

# IO7 Das Periodensystem

## Lehrmodul

### Allgemeine Lernziele

*Die Studierenden **sollen in der Lage sein***

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

# IO7 Das Periodensystem

## Einführung (Teaser)

---

### Lernziele:

- *Den Unterschied zwischen einer Verbindung und einem Element beschreiben.*
- *Erklären, wie Anfang des 19. Jahrhunderts nachgewiesen wurde, dass Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht*

# 0 Einleitung



# IO7 Das Periodensystem

## Teil 1: Sortieren und Systematisierung der Elemente

---

### Lernziel:

- Beschreiben, wie das Periodensystem ein *wichtiges Werkzeug für die Erforschung und das Verständnis der Struktur der Natur* war und immer noch ist (Teil 1).

### Teilziele für Teil 1:

- Wissenschaftliche Prinzipien anwenden, um Objekte und Elemente systematisch zu sortieren
- Diskutieren, wie die Betonung unterschiedlicher Eigenschaften zu unterschiedlichen Anordnungen des Periodensystems führen kann und wie unterschiedliche Formen und Gestalten periodische Regelmäßigkeiten auf unterschiedliche Weise darstellen können



## 1.1: Sortieraufgabe

- Ihre Gruppe hat eine Tüte mit einer Auswahl von 20 Legosteinen erhalten.
- Sortieren Sie die Steine nach einer Eigenschaft, die Sie für sinnvoll halten.





## 1.2 Diskussion

- Wie haben Sie die Legosteine kategorisiert?
  - Anhand welcher Eigenschaften/Kriterien haben Sie die Legosteine kategorisiert und warum?
  - Fallen Ihnen noch weitere Möglichkeiten der Kategorisierung ein?



## 1.3. Stoffe sortieren

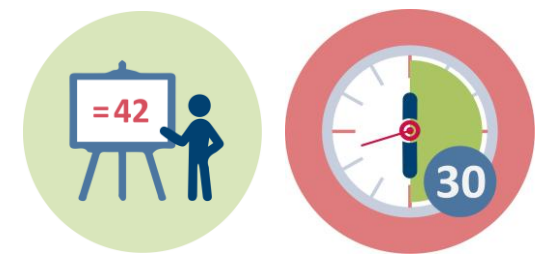
- Überlegen und diskutieren Sie in kleinen Gruppen: Was wissen Sie über die Dichte der folgenden Metalle: Eisen, Aluminium, Kupfer, Titan? (ohne die Dichten nachzuschlagen)
- Aktivität: Fühlt das Gewicht der verschiedenen Metallscheiben und ordnet sie nach ihrem Gewicht

Aus dem Geschichtsunterricht:

Im 19. Jahrhundert wurde das (atomare) Gewicht zum wichtigsten Merkmal eines Elements.







## 1.4 Historische Einführung in Systematisierungsaktivitäten (1)

### Ein chemisches Element, wie es 1789 von Antoine Lavoisier definiert wurde

- *Ein Element ist ein Stoff, der mit chemischen Methoden nicht weiter zerlegt werden kann.*
- *Wasser ist kein Element, da es weiter reduziert werden kann*
- *Lavoisier listete 1789 33 Elemente auf*

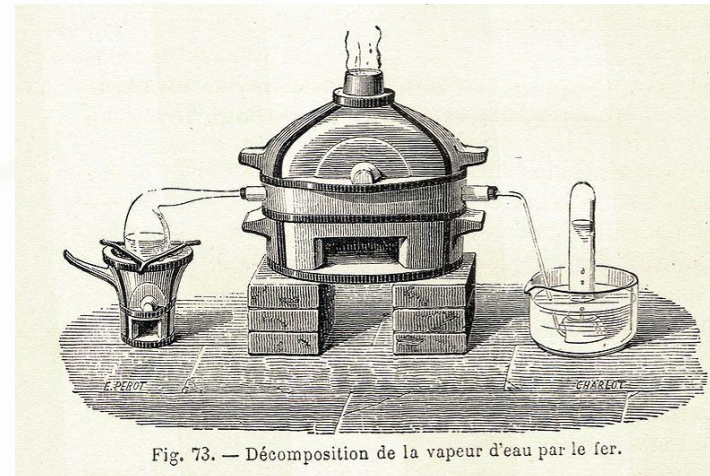


Fig. 73. — Décomposition de la vapeur d'eau par le fer.

Lavoisier arbeitete eng mit seiner Frau Marie-Anne Pierrette Paulze zusammen







## 1.4 Historische Einführung in die Systematisierungsaktivitäten (2)

### Jedes Element besteht aus Atomen mit einem einzigartigen Atomgewicht

*John Dalton verband das praktische Verständnis eines Elements (von Lavoisier) mit der Vorstellung, dass alle Materie aus mikroskopisch kleinen Teilchen (Atomen) besteht.*

Es gibt so viele verschiedene Atome wie es Elemente gibt.

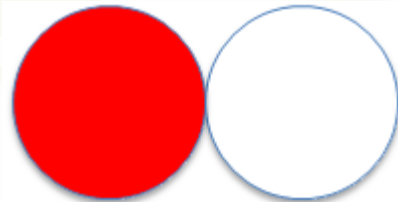
Jede Art von Atom ist durch ihr Atomgewicht gekennzeichnet





## 1.4 Historische Einführung in Systematisierungsaktivitäten (3)

### Bestimmung der Atomgewichte – ein Rätsel



Water, HO

- Dalton verwendete bekannte Analysen der Zusammensetzung von Stoffen, z. B. dass Wasser aus 87,4 Gewichtsteilen Sauerstoff und 12,6 Gewichtsteilen Wasserstoff besteht
- Dalton ging davon aus, dass sich Atome auf einfachste Weise verbinden würden, d. h. Wasser sei HO (1:1).

➔ Wenn Wasserstoff mit einem Gewicht von 1 definiert werden würde, hätte Sauerstoff ein Atomgewicht von 7



## 1.4 Historische Einführung in Systematisierungsaktivitäten (4)

### Einige der relativen Gewichte von Dalton

Jahr/Element	1803	Überarbeitet 1808	Überarbeitet 1810
Wasserstoff	1	1	1
Azote (Stickstoff)	4,2	5	5
Kohlenstoff	4,3	5	5,4
Sauerstoff	5,5	7	7
Phosphor	7,2	9	9
Schwefel	14,4	13	13
Eisen		38	50
Zink		56	56
Kupfer		56	56
Blei		95	95



## 1.4 Historische Einführung in Systematisierungsaktivitäten (5)

Die Atomgewichte wurden im Laufe des gesamten 19. Jahrhunderts kontinuierlich überarbeitet. <sup>th</sup>

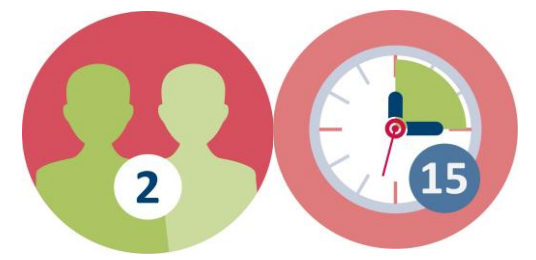


Im 19. Jahrhundert spielten Atomgewichte eine zentrale Rolle bei der Sortierung von Stoffen.



Die Bestimmung und Überarbeitung der Atomgewichte erforderte akribische chemische Analysen, die spezielles Fachwissen erforderten

## 1.4 Historische Einführung in Systematisierungsaktivitäten (6)



### Spiele mit Zahlen und chemischen Eigenschaften: Gruppierung von Elementen in Triaden

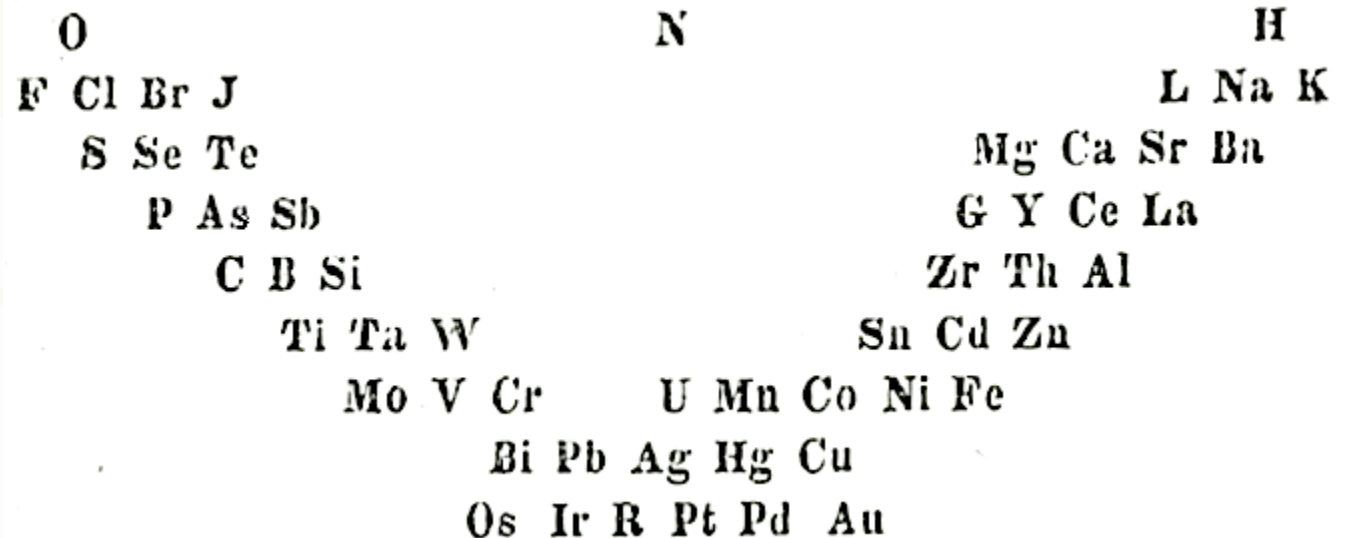
- 1817: Johann Wolfgang Döbereiner, Chemieprofessor in Jena, entdeckte als Erster Gruppen von drei Elementen (**Triaden**), die chemische und numerische Beziehungen aufwiesen.
- Zunächst fand er eine Beziehung zwischen den Oxiden von **Kalzium, Barium und Strontium**:
  - Das Gewicht von Strontiumoxid (Strontia) entsprach in etwa dem Mittelwert der Gewichte von Calciumoxid (Kalk) und Bariumoxid (Baria):  $(27,5 + 72,5)/2 = 50$
  - Korrigiert im Jahr 1829 unter Verwendung genauerer Gewichtsangaben:  $(59,6 + 153,10)/2 = 105,03$
- Weitere von Döbereiner identifizierte Triaden:
  - $(\text{Cl} + \text{I})/2 = \text{Br}$
  - $(\text{Li} + \text{K})/2 = \text{Na}$
  - $(\text{S} - \text{Te}) = \text{Se}$
- Vergleichen Sie die vier Triaden von Döbereiner mit den heutigen Atomgewichten. Sehen Sie das gleiche Muster?





## 1.4 Historische Einführung in Systematisierungsaktivitäten (7)

- Leopold Gmelin, Professor für Chemie und Medizin in Heidelberg, erarbeitete weitere Triaden
- Suchte nach Beziehungen zwischen allen Elementen
- Erstellte ein System auf der Grundlage von Triaden



Gmelin, 1843: 55 Elemente





## 1.5 Sortierelemente

- Periodensysteme wurden in den **1860er Jahren** unabhängig voneinander von sechs Mitentwicklern entwickelt
  - John Alexander Newlands (Brite)
  - William Odling (Brite)
  - Alexandre Béguyer de Chancourtois (Französisch)
  - Gustavus Detlef Hinrichs (Amerikaner)
  - Julius Lothar Meyer (Deutsch)
  - Dmitri Mendelejew (Russisch)

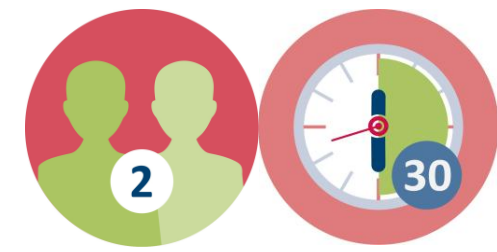
### Aktivität:

Alle Mitentwickler verwendeten **Atomgewichte** und ausgewählte **chemische Eigenschaften** für die Sortierung und Systematisierung der Elemente. Die periodische Wiederholung chemischer Eigenschaften wurde als **Periodengesetz** bezeichnet.

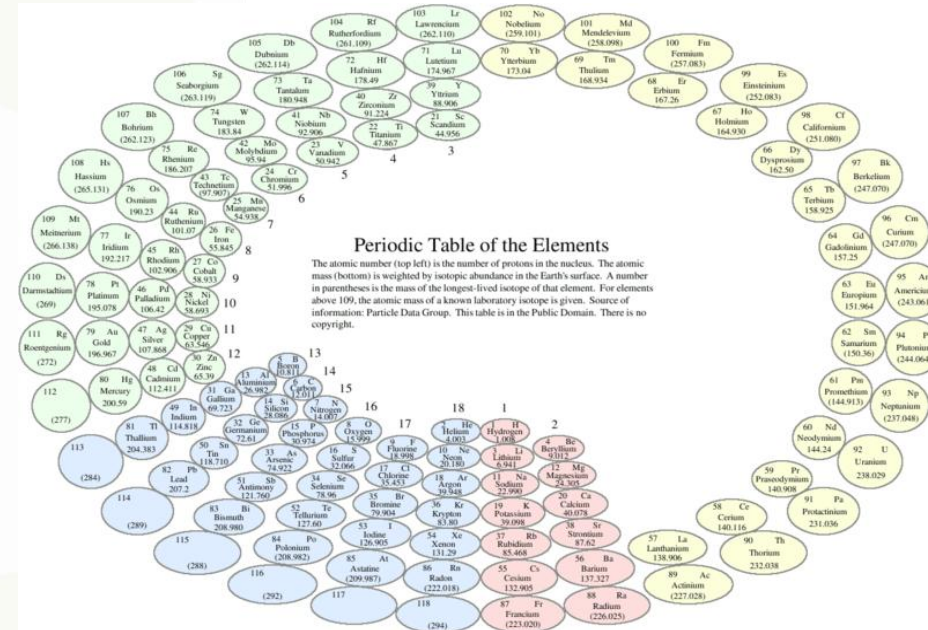
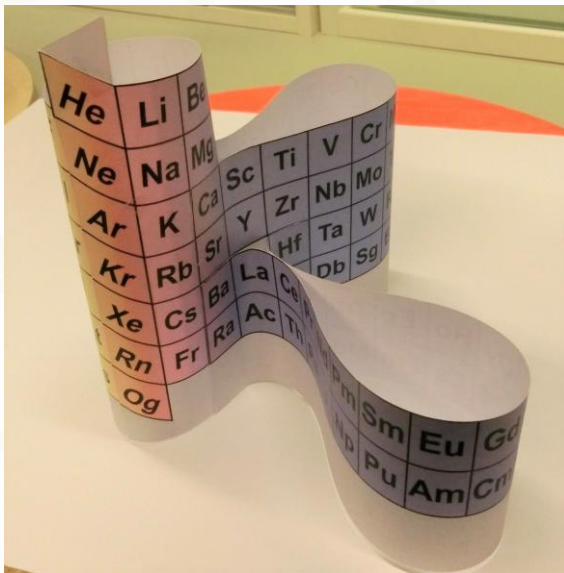
Nutzen Sie die Daten, die Mendelejew zur Verfügung standen, um nach einer Möglichkeit zu suchen, Ordnung zu schaffen (siehe Arbeitsblatt).

**In den 1860er Jahren waren 63 Elemente bekannt.**

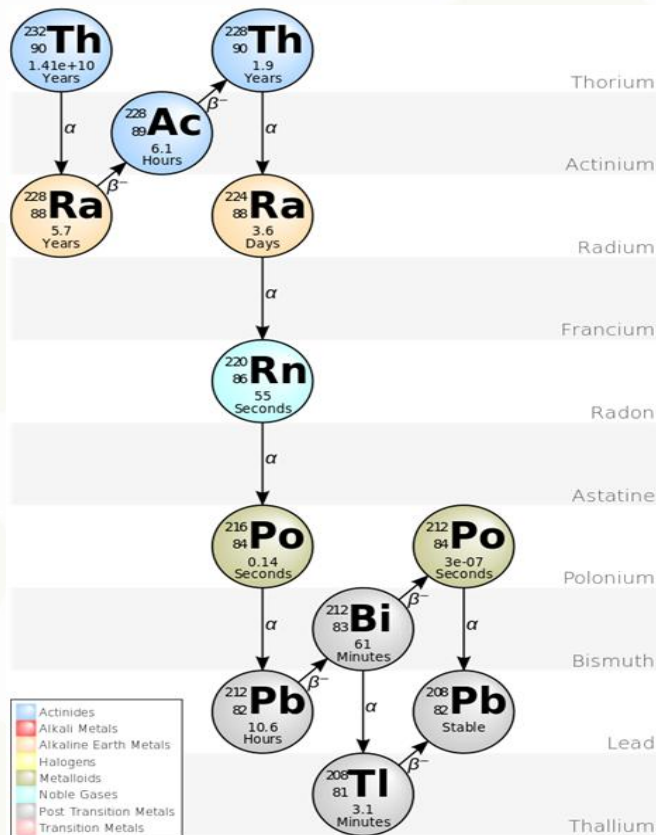
## 1.6 Gibt es eine ideale Darstellung des Periodensystems?



1. Bauen Sie Ihr eigenes 3D-Papiermodell des Periodensystems.
2. Sehen Sie sich Beispiele dafür an, wie das Periodensystem dargestellt wurde, unter [INTERNET Database of Periodic Tables | Chemogenesis \(meta-synthesis.com\)](https://www.internetdatabaseofperiodictables.com/). Alle Formen wurden erstellt, weil man davon ausging, dass sie das Periodengesetz effizienter darstellen als andere. Diskutieren Sie, welche Vorteile ein Kreis oder eine Helix gegenüber einer Tabelle, 2D gegenüber 3D haben können.



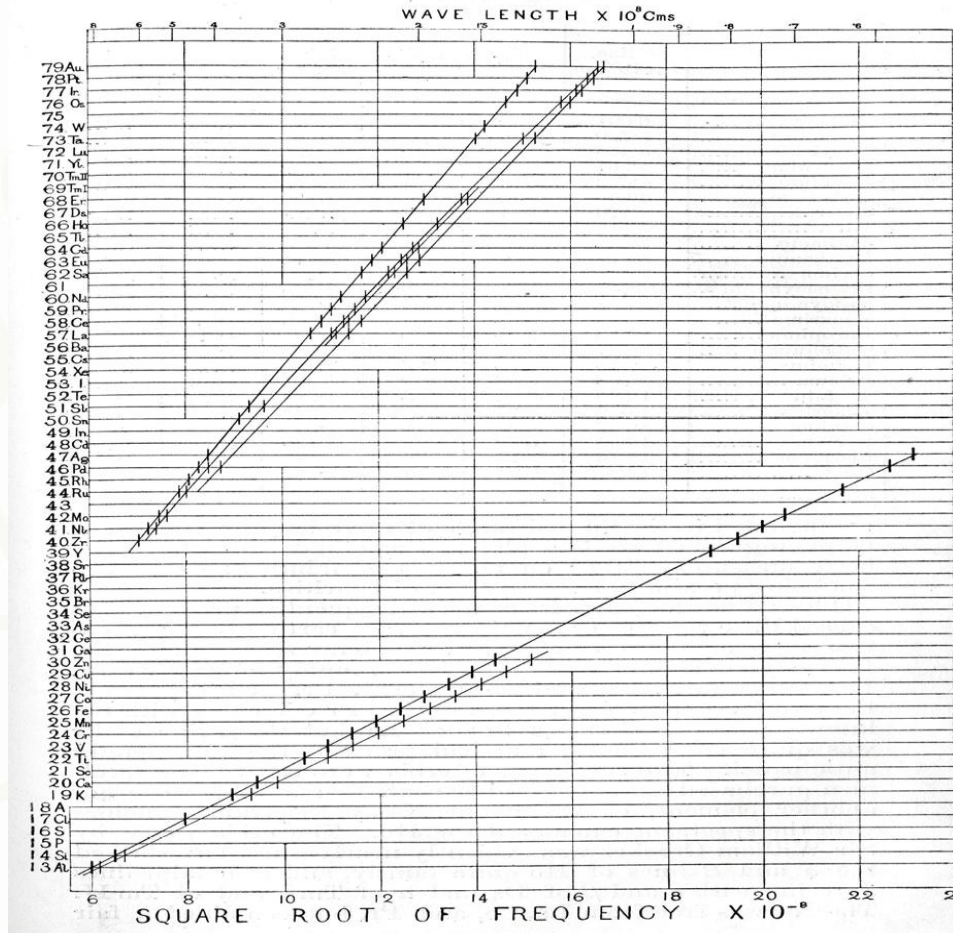
# 1.7 Der Übergang von einem auf empirischen Beobachtungen basierenden System zu einem durch die Atomwissenschaft erklärten System (1)



- Mit der Entdeckung der Radioaktivität um die Wende zum 20. Jahrhundert **stellte sich heraus, dass mehrere radioaktive Substanzen** mit ähnlichen chemischen Eigenschaften **unterschiedliche Atomgewichte hatten**
- Zunächst gingen Chemiker davon aus, dass alle diese „Radioelemente“ neu entdeckte Elemente seien, **da ihre Atomgewichte einzigartig waren**
- Im Jahr 1913 vermutete Frederick Soddy, dass einige davon **Varianten bestehender chemischer Elemente** seien, und nannte diese Varianten **„Isotope“** (was „derselbe Platz“ (im Periodensystem) bedeutet – ein Name, der Soddy von der Ärztin Margaret Todd vorgeschlagen wurde).



# 1.7 Der Übergang von einem auf empirischen Beobachtungen basierenden System zu einem durch die Atomwissenschaft erklärten System 2



- Etwa zur gleichen Zeit begannen Wissenschaftler mit der Entdeckung subatomarer Teilchen (1897 – Elektron, 1919 – Proton, 1934 – Neutron). Isotope wurden als Atome von Elementen mit identischer Protonenzahl, aber unterschiedlicher Neutronenzahl verstanden
- 1913 entdeckte Henry Moseley einen Zusammenhang zwischen dem Röntgenspektrum eines Atoms und seiner Protonenzahl, d. h. der Ordnungszahl.
- Die Ordnungszahl wurde ab ca. 1922 als definierendes Merkmal eines Elements anerkannt und ersetzte das Atomgewicht als Ordnungsprinzip für das Periodensystem.

# 1.7 Der Übergang von einem auf empirischen Beobachtungen basierenden System zu einem durch die Atomwissenschaft erklärten System 3



## Periodic table of elements

Standard atomic weight, Symbol, Name, Atomic number, Electronegativity (Pauling), 1st ionization energy (kJ/mol), Atomic radius (Å) (calculated), Density (g/cm³) (STP), Melting point, Boiling point, State at STP, Liquid, Solid, Unknown.

Key: Alkali metals, Alkaline earth metals, Transition metals, Lanthanides, Actinides, Post-transition metals, Metalloids, Other nonmetals, Halogens, Noble gases.

Notes: Standard conditions for temperature and pressure: 0°C and 10<sup>5</sup> Pa. 1 eV = 96485 J/mol. 8.988E-5 = 8.988E-10. 1 Å = 10<sup>-10</sup> m.

- Mit der Einführung der **Ordnungszahl als Ordnungsprinzip** wurde die Position zweier Elemente in umgekehrter Reihenfolge entsprechend ihrem Atomgewicht bestätigt (z. B. Te und I).
- Sehen Sie sich die Atomgewichte für Te und I im hier dargestellten Periodensystem an. Können Sie andere Elementpaare finden, die in **umgekehrter Reihenfolge** angeordnet sind, wenn man nach dem Gewicht urteilt?
- Ab den 1920er Jahren **erklärte die Quantenmechanik das Periodengesetz** ==>; Es war in der Tat mehr als ein auf Beobachtungen basierendes pädagogisches Instrument, es beruhte auf Wissenschaft!



## 1.7 Einsatz der Physik zur Ermittlung der vorhandenen Elemente

Die Moseley-Beziehung wird aktiv in der RFA genutzt, wo Röntgenlinien aufgezeichnet und verwendet werden, um festzustellen, welche Elemente vorhanden sind und in welcher Menge.

Ein Handgerät, das bei der Mineralienuntersuchung eingesetzt werden kann.





# IO7 Das Periodensystem

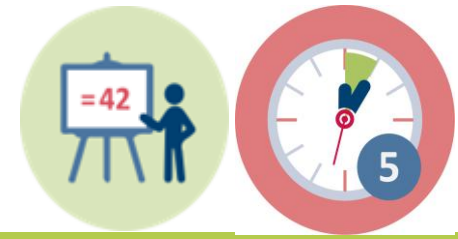
## Teil 2: Die Elemente kennenlernen

### Lernziel:

- Die *Eigenschaften einiger „Bewohner“* des Periodensystems (d. h. der chemischen Elemente) erklären und diskutieren, wie der Kontext die Elemente für das Leben der Lernenden relevanter machen kann.

### Teilziele:

- Diskutieren, wie ein kontextbasierter Ansatz das Lernen über die Elemente relevanter machen kann.
- Beschreiben, warum Elemente für uns und unser modernes Leben wichtig sind.
- Beispiele dafür nennen, wie Elemente genutzt werden.



## 2.1 Einleitung – Relevanz der Elemente

- Um eine positivere Einstellung zur Chemie zu fördern und den Lernenden zu helfen, Aktivitäten und Konzepte in der Chemie mit Bedeutung zu füllen, wurden kontextbasierte Ansätze entwickelt.
- Der kontextbasierte Chemieunterricht zielt darauf ab, die Motivation und das Interesse der Lernenden an der Chemie zu steigern, indem chemische Konzepte mit Kontexten aus der realen Welt verknüpft werden.
- Die Wahrnehmung der Relevanz ist bei kontextbasierten Ansätzen von besonderer Bedeutung, z. B. durch die Hervorhebung der Chemie, die in Produkten und Prozessen des täglichen Lebens Anwendung findet, wie z. B. gesellschaftliche Debatten über Themen wie den Klimawandel. Persönlich relevante Kontexte wirken sich nachweislich positiv auf die Motivation und das Interesse der Lernenden aus. Dies ist der didaktische Hintergrund für die Aktivitäten in Teil 2.



## 2.2 Elemente in Ihrem Körper 1

- Haben Sie jemals darüber nachgedacht, dass Ihr Körper aus Elementen besteht? Tatsächlich ist Denken nur möglich, weil Ionen bestimmter Elemente wie Natrium und Kalzium Ihre Gehirnzellen aktivieren.
- Die Abbildung zeigt das durchschnittliche Massenverhältnis der Elemente im menschlichen Körper.
- Denkt nach und diskutiert in kleinen Gruppen: Welche Elemente werden eurer Meinung nach durch die verschiedenen Farben dargestellt?



## 2.2 Elemente in Ihrem Körper 2

- Haben Sie erraten, welche Elemente in Ihrem Körper am häufigsten vorkommen?
- Eine verblüffende Tatsache ist, dass alle Wasserstoffatome in Ihrem Körper vor 13,6 Milliarden Jahren beim Urknall entstanden sind.
- Die anderen Elemente in deinem Körper entstanden durch Fusion in Sternen, und Elemente, die schwerer als Eisen sind, wurden in Supernovas oder bei Neutronensternverschmelzungen gebildet.
- Das bedeutet, dass Ihr Körper praktisch aus Sternenstaub besteht!
- In der nächsten Aktivität werden Sie sich mit einigen Elementen des Periodensystems vertraut machen.





## 2.3 Die Elemente kennenlernen 1

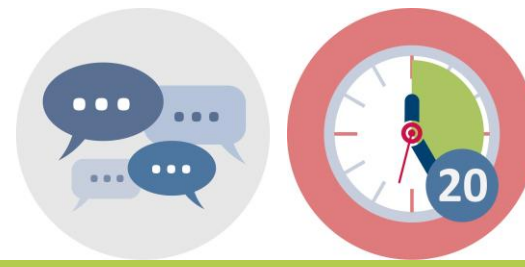
- Sie haben eine Reihe von Elementproben erhalten. Wählen Sie zweit eines der Elemente aus und bereiten Sie eine kurze Präsentation (3 Minuten) über dieses Element für den Rest des Kurses vor.
- Elementproben in der Box: Cu, Fe, Ti, Al, Bi, Si, S und C (Graphit und Diamant)
- Ihre Präsentation sollte folgende Informationen enthalten:
  - Bedeutung des Elements für unser Leben; wo kommt es vor, Anwendung in der Industrie, Wissenswertes usw.
  - Gruppe und Periode im Periodensystem
  - Wenn möglich, suchen Sie in Ihrer Umgebung einen physischen Gegenstand, der dieses Element enthält.

Einige digitale Ressourcen:

- Periodic Videos, Universität Nottingham: <http://www.periodicvideos.com/>
- Periodensystem – Royal Society of Chemistry (rsc.org): <https://www.rsc.org/periodic-table>
- STEM-Lernen; Mein Lieblingselement: <https://www.stem.org.uk/rx322u>
- EuChemS Element Scarcity: <https://www.euchems.edu/euchems-periodic-table/>
- Blaue Flammen und der größte hochsaure See der Welt (geology.com)







## 2.3 Die Elemente kennenlernen 2

- Jede Gruppe hält eine 3-minütige Schnellpräsentation vor dem Kurs.
- Diskutiert im Kurs:
- Was haben Sie durch die Arbeit an dieser Präsentation über die Elemente gelernt?
- Inwiefern sind die Elemente, die Ihnen vorgestellt wurden, für Ihr Leben relevant?

Im nächsten Abschnitt erfahren Sie mehr über den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften der Elemente und ihrer Position im Periodensystem.



# IO7 Das Periodensystem

## Teil 3: Einige Trends im Periodensystem verstehen

### Lernziel:

- Das Periodensystem als Informationsquelle zum Verständnis der Grundprinzipien der Zusammensetzung von Materie untersuchen, z. B. um *Trends* wie Veränderungen des Atomdurchmessers und der Elektronegativität im Periodensystem *zu erklären*.

### Teilziele:

- Diskutieren, inwiefern die Oktettregel sowohl eine Informationsquelle als auch eine Quelle für Missverständnisse sein kann.
- Verwenden geeigneter Lehrmodelle, entweder 2D oder 3D, um relevante chemische Informationen zu extrahieren und Zusammenhänge zwischen grundlegenden Eigenschaften wie Elektronegativität und Atomdurchmesser zu finden

## 3.1. Warum Trends statt der Oktettregel 1

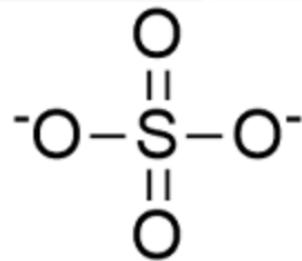


- Eine Regel beschreibt, *wie* sich die Eigenschaften von Elementen verändern
  - Die Elektronegativität nimmt im Periodensystem nach rechts und oben hin zu
  - Die Reaktivität nimmt in den Gruppen I und II nach unten und in Gruppe VII nach oben zu
- Trends können erklären, *warum* sich die Eigenschaften von Elementen verändern
  - Innerhalb einer Periode führt eine erhöhte Ladung im Kern zu einem abnehmenden Durchmesser
  - Aus diesem Grund nimmt die Elektronegativität im Periodensystem nach rechts hin zu.

## 3.1 Warum Trends statt der Oktettregel 2

Vermeiden Sie es

- die Oktettregel als Erklärung dafür heranzuziehen, warum Reaktionen stattfinden. Oft wird die Regel sowohl bei den Reaktanten als auch bei den Produkten erfüllt.
- als allgemeine Regel zu verwenden. In vielen Fällen ist sie nicht gültig, wie beispielsweise bei Schwefel in Sulfat.



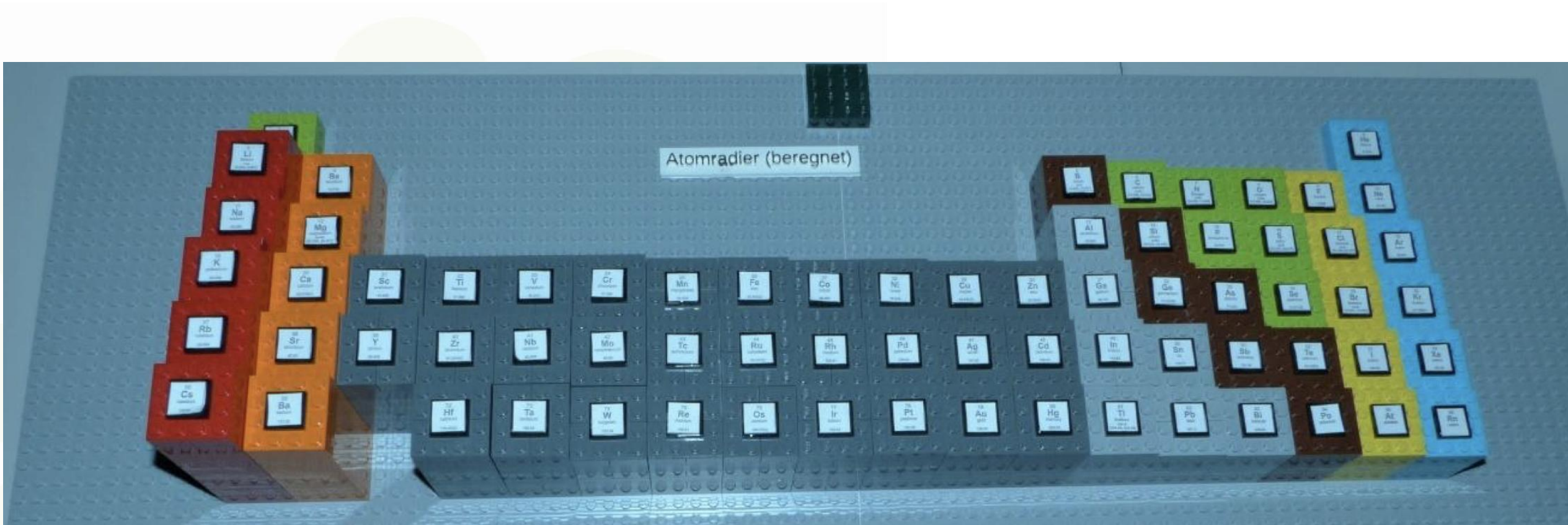
## 3.1. Warum Trends statt der Oktettregel 3

---

- Ein Beispiel für die unglückliche Anwendung der Oktettregel:
  - „Alkalimetalle wollen ein Elektron abgeben und Halogene ziehen ein Elektron an, um acht Elektronen in der Außenhülle zu erreichen“ (Halogene haben als Reaktanten bereits acht Elektronen).
- Trends können besser erklären, *warum* Alkalimetalle mit Halogenen reagieren:
  - Alkalimetalle verlieren aufgrund einer Kombination aus geringer effektiver Kernladung und großem Durchmesser leicht ihr äußeres Elektron.
  - Halogene haben aufgrund einer Kombination aus kleinem Durchmesser und hoher effektiver Ladung eine hohe Elektronegativität



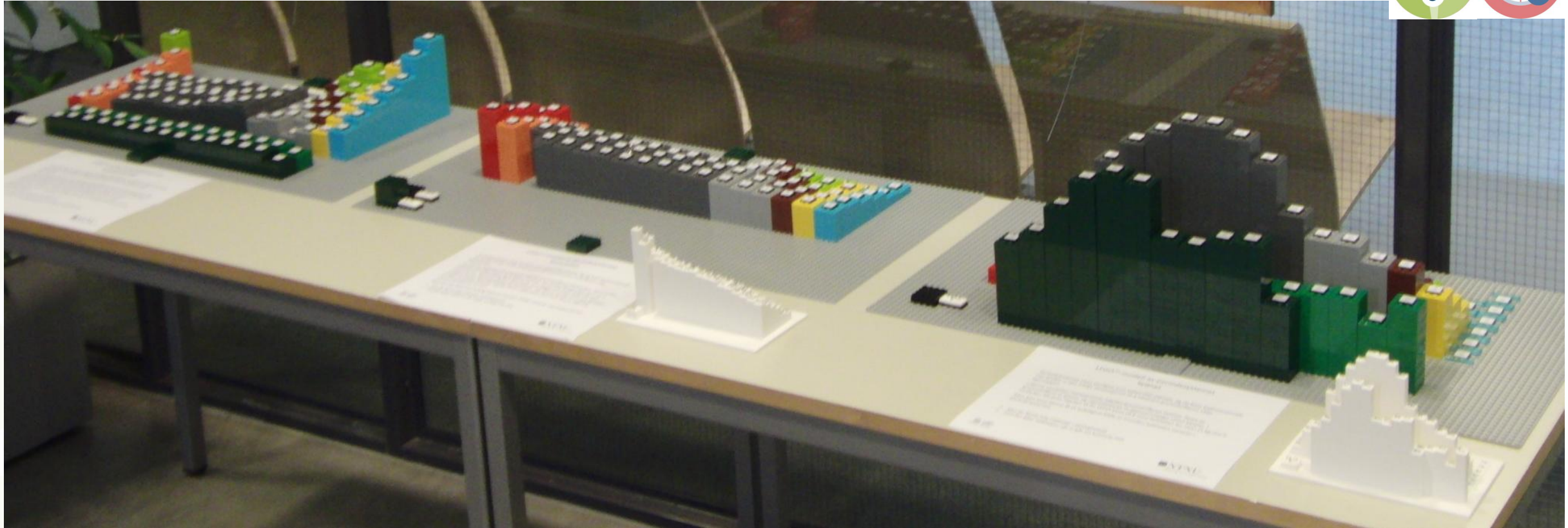
## 3.2 Unterrichtstrends mit 3D-Lego-Versionen 1



Atomdurchmesser



## 3.2 Vermittlung von Trends im Periodensystem mithilfe von 3D-LEGO-Versionen 2





## 3.2 Vermittlung von Trends im Periodensystem mithilfe von 3D-LEGO-Versionen



- Um die Trends im Periodensystem zu verstehen, können 3D-Versionen hilfreich sein. Sie machen es einfacher zu erkennen, wie sich beispielsweise der Atomradius mit der Ordnungszahl verändert
- Die 3D-Modelle können aus LEGO gebaut oder in 3D gedruckt werden. Stellen Sie die Modelle vor sich auf, während Sie darüber sprechen.

The 3D model visualises how atomic diameter varies

The 3D model is more complex and confusing than the 2D

Periodic table of the elements

Legend:

- Alkali metals
- Alkaline-earth metals
- Transition metals
- Other metals
- Other nonmetals
- Halogens
- Noble gases
- Rare-earth elements (21, 39, 57-71) and lanthanoid elements (57-71 only)
- Actinoid elements

group	1*	2											13	14	15	16	17	18	
period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H																		He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

The 2D model already contains enough information. We should therefore not add more.

The 3D model is better for initiating questions from students.

Teacher perspective



Atomic diameter increases with the number of electrons

Atomic diameter increases with the number of shells



Atomic diameter increases with the amount of protons

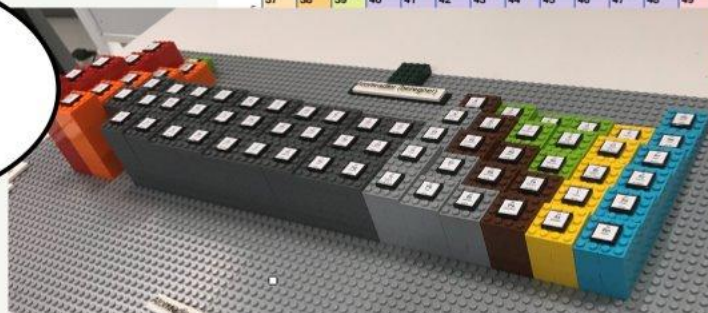
The higher the positive charge of the core, the smaller the diameter



Periodic table of the elements

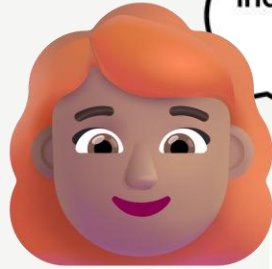
Legend:

- Alkali metals
- Alkaline-earth metals
- Transition metals
- Other metals
- Other nonmetals
- Halogens
- Noble gases
- Rare-earth elements (21, 39, 57-71) and lanthanoid elements (57-71 only)
- Actinoid elements



Student perspective





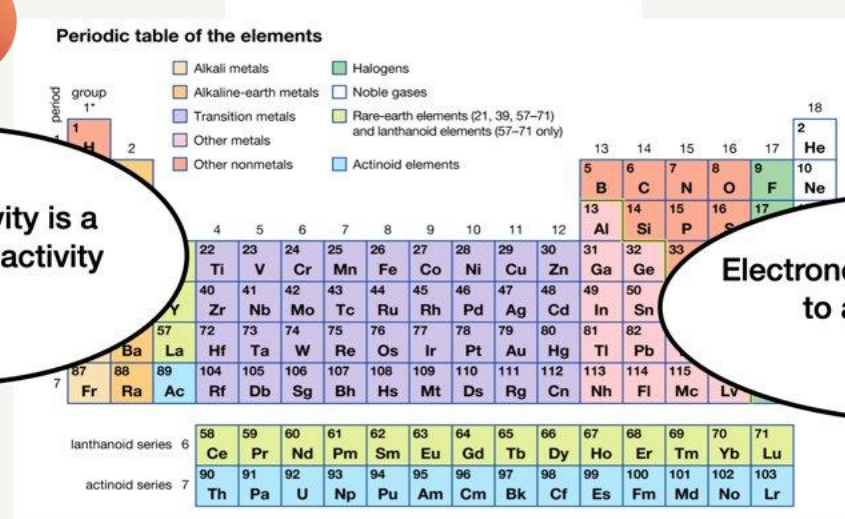
Electronegativity increases with the number of protons

Electronegativity increases to the right



Electronegativity is a measure for reactivity

Electronegativity is connected to atomic diameter



Electronegativity increases with the number of protons

Electronegativity increases to the right

Electronegativity is a measure for reactivity

Electronegativity is connected to atomic diameter

Periodic table of the elements

- Alkali metals
- Alkaline-earth metals
- Transition metals
- Other metals
- Other nonmetals
- Halogens
- Noble gases
- Rare-earth elements (21, 39, 57-71) and lanthanoid elements (57-71 only)
- Actinoid elements



# IO7 Das Periodensystem

## Teil 4: Sozialwissenschaftliche Fragen

---

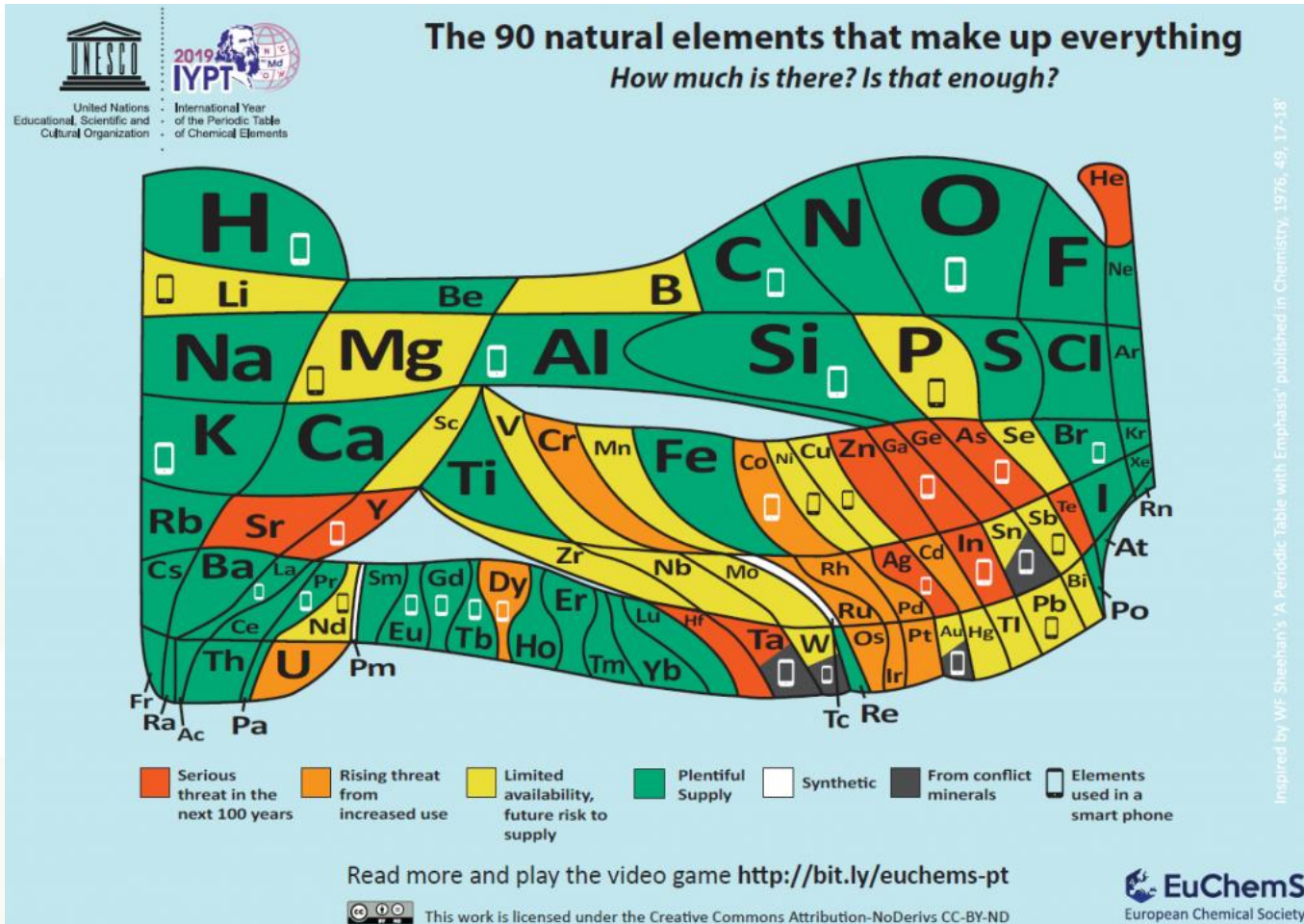
### Lernziel:

- *Die Eigenschaften einiger „Bewohner“ des Periodensystems (d. h. der chemischen Elemente) erklären und diskutieren, wie der Kontext die Elemente für das Leben der Lernenden relevanter machen kann.*

### Teilziele:

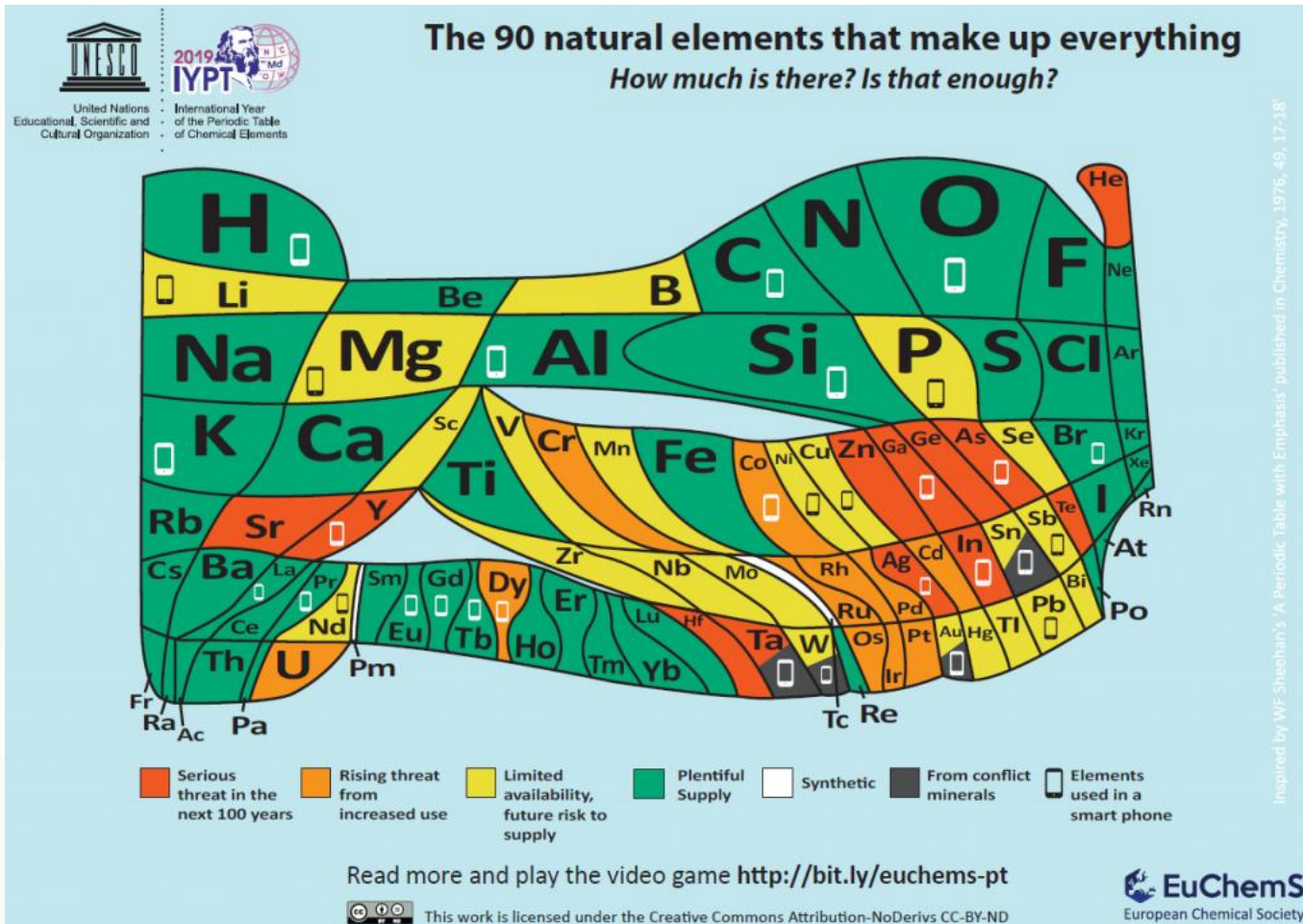
- Untersuchen, wie die Nachfrage nach Elementen zur Gestaltung der heutigen und zukünftigen Technologie beiträgt.
- Diskutieren, wie die fortgesetzte Ausbeutung begrenzter Ressourcen sowohl ethische als auch Nachhaltigkeitsfragen aufwirft.

## 4.1 Wo finden wir Elemente (auf der Erde)?



- Heute stammen die in verschiedenen Geräten verwendeten Elemente aus aller Welt.
- Betrachten Sie eine Weltkarte und finden Sie heraus, wo verschiedene Elemente vorkommen. <https://mrdata.usgs.gov/general/map-global.html>
- Selbst wenn Mineralien gefunden wurden, ist es nicht immer möglich, sie abzubauen. Dies hängt von mehreren Faktoren ab: Wirtschaft, Technik, Umwelt und ethische Faktoren
- Was bedeutet das?

## 4.2 Elemente: Die Frage nach Überfluss und Nutzung



Aus dieser Tabelle,

- Wählen Sie ein Element unter „*rising threat from increased use*“ aus und untersuchen und diskutieren Sie die verschiedenen Anwendungen/Verwendungen des ausgewählten Elements.
- Einige der Elemente unter „*rising threat from increased use*“ tragen direkt zu einer sauberen Zukunft bei. Ohne eine kontinuierliche Versorgung mit diesen Elementen muss die Welt ihre Bemühungen um globale ökologische Nachhaltigkeit überdenken. WIE sollte dann die Frage der Nachhaltigkeit angegangen werden?



## 4.3 KOBALT – ein Beitrag zu einer sauberen und nachhaltigen Zukunft

**UN-Ziel** – Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 45 % bis 2030

**Teilziel** – Ausstieg aus konventionellen benzinbetriebenen Autos

- **EU** – 30 Millionen Elektrofahrzeuge bis 2030
- **Norwegen** – Bis 2025 ausschließlich Elektrofahrzeuge oder Wasserstofffahrzeuge
- **Großbritannien** – Anfang 2035
- **USA** – 90 % Elektrofahrzeuge bis 2050
- **China** – bis 2035

**KOBALT** – ein wichtiger Bestandteil von Lithium-Ionen-Batterien.

Kobalt  
Abgebaut in:  
DRK  
(Kongo)

Berichte darüber, woher 70 % des KOBALTS stammen

- **Kinderarbeit**
- **Korruption**
- **Kriminalität**
- **Armut**
- **Gefährlicher handwerklicher Bergbau**

Bild mit freundlicher Genehmigung von  
Enough Project / Flickr



## 4.4 Die Suche nach KOBALT: Ethische und humanitäre Fragen

- Sehen Sie sich die folgende 10-minütige CNN-Dokumentation (2. Mai 2018) an, um einen Überblick darüber zu erhalten, wie Kobalt im Kongo gewonnen und anschließend nach Europa/andere Länder transportiert wird.

<https://edition.cnn.com/videos/world/2018/05/02/cnn-freedom-project-electric-cars-cobalt-elbagir-pkg.cnn>

### Fragen

- i. Welche wichtigen Bedenken (Probleme oder Herausforderungen) werden in der Dokumentation angesprochen?
- ii. Wie können wir diesen Fragen oder Anliegen begegnen? Oder was bedeuten diese Anliegen für uns?
- iii. Welche Zusammenhänge und Schlussfolgerungen lassen sich aus der Beziehung zwischen der Botschaft des Dokumentarfilms und den in der vorherigen Folie gezeigten Null-Emissions-Zielen der einzelnen Länder ziehen?