems die Relevanz chemischer Eigenschaften und Reaktionen als Sortierkriterium neben dem Atomgewicht.

IO8: Elektrizität: Aus dem Periodensystem lassen sich bis zu einem gewissen Grad Informationen über die Leitfähigkeit von Elementen und die elektronische Struktur ableiten

IO9: Licht: Elemente werden in der Lichtdetektion als Lichtquellen und Halbleiter verwendet (Teil 2 und Teil 3)

IO10: Haushaltsgeräte: Elemente finden sich in Materialien, die in Kochgeräten und Induktionskochfeldern/-heizungen verwendet werden. Die Verwendung von Materialien hängt mit Materialeigenschaften zusammen, die sich bis zu einem gewissen Grad aus dem Periodensystem ableiten lassen (Teil 3)

IO11: Technische Werkstoffe. Siehe IO10.

[Sammlung Lehren und Lernen | Wie beurteilen Sie überfachliche Kompetenzen? \(uu.nl\)](#)

Mögliche Rubrik für die Bewertung *überfachlicher Kompetenzen*: [18122-B1 Matrix-mit-Prüfung-rubrics 202106.pdf \(uu.nl\)](#)



Referenzen

Banza Lubaba Nkulu, C., Casas, L., Haufröid, V., De Putter, T., Saenen, N. D., Kayembe-Kitenge, T., Obadia, P. M., Mukoma, D. K. W., Ilunga, J-M. L., Nawrot, T. S., Numbi, O. L., Smolders, E. & Nemery, B. (2018). Sustainability of artisanal mining of cobalt in DR Congo. *Nature Sustainability*, 1(9), 495-504. doi:10.1038/s41893-018-0139-4

Bierenstiel, M., & Snow, K. (2019). Periodic Universe: A Teaching Model for Understanding the Periodic Table of the Elements. *J. Chem. Educ.*, 96(7), 1367-1376

Brock, W. (1992). *The Fontana History of Chemistry*. London: Fontana Press.

Brock, W. (2016). *The History of Chemistry. A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press.

CEDEFOD (2017). *Defining, Writing and Applying Learning Outcomes. A European Handbook*. Luxembourg: Publications Office for the European Union.

COM (2019). *Key Competences for Life-Long Learning*. Luxembourg: Publications Office for the European Union.

Egdell, S. G. & Bruton, E. (2020). Henry Moseley, X-ray Spectroscopy and the Periodic Table. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, A378, 20190302.

Eggen, P.-O., Kvittingen, L., Lykknes, A. & Wittje, R. (2012). Reconstructing Iconic Experiments in Electrochemistry – Experiences from a History of Science Course. *Science & Education*, 21(2), 179-189.

Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of “Context” in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976, DOI: 10.1080/09500690600702470

IYPT (2019). The International Year of the Periodic Table. <https://iypt2019.org>

Kaji, M., Kragh, H. & Pallo, G., Eds. (2015). *Early Responses to the Periodic System*. Oxford: Oxford University Press.

King, D. (2012) New perspectives on context-based chemistry education: Using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science*

Education, 48(1), 51-87, DOI: 10.1080/03057267.2012.655037

Lykknes & Van Tiggelen, Eds. (2019a). *Women in their Element: Selected Women's Contributions to the Periodic System*. Singapore: World Scientific.

Lykknes & Van Tiggelen (2019b). In Their Element: Women and the Periodic Table. *Science in School*, 47, 8-13.

Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079, DOI: 10.1080/0950069032000032199

Pellegrino, J. W. & Hilton, M. L., Eds. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. National Research Council Division of Behavioural and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.

Rayner-Canham, G. (2020). *The Periodic Table: Past, Present, and Future*. Singapore: World Scientific.

Salame, I. I., Sarowar, S., Begum, S., & Krauss, D. (2011). Students' alternative conceptions about atomic properties and the periodic table. *Chem. Educator*, 16, 190-194.

Scerri, E. (2007). *The Periodic Table: Its Story and Its Significance*. Oxford: Oxford University Press.

Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2019). ROSE (The Relevance of Science Education). The development, key findings and impact of an international low cost and comparative project. Final report, Part 1 (of 2). Retrieved from: [\(19\) \(PDF\) ROSE \(The Relevance of Science Education\). The development, key findings and impacts of an international low cost comparative project. Final Report, Part 1 \(of 2\) \(researchgate.net\)](#)

Sovacool, B. K. (2019). The precarious political economy of cobalt: Balancing prosperity, poverty, and brutality in artisanal and industrial mining in the Democratic Republic of the Congo. *The Extractive Industries and Society*, 6(3), 915-939.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.05.018>

Van Spronsen, J. W. (1969). *The Periodic System of Chemical Elements. A History of the First Hundred Years*. Amsterdam: Elsevier.