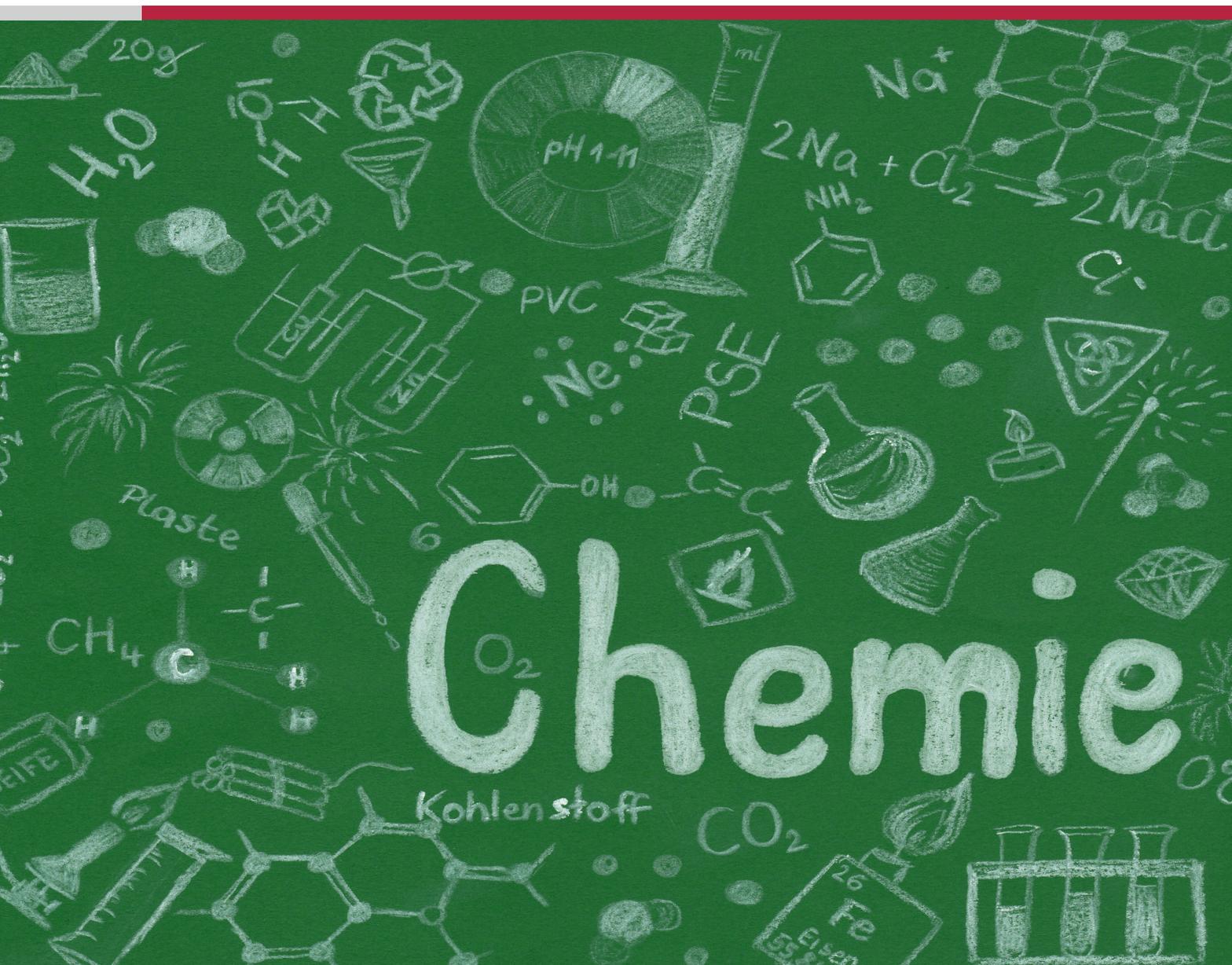




VOM ERZ ZUM METALL

Handreichung zur Umsetzung des Lehrplans Chemie – Themenfeld 4



In den PL-Informationen werden Ergebnisse veröffentlicht, die von Lehrerinnen und Lehrern aller Schularten unter Einbeziehung weiterer Experten erarbeitet und auf der Grundlage der aktuellen pädagogischen oder fachdidaktischen Diskussion für den Unterricht oder die Schulentwicklung aufbereitet wurden.

Mit ihnen werden Anregungen gegeben, wie Schulen bildungspolitische Vorgaben und aktuelle Entwicklungen umsetzen können.

Die PL-Informationen erscheinen unregelmäßig. Unser Materialangebot finden Sie im Internet auf dem Landesbildungsserver unter folgender Adresse: <http://bildung-rp.de/pl/publikationen.html>

Die vorliegende Veröffentlichung wird gegen eine Schutzgebühr von 6,00 Euro zzgl. Versandkosten abgegeben. Bestellungen richten Sie bitte an das Pädagogische Landesinstitut:

bestellung@pl.rlp.de

IMPRESSUM

Herausgeber:

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz
Standort Bad Kreuznach
Röntgenstraße 32
55543 Bad Kreuznach
pl@pl.rlp.de

Redaktion:

Barbara Dolch, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Skriptbearbeitung:

Ute Nagelschmitt, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Titelbild:

Andrea Bürgin, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Erscheinungstermin: Oktober 2015

© Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2015

ISSN 2190-9148

Soweit die vorliegende Handreichung Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Sollten dennoch in einigen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an das Pädagogische Landesinstitut Rheinland-Pfalz.

INHALT

1	Themenfeld 4: Vom Erz zum Metall	3
1.1	Vorüberlegungen	3
1.2	Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene	3
1.3	Konzept- und Kompetenzentwicklung	4
2	Vom Lehrplan zum kompetenzorientierten Unterricht	6
2.1	Die Stellung des Themenfeldes 4 im Lehrplan	6
2.2	Die Themenfeld-Doppelseite	8
2.3	Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung	10
2.4	Überblick über die Kontexte des Themenfeldes	15
2.5	Differenzierungsmöglichkeiten	17
3	Zu den Lerneinheiten	18
3.1	LE 1: Stoffebene – Metalle und ihre Eigenschaften	20
3.2	LE 2: Stoffebene – Eigenschaften und Verwendung von Metallen	25
3.3	LE 3: Teilchenebene – Zusammenhang zwischen dem Metallgitter und den Eigenschaften der Metalle	28
3.4	LE 4: Stoff- und Teilchenebene – Metallgewinnung aus Metalloxiden durch chemische Reaktion	31
3.5	LE 5: Stoffebene – nachhaltiger Umgang mit Metallen	44
4	Zusammenfassung	49
4.1	Üben und Vernetzen	49
4.2	Ein möglicher Unterrichtsgang im Überblick	52
4.3	Liste der verfügbaren Muster-Gefährdungsbeurteilungen zum TF 4	57

5	Literaturverzeichnis	58
6	Autorinnen und Autoren	59

1 THEMENFELD 4: VOM ERZ ZUM METALL

1.1 Vorüberlegungen

Der neue Lehrplan im Fach Chemie für die Klassen 7 bis 9/10 der weiterführenden Schulen des Landes Rheinland-Pfalz schließt konzeptionell an den Lehrplan des Faches Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe an.

Die drei Säulen des naturwissenschaftlichen Unterrichtes Kompetenzen, Basiskonzepte und Kontexte bilden auch die Stützpfeiler des Chemieunterrichts und erfordern eine darauf aufbauende unterrichtliche Umsetzung.

Die „Aspekte der Chemie“, die sich aus ihrer Bedeutung für den Menschen ableiten, begründen den bildenden Charakter des Unterrichtsfaches Chemie und sind die Grundlage für die Themenfelder. Sie bieten eine Orientierung für die Auswahl der Kontexte.

In dieser Handreichung geht es um die Ausgestaltung des Unterrichts zum Themenfeld 4 „Vom Erz zum Metall“ gemäß der Intentionen des Lehrplanes. Dazu werden die Themenfeld-Doppelseite vorgestellt und exemplarisch mögliche Kontexte und Lerneinheiten ausgeführt.

Die Leitfragen lauten: „Wie lese ich das Themenfeld?“, „Welche Stellung hat das Themenfeld im Gesamtlehrplan?“ und „Wie kann ich dieses Themenfeld entsprechend konkret im Unterricht umsetzen?“

Aus ökologischen und ökonomischen Gründen können nicht alle Materialien abgedruckt werden. Die Handreichung weist auf Materialien (z. B. Arbeitsblätter) hin, die über den Link

<http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html>

online auf der Bildungsserverseite bereitgestellt sind.

1.2 Wechsel zwischen Stoff- und Teilchenebene

Ein wesentliches Merkmal des Faches Chemie ist der Wechsel zwischen der makroskopischen (Stoffebene) und der submikroskopischen Ebene (Teilchenebene). (Vgl. Lehrplan S. 57-58.)

Auf der makroskopischen Ebene lernen die Schülerinnen und Schüler wichtige Metalle kennen. Dabei geht es um deren Gewinnung aus ihrem natürlichen Vorkommen in Erzen durch chemische Reaktionen und die Beobachtung und Beschreibung ihrer Eigenschaften. Die entsprechenden Deutungen der Stoffeigenschaften erfolgen auf submikroskopischer Ebene mithilfe von Modellvorstellungen zur Ionenbindung (Metalloxid) und Metallbindung (Metall).

Dies führt zu einer kontinuierlichen Entwicklung auf beiden Ebenen und durch den permanenten Wechsel wird Vernetzung möglich. Die Deutung von Phänomenen auf der Teilchenebene wird zu einem Prinzip von Chemieunterricht.

1.3 Konzept- und Kompetenzentwicklung

Die thematischen Schwerpunkte im Lehrplan Chemie sind so gewählt, dass parallel die Kompetenzentwicklung und die Entwicklung der Basiskonzepte möglich sind (vgl. Lehrplan Kap. 5.3, Zur Arbeit mit dem Lehrplan Chemie). Die im Themenfeld 4 angestrebte Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler ist im Rahmen des Unterrichts **verbindlich** zu ermöglichen.

Alle Schülerinnen und Schüler sollten Gelegenheit bekommen, z. B. einfache Experimente zur Gewinnung von Metallen aus ihren Metalloxiden durchzuführen und auszuwerten, um ihre Kompetenzen auf dem Gebiet der Erkenntnisgewinnung weiter zu entwickeln. In den Themenfeldern 1-3 haben Schülerinnen und Schüler bereits angeleitet und zunehmend selbstständig Eigenschaften von Stoffen untersucht. Das Themenfeld 4 bietet Gelegenheit, sowohl die Metalle mit typischen gemeinsamen Eigenschaften als Stoffklasse, als auch ausgewählte Metalle mit charakteristischen Eigenschaften zu untersuchen.

Das differenzierte Atommodell wird angewandt, damit Schülerinnen und Schüler Metalle und Metalloxide auf der Teilchenebene mit geeigneten Modellen darstellen und Reaktionsgleichungen formulieren können.

Das Struktur-Eigenschaft-Funktions-Konzept wird weiter entwickelt, indem Schülerinnen und Schüler mithilfe der Metallbindung Erklärungen für Stoffeigenschaften ableiten (z. B. elektrische und Wärmeleitfähigkeit, Verformbarkeit).

Bei der Gewinnung von Metallen aus ihren Oxiden ist vertiefend (im Sinne einer Differenzierung) eine Erstbegegnung mit dem Donator-Akzeptor-Prinzip (Elektronenübertragung) im Rahmen des Konzepts chemische Reaktion möglich.

Ihre Kompetenzen im Bereich der Kommunikation entwickeln die Schülerinnen und Schüler in Themenfeld 4 weiter, indem sie Experimente protokollieren und Reaktionsgleichungen formulieren.

Werden Gewinnung und Verwendung von Metallen aus ökologischer und ökonomischer Perspektive bewertet, wird nachhaltiges Denken und verantwortungsbewusster Umgang mit Ressourcen gefördert.

Die folgende Darstellung zeigt die Entwicklung der Basiskonzepte im Themenfeld 4 im Zusammenhang des gesamten Lehrplanes.

Aspekt	Themenfeld	TF	TMS	SEF	CR	E	Stoffebene	Teilchenebene
Was ist Stoff?	Chemikers Vorstellung von den Stoffen	1	■		■		Vielfalt der Stoffe	Atom, Massenerhaltung
Stoffe gewinnen	Von der Saline zum Kochsalz	2	■	■			Kochsalz (Salze)	Ionen, Ionenbindung
Stoffe nutzen	Heizen und Antreiben	3	■		■	■	Wasserstoff Methan (u. a. Kohlenstoffverbindungen)	Moleküle, Elektronenpaarbindung
Stoffe gewinnen	Vom Erz zum Metall	4	■	■	■		Erze, Metalle	Metallbindung
Stoffe nutzen	Sauber und schön	5	■	■			Wasser, Kohlenwasserstoffe, Alkanole	Dipol, Elektronenpaarbindung
	Säuren und Laugen	6	■	■	■		Säuren und Laugen	Ionen, Donator-Akzeptor
Stoffe neu herstellen	Schöne neue Kunststoffwelt	7	■	■			Polymere	Makromoleküle
	Vom Reagenzglas zum Reaktor	8			■	■	Produkte der chem. Industrie (nach Wahl)	Je nach gewähltem Stoff
Stoffe untersuchen	Den Stoffen auf der Spur	9	■	■	■		Wässrige Lösungen	Ionen
Stoffe verantwortungsvoll handhaben	Gefährliche Stoffe	10		■	■	■	Explosivstoffe, Giftstoffe	Je nach gewähltem Stoff
	Stoffe im Fokus von Umwelt und Klima	11		■	■	■	Kohlenstoffkreislauf	Moleküle, Ionen
Mit Stoffen Zukunft gestalten	Mobile Energieträger	12	■		■	■	Metalle	Ionen, Donator-Akzeptor

TF = Themenfeld

TMS = Teilchen-Materie/Stoff

SEF = Struktur-Eigenschaft-Funktion

CR = Chemische Reaktion

E = Energiekonzept

Gefüllte Felder bedeuten:

Das entsprechende Basiskonzept wird eingeführt bzw. (weiter)entwickelt.

Felder mit Kästchen bedeuten:

Das entsprechende Basiskonzept wird genutzt bzw. angewandt.

2 VOM LEHRPLAN ZUM KOMPETENZORIENTIERTEN UNTERRICHT

2.1 Die Stellung des Themenfeldes 4 im Lehrplan

Auf der Stoffebene:

Die Stoffklasse der Metalle eignet sich in besonderer Weise, die Gewinnung von Stoffen durch chemische Reaktion zu thematisieren, in Abgrenzung zum Aspekt „Stoffe gewinnen durch Isolierung“ im Themenfeld 2.

Das Bewusstsein über den gesellschaftlichen Bedarf an Metallen unterstreicht die Notwendigkeit zu deren Bereitstellung und schafft Motivation, sich auch mit Dimensionen der Nachhaltigkeit auseinanderzusetzen. Außerdem sind deren Gewinnung und Nutzung Meilensteine in der Menschheitsgeschichte und bieten Zugänge zu unterrichtlichen Begegnungen.

Die Grafik verdeutlicht den Schwerpunkt im Themenfeld, der auf dem Aspekt „Stoffe gewinnen“ liegt, und weist Möglichkeiten in Bezug auf die übrigen Aspekte aus.

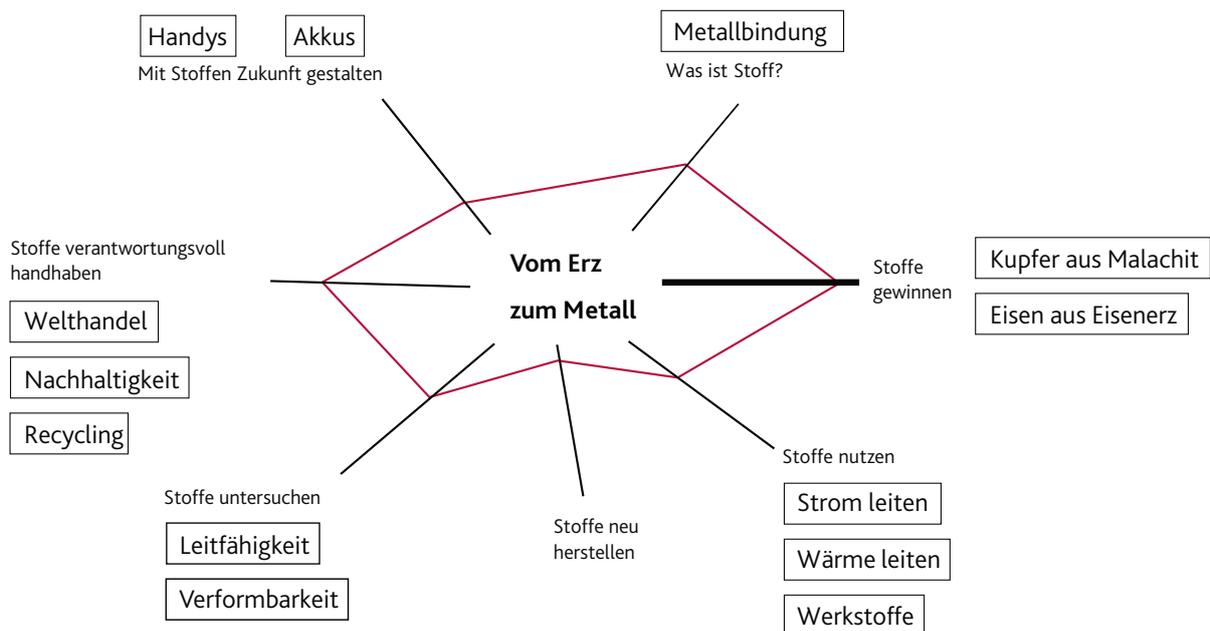


Abb. 1: Aspekte im Themenfeld 4

Auf der Teilchenebene:

Im Lehrplan Chemie ist die Reihenfolge und der Inhalt der Themenfelder stark von der Entwicklung des Teilchenkonzepts bestimmt. Die Zuordnung von Stoffgruppen zu diesen Themenfeldern folgt fachdidaktischen Überlegungen.

In den Themenfeldern 1-3 wurde bereits am Beispiel konkreter Stoffe oder Stoffgruppen ein differenziertes Teilchenmodell eingeführt und weiter entwickelt.

Basierend auf einem einfachen Atommodell (siehe Handreichung Themenfeld 1, S. 36-40) für die chemischen Elemente und eine chemische Verbindung (CO_2) schloss sich ein von der Lehrkraft in Bezug auf ihre Lerngruppe ausgewähltes, differenziertes Atommodell mit Kern und Hülle (siehe Handreichung Themenfeld 2, S. 29-37) an. Mithilfe des sich daraus erschließenden Aufbaus der Salze aus Ionen war die Deutung ihrer Eigenschaften möglich. Die Betrachtung von Stoffen zur Energiebereitstellung im Themenfeld 3 (Wasserstoff und Methan) erforderte die Anwendung eines differenzierten Atommodells, um die Elektronenpaarbindung und daraus resultierende Eigenschaften von Molekülverbindungen zu erklären (siehe Handreichung Themenfeld 3, S. 34-41).

Die Handreichungen der Themenfelder 1-3 und ergänzende Onlinematerialien stehen zum Download bereit unter

<http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/chemie/unterricht/sekundarstufe-i.html>

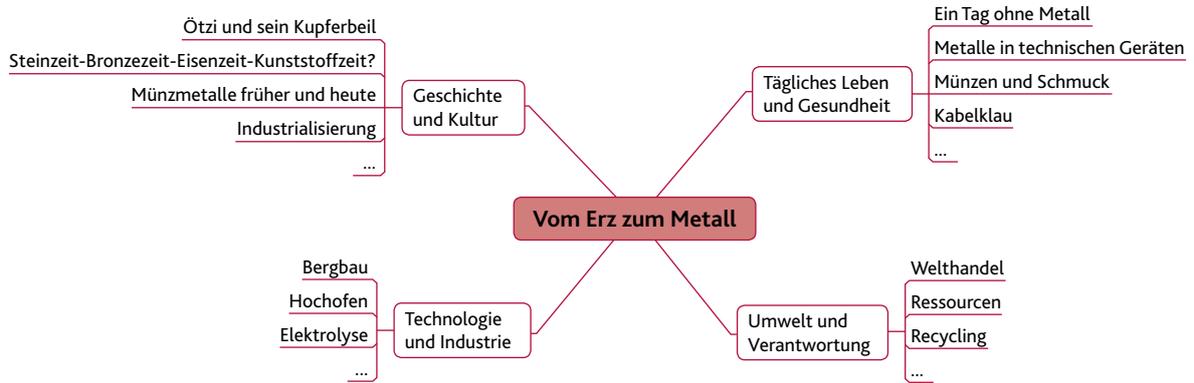
Am Ende der ersten drei Themenfelder verfügen die Lernenden über Kenntnisse vom Aufbau der Ionen- und Molekülverbindungen. Auf dieser Basis wird in diesem Themenfeld die Gewinnung eines Metalls aus seinem Oxid auf der Teilchenebene, z. B. mit Hilfe der chemischen Lupe, dargestellt. Vertiefend kann diese chemische Reaktion auf der Ebene des differenzierten Atommodells als Elektronenübertragung betrachtet werden (Donator-Akzeptor-Prinzip).

Außerdem wird im Themenfeld 4 die Metallgewinnung mit der Behandlung der Metallbindung verknüpft und rundet die Vorstellung vom Aufbau der Stoffe weiter ab, welche in allen weiteren Themenfeldern tragfähig ist.

2.2 Die Themenfeld-Doppelseite

Themenfeld 4: Vom Erz zum Metall	
<p>Metalle sind im Alltag der Schülerinnen und Schüler unverzichtbar und ganze Epochen wurden nach ihnen benannt. Bereits vor mehreren Jahrtausenden begannen Menschen mit der Metallgewinnung. Metalle sind meist, wie viele der heute genutzten Stoffe, nicht durch einfache Isolierung über physikalische Trennverfahren zugänglich. Sie müssen durch chemische Reaktionen aus ihrem natürlichen Vorkommen in Erzen gewonnen werden.</p> <p>Die Deckung des gesellschaftlichen Bedarfs an Metallen erfordert es, Fragen der Nachhaltigkeit im Rahmen einer ganzheitlichen Stoffbetrachtung (z. B. Rohstoffrückgewinnung bei elektronischen Geräten) zu berücksichtigen.</p> <p>Auf der Stoffebene stehen Metalle und ihre Gewinnung aus Erzen im Zentrum. Auf der Teilchenebene wird die Metallbindung eingeführt.</p>	
<p>Kompetenzen:</p> <p>Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zur Gewinnung von Metallen und zu ihren Eigenschaften durch und protokollieren diese, • beschreiben die Metallgewinnung mit Hilfe von Reaktionsgleichungen. 	
<p>Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:</p> <p>Auf der Stoffebene:</p> <p>Metalle sind durch ihre Eigenschaften charakterisiert, die die Verwendung bestimmen.</p> <p>Die elektrische Leitfähigkeit von Metallen wird mit dem Metallgitter und seinen beweglichen Elektronen gedeutet. (SEF)</p> <p>Die Gewinnung eines Metalls wird mit einer Reaktionsgleichung beschrieben.</p> <p>Bildung und Zerlegung eines Metalloxyds sind prinzipiell umkehrbar. (CR)</p> <p>Auf der Teilchenebene:</p> <p>Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und ihre Bindungen zurückgeführt. (CR)</p> <p>Metalle bestehen aus einem Gitter von Metallatomen, deren Elektronen zum Teil über die jeweilige Atomhülle hinaus beweglich sind. (TMS)</p>	<p>Fachbegriffe:</p> <p>elektrische und thermische Leitfähigkeit Dichte Erz</p> <p>Metall, Metalloxyd</p> <p>Metallbindung Metallgitter</p>

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

G: Vereinfachend kann die Stoffebene betont werden, indem Kenntnisse über verschiedene Gebrauchsmetalle im Mittelpunkt stehen. Es kann sinnvoll sein, zunächst Verbrennungen von Metallen an alltagsnahen Beispielen zu betrachten (Abbrennen einer Wunderkerze, Rostbildung) und danach auf die Gewinnung von Metallen aus Erzen einzugehen.

V: Die Untersuchung weiterer Metalle und deren Gewinnung erweitert die Stoffkenntnisse (z. B. Gewinnung von Aluminium aus Bauxit) oder vertieft das Verständnis (Metallsulfide).

Auf der Teilchenebene ist eine Erstbegegnung mit dem Donator-Akzeptor-Prinzip möglich (Elektronenübertragung).

Reaktionsgleichungen führen leistungsstarke Schülerinnen und Schüler zu einfachen quantitativen Betrachtungen.

Edle und unedle Metalle bieten Gelegenheit zur Betrachtung der Reaktionsfähigkeit.

Bezüge:

NaWi

TF 6 Leitfähigkeit
TF 7 Stoffeigenschaften

Biologie

--

Chemie

TF 1 Atom, Element, Verbindung, PSE, chemische Reaktion
TF 2 Atomhülle, Elektron
TF 3 Verbrennungsreaktion, Energiewandlung, Reaktionsgleichung
TF 8 Ausbeute bei chemischen Reaktionen

Physik

TF 9 elektrischer Widerstand

Abb. 2: Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Chemie“, S. 72-73

2.3 Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung

Das Themenfeld 4 wird, wie jedes Themenfeld des Chemielehrplans, in Form einer Themenfeld-Doppelseite dargestellt. In den einzelnen Rubriken finden sich neben den verbindlichen Teilen auf der linken Seite auch fakultative Elemente rechts.

Themenfeld-Titel		Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung
Intention		
Kompetenzen		Differenzierungsmöglichkeit
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte	Fachbegriffe	Bezüge

Abb. 3: Themenfeld-Doppelseite

Die Planung beginnt mit der Auswahl eines den Intentionen des Themenfeldes entsprechend geeigneten **Kontextes**. Anregungen dazu geben die Rubriken der Themenfeld-Doppelseite, aktuelle Ereignisse, Medienberichte, regionale Gegebenheiten, die Sammlung in der Schule oder besondere Interessen von Lehrkräften und der Klasse. Ein Kontext ist dann geeignet, wenn er

- einen Ausschnitt aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler darstellt,
- die Intentionen des Themenfeldes transportieren kann,
- Anlass bietet, die Basiskonzepte zu bearbeiten,
- Aktivitäten für die vorgesehene Kompetenzentwicklung ermöglicht,
- in einem angemessenen Zeitrahmen zu bearbeiten ist.

Wichtig ist die Gestaltung der **einleitenden Lernsituation**. Sie soll den Unterricht zügig in die Richtung der vorgesehenen fachlichen Inhalte führen, d. h. die **Gedanken und Fragen von Schülerinnen und Schülern** in diese Richtung lenken. Nicht alle Äußerungen und Fragen lassen sich sinnvoll in den Chemieunterricht integrieren. Hier steuert die Lehrkraft, um die Inhalte in Beziehung zu anderen Naturwissenschaften und zu gesellschaftlichen Belangen zu setzen und gleichzeitig ein Ausufern zu verhindern.

Konkret: Solche Anlässe können Diskussionen über ein neues Smartphone oder Tablet, Medienberichte zu globalen Rohstoffproblemen, Abbildungen von römischen Münzen, D-Mark- und Euro-Münzen, das Arbeits- und Berufsfeld der Eltern (in der Metall- oder Eisenindustrie) oder der Besuch eines Bergwerks oder Metallbetriebes sein.

Besonders interessant für den Chemieunterricht sind die Äußerungen und Fragen, die durch Entwicklung der **Basiskonzepte** erläutert, erklärt oder beantwortet werden können. Soweit wie möglich können Schülerinnen und Schüler an der Identifizierung der zu bearbeitenden Inhalte mitwirken.

Daraus ergibt sich die Motivation, diese **Inhalte zu erarbeiten**, d. h. Informationen zu beschaffen, zu experimentieren, Erklärungszusammenhänge herzustellen usw.

Konkret: Bei der Frage nach der Ursache für die elektrische Leitfähigkeit (und anderen Eigenschaften) von Metallen können Schülerinnen und Schüler vorschlagen, die Teilchenebene zu betrachten. Das Ergebnis kann eine Übersicht sein, die nach und nach bearbeitet wird.

Fragen zum Kontext Kupferklau	Fachlicher Inhalt
Warum werden heutzutage Metalle, insbesondere Kupfer, gestohlen?	Preisentwicklung Verbrauch (Nachfrage) für vielfältige Verwendungen
Kann man Kupfer durch andere Metalle oder durch noch andere Stoffe ersetzen?	Eigenschaften der Stoffklasse der Metalle im Vergleich zu anderen Stoffklassen Vergleich verschiedener Metalle
Warum stellt man Kabel ausgerechnet aus Kupfer her?	Elektr. Leitfähigkeit verschiedener Metalle Preise verschiedener Metalle
Warum leiten Metalle den Strom? Warum glänzen Metalle? Warum sind Metalle biegsam, schmiedbar und unterscheiden sich in ihrer Dichte?	Metallbindung (Teilchenebene)
Woher bekommt man Kupfer?	Erzlagerstätten und Erzabbau (auch in RLP)
Wie macht(e) man aus Erzen Kupfer?	Gewinnung früher und heute (einschließlich Reaktionsgleichungen)
Wie viel Erz braucht man für ein Kabel?	Einfache quantitative Betrachtungen

Bei der Gestaltung der Erarbeitungsphasen achtet die Lehrkraft auf den Zusammenhang zum Kontext, auf die Möglichkeit zur Kompetenzentwicklung für alle Schülerinnen und Schüler und nutzt die Differenzierungsvorschläge der Themenfeld-Doppelseite. Absprachen mit den Kollegen anderer Fächer werden durch die Rubrik „Bezüge“ erleichtert.

Kompetenzen

Die folgende Abbildung zeigt einige Zusammenhänge zwischen den unterrichtlichen Aktivitäten und den Kompetenzbereichen.

Die Schülerinnen und Schüler können ...		TF 4	Schülerinnen und Schüler ...
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen.	Umgang mit Fachwissen	■	... führen Experimente zur Gewinnung von Metallen und zu ihren Eigenschaften durch und protokollieren diese.
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen.		■	
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen.			
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren.	Erkenntnisgewinnung	■	
... modellieren.			
... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren.			
... Informationen sachgerecht entnehmen.	Kommunikation		... beschreiben die Metallgewinnung mit Hilfe von Reaktionsgleichungen.
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren.		■	
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren.			
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden.	Bewertung		
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen.		■	
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten.			

Tab. 1: Kompetenzentwicklung im Themenfeld 4

Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte sowie Fachbegriffe

Kompetenzerwerb geschieht immer im Zusammenhang mit fachlichen Inhalten. Welches Fachwissen im Themenfeld erarbeitet werden soll, wird im folgenden Absatz erläutert.

Fachinhalte werden im neuen Lehrplan immer in Basiskonzepte eingebunden, um den Schülerinnen und Schülern über die Jahre hinweg einen systematischen Aufbau der Konzepte der Chemie zu ermöglichen. In den beiden Rubriken „Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte“ und „Fachbegriffe“ der Themenfeld-Doppelseite werden die Schwerpunkte der Fachinhalte so gesetzt, dass das angestrebte Konzeptverständnis erreicht werden kann. Die verbindlich von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht zu verwendenden Fachbegriffe sind explizit aufgeführt.

Die folgende Tabelle weist die konkreten Umsetzungen von Teilkonzepten der Basiskonzepte aus (vgl. Lehrplan S. 174-182).

Teilkonzepte Teilchen-Materie/Stoff (TMS)	TF 4
Materie/Stoff besteht aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken.	Metalle bestehen aus einem Gitter von Metallatomen, deren Elektronen zum Teil über die jeweilige Atomhülle hinaus beweglich sind.
Bindungsmodelle dienen zur Interpretation von Teilchenanordnungen, räumlichen Strukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen.	
Teilkonzepte Chemische Reaktion (CR)	TF 4
Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt.	Die Metallgewinnung wird modellhaft auf die Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt.
Chemische Reaktionen sind umkehrbar.	Bildung und Zerlegung eines Metalloxids sind prinzipiell umkehrbar.
Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.	Die Gewinnung eines Metalls wird mit einer Reaktionsgleichung beschrieben.
Teilkonzepte Struktur-Eigenschaft-Funktion	TF 4
Die Eigenschaften der Stoffe bestimmen ihre Verwendung.	Metalle sind durch ihre Eigenschaften charakterisiert, die die Verwendung bestimmen.
Die Struktur und die Zusammensetzung der Stoffe bestimmen ihre Eigenschaften.	
Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften bzw. ähnlicher Struktur bilden eine Stoffklasse.	
Stoffeigenschaften werden mit Teilchenmodellen gedeutet.	Die elektrische Leitfähigkeit von Metallen wird mit dem Metallgitter und seinen beweglichen Elektronen gedeutet.

Zum Abschluss der Erarbeitung können die **Ergebnisse zusammengetragen und der Arbeitsprozess reflektiert werden**.

Um Sicherheit und Selbstvertrauen zu gewinnen ist es wichtig, dass Schülerinnen und Schüler die neu gewonnenen **Konzepte und Kompetenzen anwenden**. Für diesen Schritt eignen sich angemessene Aufgaben (Kapitel 4.1 Üben und Vernetzen).

Konkret: Nach der exemplarischen Bearbeitung der Kompetenz „Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Kupfer und seiner Verwendung herstellen“ können Schülerinnen und Schüler diese auf andere Metalle anwenden.

Exemplarisch erworbenes Wissen, wie die Gewinnung von Kupfer aus Kupfererz durch chemische Reaktion mit Kohlenstoff, befähigt die Schülerinnen und Schüler, ein weiteres Verfahren (z. B. die Gewinnung mithilfe von Eisen) zu beschreiben oder zu erklären.

Im Rahmen der Dekontextualisierung **wenden** die Schülerinnen und Schüler ihr **Wissen** in neuen Zusammenhängen **an** und verankern es nachhaltig.

Konkret: Die Anwendung von Wissen erfolgt herausgelöst aus dem ursprünglichen Kontext und wird so zu Konzeptwissen. So können z. B. andere Metallgewinnungsverfahren (z. B. Hochofenprozess oder Thermitverfahren) erarbeitet werden.

Die Bedeutung metallischer Rohstoffe (gestern – heute - in Zukunft) können Schülerinnen und Schüler mithilfe ihres neuen Wissens (insbesondere der spezifischen Eigenschaften gegenüber anderen Werkstoffen) diskutieren und bewerten.

Das „Bedürfnis“ nach immer neuen (elektronischen) Geräten und die Entwicklung von Zukunftstechnologien mithilfe sogenannter Hochtechnologiemetalle führen dabei zu Fragen der Nachhaltigkeit.

2.4 Überblick über die Kontexte des Themenfeldes

Die Umsetzung des Themenfeldes erfolgt mittels schülernaher, lebensweltlicher **Kontexte**. Jeder Kontext ist spezifisch gegliedert und in der Lage, die Intentionen des Themenfeldes umzusetzen.

Die Vorgaben des Lehrplans im Bereich der Kompetenzen und der Konzepte lassen sich in **Lerneinheiten** gliedern. Dabei entstehen diese „Einheiten“ insbesondere durch die Zugehörigkeit zu einem fachlichen Konzept bzw. durch eine systematische fachliche Betrachtung.

In der praktischen unterrichtlichen Umsetzung ergibt sich, dass die Inhalte der hier vorgestellten Lerneinheiten nicht zwingend zeitlich aufeinanderfolgend behandelt werden müssen. Im Rahmen der Betrachtung verschiedener Kontexte kann es sinnvoll sein, die Inhalte der verschiedenen Lerneinheiten in einer veränderten und in Bezug auf den jeweiligen Kontext angepassten Reihenfolge zu unterrichten.

Die Grafik zeigt Zugangsmöglichkeiten zur Planung des Themenfeldes, ausgehend von verschiedenen Kontexten. Der gewählte Kontext beinhaltet, genau wie alle Alternativen, die ausgewiesenen Schwerpunkte der Konzeptentwicklung. Die rechts abzweigenden Felder stellen mögliche Vertiefungen dar. Im Sinne der Dekontextualisierung wird ein weiterer Kontext gewählt, um erworbene Kompetenzen und Konzepte anzuwenden und zu üben. Die Bewertungskompetenz zeigt sich in der Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, eine eigene Meinung mit Hilfe von Fachkenntnissen zu untermauern und eigene Handlungsoptionen abzuleiten.

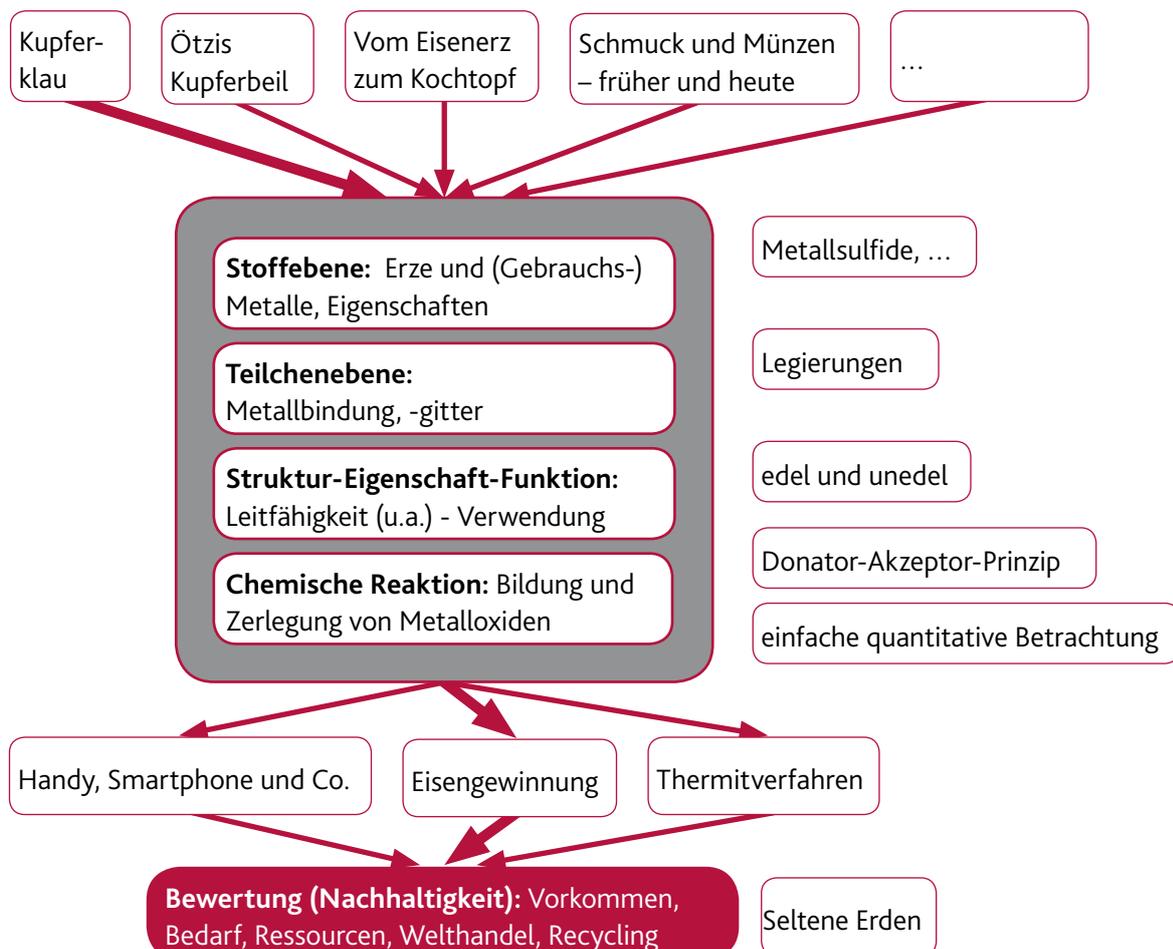


Abb. 4: Struktur des Themenfeldes 4

Metalle und ihre Gewinnung lassen sich in vielen verschiedenen Kontexten erarbeiten, die alle die vom Lehrplan geforderten Konzept- und Kompetenzentwicklungen und die Bearbeitung von Fragen zur Nachhaltigkeit ermöglichen.

In der Literatur weit verbreitet ist „Ötzi“ mit seinem Kupferbeil, der den Fokus auf die historische Entwicklung der Metallgewinnung lenkt.

Die Gewinnung von Eisen bekommt ihre Sinn stiftende Einbettung mit der Bedeutung der Eisengewinnung für die deutsche und europäische Industriegeschichte. Eine regionale Anbindung in Rheinland-Pfalz ist z. B. mit der Geschichte der Eifelbahn oder den Eisenwerken Gienanth in Eisenberg/Pfalz möglich.

Schmuck oder Münzen geben Anlass, sich mit verschiedenen Metallen, deren „Wert“, Haltbarkeit, Reaktionsfähigkeit, Härte usw. zu befassen und die Verwendung sowie die Gewinnung bestimmter Metalle in verschiedenen Epochen bis heute zu thematisieren.

Aktuell und in den Medien präsent ist das Thema „Kupferklau“. Viele Schülerinnen und Schüler haben von diesem Problem gehört. Dieser Kontext führt insbesondere zu der gesellschaftlich enorm wichtigen Frage der Rohstoffversorgung der Menschheit, dem nachhaltigen Umgang mit Ressourcen und der Rolle der Naturwissenschaften in diesem Zusammenhang. Hier werden auch die Verflechtungen zwischen ökonomischer, ökologischer und sozialer Dimension deutlich.

An einem aktuellen Beispiel kann die Verflechtung von gesellschaftlichen und technologischen Entwicklungen aufgegriffen werden. Die Entwicklung moderner Kommunikationsmedien hat zu einer enormen Steigerung des Bedarfs an einigen Metallen geführt, die früher nur selten gebraucht wurden. Ein authentisches Forschungs- und Entwicklungsthema im Bereich der Naturwissenschaften ist es, sie technisch verfügbar zu machen. Darüber hinaus gehören geographische und sozialkundliche Aspekte zu einem Verständnis der Problematik, ohne ausufernd bearbeitet zu werden. Da die in diesem Zusammenhang wichtigen Metalle experimentell nicht so gut zugänglich sind, bietet sich dieser Kontext für die Vernetzungsphase an.

Auch regionale Gegebenheiten können bei der Kontextfindung einbezogen werden. Gerade in Rheinland Pfalz gibt es viele Erzvorkommen (insbesondere Kupfererze), die bis vor wenigen Jahrzehnten auch wirtschaftlich genutzt wurden. Heute bieten etliche Schaubergwerke und Museen die Möglichkeit, Erze in ihrer natürlichen Umgebung zu sehen oder besonders schöne Stücke zu bewundern und sich über die Geschichte der Erzverarbeitung zu informieren. Für den Unterricht hat sich auch die „Schatzsuche“ in einer Probe „Sand“ aus einem Bergwerk bewährt. Sie kann als kurze Einheit zum Vorkommen von Kupfer in einen größeren Kontext integriert werden.

2.5 Differenzierungsmöglichkeiten

Die unter dieser Rubrik in der Lehrplan-Doppelseite gegebenen Hinweise beziehen sich sowohl auf unterschiedlich leistungsstarke Lerngruppen als auch auf das leistungsdifferenzierte Arbeiten innerhalb einer Lerngruppe.

Der mit „G“ gekennzeichnete Abschnitt reduziert das Themengebiet auf ein grundlegendes Verständnis, der mit „V“ gekennzeichnete Abschnitt zeigt mögliche Vertiefungen und Erweiterungen, um leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern gerecht zu werden.

In jedem Kontext zum Themenfeld 4 kann die Lehrkraft den Unterricht in Bezug auf die Gewichtung von Stoff- und Teilchenebene anpassen.

G: Weniger leistungsstarke Schülerinnen und Schüler lernen die Gewinnung und Nutzung eines Metalls mehr auf der Ebene der Phänomene (Stoffebene) kennen. Ein Überblick über die vielfältige Verwendung z. B. des Kupfers führt zur Auseinandersetzung über Ressourcen und nachhaltigen Umgang. Es kann sinnvoll sein, zunächst die Bildung eines Metalloxids an einem alltagsnahen Beispiel zu erfahren, um das Vorkommen von Erzen und die Gewinnung daraus vorzubereiten.

Das Themenfeld 4 nutzt bezüglich der Teilchenebene das eingeführte differenzierte Atommodell. Auf dieser Basis schließt die Lehrkraft bei der Einführung der Metallbindung an. Metalleigenschaften werden mit Hilfe des Kern-Hülle-Modells ausreichend gedeutet. Die chemische Reaktion vom Metalloxid zum Metall kann mit der chemischen Lupe und/oder dem Zellstoffkugelmodell veranschaulicht werden.

V: Erweiterte Stoffkenntnisse erwerben die Lernenden, wenn sie im Rahmen der zeitlichen Möglichkeiten die Gewinnung weiterer Metalle (z. B. Eisen aus Eisenerz) kennlernen.

Ggf. ergibt sich die Betrachtung der Reaktionsfähigkeit verschiedener Metalle.

Innerhalb der Lerneinheiten (LE) ergeben sich an verschiedenen Stellen Anknüpfungsmöglichkeiten zu den Legierungen.

Im Themenfeld 4 kann an der Metallgewinnung das Donator-Akzeptor-Prinzip eingeführt werden. Dies setzt die Behandlung von Elektronenübertragungen voraus und mündet in der Definition der Redoxreaktion. Für die Einführung des Donator-Akzeptor-Prinzips gibt es in den folgenden Themenfeldern 6 und 12 weitere Gelegenheiten.

Für leistungsstarke Gruppen sind einfache quantitative Betrachtungen chemischer Reaktionen möglich.

3 ZU DEN LERNEINHEITEN

Die im Kap 2.4 vorgeschlagenen Kontexte lassen sich in **Lerneinheiten** gliedern. Sie entstehen insbesondere durch die Zugehörigkeit zu einem fachlichen Konzept bzw. durch eine systematische, fachliche Betrachtung.

In der unterrichtlichen Umsetzung ergibt sich, dass die Inhalte der hier vorgestellten Lerneinheiten nicht zwingend zeitlich aufeinanderfolgend behandelt werden müssen. Es kann sinnvoll sein, die Inhalte der verschiedenen Lerneinheiten in einer veränderten und in Bezug auf den jeweiligen Kontext angepassten Reihenfolge zu unterrichten.

Im Zentrum einer jeden Lerneinheit steht die Konzept- und Kompetenzentwicklung.

Kontext: Kupferklau			
Kontext: Ötzi's Kupferbeil			
Weiterer Kontext: ...			
Lerneinheiten		Konzepte	Kompetenzen
1	Stoffebene: Metalle und ihre Eigenschaften	Struktur- Eigenschaft- Funktion	Erkenntnisgewinnung
2	Stoffebene: Eigenschaften von Metallen und Verwendung	Struktur- Eigenschaft- Funktion	Kommunikation
3	Teilchenebene: Zusammenhang zwischen Metallgitter (Metallbindung) und den Eigenschaften der Metalle	Teilchen- Materie/Stoff	Erkenntnisgewinnung Kommunikation
4	Stoff- und Teilchenebene: Metallgewinnung aus Metalloxiden durch chemische Reaktion	Chemische Reaktion	Erkenntnisgewinnung Umgang mit Fachwissen Kommunikation
5	Stoffebene: Nachhaltiger Umgang mit Metallen (Vorkommen, Bedarf, Ressourcen, Recycling, Welthandel)		Umgang mit Fachwissen Bewertung

Nach den im Lehrplan für das Themenfeld 4 festgelegten Konzepten und Kompetenzen ergeben sich diese fünf Lerneinheiten, die grundsätzlich auf jedes Metall anwendbar sind. Der Lehrplan gibt kein spezielles Metall vor.

An einigen Stellen ist die vergleichende Betrachtung mehrerer Metalle notwendig, um Informationen zu dem gewählten Metall bewerten zu können, z. B.

- um sie als Stoffklasse zu charakterisieren (Metalleigenschaften),
- um ihr natürliches Vorkommen zu unterscheiden (gediegen, mineralisch),
- um ihren Bedarf und ihre Verwendung differenziert zu erfahren (Baustoff, Kabel),
- oder um Fragen der Nachhaltigkeit (Recycling) zu erörtern.

Die Lerneinheit 5 (Nachhaltiger Umgang mit Metallen) thematisiert Fragen zur Nachhaltigkeit und kann an verschiedenen Stellen angebunden werden. Sie ermöglicht zu Beginn eine Problematisierung und provoziert die Sachfragen. Explizite Betrachtungen von Recyclingmaßnahmen können nach Bearbeitung von chemischen Inhalten zur Metallgewinnung fachlich fundierter vorgenommen werden.

Die Abfolge der Lerneinheiten richtet sich nach der Sachlogik in der Beantwortung der auftretenden Fragen. Im Kontext Kupferklau bearbeitet man daher die Lerneinheiten bzw. Teile der Lerneinheiten in der Reihenfolge: 1-5-2-3-4-5.

Die in den folgenden Tabellen vorgestellten Lerneinheiten enthalten jeweils entsprechende Materialien, mit denen sie umgesetzt werden können.

Nach der Vorstellung der Lerneinheiten schließt sich ein exemplarischer Unterrichtsgang (Kapitel 4.2) an.

3.1 Lerneinheit 1

LE 1: Stoffebene - Metalle und ihre Eigenschaften		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/ Basiskonzept
Einführende Lernsituation: „Ein Tisch voll“ Kupfergegenstände, Pressebericht über „Kupferklau“		
Schülerinnen und Schüler ...		
... führen Experimente zu den Eigenschaften von Metallen durch und protokollieren diese.	... erstellen eine Frageliste. ... recherchieren zu Metallen. ... erarbeiten einen Steckbrief/eine Übersicht zu Metallen. ... untersuchen die Eigenschaften von Metallen und protokollieren diese.	Metalle als Stoffklasse elektrische und thermische Leitfähigkeit Verformbarkeit Schmelztemperatur Glanz Dichte
Material/Medien		
Das Kupferbeil des Ötzi	Kupferklau	
Gebrauchsgegenstände aus Kupfer Zeitleiste Kupferzeit Folie Ötzi - ein Steinzeitmensch? Text Ötzi – Der sensationelle Fund	Gebrauchsgegenstände aus Kupfer (Kabel, Rohre, Gießkanne, Schmuck, Münzen, ...) AB Metallklau Text Preistabelle Arbeitsauftrag Info Kontextfragen und unterrichtliche Inhalte	
AB Metalle gleich und doch verschieden AB Eigenschaften von Metallen Tabelle SV Lernstationen Eigenschaften der Metalle SV Eigenschaften von Metallen untersuchen - offen		

Die zielführende Überlegung der Lehrkraft sollte darauf gerichtet sein, ein Material zu verwenden, das Fragen der Schülerinnen und Schüler provoziert, die zu den gewünschten fachlichen Inhalten leiten. Diese Fragen, gemeinsam strukturiert und zu Fachfragen konkretisiert, sind damit authentisch und dienen als Planungshilfe für den weiteren Unterrichtsverlauf.

- Die einführende Lernsituation, ein Medienbericht über den Diebstahl von Metallen in der Gegenwart führt zu Fragen nach deren Ursache und damit zielgerichtet zur Untersuchung von Eigenschaften der Metalle/Kupfer.
- Grafiken zu Metallvorkommen weltweit und zum Metallbedarf konkret dienen der zielgerichteten Hinführung zu Fragen über Kupfer.
- Auch die Begegnung mit dem Gletschermann Ötzi und seinem Kupferbeil impliziert Fragen, z. B. „Warum nutzte er ausgerechnet Kupfer für sein Beil?“
- Das Interesse an Schmuck und Münzen und Fragen wie z. B. „Woraus besteht mein Schmuckstück? Was unterscheidet römische Münzen von Euro-Münzen?“ führen zu Erörterungen über deren Wert und zu Untersuchungen, die der Identifikation mithilfe spezifischer Eigenschaften dienen.

Je nach Kontext kann man Elemente der Lerneinheit 4 und 5 integrieren, z. B. Schaubilder oder Daten zu Erzvorkommen oder zum Welthandel.

Um die typischen Eigenschaften von Kupfer zu erkennen und dem Unterrichtsgang folgend dessen Gewinnung in den Fokus zu rücken, sollten mehrere Metalle vergleichend untersucht werden. Die Lehrkraft kann hier in der Unterrichtsorganisation dem vorgeschlagenen Stationenlernen folgen. Auch eine Arbeit zu den Eigenschaften je eines Metalls nach der Expertenmethode ist denkbar.

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 1:**Info Kontextfragen und unterrichtliche Inhalte**

Fragen zum Kontext Kupferklau	Fachlicher Inhalt
Warum werden heutzutage Metalle, insbesondere Kupfer, gestohlen?	Preisentwicklung Verbrauch (Nachfrage) für vielfältige Verwendung
Kann man Kupfer durch andere Metalle oder durch noch andere Stoffe ersetzen?	Eigenschaften der Stoffklasse der Metalle im Vergleich zu anderen Stoffklassen Vergleich verschiedener Metalle
Warum stellt man Kabel ausgerechnet aus Kupfer her?	Elektrische Leitfähigkeit verschiedener Metalle Preise verschiedener Metalle
Warum leiten Metalle den Strom? Warum glänzen Metalle? Warum sind Metalle biegsam, schmiedbar und unterscheiden sich in ihrer Dichte?	Metallbindung (Teilchenebene)
Woher bekommt man Kupfer?	Erzlagerstätten und Erzabbau (auch in RLP)
Wie macht(e) man aus Erzen Kupfer?	Gewinnung früher und heute Reaktionsgleichungen
Wie viel Erz braucht man für ein Kabel?	Einfache quantitative Betrachtungen
usw.	

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 1:

Eigenschaften von Metallen Tabelle

Arbeitsaufträge:

1. Recherchiere einige Daten zu Kupfer im Vergleich zu anderen Metallen und lege eine Tabelle an. Du kannst z. B. folgende Quellen benutzen:

http://de.wikipedia.org/wiki/Metalle_und_ähnliche

<http://www.hug-technik.com/inhalt/ta/metall.htm>

<http://www.chemie.de/lexikon/Metalle.html>

2. Informiere einen Partner oder eine Partnerin über die besonderen Eigenschaften von Kupfer im Vergleich zu anderen Metallen.

Hilfe: Bilde Sätze wie:

Kupfer hat eine höhere Dichte als _____, deshalb ist es ein _____ .

Die elektrische Leitfähigkeit ist gegenüber vielen anderen Metallen _____ .

Kupfer kann man wegen seiner _____ gut von anderen Metallen unterscheiden.

Kupfer ist billiger/teurer als _____ .

Tabelle mit Lösungen, die die Schülerinnen und Schüler (auf der Basis von Wikipedia, <http://de.wikipedia.org>) recherchieren können:

	Cu	Ag	Au	Zn	Ni	Sn	W	Al	Pb	Fe
Atommasse in u	63,55	107,9	197	65,4	58,7	118,7	183,8	27	207	55,8
Dichte in g/cm ³	8,92	10,49	19,32	7,14	8,91	7,30 β-Zinn	19,3	2,7	11,34	7,87
Schmelztemperatur in °C	1085	962	1064	420	1455	232	3422	660	327	1538
Farbe	lachsrosa glänzend	weiß glänzend	gelb glänzend	bläulich blassgrau glänzend	silbrig glänzend	silbrig grau glänzend	gräulich weiß glänzend	silbrig glänzend	bläulich weiß glänzend	gräulich glänzend
elektr. Leitfähigkeit in x-10 ⁶ S/m	59,8	61	44	16,7	13,9	8,7	18,5	37,7	4,8	10
Wärmeleitfähigkeit λ in [W / (m · K)]	401	430	314	110	91	67	170	235	35	80
Härte (nach Mohs)	3	2,5-3	2,5-3	2,5	4,0	1,5	7,5	2,75	1,5	4
(ferro)magnetisch					X					X
Leichtmetall/Schwermetall	S	S	S	S	S	S	S	L	S	S
Preis (Euro je kg) Juli 2015	5,67	428,25	33824,0	1,81	10,18	12,76	0,33	1,54	1,63	0,42*
Preis (Euro je kg) aktuell										

*Baustahl

Lehrerinformation:

Je nach verwendeter Quelle recherchieren die Schülerinnen und Schüler leicht abweichende/unterschiedliche Werte. Damit die Lehrkraft diese Werte einordnen kann, befindet sich im Onlinematerial eine Tabelle mit Werten aus dem wissenschaftlichen Lexikon Roempp bzw. aus anderen wissenschaftlichen Quellen.

Zusätzliche Materialien:

www.raabe.de

„Hart, edel und glänzend? Ein Stationenzirkel zu den Metallen und ihren Eigenschaften“,
M 4, Stationen 1-3 (Bestell-Nr.: R0606-001640, Signatur: II/E/10, Erscheinungstermin 2009)

Film der medienpaedagogik-praxis.de: Auf dem Elektroschrottplatz

<https://www.medienpaedagogik-praxis.de/2014/11/27/auf-dem-elektroschrottplatz/#comments>

3.2 Lerneinheit 2

LE 2: Stoffebene - Eigenschaften und Verwendung von Metallen		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/ Basiskonzept
Einführende Lernsituation: „Ein Tisch voll“ Kupfergegenstände Daraus resultierende Fragen: Warum ist das Kabel aus Kupfer? Wo ist das Kupfer im Kochtopf?		
Schülerinnen und Schüler ...		
... dokumentieren und präsentieren mithilfe von Informationen sach- und adressatengerecht.	... ordnen Metallen Eigenschaften und daraus resultierende Verwendungen zu. Vertiefung: ... erstellen eine Mindmap zu Legierungen.	Die Eigenschaften der Metalle bestimmen ihre Verwendung.
Material/Medien		
Das Kupferbeil des Ötzi	Kupferklau	
AB Eigenschaften und Verwendung von Metallen AB Eigenschaften und Verwendung von Metallen Aufgabentypen Vertiefung: AB Texte Legierungen Gruppenpuzzle		

Schülerinnen und Schüler haben in der Lerneinheit 1 eine Auswahl von Metallen kennen gelernt. Sie haben ihre Eigenschaften experimentell untersucht bzw. Daten über Gebrauchsmetalle recherchiert und dokumentiert.

Die Lerneinheit 2 dient der Entwicklung des Basiskonzepts Struktur-Eigenschaft-Funktion. Da sie zunächst die Metalle auf der Stoffebene betrachtet (Eigenschaft – Verwendung), schließt sich mit der Lerneinheit 3 ihre logische Fortsetzung mit der Behandlung der Teilchenebene (Struktur, Metallbindung) an.

Möchte die Lehrkraft auf Legierungen eingehen, ist die erste Begegnung in der Lerneinheit 2 auf der Stoffebene sinnvoll. Legierungen sind im Alltag sehr gebräuchlich, z. B. bei Münzmetallen, Schmuck oder technischen Anwendungen. Auch wenn sich der Unterrichtsgang in dieser Handreichung primär auf die Gewinnung von Kupfer aus seinen Erzen konzentriert, sind die Legierungen (besonders Kupferlegierungen) gute Beispiele für die Optimierung der gewünschten Eigenschaften gegenüber dem reinen Metall. Die „historischen“ Legierungen wie Bronze oder Messing oder auch die „modernen“ Münz- oder Schmucklegierungen sind relativ einfach zu recherchieren.

Die Lehrkraft sollte jedoch darauf achten, dass der Zeiteinsatz für diesen Exkurs angemessen bleibt und nicht von den Intentionen des Themenfeldes wegführt.

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 2:

Eigenschaften und Verwendung Metalle – Aufgabentypen

Aufgaben (-typen) von offen nach geschlossen

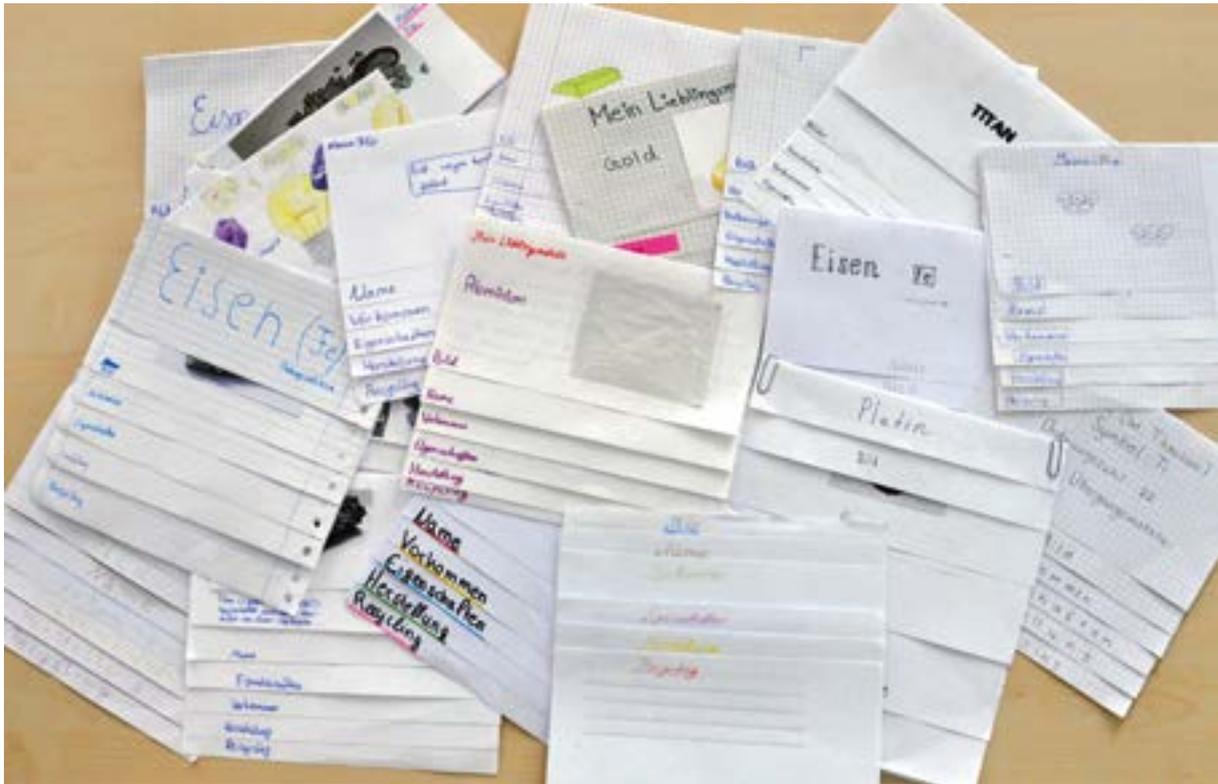
- A) Finde verschiedene Verwendungsbeispiele für Metalle im Alltag, die du anhand ihrer Eigenschaften begründen kannst.
- B) Stelle dein Lieblingsmetall in Form eines Plakates, eines Steckbriefs oder eines Memoflips vor.

Hilfe:

Nutze z. B. folgende Kriterien: physikalische und chemische Eigenschaften, Verwendung, Vorkommen (auch geografisch) und Häufigkeit, Gewinnung, Recycling, Umweltrelevanz, Preisentwicklung, ...

- C) Wähle aus einem geeigneten Material (Steckbriefe, Memoflips, Tabelle) Metalle aus und begründe, warum sie sich für bestimmte Verwendungen eignen:
- für den Bau eines Flugzeugs
 - für das Bleigießen zu Silvester
 - für den Bau einer Brücke
 - für Lötverbindungen von elektronischen Kontakten
 - usw.
- D) Nutze ein geeignetes Material (Steckbriefe, Memoflips, Tabelle) und begründe anhand seiner Eigenschaften die Verwendung von ...
- Kupfer als Kabel
 - Gold für Schmuck
 - Aluminium für Flugzeuge
 - Kupfer im Boden eines Kochtopfs
 - usw.

Memoflip



Kurzanleitung zur Herstellung eines Memoflip:

Drei DIN-A4-Bögen um 1,6 cm versetzt legen, einmal falten und im Knick heften

Zusätzliche Materialien:

www.fwu.de

DVD und DVD-ROM „Metalle“ (Artikel-Nr.: 5511086 und 4611086)

www.raabe.de

„Hart, edel und glänzend? - Ein Stationenzirkel zu den Metallen und ihren Eigenschaften“

M 4, Stationen 5 und 5a, Legierung herstellen (Bestell-Nr.: R0606-001640, Signatur: II/E/10, Erscheinungstermin 2009)

Einzelbeitrag „Vom Handy bis zum Mountainbike - Metalle in unserem Alltag im Fokus“

M 13, Legierung (Bestell-Nr.: R0276-000210, Signatur: II/3, Erscheinungstermin 2013)

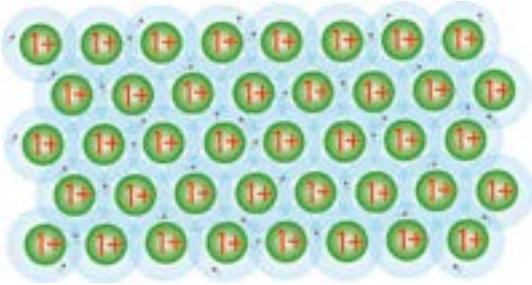
3.3 Lerneinheit 3

LE 3: Teilchenebene - Zusammenhang zwischen Metallgitter (Metallbindung) und den Eigenschaften der Metalle		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/ Basiskonzept
Einführende Lernsituation: Demonstrationsexperimente zur Leitfähigkeit und Verformbarkeit von Nichtmetallen im Vergleich zu Metallen		
Schülerinnen und Schüler ...		
... erklären die Eigenschaften von Metallen durch die Anwendung von Modellen.	<p>... deuten die besonderen Eigenschaften von Metallen mit dem Metallgitter und beweglichen Elektronen.</p> <p>... stellen in einem Rollenspiel modellhaft die Vorgänge nach, die in einem Metalldraht stattfinden, der Teil eines elektrischen Stromkreises ist.</p> <p>... erklären die Verformbarkeit eines Metallgitters gegenüber einem Ionengitter mithilfe eines Modells.</p>	Metallbindung Metallgitter elektrische Leitfähigkeit Verformbarkeit
Material/Medien		
Das Kupferbeil des Ötzi	Kupferklau	
AB Die Metallbindung - Theorie und Modell AB Metallbindung – Rollenspiel Animation der Bergischen Universität Wuppertal (Verformbarkeit und elektrische Leitfähigkeit) http://www.chemie-interaktiv.net/html_flash/ff_metallbindung.swf Vertiefung: AB Eigenschaften von Legierungen mit Zellstoffkugeln veranschaulicht		

Für alle Betrachtungen der Metalle auf der Teilchenebene nutzt man ein Modell, welches

- Metall-Eigenschaften erklären kann,
- Unterschiede zwischen Metallen abbilden kann.

Metalle sind (mit Ausnahme von Legierungen) aus gleichartigen Atomen aufgebaut. Eine Vielzahl ihrer Eigenschaften erklärt man mit dem **Elektronengasmodell**.

<p>Metall-Atome besitzen in der Regel nur wenige Außenelektronen.</p> <p>Das Modell geht von der Annahme aus, dass Außenelektronen der Metall-Atome des Metallgitters sich nicht mehr einzelnen Atomen zuordnen lassen.</p> <p>Denn:</p>	 <p>Das Diagramm zeigt ein einzelnes Metallatom mit einem zentralen Kern, der die Ladung $29+$ trägt. Um den Kern herum sind vier konzentrische Schalen in verschiedenen Farben (rot, gelb, grün, blau) dargestellt, die die Elektronenschichten repräsentieren. Ein kleiner schwarzer Punkt rechts neben dem Atom symbolisiert ein Elektron.</p>
<p>Durch die Überlappung der Metall-Atome erweitert sich der mögliche Aufenthaltsbereich dieser Außenelektronen eines Metall-Atoms über das ganze Metall-Gitter hinweg.</p> <p>Analog zu der ungeordneten Bewegung von Gasteilchen spricht man deshalb von einem Elektronengas.</p>	 <p>Das Diagramm zeigt ein Gitter aus Metallatomen. Jedes Atom ist als kleinerer Kern mit Schalen dargestellt, die sich mit den benachbarten Atomen überlappen. Die äußeren Schichten der Atome sind als ein zusammenhängendes Netzwerk von Elektronen dargestellt, was die Überlappung und die Bildung des Elektronengases verdeutlicht.</p>
<p>Dadurch entstehen positiv geladene Metall-Ionen. In der Literatur wird das Atom ohne diese Außenelektronen meistens als Atomrumpf bezeichnet.</p>	 <p>Das Diagramm zeigt einen Atomrumpf, der als ein zentraler Kern mit der Ladung $1+$ dargestellt ist. Er ist von einer hellblauen Kugel umgeben, die den Bereich der verlorenen Außenelektronen darstellt. Ein kleiner schwarzer Punkt rechts neben dem Atomrumpf symbolisiert ein Elektron.</p>
<p>Ein Metall-Kristall wird demnach durch elektrische Anziehungskräfte zwischen den positiv geladenen Atomrümpfen und den negativ geladenen beweglichen Elektronen zusammen gehalten.</p>	

Die Darstellung der Metallbindung mit diesem Modell ist ausreichend, da es sich (didaktisch reduziert) auf der Basis aller vier differenzierten Atom-Modelle (einfaches Kern-Hülle-Modell, Schalenmodell, Energiestufenmodell, Kugelwolkenmodell; siehe Handreichung TF 2, Seite 30-37 und Handreichung TF 3, Seite 35-38) ableiten lässt.

Die ergänzende Betrachtung von Legierungen kann in der Lerneinheit 3 ihre Fortsetzung finden. Eine Vielzahl von Gebrauchsmetallen sind Legierungen (Stahl, Bronze, Messing, Neusilber) und bieten Anknüpfungspunkte. Die veränderten Metalleigenschaften wie Duktilität und Härte können mit diesem Modell erklärt werden.

Mithilfe der in Themenfeld 1 und 2 eingeführten Zellstoffkugelmodelle können im Themenfeld 4 die Unterschiede zwischen einem Metall und seinen Legierungen herausgearbeitet werden. Dabei bietet sich die Gelegenheit, Stoffeigenschaften auf der Teilchenebene zu deuten bzw. zu erklären.

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 3:

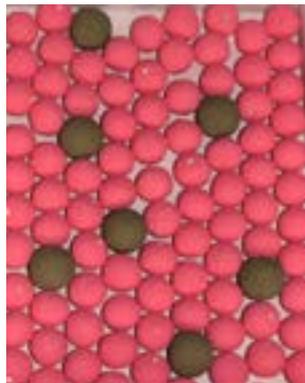
Eigenschaften von Legierungen mit Zellstoffkugeln veranschaulicht

Mögliche Lösung:

Zellstoffkugelmodelle



Kupfer
Atomdurchmesser
Cu 256 pm
Kugelgröße Cu 25 mm



Bronze
Atomdurchmesser
Cu 256 pm/Sn 290 pm
Kugelgröße
Cu 25 mm, Sn 30 mm



Messing
Atomdurchmesser
Cu 256 pm/Zn 267 pm
Kugelgröße
Cu und Zn je 25 mm

Zusammenhang Struktur und Eigenschaft:

Durch den Einbau von Fremdatomen wird die regelmäßige Struktur gestört.

Durch den Größenunterschied der Kugeln lassen sich die einzelnen Kugelschichten nicht mehr leicht gegeneinander verschieben. Die Legierung wird härter, aber auch spröder.

Die Störung der regelmäßigen Struktur ist von der Größe der Fremdatome abhängig.

Härte: Bronze > Messing > Kupfer

Zusätzliches Material:

www.fwu.de

DVD und DVD-ROM „Metalle“ (Artikel-Nr.: 5511086 und 4611086)

3.4 Lerneinheit 4

LE 4: Stoff- und Teilchenebene Metallgewinnung aus Metalloxiden durch chemische Reaktion		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/ Basiskonzept
Einführende Lernsituation: Beobachtung und Identifizierung von Kupfermineralien (Imsbach) Strukturierung eines Films zur heutigen Kupfergewinnung Historische Wege der Kupfergewinnung		
Schülerinnen und Schüler ...		
	... untersuchen Erze mit optischen Hilfsmitteln.	Erz Mineral, Kristall Metallkristall
... führen Experimente zur Gewinnung von Metallen durch und protokollieren diese.	... planen die Gewinnung von Kupfer aus einem Erz. ... führen einen Versuch zur Kupfergewinnung durch und protokollieren.	Erz Metalloxid, Metall Umkehrbarkeit der chemischen Reaktion (Bildung und Zerlegung von Metalloxiden) exotherm/endotharm
... beschreiben die Gewinnung eines Metalls mit einer Reaktionsgleichung.	... stellen die Reaktionsgleichung auf verschiedenen Ebenen dar. ... bearbeiten das Thermitverfahren oder den Hochofenprozess. Vertiefung: ... beschreiben die Vorgänge auf Teilchenebene als Elektronenübertragung.	Ionenbindung Elektronenpaarbindung Metallbindung Vertiefung: Elektronenabgabe, Elektronenaufnahme, Elektronenübertragung, Donator-Akzeptor-Prinzip

Material/Medien	
Das Kupferbeil des Ötzi	Kupferklau
<p>AB Kupfergewinnung früher – mit Comics</p> <p>AB Arbeiten im Bergwerk vor 500 Jahren</p>	<p>Film des deutschen Kupferinstituts: „Kupfer in unserem Leben“ (Ausschnitt 8.25 – 16.05 min)</p> <p>https://omega.bildung-rp.de (Artikel-Nr.: BWS-04959264) Quelle: DKI (Berlin), 1989 Direktlink: https://omega.bildung-rp.de/index.php?doc=playerInclude&mode=webdvd&idenfier=BWS-04959264&embedded=true</p> <p>AB Filmanalyse: Kupfergewinnung heute</p> <p>Zip-Datei: Bilder - Kupferfilm</p>
<p>Erze:</p> <p>AB Bildertisch Mineralien und Erze – Rohstoffe der Metalle</p> <p>Zip-Datei: Mineralien und Erze</p> <p>Poster Kupfer und Kupferlagerstätten</p> <p>Poster Kristallene Schätze aus dem Bergwerk Imsbach</p> <p>PowerPoint Wir gehen auf Schatzsuche</p>	
<p>Experimente:</p> <p>SV Zusammensetzung von Malachit</p> <p>SV Kupfer aus Malachit mit Kohlenstoff-offen</p> <p>SV Kupfer aus Malachit mit Kohlenstoff-angeleitet</p> <p>SV Kupfer aus Malachit mit Kohlenstoff mit Puzzle und Hilfen</p> <p>SV Kupfer aus Kupferoxid mit Eisen</p>	
<p>Teilchenebene:</p> <p>AB Darstellungsebenen CuO + C</p> <p>AB Darstellungsebenen CuO + Fe</p>	
<p>Dekontextualisierung:</p> <p>LV und Material Thermitverfahren</p> <p>LV Gewinnung von Roheisen mit Oxi-Reiniger</p> <p>Zip-Datei: Thermitverfahren - Lehrerversuch</p> <p>Zip-Datei: Thermitverfahren - Schienenreparatur</p> <p>Vertiefung:</p> <p>AB Einfache quantitative Berechnungen</p>	

Ggf. wurde bereits in der Lerneinheit 1 das weltweite Erzvorkommen oder der Bedarf und Welthandel von metallischen Rohstoffen thematisiert. Eine daraus resultierende Leitfrage wird in der Lerneinheit 4 wieder aufgegriffen und weiterentwickelt.

Eine sehr anschauliche Möglichkeit, diese Lerneinheit zu eröffnen, ist der Zugang über Mineralien oder Erzproben oder Farbfotos (Bildertisch). Mineralienproben können z. B. über das Pfälzische Bergbaumuseum Imsbach bezogen werden. Alternativ kann die Lehrkraft auf zwei Poster zurückgreifen.

Die Frage: „Wie macht(e) man aus Erzen Kupfer?“ zeigt das Vorwissen, das aus den Medien, Schulbüchern oder individuellen Erfahrungen stammt. Der Begriff Erz als metallliefernder steiniger Rohstoff ist meist bekannt. Interessant sind die Antworten, da sie die häufigen Fehlvorstellungen widerspiegeln:

- Das Metall wird aus Erzen herausgeschmolzen.
- Die Metalle stecken im Inneren der Steine.
- Metalle werden im Hochofen hergestellt.

Kupfer ist das Metall, welches von den Menschen zuerst auf metallurgischem Wege aus Erzen gewonnen wurde. Dies kann Anlass sein, seine „historische“ Gewinnung zum Gegenstand des Unterrichts zu machen und führt zu der Frage, wie man zur damaligen Zeit ein Kupferbeil herstellen konnte.

Die Frage der Kupfergewinnung kann auch mithilfe einer Filmanalyse zum heutigen Verfahren bearbeitet werden.

Während die „Geschichte des Ötzi“ Teile der chemischen Reaktion klar beschreibt und somit die Schülerinnen und Schüler befähigt, einen entsprechenden Versuch selbst zu planen, liefert die Filmanalyse keine konkrete Beschreibung der chemischen Reaktion zwischen Kupfererz und Kohlenstoff. Diese „Leerstelle“ kann aber genutzt werden, um gemeinsam mit den Schülerinnen und Schüler einen entsprechenden Versuch zu planen.

Aus Malachit (Kupfercarbonat/Kupferhydroxid) wird durch Erhitzen zunächst schwarzes Kupferoxid und durch Reaktion dieses Kupferoxids mit Kohlenstoff reines metallisches Kupfer gewonnen. Die experimentelle Gewinnung (auf der Stoffebene) ist in Schülerversuchen vielfach erprobt und etabliert.

Stoffebene:

1. Erhitzen von Malachit:

Malachit (s) → Kupferoxid (s) + Kohlenstoffdioxid (g) + Wasser (l)

2. Reaktion des Kupferoxids mit Hilfe von Kohlenstoff

Kupferoxid (s) + Kohlenstoff (s) → Kupfer (s) + Kohlenstoffdioxid (g); exotherm

Teilchenebene:

Mithilfe der Arbeit mit den bereits bekannten Zellstoffkugelmodellen erfolgt auch im Themenfeld 4 der Übergang von der Stoff- auf die Teilchenebene. Die Handreichung zum Themenfeld 1 (vgl. S. 37) und der Bildungsserver halten ausführliche Informationen dazu und zu den notwendigen weiteren Materialien bereit.

Dabei wiederholen die Lernenden die Aspekte Atomgitter, Ionengitter und Molekül und beschreiben die chemische Reaktion mithilfe dieser Modelle. Z. B. „Im Edukt Kupferoxid liegen Kupfer-Ionen und Oxid-Ionen in einem Ionengitter vor“.

Der Erkenntnisgewinn im Themenfeld 4 und die Weiterentwicklung des Basiskonzeptes Teilchen-Materie/Stoff besteht in der Schlussfolgerung: „Im Produkt Kupfer liegen Kupfer-Atome vor, die aus den Kupfer-Ionen entstanden sind und ein Metallgitter bilden“.

Auf der Teilchenebene wird diese Veränderung als Merkmal einer chemischen Reaktion gedeutet: „Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen (Kupfer-Ion – Kupfer-Atom, Ionengitter – Metallgitter) und Bindungen zurückgeführt“. Für ein **Grundverständnis** ist es ausreichend, wenn diese Erkenntnis mithilfe der Änderung der Radien/Durchmesser der Kupferteilchen (Zellstoffkugeln oder chemische Lupe) transportiert wird.

Die Änderung der Radien/Durchmesser der in der chemischen Reaktion beteiligten Teilchen kann gedeutet werden, indem Schülerinnen und Schüler hier **vertiefend** die Elektronenübertragung kennen lernen.

- Die Kupfer-Ionen im Kupferoxid haben einen kleineren Durchmesser als die Kupferatome im metallischen Kupfer.

Aus der Vergrößerung des Radius und der Änderung der Ladung der Kupfer-Teilchen lässt sich schließen, dass eine Elektronenübertragung stattgefunden hat: Kupfer-Ionen haben offensichtlich Elektronen aufgenommen (Elektronenaufnahme):



Im Unterrichtsgeschehen stellt sich den Schülerinnen und Schülern ggf. an dieser Stelle die Frage, woher die Elektronen stammen. Als „Quelle“ für die Elektronen kommt nur der Reaktionspartner Kohlenstoff und die in diesem Zusammenhang gleichzeitig ablaufende Teilreaktion in Frage, die aber nicht im Fokus stehen.

- In der Gesamtbetrachtung dieser Teilreaktion entstehen aus Kohlenstoff-Atomen und Oxid-Ionen Kohlenstoffdioxid-Moleküle. Dabei werden Elektronen abgegeben. Dies kann ggf. auch als Formelschema notiert werden:



Da an dieser Stelle die formale Betrachtung von Oxidationszahlen molekularer Verbindungen vom Lehrplan nicht intendiert ist, ergibt sich die Elektronenabgabe als das Ergebnis der Elektronenbilanzierung in dieser Teilreaktion.

Nutzt man das Verfahren zur Kupfergewinnung mithilfe von Eisen, kann die Elektronenübertragung mit der Veränderung der Radien/Durchmesser von Kupfer- und Eisenteilchen auf Edukt- und Produktseite dargestellt (Zellstoffkugeln oder Chemische Lupe) und erklärt werden.

Kugelteilchenmodell			
	Symbol	Atomdurchmesser in pm (1pm = 10 ⁻¹² m)	Zellstoffkugel-Durchmesser in mm
Kupfer-Atom	Cu	256	25
Kupfer-Ion	Cu ²⁺	114	12
Eisen-Atom	Fe	248	25
Eisen-Ion	Fe ²⁺	130	15
Oxid-Ion	O ²⁻	276	30
Sauerstoff-Atom	O	132	15
Kohlenstoff-Atom	C	154	15

Tab. 2: Atomdurchmesser und Zellstoffkugelgrößen

(Quelle: Peter Haupt, Petra Moritz: Modelle chemischer Substanzen für den Anfangsunterricht, Aulis-Verlag Deubner, 2008)

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 4:

PowerPoint „Wir gehen auf Schatzsuche“

Arbeitsauftrag:

Betrachtet die Mineralien aus Imsbach als Steine und als „Sand“ unter dem Binokular im Auflicht. Identifiziert so viele Mineralien wie möglich. Unterstützend stehen euch Fotos regionaler Mineralien und ein Poster des Bergwerks Imsbach zur Verfügung.

Mögliche Identifikation:

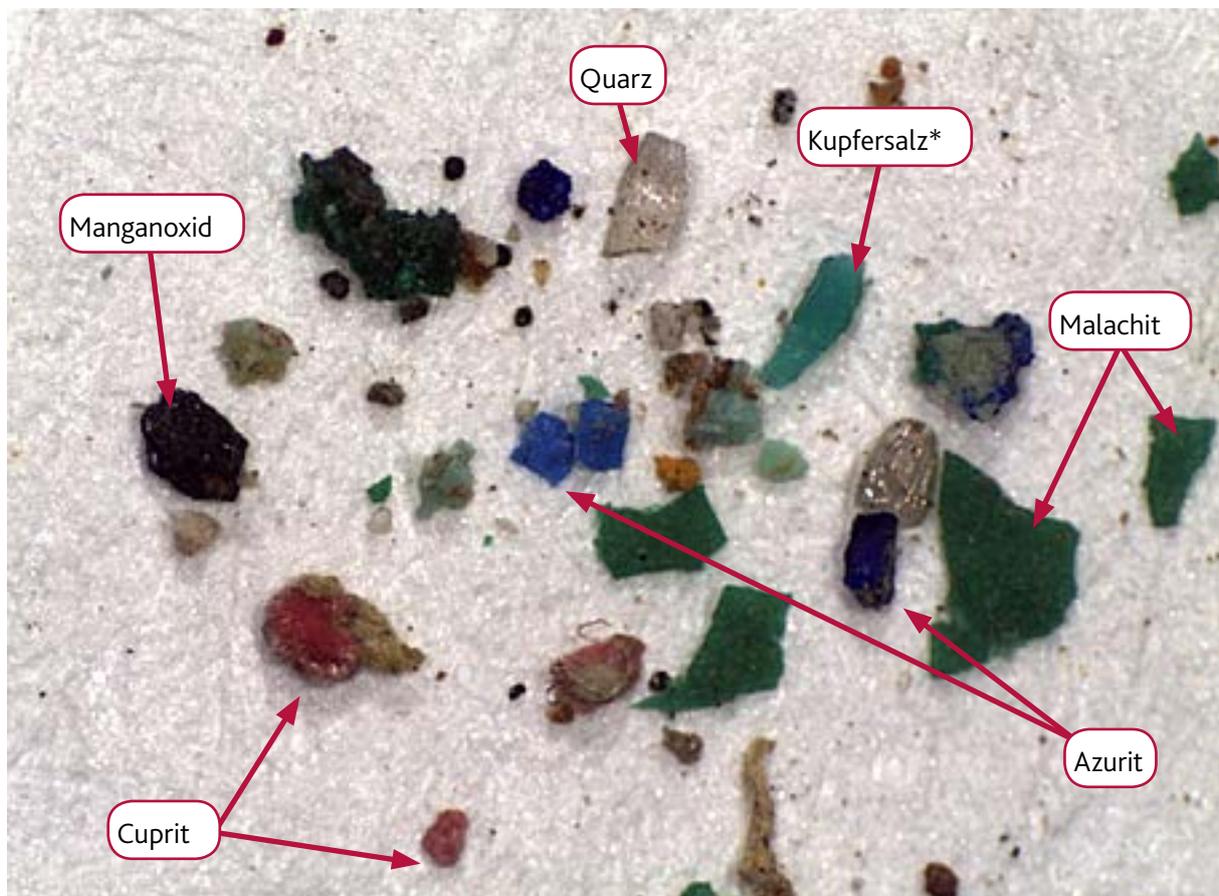


Abb. 5: Pfalzmuseum für Naturkunde, Bad Dürkheim

* nicht genauer identifizierbar

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 4:**Bildertisch Erze und Mineralien - Rohstoffe der Metalle**

Arbeitsaufträge zu den Mineralienbildern:

1. Unterscheide die Begriffe Gestein, Erz, Mineral und Kristall.
2. Ordne die Bilder nach mikroskopischen und makroskopischen Aufnahmen.

Recherchiere die fehlenden Namen oder Formeln der Erze und Mineralien und schließe auf die Metalle, die aus ihnen gewonnen werden können.

Mögliche Lösung:

Erz	Mineral	chemische Formel	chemischer Name	gewonnenes Metall
Rotkupfererz	Cuprit	Cu_2O	Kupfer(I)-oxid	Kupfer
Kupferkies	Chalkopyrit	CuFeS_2	Kupfer(II)- Eisen(II)-sulfid	Kupfer/Eisen
Kupferspat	Malachit	$\text{Cu}_2[(\text{OH})_2 \text{CO}_3]$	Kupferhydroxid/ Kupfercarbonat	Kupfer
Roteisenstein	Hämatit	Fe_2O_3	Eisen(III)-oxid	Eisen
Spateneisenstein	Siderit	FeCO_3	Eisen(II)-carbonat	Eisen
Schwefelkies	Pyrit	FeS_2	Eisendisulfid	Eisen
Magneteisenstein	Magnetit	Fe_3O_4	Eisen(II,III)-oxid	Eisen
Bleiglanz	Galenit	PbS	Bleisulfid	Blei
Bauxit	Gibbsit Böhmit Diaspor	$\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ $\gamma\text{-AlO}(\text{OH})$ $\alpha\text{-AlO}(\text{OH})$	Aluminiumhydroxid	Aluminium
Zinkerz	Sphalerit	ZnS	Zinksulfid	Zink
Silbererz	Akanthit	Ag_2S	Silbersulfid	Silber

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 4:**Kupfergewinnung heute (Filmanalyse)**

Mit dem Material kann die Lehrkraft variabel umgehen und die Schwierigkeit der Arbeitsaufträge durch die Auswahl oder Zusammenstellung differenzieren. Alle Bilder sind als Zip-Datei auf dem Bildungsserver verfügbar und wurden vom Deutschen Kupferinstitut zur Verfügung gestellt (Quelle: Aurubis/Kupferinstitut).

Begriffskarten:

Transport des Gesteins	Anoden-Gießrad
Durch Zusatz von z. B. anderen Metallen werden Legierungen hergestellt.	Kupfergehalt: ca. 30 %
Verhüttung des Erzes	Sprengen des erzhaltigen Gesteins
Gesteinsmühle	SCHMELZOFEN
Transport des Erzes	Kupfergehalt: ca. 99,9 %
Anoden-Platte (Gewicht 300 - 500 kg)	Aufbereitung des Gesteins
Elektrolytische Raffination	Flotationstank
Kupfergehalt: ca. 1 %	LKW (Ladung 250 t Gestein)
Erzgrube	Kupfergehalt: ca. 97 %
Weiterverarbeitung des Kupfers	Elektrolysebad
Kupfererzabbau im Bergbau	In Walz- und Gusswerken werden Bleche, Rohre, Draht oder Gussteile u.v.m. hergestellt.
Kupfergehalt: ca. 99 %	Eisenbahn oder Schiff

Zip-Datei: Bilder – Kupferfilm

 <p>A photograph showing a large industrial facility with several circular casting wheels (Anoden-Gießrad) arranged in a row, used for producing copper anodes. The scene is dimly lit with a warm, orange glow from the molten metal.</p>	 <p>A photograph of an electrolysis bath (Elektrolyse-Bad) in a copper refinery. It shows a large array of vertical cathodes (copper sheets) being processed in a tank. A worker wearing a white hard hat is visible in the foreground, looking towards the bath.</p>
<p>Anoden-Gießrad</p>	<p>Elektrolyse-Bad</p>
 <p>A photograph of a flotation tank (Flotationstank) containing a bright blue frothy liquid. The tank is cylindrical and has a metal railing around it. A sign with the number '10' is visible on the left side.</p>	 <p>A photograph of a large yellow mining truck (LKW zum Erztransport) parked on a dirt road in an open-pit mine. A person in a blue shirt and white hard hat is standing next to the truck for scale.</p>
<p>Flotationstank</p>	<p>LKW zum Erztransport</p>

Abb. 6: Aurubis/Kupferinstitut

Ausschnitt aus dem Onlinematerial LE 4:

Verschiedene schematische Darstellungen einer chemischen Reaktion

Stoffebene Bildschema		+		→		+	
Eigenschaften	schwarzer Feststoff, elektrisch nicht leitend		grau glänzender Feststoff, elektrisch leitend		rot glänzender Feststoff, elektrisch leitend		schwarzer Feststoff, elektrisch nicht leitend
Wortschema	Kupfer(II)-oxid	+	Eisen	→	Kupfer	+	Eisen(II)-oxid
Teilchenebene Zellstoffkugelmodell		+		→		+	
Bindungsart	Ionenbindung	+	Metallbindung	→	Metallbindung	+	Ionenbindung
Formel Ebene	CuO	+	Fe	→	Cu	+	FeO
Teilchenebene Elektronenübertragung		+		→		+	
Formel Ebene		+		→		+	

Dekontextualisierung:

Zur Dekontextualisierung und damit Anwendung von erworbenen Kompetenzen kann die Lehrkraft z. B. das Thermitverfahren oder den Hochofenprozess zur Eisengewinnung auswählen.

Auf dem „zweiten Weg“ (vom Erz zum Metall) mit einem neuen Kontext lassen sich die Konzepte aufgrund des neuen Vorwissens der Schülerinnen und Schüler schneller bearbeiten.

Die Lerneinheiten 1-3 haben bereits vergleichende Metalleigenschaften (auch für Eisen und Aluminium) erarbeitet. Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, Eigenschafts-Verwendungs-Zusammenhänge für Eisen und Aluminium zu wiederholen. Auch die Bereitstellung der Erze kann mithilfe der bereits eingesetzten Bilder und kurzer Recherche (z. B. weltweite Vorkommen, Bedarf, Preise) erfolgen.

Roheisengewinnung:

Es stehen Onlinematerialien zu Eisenerzen und ein Schülerversuch zur Verfügung sowie Links zu Filmmaterial. Wurde zur Kupfergewinnung der historische Weg gewählt, können Schülerinnen und Schüler jetzt z. B. mithilfe eines Films die Roheisenerzeugung nachvollziehen.

Der Fokus soll in diesem Themenfeld nicht auf die Kohlenstoffmonooxid- und spätere Kohlenstoffdioxidbildung gerichtet sein. Es ist ausreichend, die Edukte und Produkte mit der „chemischen Lupe“ zu betrachten.

Auch der Begriff der Legierungen, der im Kontext „Kupferklau“ bearbeitet wurde, kann am Beispiel der Eisenlegierungen geübt werden.

Thermitverfahren:

Es stehen Filmmaterialien, Bilder zum Demonstrationsversuch und zur Schienenreparatur sowie verschiedene Arbeitsaufträge mithilfe dieser Materialien zur Verfügung.

Der sehr anschauliche Demonstrationsversuch hat mehrere Vorteile. Dieses Verfahren wird auch heute noch eingesetzt, um Schienen zu verbinden (siehe Film). Die chemische Reaktion ist auf der Teilchenebene erklärbar und ermöglicht eine Übung zu den Elektronenübertragungsreaktionen.

Ausschnitt aus dem Onlinematerial LE 4:

Zip-Dateien zum Thermitverfahren (Schienenreparatur und Lehrerversuch)

Schienenreparatur



Abb. 7 und 8: Dr. Peter Haupt, Oldenburg

Demonstrationsexperiment (Lehrerversuch)



Abb. 9 und 10: Hubert Ewers

Zusätzliche Materialien:

Hermanns, J.: Auf den Spuren Gregorius Agricolae
(in PdN Chemie, Heft: Mineralien und Erze, 7/61, Oktober 2012)

<https://omega.bildung-rp.de>

Film „Total phänomenal - Vom Erz zum Stahl“ (Artikel-Nr.: BWS 04981013, 14 min)

Quelle: RBB (Berlin-Brandenburg), 2005

Direktlink:

<https://omega.bildung-rp.de/index.php?doc=playerInclude&mode=webdvd&identifier=BWS-04981013&embedded=true>

<https://omega.bildung-rp.de>

DVD und DVD-ROM „Eisen- und Stahlerzeugung“ (Artikel-Nr. 05500554)

Quelle: FWU (Grünwald), 2003

Direktlink:

<https://omega.bildung-rp.de/index.php?doc=playerInclude&mode=webdvd&identifier=FWU-05500554&embedded=true>

Sendung mit der Maus: „Stahl“ <https://www.youtube.com/watch?v=QACf6MJ82og>

3.5 Lerneinheit 5

LE 5: Stoffebene - Nachhaltiger Umgang mit Metallen		
Kompetenzentwicklung	Schüleraktivität	Fachwissen/ Basiskonzept
<p>Einführende Lernsituation:</p> <p>Presseschlagzeilen: z. B. „Chinesisches Monopol bei seltenen Erden – Risiko für die Hochtechnologie“, „Europa exportiert gefährlichen Müll – Elektroschrott vergiftet Ghana“</p> <p>Sammelkampagne für Handys</p> <p>Interview mit einem Schrotthändler, Besuch auf einem Schrottplatz</p>		
Schülerinnen und Schüler ...		
<p>... bewerten die Verwendung von Metallen unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit.</p>	<p>... beschreiben Metalle als häufige und wertvolle Werkstoffe in ihrer Lebenswelt.</p> <p>... generieren Fragen.</p> <p>... werten Informationen und Daten aus.</p> <p>... beschreiben Sachverhalte multiperspektivisch.</p>	<p>Vielfalt der Metalle</p> <p>Eigenschafts-Verwendungsbeziehungen (seltener) Metalle</p> <p>Recycling als Teil eines Stoffkreislaufes</p> <p>Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlicher Forschung – Industrie und Technik – gesellschaftlichem Fortschritt</p>
Material/Medien		
Das Kupferbeil des Ötzi	Kupferklau	
<p>AB und Grafik: Weltweite Vorkommen von mineralischen Rohstoffen (Quelle © BGR Hannover)</p> <p>AB Recycling von Eisen- und Kupferschrott</p> <p>AB Metalle in der Elektronik</p> <p>PowerPoint Die Verfügbarkeit von Hochtechnologierohstoffen</p> <p>PowerPoint Was steckt im Handy?</p> <p>Was steckt im Handy? (http://images.zeit.de/wissen/2013-07/s35-infografik-handy-recycling.pdf)</p> <p>Vertiefung:</p> <p>PDF-Datei: F. Melcher, H. Wilken, Chemie in unserer Zeit 2013, 47, 32-49, www.chiuz.de</p>		

Im Mittelpunkt des Themenfeldes soll aufgrund großen weltweiten Bedarfs an Metallen ihre Gewinnung aus ihren Erzen stehen. Besondere Aktualität erreicht man, wenn man in der Lerneinheit 5 die besonders im Fokus stehenden Metalle, wie z. B. Seltene Erden erschließt.

Anknüpfung an die Lerneinheiten 1 und 2

- Schrotthandel dient dem Recycling wertvoller Metalle (LE 1)
- Eigenschaften und Verwendung der Metalle verdeutlichen den Bedarf in allen Bereichen (LE 2)

In der Lerneinheit 5 geht es darum, die Schülerinnen und Schüler zu nachhaltigem und multiperspektivischem Denken anzuregen.

Dieser Aspekt kann natürlich mit Kupfer oder Eisen–Recycling unterrichtlich umgesetzt werden. Der Einsatz eines Films vom deutschen Kupferinstitut ist dafür geeignet. Der Nutzen bestünde im Anwenden von Wissen über die Eigenschaften der Metalle. Schülerinnen und Schüler erkennen den wirtschaftlichen Nutzen, unabhängig von Verantwortungsbewusstsein gegenüber Umwelt und Natur. Sie vertiefen ihre Kenntnisse zur Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen (Eisen-Rost-Eisen). Sie nehmen wahr, dass naturwissenschaftliche Kenntnisse notwendig sind, um jeweils angemessene Verfahren zu entwickeln.

Aber in den letzten Jahren kam es zu starken Veränderungen im Metallbedarf in modernen Technologien. Schülerinnen und Schüler nutzen mit ihren elektronischen Geräten diese Metalle. Diese Tatsache macht es für sie notwendig und auch interessant, sich mit diesen Metallen zu beschäftigen.

Aufgabe des Chemieunterrichts ist es, u. a. Abbau-, Herstellungs- und Recycling-Verfahren in den Kontext gesellschaftlicher Entwicklungen, sozialer Bedingungen und ökonomischer Notwendigkeiten einzubetten. Dies ist in besonderer Weise in diesem Themenfeld möglich.

Dabei werden Schülerinnen und Schüler feststellen, dass die Gewinnung dieser Metalle ein aktuelles Forschungs- und Entwicklungsthema ist. Seltene Erden werden häufig als „grüne Metalle“ bezeichnet, weil sie für Zukunftstechnologien wie Windkraftanlagen, Hybridfahrzeuge, E-Bikes, Katalysatoren und Energiesparlampen verwendet werden.

Die Versorgungssicherheit mit diesen Rohstoffen hängt dabei von vielen Faktoren ab. Neben geologischer und technischer Verfügbarkeit spielen auch globaler Bedarf, Importabhängigkeit oder Marktmacht der besitzenden Länder eine große Rolle.

An dieser Stelle empfiehlt sich eine fächerübergreifende Zusammenarbeit mit Geografie und Sozialkunde.

Eine Vielzahl bereits vorhandener Materialien ist geeignet, dies authentisch zu vermitteln, muss aber didaktisch reduziert werden.

Für den fachlichen Hintergrund der Lehrkraft steht Material in Form zweier Präsentationen („Die Verfügbarkeit von Hochtechnologiemetallen“, „Was steckt im Handy?“) zur Verfügung. Die Präsentationen ermöglichen, einen fachlichen Einstieg zu finden und enthalten Grafiken sowie grundlegende Informationen zur Thematik, die einen Überblick über diese Metalle und deren Problemfelder geben. Das Material ist ggf. nach Anpassung an die Lerngruppen auch im Unterricht einsetzbar.

Ausführliche Kommentare und weitere Grafiken bzw. Informationen zum Thema finden sich in dem Beitrag F. Melcher, H. Wilken, Chemie in unserer Zeit 2013, 47, 32-49, www.chiuz.de

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 5:

Weltweite Vorkommen von mineralischen Rohstoffen



Abb. 11: Mineralische Rohstoffe kommen aus aller Welt nach Deutschland. In dieser Grafik sind nur die wichtigsten Lieferländer genannt.

Quelle: © BGR Hannover

Ausschnitt aus dem Onlinematerial zu LE 5:

PowerPoint „Was steckt im Handy?“

Folie 5 (Anwendungen von Hochtechnologiemetallen)

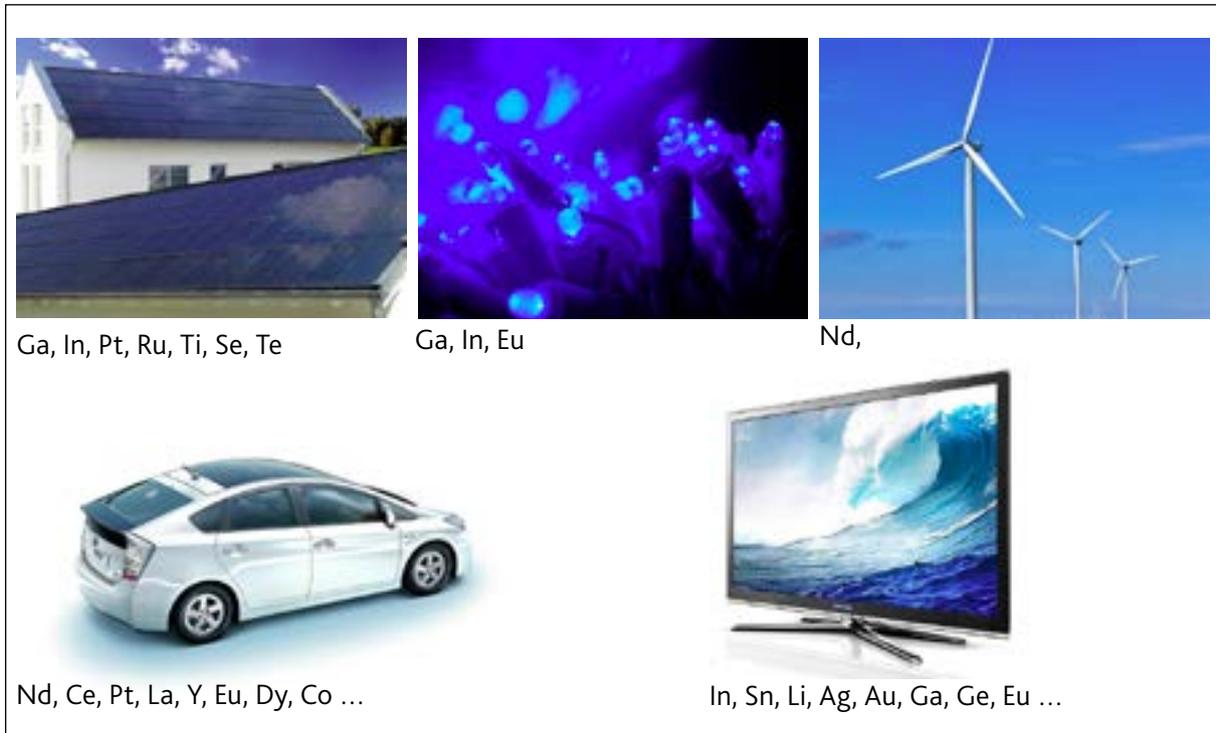


Abb.12: Bernhard Sieve, PowerPoint zur MNU-Tagung 11/2014

PowerPoint „Die Verfügbarkeit von Hochtechnologiemetallen“

Folie 6 (Abschätzung der Versorgungssicherheit für Seltene Erden)

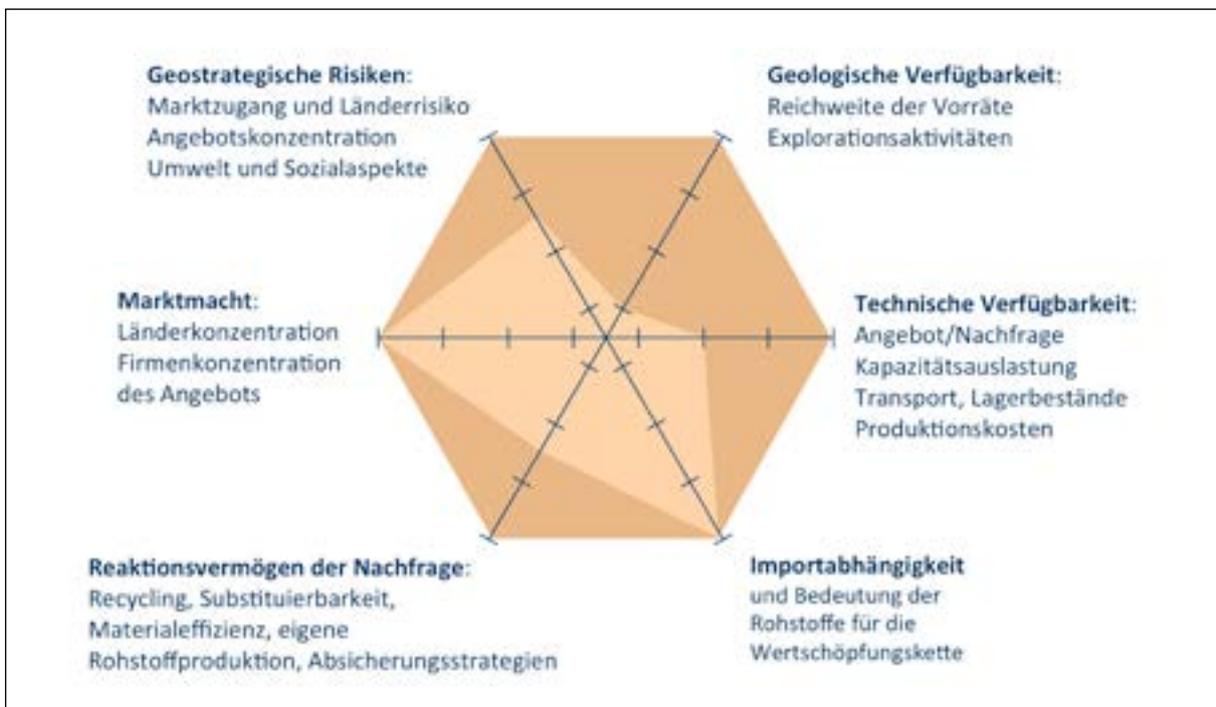


Abb. 13: Mit Genehmigung aus „Chemie in unserer Zeit“, www.chiuz.de DOI: 10.1002/ciuz.201300597

Zusätzliche Materialien:

Film: Beim größten Kupferrecycler der Welt

<https://www.youtube.com/watch?v=T8rd3Pj16TI>

Film: Ghana - Afrikas giftigste Müllhalde

<https://www.youtube.com/watch?v=JJsVOxOz8Yc>

Film: Seltene Erden aus China (ARD Plusminus)

<http://institut-seltene-erden.org/ard-plusminus-seltene-erden-aus-china-im-interview-mit-der-tradium-rohstoff-gmbh/>

Lebenszyklus eines Handys und ökologischer Rucksack

<http://www.izmf.de/de/lebenszyklus-eines-handys-und-oekologischer-rucksack#header>

Film: Blutige Handys - Die unmenschliche Coltan-Gewinnung

https://www.youtube.com/watch?v=ltfEoM_YHMU

Material: Bildung für nachhaltiges Entwicklung und nachhaltiges Lernen in der beruflichen Bildung (Modul Rohstoffe, Coltan)

<http://www.bne-bw.de/schule/berufliche-schule/unterrichtsmodelle/modul-rohstoffe.html>

Sieve, B. (2014): Metalle - begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt, Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht, Unterricht Chemie, Heft 143, 25. Jahrgang, S. 20-27

Geographie heute Heft 313/2013, Rohstoffe (mit CD), Friedrich-Verlag

Beiträge: Lithium - das weiße Gold, Kampf ums Coltan, Seltene Erden, Abfall - der neue Rohstoff?

Film: Seltene Erden recyceln - Pilotanlage verarbeitet Neonröhren und Solarzellen

<https://www.youtube.com/watch?v=3WjE1y21pFE>

4 ZUSAMMENFASSUNG

4.1 Üben und Vernetzen

Schülerinnen und Schüler erhalten Gelegenheit, ihren Lernzugewinn zu erfahren. Mithilfe von entsprechenden Aufgaben reflektieren sie ihren Lernerfolg und werden herausgefordert, ihre Kompetenzen anzuwenden. Dabei erfolgt eine Verankerung in vorhandenen Begriffs- und Wissensnetzen, wodurch das neu erworbene Wissen nachhaltig verfügbar wird. In allgemeines Konzeptwissen überführtes konkretes Einzelwissen hilft, Vorgänge in der Natur, in der Technik und im Alltag zu verstehen, bei neuen Phänomenen und Fragestellungen bekannte Zusammenhänge sowie Strukturen zu erkennen und zur Erklärung heranzuziehen.

Solche Aufgaben können auch bedeuten, individuelle Lücken aufzuzeigen, die durch entsprechende Förderangebote geschlossen werden können. So bietet sich eine Möglichkeit, Kompetenzen, die für die folgenden Themenfelder gebraucht werden, zu wiederholen und zu festigen.

Im neuen Chemie-Lehrplan begründen die **Aspekte der Chemie** den bildenden Charakter des Unterrichtsfaches, sind eine wichtige Grundlage für die Themenfelder und Orientierung für die Gestaltung des Unterrichts.

Die Aufgabe „Post-Organizer“ bietet die Gelegenheit, neu erworbenes Wissen zu strukturieren. Es wird deutlich, dass die Basiskonzepte Teilchen-Materie/Stoff und Struktur-Eigenschaft-Funktion und chemische Reaktion im Themenfeld 4 weiterentwickelt wurden.

Ein wesentliches Merkmal des Lehrplans ist der Wechsel zwischen der makroskopischen (Stoffebene) und der mikroskopischen (Teilchenebene). Im TF 4 erfährt dieses Prinzip seine Fortsetzung.

Auf der **Stoffebene** sind die Metalle in besonderem Maße geeignet, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen zu verstehen. In Erweiterung zum TF 2 (Kochsalz – ionische Verbindungen) und TF 3 (Wasserstoff und Methan – energiereiche Molekülverbindungen) dienen exemplarische „Vertreter“ einer Stoffklasse dazu, wichtige Stoffgruppen kennenzulernen. Im TF 4 sind dies am Beispiel von Kupfer die Metalle. Das Basiskonzept Struktur-Eigenschaft-Funktion kann mithilfe schülernaher und aktueller Anknüpfungspunkte weiterentwickelt werden. Eine mögliche Übungsaufgabe ist „Kupfer im Haus“ oder „Recycling von Fahrzeugen“.

Der Schwerpunkt des Themenfeldes ist der Aspekt „Gewinnung von Stoffen“, hier durch chemische Reaktion. Stoffe erscheinen nicht aus dem „Nichts“, sondern müssen aus anderen Stoffen gewonnen werden. In diesem Zusammenhang wird das Basiskonzept Chemische Reaktion weiterentwickelt. Als eine vertiefende Übungsaufgabe eignen sich alle Materialien zu „Kupfer gewinnen mit Eisenschrott“.

Auf der **Teilchenebene** rundet die Metallbindung die Vorstellung vom Aufbau der Stoffe ab und entwickelt das Basiskonzept Teilchen-Materie/Stoff weiter. Damit ist ein für alle weiteren Themenfelder tragfähiges Teilchenkonzept komplettiert. Die bis dahin erworbenen Kenntnisse über den Aufbau der Stoffe dienen den Schülerinnen und Schülern als Erklärungsmodell für Stoffeigenschaften oder Ordnungskriterium für Stoffgruppen. (Salze - Ionenbindung, Wasserstoff und Kohlenstoffverbindungen – Elektronenpaarbindung, Metalle - Metallbindung).

Ein Schwerpunkt jeden Themenfeldes ist die Entwicklung der **Bewertungskompetenz**. Im Themenfeld 4 kann dies durch die Beschäftigung mit Materialien gelingen, die einen multiperspektivischen Blick auf den Bedarf und die Verwendung „alter“ und „neuer“ Metalle erlauben. Perspektiven für die Bewertung können sein:

- Chemie (chemische Reaktionen zur Gewinnung und zum Recycling, Ersatzstoffe, Umwelt- und Gesundheitsrelevanz von Abbau- und Gewinnungsmethoden und Verwendung)
- Geographie/Geologie (Verfügbarkeit, Nachhaltigkeit, Infrastruktur, ...)
- Politische Bedingungen (Finanzierung von Kriegen, ...)
- Ökonomische Zusammenhänge (Welthandel, Preisbildung, ...)
- Gesellschaft („neue“ Technologien)
- Individuelle Bedürfnisse (Internet, Handy, Notebook)

Dabei sollen individuelle und gesellschaftliche Argumente mit ihren Anteilen beachtet werden. Aktuelles Beispiel kann eine Gewichtung der Argumente um das Hochtechnologiemetall Tantal sein.

Materialien:

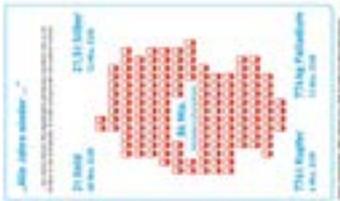
ÜV Post-Organizer „Aspekte von Chemie im TF4“

ÜV Kupfer im Haus

ÜV „Kupfer gewinnen mit Eisenschrott“ (PowerPoint, Arbeitsblatt und Schülerversuch)

ÜV Recycling von Fahrzeugen

Onlinematerial zu Üben und Vernetzen: UV Post-Organizer „Aspekte von Chemie im TF 4“



Stoffe verantwortungsvoll handhaben
Nachhaltigkeit und Recycling



Mit Stoffen Zukunft gestalten
Hochtechnologiemetalle

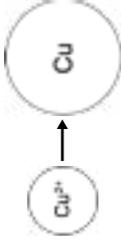


Was ist Stoff? **Metallbindung**





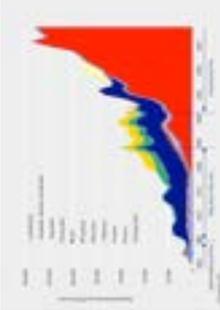
Erze und Mineralien



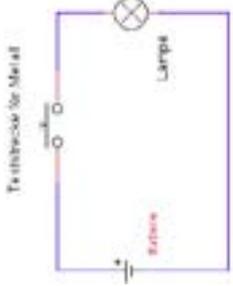
Kupferoxid + Kohlenstoff → Kupfer + Kohlenstoffdioxid

Stoffe gewinnen
Chemische Reaktion

**Vom Erz
zum Metall**

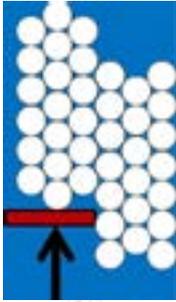


Stoffe untersuchen
Metalleigenschaften



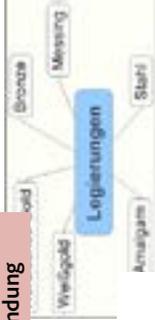
Technische für Metall

Stoffe neu herstellen





Stoffe nutzen
Zusammenhang Eigenschaft-Verwendung



Legierungen: Messing, Bronze, Stahl, Amalgam, Vitreoplast, Kunststoff

4.2 Ein möglicher Unterrichtsengang im Überblick

Kontext: Kupferklau

Phase/ Stunde	Fachwissen/ Basiskonzept	Kompetenzentwicklung/ Schüleraktivitäten Schülerinnen und Schüler ...	Material	mögliche Vertiefung und zusätzliche Materialien
Einführende Lernsituation				
LE 5 1	Kupfer	... generieren Fragen.	AB Metallklau Text Preistabelle Arbeitsauftrag Info Kontextfragen und unterrichtliche Inhalte	Gebrauchsgegenstände aus Kupfer (Kabel, Rohre, Gießkanne, Schmuck, Münzen, ...) Film der medienpaedagogik-praxis.de: Auf dem Elektroschrottplatz https://www.medienpaedagogik-praxis.de/2014/11/27/auf-dem-elektroschrottplatz/#comments
Erarbeitung				
Kontextfrage: Warum werden heutzutage Metalle, insbesondere Kupfer, gestohlen?				
LE 5	Vorkommen, Bedarf, Ressourcen, Welthandel	... beschreiben Metalle als häufige und wertvolle Werkstoffe in ihrer Lebenswelt.	AB und Grafik: Weltweite Vorkommen von mineralischen Rohstoffen Quelle: © BGR Hannover	
Kontextfrage: Kann man Kupfer durch andere Metalle oder durch noch andere Stoffe ersetzen?				
LE 1 2 - 4	Kupfer und seine Eigenschaften (im Vergleich zu anderen Metallen und zu Nichtmetallen) z. B. elektrische und	... recherchieren zu Metallen. ... führen Experimente zu den Eigenschaften von Kupfer (und ggf. anderen Metallen und	Tabelle SV Lernstationen Eigenschaften der Metalle SV Eigenschaften von Metallen untersuchen-offen	www.raabe.de „Hart, edel und glänzend? Ein Stationenzirkel zu den Metallen und ihren Eigenschaften“

<p>LE 1 2 - 4</p>	<p>thermische Leitfähigkeit, Verformbarkeit, Härte, Dichte</p>	<p>Nichtmetallen) durch und protokollieren diese.</p>	<p>AB Metalle gleich und doch verschieden AB Eigenschaften von Metallen</p>
<p>Kontextfrage: Warum stellt man Kabel ausgerechnet aus Kupfer her?</p>			
<p>LE 2 5/6</p>	<p>Eigenschaften und Verwendung von Kupfer Die Eigenschaften von Kupfer bestimmen seine Verwendung.</p>	<p>... ordnen Metallen Eigenschaften und daraus resultierende Verwendungen zu. Vertiefung: ... erstellen eine Mindmap zu Legierungen.</p>	<p>AB Eigenschaften und Verwendung von Metallen AB Eigenschaft und Verwendung von Metallen Aufgabentypen</p>
<p>AB Text Legierungen Gruppenpuzzle www.raabe.de „Hart, edel und glänzend? - Ein Stationenzirkel zu den Metallen und ihren Eigenschaften“ „Vom Handy bis zum Mountainbike - Metalle in unserem Alltag im Fokus“ www.fwu.de DVD und DVD-ROM „Metalle“ (Artikel-Nr.: 5511086 und 4611086)</p>			
<p>Kontextfragen:</p>			
<p>Warum leiten Metalle den Strom? Warum glänzen Metalle? Warum sind Metalle biegsam, schmiedbar und unterscheiden sich in ihrer Dichte?</p>			
<p>LE 3 7/8</p>	<p>Metallbindung Metallgitter Metallkristall elektrische Leitfähigkeit Verformbarkeit</p>	<p>... deuten die besonderen Eigenschaften des Kupfers mit dem Metallgitter und beweglichen Elektronen. ... stellen in einem Rollenspiel modellhaft die Vorgänge nach, die in einem Metalldraht stattfinden, der Teil eines elektrischen Stromkreises ist. ... erklären die Verformbarkeit eines Metallgitters gegenüber einem Ionen­gitter mithilfe eines Modells.</p>	<p>AB Metallbindung – Theorie und Modell AB Metallbindung - Rollenspiel Animation der Bergischen Universität Wuppertal http://www.chemieinteraktiv.net/html_flash/ff_metalbindung.swf</p>
<p>AB Eigenschaften von Legierungen mit Zellstoffkugeln veranschaulicht www.fwu.de DVD und DVD-ROM „Metalle“ (Artikel-Nr.: 5511086 und 4611086)</p>			

<p>Kontextfragen: Woher bekommt man Kupfer? Wie macht man Kupfer aus Erzen?</p>				
<p>LE 4 9-12</p>	<p>Erze und Mineralien Metalloxid Metall Kupfergewinnung aus Malachit mit Kohlenstoff Chemische Reaktion</p>	<p>... untersuchen Erze mit optischen Hilfsmitteln. ... planen die Gewinnung von Kupfer aus seinem Erz. ... führen einen Versuch zur Kupfergewinnung durch und protokollieren.</p>	<p>AB Bildertisch Mineralien und Erze – Rohstoffe der Metalle Zip Datei: Mineralien und Erze Poster Kupfer und Kupferlagerstätten (BGR) Poster Kristallene Schätze aus dem Bergwerk Imsbach PowerPoint Wir gehen auf Schatzsuche https://omega.bildung-rp.de/ Film des deutschen Kupferinstituts: „Kupfer in unserem Leben“ (Ausschnitt 8.25 – 16.05 min) AB Kupfergewinnung heute Filmanalyse Zip Datei: Bilder Kupferfilm SV Kupfer aus Malachit mit Kohlenstoff SV Zusammensetzung von Malachit</p>	<p>AB Kupfergewinnung früher - mit Comics AB Arbeiten im Bergwerk vor 500 Jahren SV Kupfer aus Malachit mit Kohlenstoff mit Puzzeln und Hilfen Beitrag von Jolanda Hermanns, „Auf den Spuren Gregorius Agricolas“ (PdN Chemie, Heft: Mineralien und Erze, 7/61, 2012)</p>
	<p>Vom Kupferoxid zum Kupfer Gewinnung von Kupfer aus Kupferoxid mit Eisen Vom Kupfer-Ion zum Kupfer-Atom (Von der Ionenbindung zur Metallbindung)</p>	<p>... stellen die Kupfergewinnung auf verschiedenen Ebenen dar. ... stellen die chemische Reaktion auf verschiedenen Ebenen dar. Vertiefung: ... beschreiben die Vorgänge auf Teilenebene als Elektronenübertragung.</p>	<p>AB Darstellungsebenen Cu + C SV Kupfer aus Kupferoxid mit Eisen AB Darstellungsebenen Cu + Fe</p>	<p>Definition der Begriffe Elektronenabgabe, Elektronenaufnahme, Elektronenübertragung, Donator-Akzeptor-Prinzip</p>

Dekontextualisierung			
LE 4 13	Eisen oder Aluminium Vorkommen Eigenschaften und Verwendung Gewinnung durch Thermitverfahren oder Hochofenprozess Chemische Reaktion	... bearbeiten das Thermitverfahren oder den Hochofenprozess. ... protokollieren den Versuch und werten ihn aus (auf Stoff- und ggf. Teilchenebene).	LV und Material Thermitverfahren LV Gewinnung von Roheisen mit Oxi-Reiniger Zip-Datei: Thermitverfahren - Schienenreparatur Zip-Datei: Thermitverfahren - Lehrerversuch
https://omega.bildung-rp.de Film: „Total phänomenal - Vom Erz zum Stahl“ https://omega.bildung-rp.de DVD und DVD-ROM „Eisen- und Stahlerzeugung“ (Artikel-Nr. 05500554) Sendung mit der Maus: „Stahl“ https://www.youtube.com/watch?v=QACf6MJ82og AB einfache quantitative Berechnungen			
Nachhaltigkeit			
Welche Rolle spielen andere Metalle heute? Welche Metalle (außer Kupfer) sind heute noch bedeutsam?			
LE 5 LE 1 LE 2 14/15	Metalle in den neuen Technologien Vielfalt der Metalle Eigenschafts-Verwendungsbeziehungen (seltener) Metalle Recycling als Teil eines Stoffkreislaufes Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlicher Forschung – Industrie und Technik – gesellschaftlichem Fortschritt	... generieren Fragen. ... recherchieren. ... werten Informationen und Daten aus. ... bewerten die Verwendung von Metallen unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit. ... beschreiben Sachverhalte multiperspektivisch.	AB Recycling von Eisen- und Kupferschrott AB Metalle in der Elektronik PowerPoint: Die Verfügbarkeit von Hochtechnologierohstoffen PowerPoint: Was steckt im Handy? Grafik: Was steckt im Handy? (http://images.zeit.de/wissen/2013-07/s35-infografik-handy-recycling.pdf) Film: Seltene Erden http://institut-seltene-erden.org/ard-plusminut-seltene-erden-aus-china-im-interview-mit-der-tradium-rohstoff-gmbh/
geeignete Filme: siehe Handreichung Seite 48 PDF-Datei: F. Melcher, H. Wilken: Die Verfügbarkeit von Hochtechnologie-Rohstoffen, Chemie in unserer Zeit, 2013, 47, S. 32-49 Sieve, B. (2014): Metalle - begehrte Ressourcen in eine globalisierten Welt, Unterricht Chemie, Heft 143, 25. Jahrgang, S. 20-27 Lebenszyklus eines Handys und ökologischer Rucksack http://www.izmf.de/de/lebenszyklus-eines-handys-und-oekologischer-rucksack#header			

Vernetzung			
16	<p>Aspekte der Chemie Stoff- und Teilchenebene Basiskonzepte Kompetenzen</p>	<p>... nutzen naturwissenschaftliche Konzepte, um Fragen zu bear- beiten.</p>	<p>ÜV Post-Organizer „Aspekte von Chemie im TF4“ ÜV „Kupfer gewinnen mit Eisen- schrott“ (PowerPoint, Arbeitsblatt und Schülerversuch) ÜV Kupfer im Haus ÜV Recycling von Fahrzeugen</p>

4.3 Liste der verfügbaren Muster-Gefährdungsbeurteilungen zum TF 4

Eisen – Gewinnung aus Eisenoxid mit Oxi-Reiniger (Hochofen-Modellversuch)

Eisen – Gewinnung aus Eisenoxid mit Aluminium (Thermitverfahren)

Eisen – Reaktion mit verd. Salzsäure

Kupfer – Abscheidung aus Kupfersulfatlösung (verd.) mit Eisen

Kupfer – Gewinnung aus Kupferoxid mit Eisen

Kupfer – Gewinnung aus Kupferoxid mit Kohlenstoff

Kupfer – Gewinnung aus Malachit, Teil 1: Rösten

Kupfer – Reaktion mit verd. Salzsäure

Magnesium – Reaktion mit verd. Salzsäure

Zink – Reaktion mit verd. Salzsäure

Mögliche zusätzliche Experimente, die über diese Handreichung hinausgehen und für die entsprechende Gefährdungsbeurteilungen im Themenfeld 1 bereitgestellt sind:

Kartuschenbrenner benutzen

Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasser

Nachweis von Wasser mit Kupfersulfat/Cobaltchlorid-Papier

Verbrennung von Kupfer – Bedeutung der Luft im Kupferbrief

Synthese von Eisensulfid

Synthese von Zinksulfid

Verbrennung von Eisen in Luft bzw. reinem Sauerstoff

Verbrennung von Magnesium

Herstellen von Wunderkerzen

5 LITERATURVERZEICHNIS

Beitrag: „Hart, edel und glänzend? - Ein Stationenzirkel zu den Metallen und ihren Eigenschaften“, Bestell-Nr.: R0606-001640, Signatur: II/E/10, 2009, www.raabe.de

Beitrag: „Vom Handy bis zum Mountainbike - Metalle in unserem Alltag im Fokus“, Bestell-Nr.: R0276-000210, Signatur: II/3, 2013, www.raabe.de

Beiträge: „Kupfer“, „Messing“, „Bronze“, „Kupferrecycling“, Deutsches Kupferinstitut, Am Bonnhof 5, 40474 Düsseldorf, www.kupferinstitut.de

Melcher, F., Wilken, H.: Die Verfügbarkeit von Hochtechnologie-Rohstoffen, Chemie in unserer Zeit, 2013, 47, Seiten 32-49, www.chiuz.de

Sieve, B. (2014): Metalle - begehrte Ressourcen in einer globalisierten Welt, Materialien für die Behandlung des Themas urban mining und Metallrecycling im Chemieunterricht, Unterricht Chemie, Heft 143, 25. Jahrgang, S. 20-27, Friedrich-Verlag

Beiträge: Lithium - das weiße Gold, Kampf ums Coltan, Seltene Erden, Abfall - der neue Rohstoff? „Rohstoffe“, Geographie heute Heft 313/2013, Friedrich-Verlag

Material: Bildung für nachhaltige Entwicklung und nachhaltiges Lernen in der beruflichen Bildung (Modul Rohstoffe, Coltan)

<http://www.bne-bw.de/schule/berufliche-schule/unterrichtsmodelle/modul-rohstoffe.html>

Elsner, H.: Kritische Versorgungslage mit schweren Seltenen Erden – Entwicklung „Grüner Technologien“ gefährdet?, Commodity Top News Nr. 36 (2011), Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, <http://www.bgr.bund.de>

Liedtke, M. und Elsner, H.: Seltene Erden, Commodity Top News Nr. 31 (2009), Deutsche Rohstoffagentur (DERA) in der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Hannover, <http://www.bgr.bund.de>

Nordmann, J., Welfens, M.J., Fischer, D., Nemnich, C., Bookhagen, B., Bienge, K., Niebert, K.: Die Rohstoff-Expedition - Entdecke, was in (d)einem Handy steckt, Springer Spektrum; 2. Aufl. 2015

6 AUTORINNEN UND AUTOREN

Dr. Alexander Bender

Gymnasium an der Stadtmauer, Bad Kreuznach

Helmuth Biernoth

Integrierte Gesamtschule Kandel

Barbara Dolch

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Monika Kallfelz

Pfalzmuseum für Naturkunde – POLLICHIA-Museum Bad Dürkheim

Elisabeth Kukula

Frauenlob-Gymnasium Mainz

Dr. Holger Kunz

Max-Planck-Gymnasium Trier

Christian Lauer

Integrierte Gesamtschule und Realschule plus Georg Friedrich Kolb Speyer

Heike Nickel

Kurfürst-Ruprecht-Gymnasium, Neustadt an der Weinstraße

Michaela Ostermann

Regino-Gymnasium Prüm

Maria Reiner

Are-Gymnasium Bad Neuenahr

Cornelia Schäfers

Are-Gymnasium Bad Neuenahr

Karin Scheick

Kopernikus-Gymnasium Wissen

Volker Tschiedel

Gutenberg-Gymnasium Mainz

Laura Wendel

Nelson Mandela Realschule Plus Trier

Wilhelm Willer

Eduard-Spranger-Gymnasium Landau

Sofern in der Bildunterschrift nicht anders deklariert, stammen die Abbildungen von den Autorinnen und Autoren selbst.

Alle genannten Links: letzter Zugriff im September 2015



Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES
LANDESINSTITUT

Pädagogisches Landesinstitut
Butenschönstr. 2
67346 Speyer

pl@pl.rlp.de
www.pl.rlp.de