

Fort- und Weiterbildung  
für Lehrerinnen und Lehrer  
Fachfortbildung Chemie

***Kontext- und kompetenzorientierte  
Unterrichtsentwicklung am Beispiel  
„ ... vom Beil des Ötzi u.a. Beilen“***

Moderatorin:  
Petra Schütte  
Gesamtschule-Schlebusch  
Ophovener Str. 4  
51375 Leverkusen

*SchuetteP@freenet.de*  
*www.PS-Chemieunterricht.de*

Stand: Oktober 2011

## „ ... vom Beil des Ötzi u.a. Beilen“



aus: [www.Bike-book.de/bilder/dolomiten/oetzi03.jpg](http://www.Bike-book.de/bilder/dolomiten/oetzi03.jpg)

Ich bedanke mich sehr für die Anregungen und Hilfen bei

- Beate von Bülow (Kardinal-Frings-Gymnasium Bonn)
- Dr. Siegfried Mehmke (Integrierte Gesamtschule Bonn-Beuel)
- Peter Popovic (Fichte-Gymnasium Krefeld)

Inhalt	Seite
Einleitung	4
<b>Übersicht über die Unterrichtsreihe:</b>	
a) Mindmap für LuL	
b) Agenda für SuS	5
c) Advance Organizer (AO) für SuS	5
Kompetenztabelle: Konzept- und prozessbezogene Kompetenzen	6
1. Wer Wo Was: der Ötzi?	9
2. Wie erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil? (Kupfergewinnung - zwei alternative Stundenplanungen)	14
a) Schwerpunkt: Erkenntnisgewinnung	14
b) Schwerpunkt: Kommunikation	18
3. Wie kann man Kupfer veredeln? - Legierungsbildung	22
4. ... nach Ötzi – welche anderen Wege zur Kupferherstellung gibt es?	25
5. Wie viel Kupfer kann man aus einer Portion Kupfererz gewinnen?	30
6. Worin unterscheiden sich rotes und schwarzes Kupferoxid – außer in der Farbe?	43
7. Wie kann man Eisen herstellen?	50
8. Wie kann man Eisen veredeln und wiederverwerten?	55
9. Exkursion - Ideensammlung	58
10. Lernstände erfassen, Üben und Anwenden:	58
*Selbsteinschätzung zu Fachwissen und Erkenntnisgewinnung/Bewertung	59
*Anwendungsaufgabe „Wolfram“	63
*Schülervorstellungen erfassen und bearbeiten	67
*Netzwerkmethod	70
11. Materialaustausch über lo-net2	71
12. Literatur	72

### **Einleitung:**

Zum 1. August 2010 ist der Kernlehrplan Chemie für die Sekundarstufe I am Gymnasium für alle Jahrgangsstufen in Kraft getreten. Die vorliegende Unterrichtsreihe greift den im Kernlehrplan (KLP) [1] genannten Kontext „Das Beil des Ötzi“ auf und erweitert ihn durch das Hinzunehmen von Beilen z.B. aus Stahl um die beiden im KLP weiterhin genannten Kontexte: „Vom Eisen zum Hightechprodukt Stahl“ und „Schrott – Abfall oder Rohstoff“.

4. Inhaltsfeld	Fachliche Kontexte
Metalle und Metallgewinnung	Aus Rohstoffen werden Gebrauchsgegenstände
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gebrauchsmetalle</li><li>• Reduktionen/ Redoxreaktion</li><li>• Gesetz von den konstanten Massenverhältnissen</li><li>• Recycling</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Das Beil des Ötzi</li><li>• Vom Eisen zum Hightechprodukt Stahl</li><li>• Schrott – Abfall oder Rohstoff</li><li>• ... vom Beil des Ötzi u.a. Beilen</li></ul>

Zuvor wurden im Anfangschemieunterricht die Inhaltsfelder 1.- 3. z.B. in den exemplarisch genannten Kontexten behandelt:

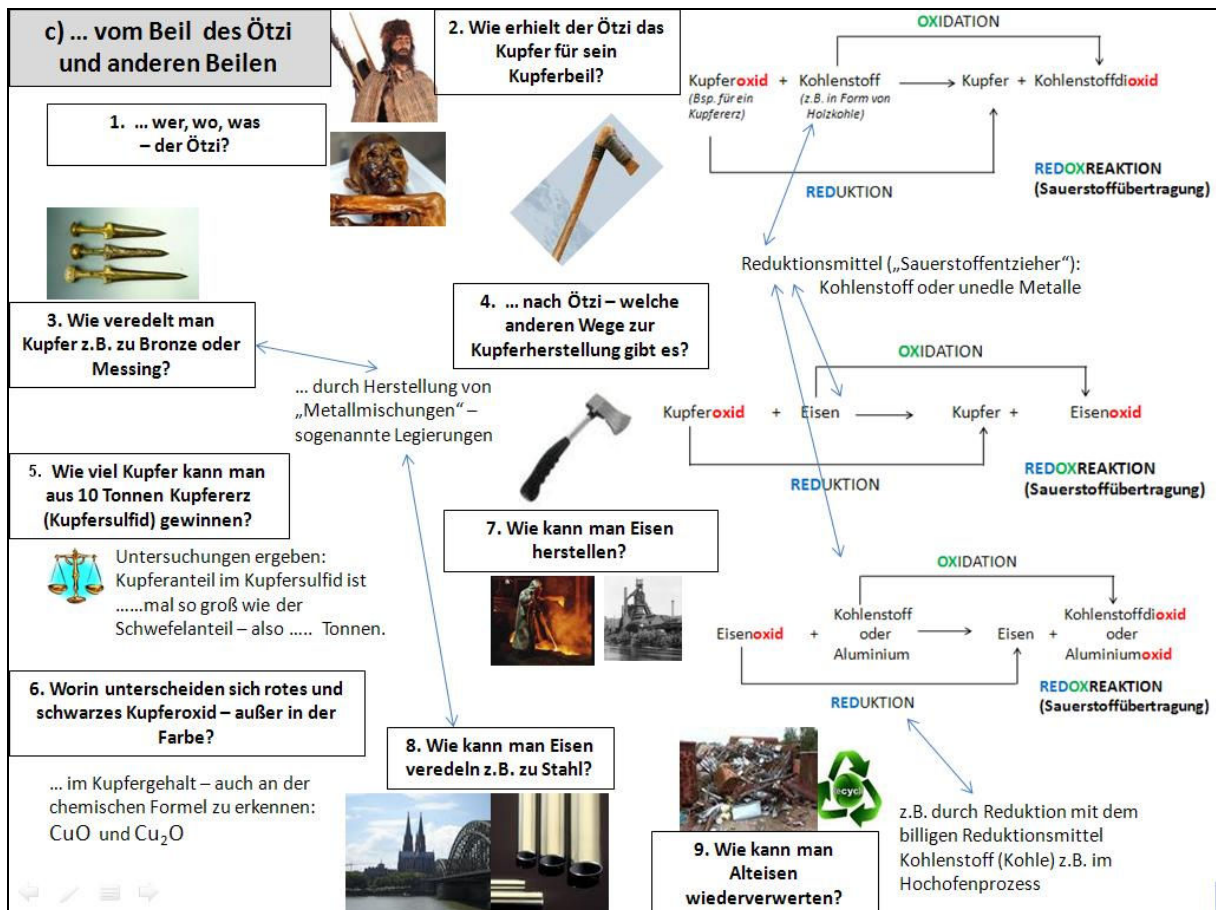
Inhaltsfeld	Fachliche Kontexte
1. Stoffe und Stoffveränderungen	Speisen und Getränke – alles Chemie?
2. Stoff- und Energieumsätze bei chemischen Reaktionen	Brände und Brandbekämpfung
3. Luft und Wasser	Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen

Folgende Fachbegriffe bilden wesentliche **inhaltliche Lernvoraussetzungen** zum Verständnis des 4. Inhaltsfeldes: **Chemische Reaktion, Oxidation, Gesetz von der Erhaltung der Masse, Wasser als Wasserstoffoxid, Kugeltelchenmodell, Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasser;**

Innerhalb des genannten Kontextes werden weitgehend klassische Experimente unterrichtlich so eingebunden, dass sie den Erwerb wesentlicher konzept- und prozessorientierter Kompetenzen ermöglichen (s. Kompetenztablelle).

Ausgehend von der Kupferherstellung „wie zu Ötzis Zeiten“ wird der („sauerstoff-theoretische“) Reduktions- und Redoxbegriff eingeführt. Anschließend bekommen die Schülerinnen und Schüler mehrfach die Möglichkeit den Redoxbegriff anzuwenden und zu festigen.

Im Anschluss an das Gesetz der konstanten Proportionen, welches sich experimentell sehr gut am Beispiel der quantitativen Kupfersulfidbildung erarbeiten lässt, wird eine Möglichkeit vorgestellt, die Verhältnisformel von Kupfersulfid ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) einzuführen. Es besteht die Möglichkeit, einfache Reaktionsgleichungen zusätzlich zur Wortgleichung auch in der Formelschreibweise darzustellen oder weiterhin auf der Wortgleichungsebene zu beschreiben.



**Kompetenztabelle: Chemie IHF 4 / Metalle und Metallgewinnung / „... vom Beil des Ötzi und anderen Beilen“**

Inhalt	<b>Konzeptbezogene Kompetenzen</b> Basiskonzepte: CR = Chem. Reaktion, M = Struktur der Materie, E = Energie	<b>Prozessbezogene Kompetenzen</b> E = Erkenntnisgewinnung K = Kommunikation B = Bewertung	<b>Medien, Methoden</b>
1. Wer Wo Was: der Ötzi?		<ul style="list-style-type: none"> <li>E 5: recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.</li> <li>E 6: wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.</li> <li>K 5: dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen, auch unter Nutzung elektronischer Medien, in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen und Diagrammen.</li> </ul>	Motivationsfoto/ Internet-Recherche/ Infoblatt: Portfolio, Erster Portfoliobeitrag
<u>2. Wie erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil?</u>			
<u>a) Schwerpunkt: Erkenntnisgewinnung</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CR I. 7b Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Reaktionen deuten, bei denen Sauerstoff abgegeben und vom Reaktionspartner aufgenommen wird. hier: (Kupferherstellung mit dem Reduktionsmittel Kohlenstoff)</li> <li>CR II. 11a Wichtige technische Umsetzungen chemischer Reaktionen vom Prinzip her erläutern (hier: Kupferherstellung).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>E 7: stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.</li> <li>K 9: protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen und Diskussionen in angemessener Form.</li> </ul>	<u>Komp./LZ/Verlaufsplan/ Material; Fließdiagramm;</u>
b) Schwerpunkt: Kommunikation	s.o.	<ul style="list-style-type: none"> <li>K 3: planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit auch als Team.</li> <li>K 4: beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache, ggf. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen.</li> <li>K 5: dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen, auch unter Nutzung elektronischer Medien, in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen und Diagrammen.</li> </ul>	AB: Wie erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil?

3. Wie kann man Kupfer veredeln?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M I. 3 Stoffe aufgrund von Stoffeigenschaften (hier: Härte und Korrosionsbeständigkeit) bezüglich ihrer Verwendungsmöglichkeiten bewerten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E 4: führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese.</li> </ul>	AB : Wie kann man Kupfer veredeln?
<u>4. ... nach Ötzi – welche anderen Wege zur Kupferherstellung gibt es?</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CR I. 7b Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Reaktionen deuten, bei denen Sauerstoff abgegeben und vom Reaktionspartner aufgenommen wird. (hier: Reduktionsmittel unedlere Metalle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E 7: stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie exemplarisch unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus;</li> <li>• K 5: dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen, auch unter Nutzung elektronischer Medien, in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen und Diagrammen.</li> </ul>	<u>Komp./LZ/Verlaufsplan/</u> <u>Material;</u>
<u>5. Wie viel Kupfer kann man aus einer Portion Kupfererz gewinnen?</u>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• K 6: veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln.</li> <li>• E 4: führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese.</li> </ul>	<u>Komp./LZ/</u> <u>Verlaufsplan/</u> <u>Material;</u>
<u>6. Worin unterscheiden sich rotes und schwarzes Kupferoxid – außer in der Farbe?</u>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• B 7: nutzen Modelle und Modellvorstellungen zur Bearbeitung, Erklärung und Beurteilung chemischer Fragestellungen und Zusammenhänge.</li> <li>• B 8: beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells.</li> </ul>	<u>Komp./LZ/</u> <u>Verlaufsplan/</u> <u>Material;</u>
6. Wie kann man Eisen herstellen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CR II. 11a Wichtige technische Umsetzungen chemischer Reaktionen vom Prinzip her erläutern (hier: zwei Arten der Eisenherstellung) und vergleichen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E 6: wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.</li> <li>• K 1: argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig.</li> <li>• K 5: dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen, auch unter Nutzung elektronischer Medien, in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen und Diagrammen.</li> <li>• B 2: stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen chemische und naturwissenschaftliche Kenntnisse bedeutsam sind.</li> </ul>	-z.B. LV: Demo der Modelleexperimente (Vorwissen aktivieren) -LTD: 2AB zur arbeitsteiligen Erarbeitung; - Erstellen einer Tabelle
7. Wie kann man Eisen veredeln und Alteisen wiederverwerten?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M I. 3 Stoffe aufgrund von Stoffeigenschaften (z.B. Härte, Korrosionsbeständigkeit, Dichte) bezüglich ihrer Verwendungsmöglichkeiten bewerten.</li> <li>• CR II. 10 einen Stoffkreislauf als eine Abfolge verschiedener Reaktionen deuten. hier: Oxidation und Reduktion von Eisen bzw. Eisenoxid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B 13: diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven, auch unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung.</li> </ul>	Tableset

8. Besuch außerschulischer Lernorte: Metall erzeugende, metallverarbeitende Industrie bzw. Industriemuseen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Je nach ausgewähltem Thema können auch bisher nicht genannte Kompetenzen berücksichtigt werden, z.B. aus dem Basiskonzept Energie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E 10: zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf.</li> <li>• B 2: stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind.</li> <li>• B 5: benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung chemischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen.</li> </ul>	
9. Üben, Anwenden und Lernstände erfassen	alle bisher genannten Kompetenzen;	alle bisher genannten Kompetenzen;	s. Anhang



## 1. Wer Wo Was: der Ötzi ?

- Zum Reiheneinstieg OHP-Folie mit Ötzi-Bildern (s. nächste Seite) auflegen oder Filmszene zeigen (z.B. die Minen des Hephaistos – Hightech in der Kupferzeit)
- Arbeitsauftrag: Besprecht euch in einer dreiminütigen Murmelphase mit eurem Partner (ggf. auch in Dreiergruppen), was ihr bereits über den Ötzi wisst und schreibt dazu einige Stichworte auf!
- Ein Schüler startet die Meldekette, indem er eine Information nennt, die er über den Ötzi weiß und nimmt den nächsten Schüler oder die nächste Schülerin dran. Möchte jemand den gerade genannten Beitrag ergänzen, so macht er oder sie eine „Eilmeldung“ (Meldung mit zwei Händen), dann geht die Meldekette von dort aus weiter.
- Lehrer notiert stichwortartig das Vorwissen und fasst am Ende zusammen oder vor dem Starten der Meldekette wird ein Schüler oder eine Schülerin benannt (bzw. meldet sich freiwillig), um nach Beendigung der Meldekette mit Hilfe stichwortartiger Aufzeichnungen die Beiträge der Mitschüler/innen zusammenzufassen.
- Lehrer/in lobt das Vorwissen und sieht Bedarf noch einige weitere Infos einzuholen: Lehrer/in erteilt den Rechercheauftrag (s. S.19 „Wer, wo, was – der Ötzi“); Zeitvorgabe: Fertigstellung in einer (zwei) Woche(n);
- Durch Vorzeigen lassen oder Einsammeln kann sich der L. über die Themenvielfalt informieren und einige Portfoliobeiträge in die nächsten Stunden einbinden. Die endgültige Bewertung kann im Zusammenhang mit dem Einsammeln des gesamten Portfoliohefters stattfinden.
- Tipp: Die Portfoliobeiträge könnten auch in digitaler Form abgeliefert werden, z.B. in Form eines Webquests oder mit Hilfe von Frontpage. So könnten die Beiträge später allen Schülerinnen und Schülern z.B. über das Schul-Intranet oder die Schulhomepage zugänglich gemacht werden.
- Es ist sinnvoll den SuS zu Beginn der Unterrichtsreihe einen Überblick über die Unterrichtsreihe zu geben. Dazu bieten sich nach Diethelm Wahl zwei Möglichkeiten an. Dies ist z.B. möglich durch eine **Agenda**, die die Unterrichtsinhalte in Form von Leitfragen wiedergibt (**Abb.** ) oder in Form eines **Advance Organizers (kurz: AO)**. Ein AO ist eine der eigentlichen Stoffvermittlung vorausgehende Themenvernetzung mittels visualisierter Ankerbegriffe (**Abb.** ). Agenda bzw. AO werden den SuS in einem 5- bis 15minütigen Vortrag präsentiert. Die Agenda dient in erster Linie dazu, durch die Problemstellungen und Visualisierungen Vorwissen zu aktivieren und Neugier auf die Beantwortung der Fragen zu wecken. Die Verwendung eines AOs geht deutlich darüber hinaus. Der AO enthält bereits die wichtigsten, miteinander vernetzten Fachbegriffe, die mit möglichst vielfältigen Verständlich-Machern (einfache Beispiele, Analogien, Geschichten o.ä.) erklärt werden, um den SuS bereits „im Vorhinein“ einen Überblick über die gesamte Unterrichtsreihe und deren Inhalte zu geben. Wenn es gelingt durch den AO eine Brücke zu schlagen zwischen den einzigartigen Vorkenntnisstrukturen der SuS und der für alle gleichen Expertenstruktur, dann sind eine ganze Reihe positiver Erkenntnisse zu erwarten: erhöhtes Interesse, gerichtete Aufmerksamkeit, gesteigerte Selbstwirksamkeit, bessere Orientierung der Lernenden und des Lehrenden sowie besseres Behalten. Das Wissensnetz soll die Entstehung von Missverständnissen verringern und den Transfer verbessern (D. Wahl 2011).

**Beispiel Einstiegsfolie:**

**Wer? Wo? Was?**



© DDP

[www.ikp.uni-koeln.de/groups/zilges/vorlesungen.html](http://www.ikp.uni-koeln.de/groups/zilges/vorlesungen.html)



[www.landschaftsmuseum.de/seiten/Lexikon/Pfeil\\_Bogen-Oetzi.htm](http://www.landschaftsmuseum.de/seiten/Lexikon/Pfeil_Bogen-Oetzi.htm)



[www.old.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/radioaktiv\\_naturlich/radioaktivitaet.htm](http://www.old.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/radioaktiv_naturlich/radioaktivitaet.htm)



[www.uni-ak.ac.at/~p0004145/oetzi.htm](http://www.uni-ak.ac.at/~p0004145/oetzi.htm)

**Später:**



[www.naturkundemuseum-kassel.de/museum/sonderausstellung/ausstellungen/Oetzi.htm](http://www.naturkundemuseum-kassel.de/museum/sonderausstellung/ausstellungen/Oetzi.htm)

## *...vom Beil des Ötzi u.a. Beilen / Infoblatt: Einführung Portfolio-Arbeit:*

---

- Die sicherlich zurzeit bekannteste Form eines Portfolios ist die des **Bewerbungsportfolios**. Darunter versteht man eine Dokumentenmappe, die einem Arbeitgeber zur Ansicht vorgelegt wird. Die Mappe sollte derart gestaltet sein, dass der Arbeitgeber zu einem begründeten Urteil über Kenntnisse, Kompetenzen und Persönlichkeitsmerkmale des Bewerbers kommt und ihn für die ausgeschriebene berufliche Tätigkeit für geeignet hält.
- Im **Chemieunterricht** der Jahrgangsstufe 7 bedeutet die Erstellung eines Portfolios, dass du eine **Arbeitsmappe** zum oben genannten Thema anlegst, mit dem Ziel, diese anderen Personen – Lehrern, Eltern und Mitschülern - zu zeigen. Dein Vorzeige- oder Präsentationsportfolio **dokumentiert Deinen Lernprozess und in bestimmten Bereichen deine persönlichen Interessen an besonderen Themengebieten**.
- Oft werden wir gemeinsam Themen bearbeiten. In diesen Phasen ist es besonders wichtig, dass du dir **bewusst machst, was du noch nicht vollständig verstanden hast bzw. noch wiederholen oder vertiefen möchtest**. Markiere diese Stellen deutlich durch Fragen oder Begriffe auf dem **äußeren rechten Rand**. Dazu sollte dieser insgesamt etwas breiter als gewöhnlich sein. Notiere, nachdem du dich durch nachschlagen oder nachfragen „schlau gemacht hast“ in deinem Portfolio, deine Vorgehensweise und was dir besonders beim Verstehen geholfen hat.
- Bei bestimmten Themen (z.B. beim Einstieg und im Zusammenhang mit der Exkursion) darfst du dir ein **Teilthema, das dich besonders interessiert**, aussuchen. Dann gehst du auf die Suche nach eigenen Materialien. Zusatzmaterialien dürfen aber nicht nur einfach abgeheftet werden, sondern nun ist es deine Aufgabe **im Portfolio zu beschreiben, warum du dieses oder jenes Material ausgewählt hast**. Füge Deiner Recherche stets eine **Quellenangabe** hinzu. Auf der Rückseite siehst du, wie ein Portfolio-Beitrag aussehen kann.
- Wenn du jemanden gut kennst, der sich in **Freizeit oder Beruf** intensiv mit **Metallen oder Metallgewinnung** beschäftigt, kannst du auch dies gewinnbringend in dein Portfolio aufnehmen.
- Außer, dass das **Portfolio** am Ende der Unterrichtsreihe den Mitschülerinnen und Mitschüler **präsentiert**, von der Lehrerin **eingesammelt und benotet** wird, gibt es noch einen anderen guten Grund sehr ordentlich, übersichtlich und mit Inhaltsverzeichnis und Seitenzahlen zu arbeiten:  
In der letzten Stunde wird eine **schriftliche Lernzielkontrolle** geschrieben, bei der Du zeigen kannst, dass du in der Lage bist, die im Unterricht erarbeiteten Fachbegriffe und Inhalte auf ein anderes, einfaches Beispiel anzuwenden. **Du darfst hierbei in deinem Portfolio nachschlagen und es zur Beantwortung der Fragen benutzen**.

---

Viel Erfolg und viel Spaß bei der Portfolioarbeit!




**Erster Portfolio-Beitrag: Ötzi: wer, wo, was?**

Schreibe als Einleitung (ganze Sätze oder stichwortartig), wer Ötzi ist und wo man ihn fand. Suche dir dann ein Thema aus, das im Zusammenhang mit Ötzi steht und dich besonders interessiert. Beschreibe auch, warum es dich interessiert bzw. was du daran besonders interessant findest. Veranschauliche das Thema mit einer/ einigen Zeichnung/en oder Bild/ern. Vergiss nicht jeweils die Quellen für deine Informationen anzugeben!

**Internetlinks zum Ötzi:**

Wikipedia	www.wikipedia.org
Planet Wissen	www.planet-wissen.de
Archäologie-museum in Bozen	www.archaeologiemuseum.it
Steinzeit das Experiment	www.swr.de/steinzeit/html/
z.B. Wachs-ausschmelz-verfahren	www.archaeometallurgie.de
FAQ's	www.bolzano.net

**So wird die Beurteilungstabelle für dein Portfolio aussehen:**

Chemie / Lehrer/in XY	hervorragend		schlecht
Beurteilung des <u>Portfolios</u> von: .....			
1. <b>Vollständigkeit und richtige Reihenfolge</b> (alle AB, vollständige Mitschrift, Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Seitenzahlen)			
2. <b>Wie sorgfältig, sauber und übersichtlich wurde gearbeitet?</b> (Datum, breiter rechter Rand, Überschriften, Absätze, Hervorhebungen)			
3. <b>Formulierung von Gedanken zum eigenen Lernprozess</b> (Fragen klären, ergänzen, vertiefen, Eselsbrücken beschreiben ....)			
4. <b>Bearbeitung der persönlichen Portfoliothemen:</b> (evtl. zusätzliche Zeitungsartikel, Bilder o.ä. mit Begründungen/Erläuterungen)			
<b>Sonstige Anmerkungen:</b>	<b>Datum:</b>	<b>Note:</b>	<b>Paraphe:</b>

Beispiel für einen möglichen Portfolio-Beitrag zum Thema:

### Wer Wo Was – der Ötzi / Wer fand den Ötzi? (von Petra Schütte)

---

Mithilfe von Wikipedia kann man folgendes über die oben gestellte Frage herausfinden:

Die Entdeckung Ötzis in den Ötztaler Alpen am **19. September 1991** durch die beiden deutschen Bergwanderer **Erika und Helmut Simon** († 2004) aus Nürnberg war eine Sensation, da der Gletschermann die einzige erhaltene und auf natürlichem Wege konservierte Leiche aus der Zeit um **3400 v. Chr.** in Mitteleuropa ist.



- Erst nach einem mehr als 10 Jahre dauernden Rechtsstreit zwischen dem Ehepaar Simon und der Autonomen Provinz Bozen-Südtirol hatte das dortige Landesgericht entschieden, dass sich die Simons als **Finder des „Ötzi“** bezeichnen dürfen.
- Lange dauerten die Verhandlungen über die Höhe eines Finderlohns. Simon forderte ca. 250.000 Euro, das Land Südtirol bot zunächst 50.000 Euro als angemessenen Finderlohn an. Die Familie Simon akzeptierte 2009 schließlich die vom Land angebotene Summe von 150.000 Euro, diese Einigung platzte jedoch im letzten Augenblick.
- Es kam erneut zu einem Verfahren, das im Juni 2010 endete, und wonach die Südtiroler Landesregierung den Simons einen **Finderlohn in der Höhe von 175.000 Euro** zusagte, der schließlich im **August 2010** ausgezahlt wurde. Die Auszahlung des Finderlohns erlebte Helmut Simon jedoch nicht mehr, da er 2004 bei einer Bergwanderung tödlich verunglückte.
- Zwischenzeitlich hatten sich auch eine Slowenin und eine Zürcherin gemeldet und behauptet, den Gletschermann gefunden zu haben, was jedoch nicht bestätigt werden konnte.

Quelle:

Wikipedia: „Ötzi“ und „Fundumstände“ (<http://de.wikipedia.org/wiki/%C3%96tzi>)

## ***2. Wie erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil?***

### ***a) Schwerpunkt Erkenntnisgewinnung***

„Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – das ist doch schon so alt, wer macht denn das noch?“ „Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung – das haben wir doch schon immer gemacht“ - Diese beiden Aussagen charakterisieren Einstellungen von Kolleginnen und Kollegen aus der aktuellen schulischen Praxis zum Unterrichtsverfahren von H. Schmidkunz und H. Lindemann [4]. Tatsächlich ist das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren u. E. so gut wie kein anderes Verfahren geeignet, Schüler/innen im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung zu fördern. Da bei der Herstellung von Kupfer aus Kupferoxid die meisten Schüler/innen aufgrund ihrer Vorerfahrung (z.B. Erhitzen von Silberoxid) und ihren Vorstellungen (z.B. Kupferoxid „enthält“ Sauerstoff, Sauerstoff ist ein Gas) überzeugt sind, das Erhitzen mit dem Bunsenbrenner ausreichend ist, kann der Zyklus experimentell mit einer Falsifikation durchlaufen werden. Wichtig ist, dass dieser Versuch explizit durchgeführt wird, denn „erst wenn die Schüler erkannt haben, dass sie mit ihren eigenen Erklärungen nicht weiter kommen, sind sie bereit“, nach neuen Erklärungen zu suchen und dadurch „neue Denkstrukturen aufzubauen“ [5, S. 23], ein Lernprozess kann initiiert werden.

Die Überlegungen zur Zugabe eines weiteren Stoffes können durch Impulsgebung hin zu Kohlenstoff (Holzkohle) gelenkt werden. Die Beschreibung der Hauptintention und geförderten Kompetenzen zeigt der Kasten:

Kasten: Unterrichtsstunde: Woher erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil? Herstellung von Kupfer aus Kupferoxid; Hauptintention, Schwerpunktkompetenzen und deren Konkretisierung

#### **Hauptintention:**

Die Schülerinnen und Schüler stellen Hypothesen auf, wie aus Kupferoxid Kupfer hergestellt werden kann und falsifizieren das Erhitzen von Kupferoxid und verifizieren das Erhitzen von Kupferoxid mit Kohlenstoff im Experiment.

Kompetenzen, an denen in dieser Stunde (schwerpunktmäßig) gearbeitet werden soll [1] :

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

„Schülerinnen und Schüler stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.“

Kompetenzbereich Kommunikation:

„Schülerinnen und Schüler protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen und Diskussionen in angemessener Form.“

#### **konkret auf diese Stunde bezogen/ Ziele in den Kompetenzbereichen:**

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen Hypothesen zur Herstellung von Kupfer aus Kupferoxid auf und schlagen insbesondere a) das Erhitzen und b) das Erhitzen unter Zugabe eines weiteren Stoffes vor, (E)
- planen Experimente zur Überprüfung ihrer Hypothesen und führen die entsprechenden Experimente als a) Schüler-Demonstrationsversuch und b) Schüler-Versuch durch, (E)
- werten die Versuche unter Rückbezug auf die Hypothesen aus, indem sie feststellen, dass a) das Erhitzen von Kupferoxid nicht und b) das Erhitzen von Kupferoxid unter Zugabe von Kohlenstoff dazu führt, dass aus Kupferoxid Kupfer entsteht, (E)
- protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Untersuchung, indem sie das vorgegebene Fließschema ausfüllen und stellen den Inhalt in einem Kurzvortrag vor. (K)

Den konkreten Stundenverlauf zeigt Tabelle 3.1.1.

Tab. 3.1.1: Woher erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil? Herstellung von Kupfer aus Kupferoxid – Stundenverlauf

Phasen	Geschehen im Unterricht	Aktions- und Sozialformen	Medien
Einstieg	Vorstellung von Ötzi und seinen mitgeführten Materialien	Lehrer-Demonstration, UG	Folie
Problemgrund	Ötzi (Mensch aus der Jungsteinzeit) besitzt ein Beil aus Kupfer	UG	Stück Kupfer
Problemfindung	Da Kupfer nur in sehr geringen Mengen in Reinform/elementar vorkommt, muss es aus Kupfererzen (z. B. Kupferoxid) hergestellt worden sein.	UG	Chemikalien: Kupferoxid
Problemformulierung	Wie kann Kupfer aus Kupferoxid hergestellt werden?	UG	Tafel
Überlegungen zur Problemlösung	Lösungsvorschläge werden gesammelt, z.B. Erhitzen, Vakuum erzeugen, Einfrieren, evtl. Zugabe eines weiteren Stoffes Diskussion der Lösungsvorschläge und Einigung auf das weitere Vorgehen und der zu erwartenden Beobachtungen (wahrscheinlicher Lösungsvorschlag: Erhitzen)	Think-Pair-Share PA, UG	Tafel
Prakt. Durchführung des Lösevorhabens	Schüler/Schülerin erhitzt Kupferoxid	Schüler-Demonstrationsexperiment	Chemikalien: Kupferoxid; Geräte
Diskussion der Ergebnisse und Festlegung des weiteren Vorgehens	Überlegungen zur Erklärung des Ergebnis, Überlegungen zu einem alternativen Lösungsvorschlag (z.B. stärkeres Erhitzen, Erhitzen mit Zugabe eines weiteren Stoffes) Diskussion der Lösungsvorschläge und Einigung auf das weitere Vorgehen und der zu erwartenden Beobachtungen (wahrscheinlicher Lösungsvorschlag: Erhitzen mit Zugabe eines weiteren Stoffes, z.B. Kohlenstoff)	PA UG	
Prakt. Durchführung des Lösevorhabens	Schülergruppen erhitzen Kupferoxid mit Kohlenstoff nach Anleitung	Schüler-Experiment	Chemikalien: Kupferoxid, Kohlenstoff; Geräte
Diskussion der Ergebnisse und Abstraktion	Eine Reaktion hat stattgefunden, ein rötlich-glänzender Stoff ist entstanden, hierbei muss es sich um Kupfer handeln; Kupferoxid reagiert mit Kohlenstoff zu Kupfer	UG	Tafel
Wissenssicherung	Die Schüler wiederholen den Weg der Erkenntnisgewinnung durch Erstellung eines Fließschemas	EA	Arbeitsblatt 3.1 (Fließschema)

Da der Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung liegt, sollen in dieser Stunde nicht primär neue Fachbegriffe „erarbeitet“ werden. Vielmehr soll der Gedankengang der Stunde, das Vorgehen über Problemstellung, Hypothese, Beobachtung und Deutung am Versuch und Schlussfolgerungen von allen Schüler/innen aktiv nachvollzogen werden. Daher erfolgt die Wissenssicherung mit einem Fließschema, mit dessen Hilfe die Schüler/innen den Weg der Erkenntnisgewinnung nachvollziehen können (Arbeitsblatt 3.1).

Da sich der zweite Problemgrund, nämlich die Frage nach einem zweiten Reaktionsprodukt, direkt im Anschluss ergibt, ist der Verlauf der Folgestunde quasi vorgezeichnet. Einen Überblick über die Fortsetzung der Unterrichtssequenz in den folgenden Stunden gibt Tabelle 3.1.2.

Tabelle 3.1.2. Fortsetzung der Unterrichtssequenz, Überlegungen zum zweiten Produkt

Problemgrund:	Warum gelingt die Kupfergewinnung nur durch Erhitzen unter Zugabe von Kohlenstoff?
Problemformulierung:	Welche Rolle spielt der Kohlenstoff für diese Reaktion?
Überlegungen zur Problemlösung:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kohlenstoff könnte die Aufgabe haben, dem Kupferoxid den Sauerstoff zu entziehen.</li> <li>- Dabei bildet sich aus dem Kupferoxid Kupfer und aus dem Kohlenstoff Kohlenstoffdioxid.</li> <li>- Kohlenstoffdioxid entweicht während der chemischen Reaktion als farbloses Gas.</li> <li>- Die sichtbaren, schwarzen Feststoffe können Reste von Kupferoxid bzw. Kohlenstoff sein, die nicht reagiert haben.</li> <li>- möglicher Nachweis des entstehenden Kohlenstoffdioxids mit Kalkwasser, Vorschlag für ein Überprüfungsexperiment: Wiederholung des Experimentes mit Einleitung entstehender Gase in Kalkwasser.</li> </ul>
Prakt. Durchführung des Lösevorhabens:	L-Versuch ggf. S-Versuch
Diskussion der Beobachtungen, Ergebnisse und Abstraktion:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Kalkwasser wird trübe, Kohlenstoffdioxid ist entstanden,</li> <li>- Kupferoxid reagiert mit Kohlenstoff zu Kupfer und Kohlenstoffdioxid,</li> <li>- Fortsetzung des Fließschemas</li> <li>- Einführung der Fachbegriffe: Redoxreaktion, Oxidation, Reduktion</li> <li>- Betrachtung der Reaktion auf Teilchenebene (Atommodell von Dalton)</li> </ul>

Im Anschluss bietet es sich an dieser Stelle an, einen Einschub zum Thema „Wie kann man Kupfer veredeln?“ durchzuführen, da das Thema „Metallveredelung durch Legierungsbildung“ später bei der Eisen- bzw. Stahlherstellung wieder aufgegriffen werden kann (s. auch [2]).



**Überschrift:** Herstellung von Kupfer aus Kupferoxid

1. Problemstellung

Wie kann Kupfer aus Kupferoxid hergestellt werden?

1. Hypothese

Kupferoxid wird erhitzt.

Beobachtung:

Es ist keine Veränderung zu beobachten.

Deutung:

Es hat keine Reaktion stattgefunden, es ist kein Kupfer entstanden.

Schlussfolgerung: ↓

Erhitzen von Kupferoxid alleine reicht nicht aus.

2. Hypothese

Kupferoxid wird mit Zusatz eines weiteren Stoffes erhitzt, z.B. Kohlenstoff.

Beobachtung:

Ein rötlich glänzender Feststoff entsteht.

Deutung:

Es hat eine chemische Reaktion stattgefunden. Kupfer ist entstanden.

Schlussfolgerung:

Kupferoxid reagiert mit Kohlenstoff zu Kupfer.  
 $\text{Kupferoxid} + \text{Kohlenstoff} \rightarrow \text{Kupfer}$

2. Problemstellung

Welche Rolle spielt der Kohlenstoff?  
Entsteht noch ein weiterer Stoff bei dieser Reaktion?  
Welcher Stoff entsteht außer Kupfer?

## 2. *Wie erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil?*

### **b) Schwerpunkt Kommunikation**

- Der Fokus wird vom „Ötzi – allgemein“ auf sein Kupferbeil gelenkt.
- Als Ausgangsstoff stand dem Ötzi das in der Natur vorkommende schwarze Kupferoxid zur Verfügung. Problemgewinnung ähnlich 2a) und Überleitung auf die Reaktion von Kupferoxid mit Kohlenstoff.
- Die SuS erarbeiten sich selbstständig auf der Grundlage eines Experimentes und Zusatzinformationen den fachlichen Zusammenhang. Zur Präsentation bereiten sie eine OHP-Folie vor und nutzen die vorgefertigten Folienschnipsel des Modellexperimentes und der historischen Kupferherstellung für ihren Vortrag
- Es ist möglich, dass die SuS den Vorgang der Sauerstoffabgabe evtl. als „Reoxidation“ oder „umgekehrte Oxidation“ bezeichnen. Dieser Begriff wird dann nach der Präsentation durch den Begriff der Reduktion ersetzt, um anschließend den Begriff Redoxreaktion einzuführen.
- Eine (durch die Fachbegriffe ergänzte) Schülerfolie oder die Musterlösung des L. kann in der darauf folgenden Stunde zur Wiederholung dienen. Nach einer kurzen Murrephase könnte ein zufällig ausgewählte/r Schüler/in den Kurzvortrag am OHP halten.
- Tipps zum Schülerfeedback:
  - Nach jedem Vortrag Anerkennung zeigen durch Klopfen.
  - Wichtig: Der Vortragende darf seine „Feedbackgeber“ selbst dran nehmen.
  - Die SuS sollen immer mit einem Positivfeedback beginnen und dann erst verbesserungswürdige Bereiche ansprechen.
  - SuS sollen ausschließlich zur **inhaltlichen** Vollständigkeit und Richtigkeit Rückmeldungen geben.
  - Formale Aspekte deutlich davon trennen.
  - SuS auffordern auch beim Feedback gut zuzuhören, damit es nicht zu Dopplungen kommt.
  - Pro Meldung nur 1-2 Aspekte nennen, damit auch noch andere SoS ein Feedback geben können.
  - Dann meldet sich der Lehrer, der auf dem Platz des Vortragenden Schülers sitzt. Er/Sie kann – wenn notwendig - einige Aussagen verstärken, etwas ergänzen und dem Vortragenden eine Note für seinen Vortrag mitteilen.
  - Den SuS, die gerne freiwillig vortragen möchten, kann man sagen, dass auch die Qualität des Feedbacks von großer Bedeutung ist.

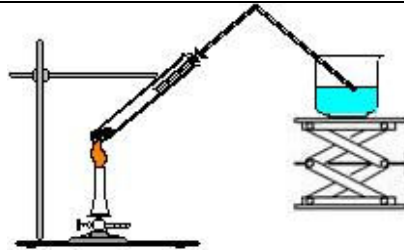
## ... vom Beil des Ötzi / Wie erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil?

### Vorgaben:

Ötzi lebte vor ca. 5300 Jahren am Ende der Jungsteinzeit. Die Spitzen seiner Pfeile waren aus Feuerstein gehauen. Die Klinge seines Beils bestand dagegen bereits aus fast reinem Kupfer, das zu dieser Zeit selten und sehr kostbar war. Kupfer, Silber und Gold waren die ersten Metalle, die man bereits in vorgeschichtlicher Zeit kannte und aus denen man Gebrauchsgegenstände und Schmuck herstellte. Die Metalle wurden gediegen (d.h. elementar, als reine Metalle) gefunden und verarbeitet. Noch viel seltener als Gold oder Silber kommt Kupfer in der Natur gediegen vor. Vermutlich durch Zufall fanden die Menschen heraus, dass es verschiedene Erze gab (z.B. Kupferoxid), aus denen man Kupfer gewinnen konnte. Die Menschen begannen Techniken der Verhüttung von Erzen zu entwickeln.

### Schülerversuch:

Vorsicht! Verwende den nebenstehend abgebildeten Versuchsaufbau. Erhitze in einem Reagenzglas ein Gemisch aus 2 g schwarzem Kupferoxid und 0,2 g Holzkohlepulver kräftig mit der Brennerflamme bis das Gemisch aufglüht. Leite das entstehende Gas in ein Becherglas mit Kalkwasser (Xi, reizend). Nach dem Aufglühen entfernt man das Becherglas. Nach dem Abkühlen wird der Reagenzglasinhalt durch leichtes Klopfen gelöst und in eine Porzellanschale gegeben. Beobachte!



**Entsorgung:** Reste vom Kalkwasser (Xi, reizend) in den vorbereiteten Sammelbehälter geben. Das feste, abgekühlte Reaktionsprodukt in den Sammelbehälter für Hausmüll geben.



**Abb. aus: Natur und Technik Naturwissenschaften 7/8 Berlin 2001 mit freundlicher Genehmigung des Cornelsen-Verlags**

### Arbeitsauftrag:

1. a) Führt den Schülerversuch – wie beschrieben – durch. Notiert Euch stichwortartig die Versuchsbeobachtungen und die Versuchsdeutung. Fertigt ein Reaktionsschema an und versucht dieses mit entsprechenden Fachbegriffen zu erläutern.  
b) Übertragt Eure – aus dem Schülerversuch – gewonnenen Erkenntnisse auf die in den Bildern dargestellte Kupfergewinnung.
2. Bereitet Euch auf eine Präsentation am OHP zum Thema **Kupfergewinnung zu Ötzis Zeiten** vor, indem ihr wichtige Informationen kurz auf einer Folie festhaltet! (Die Abbildungen auf diesem Arbeitsblatt liegen als Folienausschnitte bereits auf dem OHP bereit und sollen für den Vortrag genutzt werden.☺)

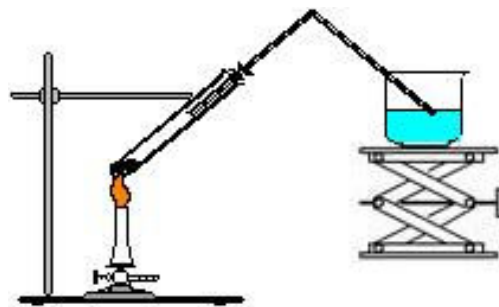
Mögliche Lösung für die OHP-Folie::

## Wie erhielt der Ötzi das Kupfer für sein Kupferbeil?

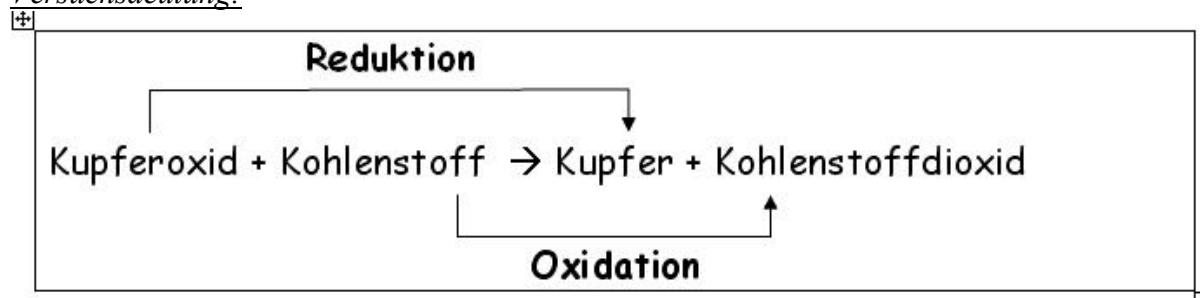
### Versuchsbeobachtungen:

- starkes Aufglühen
- heftige Gasentwicklung
- deutliche Trübung des Kalkwassers
- Reagenzglasinhalt:  
vorher: schwarz-grau  
jetzt: rot-braun, metallisch glänzend

### Modellexperiment:



### Versuchsdeutung:



**Redox**reaktion (Sauerstoffübertragung): zeitgleich **Red.** + **Ox.**

### Zu Ötzis Zeiten:





Abb. aus: Natur und Technik Naturwissenschaften 7/8 Berlin 2001 mit freundlicher Genehmigung des Cornelsen-Verlags

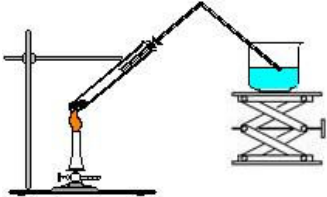
## Reduktion von Kupferoxid (Gefährdungsbeurteilung)

- Geräte:**
- 2 Reagenzgläser
  - Reagenzglasständer
  - Winkelrohr mit Stopfen
  - Gasbrenner mit Zündhilfe
  - Stativmaterial
  - Porzellanschale
  - Waage

### Chemikalien:

Stoff	Menge	Gefahren	R- und S-Sätze
Kupfer(II)-oxid	2 g	 Xn	R 22-50/53 S 22-61
Holzkohle	0,2 g		
Kalkwasser	max. 50 mL	 Xi	R 41 S 22-24-26-39
Kupfer (Produkt)	wenig		
Kohlenstoffdioxid (Produkt)	wenig		

### Aufbau und Durchführung:

	<p>Fülle ein Gemisch aus 2 g schwarzem Kupferoxid und 0,2 g Holzkohlepulver in das Reagenzglas. Erhitze kräftig mit der Brennerflamme, bis das Gemisch aufglüht. Entferne den Stopfen, bevor das Gemisch abgekühlt ist.</p>
------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Entsorgung:







Reste vom Kalkwasser in den vorbereiteten Sammelbehälter geben. Das feste, abgekühlte Reaktionsprodukt in den Sammelbehälter für Hausmüll geben.

### Gefährdungsbeurteilung nach dem Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe der BAuA:

- Randbedingungen:
- kleine Mengen (Gramm-Bereich)
  - keine großflächige Anwendung
  - Feststoffe wenig staubend
  - eventueller Hautkontakt kleinflächig (Spritzer) und kurzzeitig (<15 Minuten)

Substitutionsprüfung	empfohlen nicht zwingend, Substitution nicht möglich
Maßnahmenbedarf für inhalative Gefährdungen	Mindeststandards der TRGS 500 reichen aus. Vgl. auch RiSU NRW-III-6.1.
Maßnahmenbedarf für dermale Gefährdungen	Mindeststandards der TRGS 500 reichen aus. Vgl. auch RiSU NRW-III-6.1.
Brandgefahren	nicht vorhanden
sonstige Gefährdungen	sehr heiß
Versuch möglich für	Schüler Sek I

### Schutzmaßnahmen:

TRGS 500			 Abzug	 geschlossenes System		 Lüftungsmaßnahmen	Weitere Maßnahmen
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

erstellt am 07.10.2008, erneut geprüft am: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

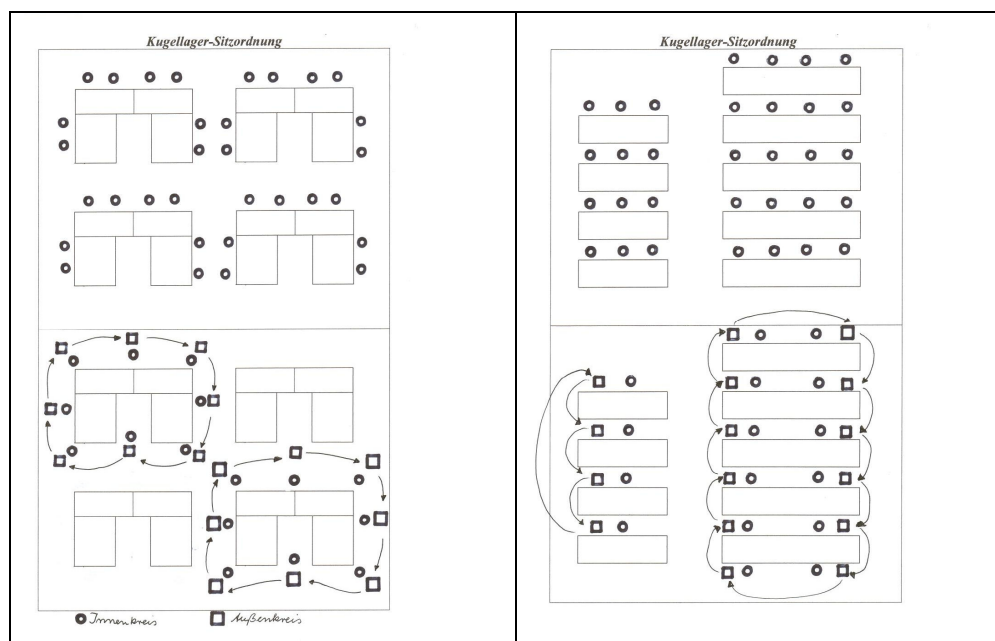
### 3. Wie veredelt man Kupfer?

Überleitung: Neben alten Gegenständen aus Kupfer findet man oft auch Werkzeuge, Waffen oder Schmuck aus Bronze. Vorwissen der SuS zum Thema „Bronze“ aktivieren und äußern lassen. Weitere Infos sollen sich die SuS dann mit Hilfe des AB und eines kleinen Experimentes erarbeiten (s. Arbeitsmaterial: Wie veredelt man Kupfer?); Bevor der Spickzettelvortrag im Plenum von ein oder zwei Schülern (bei zwei Schülern wartet einer während des Vortrages des anderen vor der Tür) gehalten wird, sollte er im Kugellager (s. auch Wikipedia: Karussellgespräch) geübt werden. Die Organisation eines Kugellagers erfordert eine gewisse Kreativität im Schülerübungsraum. In meinem Chemieraum lasse ich zwei Kugellager an zwei (von vier) diagonal gegenüberliegenden Energiesäulen durchführen. Für den Spickzettelvortrag gelten die o.a. oder ggf. andere vereinbarte Feedbackregeln.

Tipps zum Kugellager:

- Kugellager beginnt mit „Drehen“ (Aufforderung: Außenkreis geht im Uhrzeigersinn um z.B. 3 Positionen weiter), damit sich die bewusst zusammengesetzten Paare trennen und Zufallspaare entstehen.
- erster Durchgang: Innenkreis erzählt dem Außenkreis, Außenkreis darf nur zuhören, nicht unterbrechen und gibt erst nach Beendigung des Vortrages eine inhaltliche Rückmeldung/Feedback.
- Dann wird wieder gedreht. Zweiter Durchgang umgekehrt.

#### Beispiele für Sitzanordnungen für Kugellager in Chemie-Übungsräumen:



## ... vom Beil des Ötzi / Wie kann man Kupfer veredeln?

Kupfer hatte als Werkstoff gegenüber Stein bereits viele Vorteile. Jedoch war es für viele Zwecke zu weich und zu spröde. Durch Beimischung anderer Metalle gelang es den Menschen, die Eigenschaften entscheidend zu verändern, es zu veredeln. So wurden – wahrscheinlich anfangs aus Zufall – *Kupfererze und Zinnerze* miteinander verhüttet. Die dabei entstehende **Bronze** schmilzt bei niedrigeren Temperaturen, ist leichter gießbar und viel härter als Kupfer. Bronze wurde das wichtigste Rohmaterial der Bronzezeit und diente u.a. der Herstellung von Werkzeugen, Waffen und Schmuck.

- **Kupferzeit:** ca. 3500 bis 2500 v.Chr.
- **Bronzezeit:** ca. 2500 bis 700 v.Chr.
- Beginn der **Eisenzeit** um ca. 1200 v.Chr.

Inzwischen weiß man, dass sich viele geschmolzene Metalle miteinander vermischen und anschließend zu festen, homogenen Stoffgemischen – sogenannten **Legierungen** – erstarren (lat. ligare – binden, sich verbinden). Die Metalllegierungen unterscheiden sich oft stark in ihren Eigenschaften von den reinen Metallen. Meist sind sie fester, härter und korrosionsbeständiger als die zu ihrer Herstellung eingesetzten Metalle und sie besitzen eine andere Farbe.

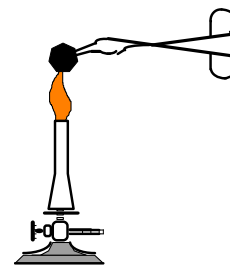
Neben Bronze ist auch **Messing** eine bekannte Legierung, die aus *Kupfer und Zink* besteht. Messing wird z.B. zur Herstellung von Blasinstrumenten z.B. Trompeten verwendet.

### **Experiment:**

#### **„Vergolden“ einer Kupfermünze**

##### **Versuchsdurchführung:**

Vorsicht! Spritzgefahr! Die Chemielehrerin gibt pro Schüler eine gereinigte Kupfermünze in ein kleines Becherglas mit 20 ml 10%iger Natronlauge (C) und zwei Spatelspitzen Zinkpulver. Dann wird unter Umrühren vorsichtig bis zum Sieden erhitzt. Die Münzen bleiben noch einige Zeit im Becherglas liegen. Nun bekommt jede/r Schüler/in eine Münze von der Lehrerin, die gut mit Wasser abgespült wird. Berühre die Münze mit der Tiegelzange nur am Rand. Jetzt wird die Münze vorsichtig in der – gerade entleuchteten - Brennerflamme erwärmt. Sie darf nicht glühen. (Entsorgung: Zinksuspension verdünnen und neutralisieren. Überschüssiges Zinkpulver mit Wasser reinigen und aufbewahren.)



### **Arbeitsauftrag für die Partnerarbeit:**

1. Führt das Experiment – wie beschrieben durch – und schreibt kurz die Versuchsbeobachtungen und eure Versuchsdeutung auf!
2. Fertigt einen Spickzettel zum Thema „Bedeutung von Legierungen an“, in dem ihr dem Text die wichtigsten Informationen entnehmt und euer Experiment beschreibt. Außer der Überschrift dürfen nur noch zehn Wörter auf eurem Spickzettel stehen, den Rest müsst ihr durch Symbole oder Zeichnungen darstellen. Mit Hilfe des Spickzettels werdet ihr dann einen Kurzvortrag halten.

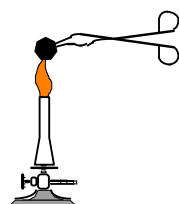
## „Vergolden“ einer Kupfermünze (Gefährdungsbeurteilung)

- Geräte:**
- kleines Becherglas
  - Gasbrenner mit Zündhilfe
  - Tiegelzange
  - Waage
  - Spatel
  - Dreifuß, Tondrahtnetz
  - Siedesteinchen

### Chemikalien:

Stoff	Menge	Gefahren	R- und S-Sätze
Kupfer	Münze		
Zinkpulver	2 Spatelspitzen	 N	R 50/53 S 60-61
Natronlauge, 10 %ig	20 mL	 C	R 35 S 26-36/37/39-45

### Aufbau und Durchführung:



Vorsicht! Spritzgefahr! Gib eine gereinigte Kupfermünze in ein kleines Becherglas mit 20 ml 10%iger Natronlauge (C), zwei Spatelspitzen Zinkpulver und **Siedesteinchen**. Erhitze unter Umrühren **vorsichtig** bis zum Sieden. Lass die Münze noch einige Zeit im Becherglas liegen. Nimm sie mit einer Tiegelzange heraus und spüle sie gut mit Wasser ab. Erwärme die Münze vorsichtig in der Brennerflamme. Berühre die Münze mit der Tiegelzange nur am Rand. Sie darf nicht glühen.

### Entsorgung:







Achtung: Wenn man das Zinkpulver abfiltrieren oder absaugen will, vorher neutralisieren. Sonst dekantieren und überschüssiges Zinkpulver mit Wasser reinigen und recyceln; Natronlauge in den Sammelbehälter geben.

### Gefährdungsbeurteilung nach dem Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe der BAuA:

- Randbedingungen:
- kleine Mengen (Gramm-Bereich)
  - keine großflächige Anwendung
  - Feststoffe wenig staubend
  - eventueller Hautkontakt kleinflächig (Spritzer) und kurzzeitig (<15 Minuten)

Substitutionsprüfung	empfohlen nicht zwingend, Substitution nicht möglich
Maßnahmenbedarf für inhalative Gefährdungen	Mindeststandards der TRGS 500 reichen aus. Vgl. auch RiSU NRW-III-6.1.
Maßnahmenbedarf für dermale Gefährdungen	sehr hoch
Brandgefahren	nicht vorhanden
sonstige Gefährdungen	sehr heiß
Versuch möglich für	Schüler Sek I

### Schutzmaßnahmen:

TRGS 500							Weitere Maßnahmen
			Abzug	geschlossenes System		Lüftungsmaßnahmen	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

erstellt am 07.10.2008, erneut geprüft am: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_



## 4. ... nach Ötzi – welche anderen Wege zur Kupferherstellung gibt es?

Basiskonzepte wie z.B. Chemische Reaktion, Struktur der Materie und Energie stellen insbesondere dann sinnvolle Strukturierungselemente für den Chemieunterricht dar, wenn sie unmittelbar mit konkreten Fragestellungen und Anwendungsbeispielen vernetzt werden [6]. Im Mittelpunkt dieser Sequenz steht das Basiskonzept Chemische Reaktion, das sich wie ein roter Faden durch nahezu den gesamten Chemieunterricht in der SI und SII zieht. Das Basiskonzept wird hier unmittelbar mit der Fragestellung verknüpft „Wie kann man aus Erzen - insbesondere Metalloxiden - Metalle gewinnen, um diese Kenntnisse z.B. für Verhüttungsprozesse zu nutzen?“. Neben dieser eher horizontalen Vernetzung erfolgt in dieser Sequenz die Grundsteinlegung zur Anbahnung eines Akzeptor-Donator-Konzeptes als vertikale Vernetzung von Fachwissen, wenngleich die Schülerinnen und Schüler die Begriffe Akzeptor und Donator an dieser Stelle noch nicht benutzen. Die besondere Chance dieser Unterrichtssequenz liegt darin, durch das Aufstellen einer Redoxreihe der Metalle auf der Basis empirischer Daten und dem Umgang mit der Redoxreihe zur Vorhersage von Redoxreaktionen, Einblicke in Zusammenhänge zu ermöglichen und dadurch flexibel einsetzbares Wissen zu generieren. Im Sinne der Informationsentnahme aus fachspezifischen Quellen zur Beantwortung naturwissenschaftlicher Fragestellungen kommt es hier zu einer Überschneidung mit dem Kompetenzbereich der Kommunikation.

Die Beschreibung der Hauptintention und geförderten Kompetenzen zeigt der Kasten:

Kasten: Unterrichtsstunde: Welche anderen Wege zur Kupferherstellung gibt es? Einführung in die Redoxreihe der Metalle; Hauptintention, Schwerpunktkompetenzen und deren Konkretisierung

### **Hauptintention:**

Die Schülerinnen und Schüler führen Versuche zur Reduktion von Metalloxiden durch, deuten ihre Beobachtungen sowie gegebene Beobachtungen zu weiteren Versuchen, klassifizieren die Reaktionen begründet als Redoxreaktionen und ordnen die Metalle hinsichtlich ihrer Eignung als Reduktionsmittel.

Konzeptbezogene Kompetenzen, an denen in dieser Stunde (schwerpunktmäßig) gearbeitet werden soll [1]: *Konzeptbezogene Kompetenzen, Basiskonzept „Chemische Reaktion“:*

Schülerinnen und Schüler haben das Konzept der chemischen Reaktion so weit differenziert, dass sie

- „Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Reaktionen deuten, bei denen Sauerstoff abgegeben und vom Reaktionspartner aufgenommen wird.“
- „Kenntnisse über Reaktionsabläufe nutzen, um die Gewinnung von Stoffen zu erklären (z.B. Verhüttungsprozesse).“

### **konkret auf diese Stunde bezogen/Ziele in den Kompetenzbereichen:**

Die Schülerinnen und Schüler

- führen die Versuche d.h. das Erhitzen von Eisenoxid mit Kupferpulver und Kupferoxid mit Eisenpulver - durch und halten analog der Vorgaben ihre Beobachtungen in der Tabelle fest. (E)
- deuten die Beobachtungen, beschreiben die in Wortgleichungen dargestellten Reaktionen als Redoxreaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben und vom Reaktionspartner aufgenommen wird und kennzeichnen dies in den Wortgleichungen. (CR)
- klassifizieren die Reduktionsmittel, indem sie die Metalle bzgl. ihrer Fähigkeit Sauerstoff von einem Reaktionspartner aufzunehmen ordnen. (CR)
- nutzen ihre erarbeitete bzw. durch weitere Metalle ergänzte Redoxreihe der Metalle, um die Gewinnung eines Metalls aus dem Metalloxid zu erklären und den Verlauf von Redoxreaktionen vorherzusagen. (CR)

Stundenverlauf: *Welche anderen Wege zur Kupferherstellung gibt es? Einführung in die Redoxreihe der Metalle*

<b>Phasen</b>	<b>Geschehen im Unterricht</b>	<b>Aktions- und Sozialformen</b>	<b>Medien</b>
Einstiegsphase/ Problemstellung	Ötzi: Gewinnung von Kupfer aus Kupferoxid, Kohlenstoff als Reduktionsmittel; Eignen sich die vorliegenden Metalle (Eisen, Silber, Aluminium) auch zur Gewinnung von Kupfer aus Kupferoxid? Wie könnte eine entsprechende Untersuchung aussehen?	LV/UG	Demo der Edukte: Kupferoxid, Eisen-, Silber- und Aluminiumpulver Tafel: Thema/Fragestellung
Experimentierplan/ Hypothesenbildung	Vorüberlegungen zu möglichen Versuchen und deren Ausgang; Überlegungen stichwortartig notieren und im Plenum vortragen	GA/Meldekette/L.- zus.fassung	Tafel: erster Teil der Beobachtungstabelle
Erweiterung der Problemstellung	Wie verhalten sich andere Metalloxide beim Erhitzen mit Metallen?	UG	Tafel: Erweiterung der Beobachtungstabelle
Experimentier- und Auswertungsphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung der Versuche und Ausfüllen der Lücken der Beobachtungstabelle</li> <li>• Deutung der Beobachtungen</li> <li>• Aufstellen der Wortgleichungen</li> <li>• Begründete Einordnung als Redoxreaktionen</li> <li>• Klassifizierung der Reduktionsmittel und Aufstellen Redoxreihe</li> </ul>	GA	AB 3.2.I / Vorbereitete OHP- Folie mit der Beobachtungstabelle sowie weitere Folie für die Wortgleichungen der Redoxreaktionen und die Redoxreihe
Ergebnispräsentation	per Zufall ausgeloste Gruppe stellt ihre Ergebnisse vor	S-Vortrag; Feedback	OHP
Transferphase	Bearbeitung von Anwendungsaufgaben/ Vorhersagen zum Verlauf von Redoxreaktionen	EA/PA/ Vierer-gruppen/UG	AB 3.2.II (Aufgaben in EA u. PA):

**Welche anderen Wege zur Kupferherstellung gibt es?**

Vorgaben:

Wie wir bereits wissen, hat „der Ötzi“ Kohlenstoff z.B. in Form von Holzkohle als Reduktionsmittel zur Herstellung von Kupfer aus Kupferoxid verwendet. Können wir den Kohlenstoff durch andere Metalle ersetzen? Zur Untersuchung dieser Frage erhitzen wir verschiedene Metalloxide mit jeweils anderen Metallen (s. Tabelle). In der Tabelle sind bereits die Ergebnisse von einigen Versuchen dargestellt. Die beiden fehlenden Untersuchungen werden nun von Euch im Schülerversuch durchgeführt.

Arbeitsauftrag:

1. Führt die beiden – unten beschrieben – Experimente durch und haltet eure Beobachtungen stichwortartig in der Auswertungstabelle fest.
2. Deutet alle Beobachtungen, auch die in der Tabelle enthaltenen.
3. Stellt für alle Reaktionen, die in der Tabelle dargestellt sind, eine Wortgleichung auf und begründet, warum es sich um Redoxreaktionen handelt. Kennzeichnet beispielhaft an zwei Reaktionen die Sauerstoffaufnahme (Oxidation) und die Sauerstoffabgabe (Reduktion) in der Wortgleichung.
4. Ordnet begründet die vier Metalle in der unten dargestellten Abbildung hinsichtlich ihrer Eignung als Reduktionsmittel.

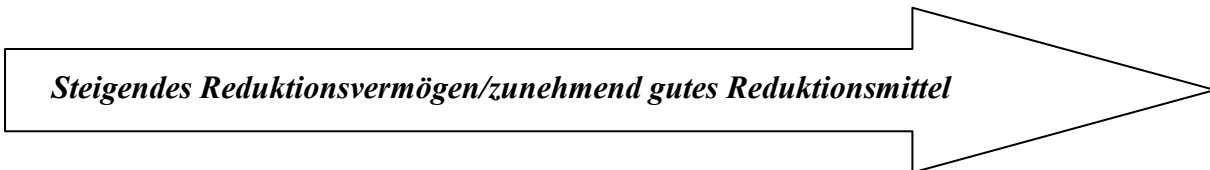
Versuchsdurchführung:

- a) Erhitzt ein Gemisch aus 3g rotem Eisenoxid und 1,5g Kupferpulver stark in einem Reagenzglas.
- b) Erhitzt ein Gemisch aus 3g schwarzem Kupferoxid und 1,5g Eisenpulver stark in einem Reagenzglas bis zum ersten Aufglühen über einer feuerfesten Unterlage. Beobachtet den Ablauf der Reaktion, ohne weiter zu erhitzen.

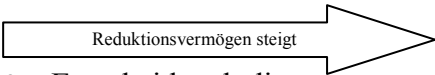
Beobachtungs- bzw. Auswertungstabelle :

	Kupferoxid	Eisenoxid	Silberoxid	Aluminiumoxid
Kupfer		keine Reaktion	glüht auf, silberig-glänzender Stoff (Silber) entsteht	keine Reaktion
Eisen	glüht auf, rot-glänzender Stoff (Kupfer) entsteht		glüht auf, silberig-glänzender Stoff (Silber) entsteht	keine Reaktion
Silber	keine Reaktion	keine Reaktion		keine Reaktion
Aluminium	glüht auf, rot-glänzender Stoff (Kupfer) entsteht	glüht auf, silbergrau-glänzender Stoff (Eisen) entsteht	glüht auf, silberig-glänzendes Metall (Silber) entsteht	

Silber	Kupfer	Eisen	Aluminium
--------	--------	-------	-----------



**Anwendung und Vertiefung: Redoxreaktionen und Redoxreihe der Metalle**

Aufgaben: EA - PA	Eigene Lösung: Schüler/in .....	Lösung besprochen mit Schüler/in ..... Ergänzung/Korrektur
<p>1. Welche der folgenden Metalle <b>Silber – Kupfer – Eisen – Aluminium</b> hätte der Ötzi zur Kupfergewinnung aus Kupferoxid verwenden können, wenn er sie damals schon zur Verfügung gehabt hätte? Begründe deine Antwort.</p>		<p>Von den gegebenen Metallen eignen sich Eisen und Aluminium zur Kupferherstellung. Sie können Kupferoxid reduzieren, da diese Metalle unedler als Kupfer sind und somit geeignete Reduktionsmittel darstellen.</p>
<p>2. Schlage einen Versuch vor, um aus Eisenoxid Eisen zu gewinnen! Begründe, indem du die Begriffe Reduktionsmittel und unedel/unedler verwendest.</p>		<p>Um aus Eisenoxid Eisen zu gewinnen, benötigt man ein unedleres Metall als Eisen. Hierzu würde sich von den unter 1. genannten Metallen nur Aluminium eignen.</p>
<p>Eine erweiterte Redoxreihe lautet: <b>Gold-Silber-Kupfer-Eisen-Zink-Alum.-Magnes.</b></p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>3. Entscheide, ob die dargestellten Reaktionen ablaufen, wenn ja, formuliere die Reaktionsprodukte:  a) Zinkoxid + Aluminium →  b) Eisenoxid + Silber →  c) Kupferoxid+Magnesium →</p>	<p>a)  b)  c)</p>	<p>a) Zink + Aluminiumoxid  b) keine Reaktion  c) Kupfer + Magnesiumoxid</p>
<p>4. Wie würdest du vorgehen, wenn du ein weiteres Metall z.B. Blei in die Redoxreihe einordnen möchtest?</p>		<p>Entweder nehme ich Blei und erhitze es nacheinander mit den entsprechenden Metalloxiden oder ich nehme Bleioxid und erhitze es mit den entsprechenden Metallen. Die Metalle der Metalloxide, die sich nicht durch Blei reduzieren lassen, sind unedler als Blei. Jene, die sich reduzieren lassen, sind edler.</p>

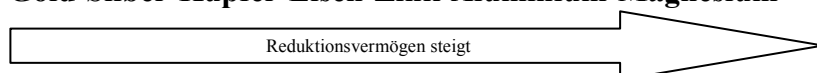
## Vertiefungsaufgaben zur Redoxreihe:

### 1. Findet eine Reaktion statt oder nicht?

Überlege Dir mit Hilfe der Redoxreihe der Metalle drei Experimente, in denen du jeweils ein Metalloxid und ein Metall zusammen erhitzt. Schreibe Dir – getrennt von der Aufgabe – mit Begründung auf, ob es zu einer Redoxreaktion kommt oder nicht und formuliere ggf. eine Wortgleichung. Tausche Deine Aufgaben mit dem Partner aus. Nachdem ihr die Aufgaben des Partners gelöst habt, vergleicht ihr eure Ergebnisse.

Eine erweiterte Redoxreihe lautet:

**Gold-Silber-Kupfer-Eisen-Zink-Aluminium-Magnesium**



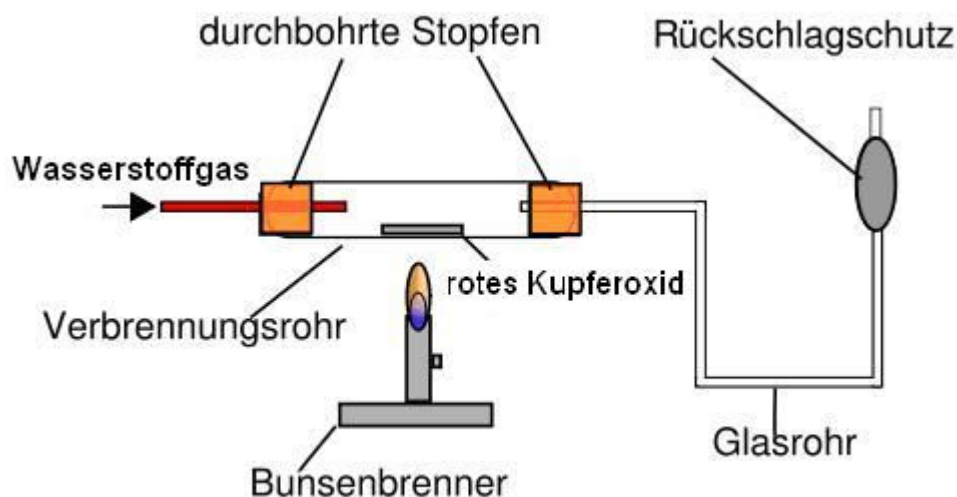
### 2. Kupferherstellung – einmal anders

Vorgaben:

Leitet man in der unten abgebildeten Apparatur Wasserstoffgas über heißes, rotes Kupferoxid, so kann man beobachten, dass

- im Verbrennungsrohr ein roter, metallisch-glänzender Feststoff entsteht und
- im Glasrohr farblose Flüssigkeitströpfchen kondensieren, die Watesmo-Papier blau färben.

Versuchsapparatur:



Aufgaben:

- 2.1. Deute die geschilderten Beobachtungen unter Verwendung der entsprechenden Fachbegriffe. Welches Reduktionsmittel wird verwendet.
- 2.2. Stelle eine Wortgleichung für die Reaktion auf.
- 2.3. Ist die oben dargestellte Reaktion zur großtechnischen Kupferherstellung geeignet? Vergleiche mit den Reduktionsmitteln Kohlenstoff bzw. Eisen und diskutiere Vor- und Nachteile.

Weitere Informationen zur Unterrichtssequenz „Redoxreihe der Metalle“:

Zur Ergebnissicherung der Arbeitsaufträge 3 und 4 auf dem ersten Arbeitsblatt kann man in Form einer arbeitsteiligen Gruppenarbeit die Schülerinnen und Schüler die Wortgleichungen aller Redoxreaktionen unter Ergänzung der wesentlichen Fachbegriffe auf ein Plakat schreiben lassen. Diese Wortgleichungen werden in einem kurzen Vortrag vorgestellt und vorerst ungeordnet an die Wand gehängt. Die Schülerinnen und Schüler erhalten dann den Auftrag die dargestellten Redoxreaktionen zu ordnen, mit dem Ziel das unterschiedliche Reduktionsvermögen der Metalle darzustellen.

Zur Anwendung und Vertiefung des Fachwissens sollen die Schülerinnen und Schüler das zweite Arbeitsblatt in Einzelarbeit bearbeiten. Im Anschluss daran vergleichen Sie ihre Ergebnisse mit einem Partner und berichtigen bzw. vervollständigen ihre Ergebnisse in der dritten Spalte. Eine weitere Festigung kann durch das folgende dritte Arbeitsblatt erfolgen.

## ***5. Wie viel Kupfer kann man aus einer Portion Kupfererz gewinnen?***

Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler im Bereich der Kommunikation ist im Unterricht eigentlich eine Selbstverständlichkeit. Sind doch die Zeiten des Glaubens an den Nürnberger Trichter im Schulunterricht vorbei und die Rolle der Lehrkraft immer stärker als Moderator und Lernbegleiter zu sehen. In dieser dritten Unterrichtssequenz soll aber eine besondere Kompetenz in diesem Bereich gefördert werden, nämlich die Veranschaulichung von Daten mit sprachlichen, mathematischen und bildlichen Gestaltungsmitteln. Hierzu bietet sich die quantitative Untersuchung der Synthese von Kupfersulfid an.

Die Beschreibung der Hauptintention und geförderten Kompetenzen zeigt der Kasten:

Kasten: Unterrichtsstunde: Wie viel Kupfer kann man aus einer Portion Kupfererz gewinnen?

Quantitative Reaktion von Kupfer mit Schwefel – Einführung in das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse; Hauptintention, Schwerpunkt Kompetenzen und deren Konkretisierung

### **Hauptintention:**

Die Schülerinnen und Schüler führen die Kupfersulfidbildung quantitativ im Schülerversuch durch, ergänzen die gemessenen Daten und erkennen und veranschaulichen das Massenverhältnis von Kupfer zu Schwefel mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln. Nach Übung und Vertiefung beantworten Sie die Frage, wie viel Tonnen Kupfer sich aus 10 Tonnen Kupfersulfid gewinnen lassen.

Kompetenzen, an denen in dieser Stunde (schwerpunktmäßig) gearbeitet werden soll [1] :

Prozessbezogene Kompetenz, Bereich „Kommunikation“:

„Die Schülerinnen und Schüler veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln.“

Prozessbezogene Kompetenz, Bereich „Erkenntnisgewinnung“:

„Die Schülerinnen und Schüler führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese.“

### **Konkret auf diese Stunde bezogen/Ziele in den Kompetenzbereichen:**

Die Schülerinnen und Schüler

- führen das quantitative Experiment zur Kupfersulfidbildung sorgfältig durch, protokollieren ihre Beobachtungen und notieren die gemessenen Daten (Masse Kupferstück, Masse Kupfersulfidstück) in der vorgegebenen Wertetabelle (E, K).
- veranschaulichen die gemessenen und berechneten (Masse Schwefelportion) Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln, indem sie erkennbare Zusammenhänge verbalisieren, mathematisieren bzw. die Daten in einem Diagramm darstellen. (K)
- beantworten auf der Basis der von ihnen aufgenommen und ausgewerteten Daten die Frage, wie viel Tonnen Kupfer sich aus 10 Tonnen Kupfersulfid gewinnen mit 8 Tonnen Kupfer. (E)

Den konkreten Stundenverlauf zeigt die folgende Tabelle. Im ersten Schritt wird der im Kontext zum Beil des Ötzi sinnvolle Problemgrund, wie viel Tonnen Kupfer aus 10 Tonnen Kupfersulfid hergestellt werden können, diskutiert (s. OHP-Folie). Zur experimentellen Untersuchung ist es aber notwendig und sinnvoll, zunächst die Synthese von Kupfersulfid aus Kupfer näher zu betrachten und zuerst die Untersuchungsfrage, wie viel Gramm Kupfersulfid aus 12 Gramm Kupfer hergestellt werden können, mit Hilfe einer experimentellen Untersuchung zu beantworten (Arbeitsblatt) . Der Versuch, ein „Klassiker“, soll nach der Durchführung durch die Schüler/innen in Gruppenarbeit möglichst selbstständig ausgewertet werden. Zur Unterstützung dienen Informationskarten, die die Schüler/innen selbstständig nehmen oder von der Lehrkraft an sinnvollen Zeitpunkten empfohlen bekommen (s. die drei folgenden Infos). Auf diesen Informationskarten wird ein analoges Problem – die Herstellung von Mürbegebäck aus (hauptsächlich) Mehl und Butter - auf verschiedenen mathematischen und zeichnerischen Wegen ausgewertet und die proportionale Zuordnung mit Proportionalitätsfaktor erarbeitet. Hierbei wird konkret auf den Wissensstand der Schüler/innen im Unterrichtsfach Mathematik Bezug genommen und verknüpft. Die Auswertung erfolgt in Anlehnung an das Mathematik-Schulbuch [7]. Wichtig ist die anschließende Präsentation der Schülergruppen mit Unterstützung durch Folien (s. OHP-Folien).

Ebenfalls einen hohen Stellenwert bei diesem anspruchsvollen Thema hat das abschließende Arbeitsblatt (s. AB) zur Übung, Anwendung, Übertragung und Problemlösung. Es werden Übungsrechenaufgaben in ausreichender Menge angeboten, der Bogen zum eigentlichen, kontextbasierten Ausgangsproblem wird geschlagen. Anschließend soll das neu erworbene Wissen auf die Synthese von Zinksulfid übertragen werden und abschließend zur Problemlösung genutzt werden.

Stundenverlauf: *Wie viel Kupfer kann man aus einer Portion Kupfererz gewinnen? Quantitative Reaktion von Kupfer mit Schwefel – Einführung in das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse*

Phasen	Geschehen im Unterricht	Aktions- und Sozialformen;	Medien
Einstieg/ Problemgrund	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Kupfer aus Kupfersulfid.</li> <li>• Wie viel Tonnen Kupfer kann man aus 10 Tonnen Kupfersulfid gewinnen?</li> <li>• Vermutungen äußern lassen</li> <li>• L. fasst zusammen und lässt abstimmen</li> </ul>	Problemstellung auf OHP-Folie, Think, Pair, Meldekette, Abstimmung;	OHP-Folie
Problemstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LV: Da die Reaktion von Kupfersulfid zu Kupfer aus mehreren Schritten besteht, ist es schwer, diese genauer zu untersuchen. Einfacher zu untersuchen ist die Reaktion von Schwefel und Kupfer zu Kupfersulfid.</li> <li>• Vorschlag: einer alternativen, ersten Untersuchungsfrage: Wie viel Gramm Kupfersulfid kann man aus 12 Gramm Kupfer herstellen?</li> </ul>	LV UG	
Experimentier- und Auswertungsphase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung des Schülerexperimentes „Quantitative Kupfersulfidbildung“</li> <li>• Sammlung des aufgenommenen Daten aller Gruppen in einer Wertetabelle auf einer OHP-Folie</li> <li>• Auswertung der qualitativen Versuchsbeobachtungen</li> <li>• Auswertung der quantitativen Versuchsbeobachtungen, Veranschaulichung der Daten mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln. Lehrkraft sichtet erste Ideen und empfiehlt eine weiterführende Informationskarte</li> </ul>	GA, OHP-Folie mit Wertetabelle zum Sammeln der Daten aller Gruppen,	AB (Vorderseite: SV, Rückseite: Wertetabelle), 3 Informationskarten zum Mürbeteig-Problem
Darstellung der Ergebnisse	Präsentation der gewonnenen Ergebnisse und Beantwortung der ersten Untersuchungsfrage durch Anwendung eines Massenverhältnisses.	S.-Vortrag unterstützt durch OHP-Folien	OHP-Folien
Anwendung	Berechnung von Massen (Kupfer, Schwefel oder Kupfersulfid) auf der Grundlage des konstanten Massenverhältnisses von $m(\text{Kupfer}) : m(\text{Schwefel}) = 4 : 1$ in verschiedenen Beispielaufgaben;	EA, GA, evtl. SV AB	AB
Transfer	Rückbezug zum Problemgrund, Ermittlung des Massenverhältnisses der Elemente in einer anderen Verbindung und Berechnungen auf der Basis dieses Massenverhältnisses	EA, GA, evtl. SV	AB



## **Folie (OHP)**

### **Problemstellung:**

*Bereits zu Zeiten von Ötzi haben die Menschen aus Kupferoxid und Kohlenstoff Kupfer hergestellt. Hierzu eignen sich auch andere Kupfererze wie z.B. das Kupfersulfid. Kupfersulfid kann in Bergwerken abgebaut werden. Man nennt dieses Erz auch Kupferglanz.*

*In den Kupferhütten wird aus Kupfersulfid zuerst Kupferoxid hergestellt, das anschließend mit Kohlenstoff zu Kupfer weiterreagiert.*

*Sehr vereinfacht kann man sagen, dass aus Kupfersulfid Kupfer und Schwefel hergestellt werden.*

*Kupfersulfid reagiert zu Kupfer und Schwefel*

*Kupfersulfid  $\rightarrow$  Kupfer + Schwefel*

*Da Kupfer als Gebrauchsmetall eine große Bedeutung hat, ist es für die Betreiber einer Kupferhütte wichtig zu wissen, wie viel Kupfer man aus einer bestimmten Menge Kupfersulfid herstellen kann.*

*Eine Kupferhütte bekommt **10** Tonnen Kupferglanz (=Kupfersulfid) aus einem Bergwerk geliefert.*

### **Ausgangsfrage:**

**Wie viel Tonnen Kupfer kann die Kupferhütte aus 10 Tonnen Kupfersulfid herstellen?**

*Mögliche Antworten: a) 2 Tonne b) 5 Tonnen c) 8 Tonnen d) 10 Tonnen*

*Was vermutest Du? Kannst du erläutern, warum du diese Vermutung hast?*

Da die Reaktion von Kupfersulfid zu Kupfer aus mehreren Schritten besteht, ist es schwer, diese genauer zu untersuchen. Einfacher lässt sich die Reaktion von Schwefel und Kupfer zu Kupfersulfid, also die **Kupfersulfidbildung**, untersuchen. Um das Problem zu lösen, wird daher zunächst die Kupfersulfidbildung im Labormaßstab genauer betrachtet. Anschließend werden die neuen Erkenntnisse genutzt, um die Ausgangsfrage zu beantworten.

Erste Untersuchungsfrage: Wie viel Gramm Kupfersulfid kann man aus 12 Gramm Kupfer herstellen?

**Arbeitsauftrag (GA):**

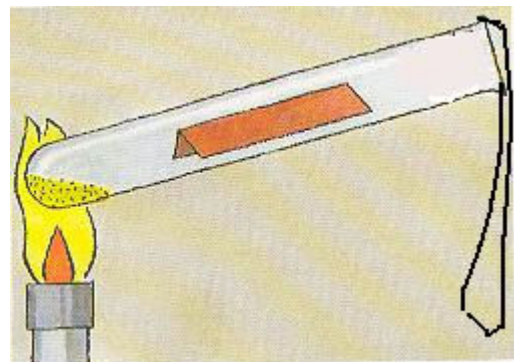
Führt das quantitative Experiment zur **Bildung von Kupfersulfid** sorgfältig durch und versucht mit den erzielten Ergebnissen die obige Fragestellung zu beantworten.

1. Führt den Versuch sorgfältig durch und notiert Eure Beobachtungen! **Schutzbrille!!!**

**Versuchsdurchführung:**

- Kupferblech genau wiegen und Masse notieren
- Reagenzglas (Rgl.) mit einem Spatel Schwefelpulver fast waagrecht einspannen
- Kupferblech in die Mitte des Rgl. schieben
- Rgl. mit einem Luftballon verschließen (giftige Gase!)
- Kupferblech mit dem Brenner stark erhitzen
- Schwefel mit dem Brenner schmelzen und verdampfen
- Schwefeldampf über das heiße Kupferblech leiten
- Die Glutlinie muss über das gesamte Kupferblech wandern
- Brenner aus; Apparatur abkühlen lassen
- Unter dem Abzug: Luftballon entfernen, Blech mit Pinzette herausnehmen
- Klebt das Blech im erstarrten Schwefel fest, erneut kurz von außen erhitzen
- Blech in der Brennerflamme durch Abflämmen von anhaftendem Schwefel befreien (Abzug!)
- Blech abkühlen lassen, erneut wiegen und Masse unten notieren!

**Versuchsaufbau:**



**Ergebnisse der Wägungen:**

Vor dem Erhitzen:

$m(\text{...}) = \text{.....g}$

Nach dem Erhitzen mit Schwefel:

$m(\text{...}) = \text{.....g}$

**Versuchsbeobachtungen:**

- 1.
- 2.
- ...

2. Deutet Eure Versuchsbeobachtungen.

**Deutung der Versuchsbeobachtungen:**

- 1.
- 2.
- ...

3. Beschreibt die stattfindende Reaktion a) in Worten und b) mit einem Reaktionsschema.

**Reaktion:**



### Informationskarte 3.3.1: Das Mürbeteig-Problem - im Diagramm dargestellt

#### Das Mürbeteig-Problem:

Ihr wollt für den Tag der offenen Tür aus Mürbeteig einen besonders großen Weihnachtsmann-Keks backen. Eure Aufgabe ist nun für den **1,8 kg schweren Weihnachtsmann-Keks** die Butter in dem benachbarten Bauernladen zu bestellen. Die **Hauptzutaten** für den Mürbeteig sind **Mehl und Butter**. Die weiteren Zutaten sind ein wenig Zucker, eine Prise Salz und ein Ei. Diese können ebenso vernachlässigt werden wie eine Gewichtsveränderung beim Backen durch das Verdampfen von Wasser. Damit lässt sich der Backvorgang als chemische Reaktion beschreiben, bei der Mehl und Butter zum Weihnachtsmann-Keks reagieren.

Vereinfachtes Reaktionsschema: \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_

Im Internet findet ihr viele verschiedene Mürbeteigrezepte für verschieden großes Mürbeteiggebäck. Ihr schreibt euch die Mengen an Mehl bzw. Butter aus den Rezepten heraus. Ihr wisst, dass es bei Internet-Backrezepten zu Druckfehlern kommen kann, ähnlich wie grobe Messfehler beim Experimentieren. Solche Werte werden als Ausreißer gestrichen.

Mürbeteig-rezept-Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	
m (Mehl)	380 g	250 g	1000 g	150 g	750 g				
m (Butter)	190 g	125 g	500 g	300 g	375 g				
q									
m( Mürbeteig-Gebäck)									1800 g

#### Arbeitsauftrag:

- Beschreibe mit eigenen Worten, was dir an den Mengenangaben für Mehl und Butter bei den verschiedenen Rezepten auffällt, ergänze die Masse des jeweiligen Mürbeteig-Gebäcks. Streiche den Ausreißer.
- Zeichne die Mengenangaben für Mehl und Butter aus der Wertetabelle in ein Koordinatensystem und beschreibe den entstehenden Graphen.
- Beschreibe den mathematischen Zusammenhang. Verwende dabei die Begriffe: proportionale Zuordnung, quotientengleich, Proportionalitätsfaktor  $q$ , Gleichung  $y = q \cdot x$ .
- Bestimme mit Hilfe des Proportionalitätsfaktors oder mit Hilfe der Gleichung oder mit Hilfe des Graphs weitere Mürbeteigrezepte sowie die Masse des entstehenden Mürbeteig-Gebäcks.
- Löse das Mürbeteig-Problem: Wie viel Butter musst du für einen 1800 g schweren Weihnachtsmann-Keks im Bauernladen bestellen?
- Die Masse von Butter und die Masse von Mehl reagieren im Verhältnis \_\_\_\_ : \_\_\_\_ .  
Für die Masse des Mürbeteig-Gebäcks gilt: \_\_\_\_ Teile Butter und \_\_\_\_ Teile Mehl reagieren zu \_\_\_\_ Teilen Mürbeteig-Gebäck.

### Informationskarte 3.3.2: Das Mürbeteig-Problem - rechnerisch gelöst

#### Das Mürbeteig-Problem:

Ihr wollt für den Tag der offenen Tür aus Mürbeteig einen besonders großen Weihnachtsmann-Keks backen. Eure Aufgabe ist nun für den **1,8 kg schweren Weihnachtsmann-Keks** die Butter in dem benachbarten Bauernladen zu bestellen. Die **Hauptzutaten** für den Mürbeteig sind **Mehl und Butter**. Die weiteren Zutaten sind ein wenig Zucker, eine Prise Salz und ein Ei. Diese können ebenso vernachlässigt werden wie eine Gewichtsveränderung beim Backen durch das Verdampfen von Wasser. Damit lässt sich der Backvorgang als chemische Reaktion beschreiben, bei der Mehl und Butter zum Weihnachtsmann-Keks reagieren.

Vereinfachtes Reaktionsschema: \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_

Im Internet findet ihr viele verschiedene Mürbeteigrezepte für verschieden großes Mürbeteiggebäck. Ihr schreibt euch die Mengen an Mehl bzw. Butter aus den Rezepten heraus. Ihr wisst, dass es bei Internet-Backrezepten zu Druckfehlern kommen kann, ähnlich wie grobe Messfehler beim Experimentieren. Solche Werte werden als Ausreißer gestrichen.

Mürbeteig-rezept-Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
m (Mehl)	380 g	250 g	1000 g	150 g	750 g									
m (Butter)	190 g	125 g	500 g	300 g	375 g									
q														
m( Mürbeteig-Gebäck)														1800 g

#### Arbeitsauftrag:

- Beschreibe mit eigenen Worten, was dir an den Mengenangaben für Mehl und Butter bei den verschiedenen Rezepten auffällt, ergänze die Masse des jeweiligen Mürbeteig-Gebäcks. Streiche den Ausreißer.
- Untersuche, wie sich die Masse der Portion Butter verändert, wenn Du die Masse der Mehlportion vervierfachst, verdreifachst, ....
- Beschreibe den mathematischen Zusammenhang. Verwende dabei die Begriffe: proportionale Zuordnung, quotientengleich, Proportionalitätsfaktor q, Gleichung  $y = q \cdot x$ .
- Berechne mit Hilfe des Proportionalitätsfaktors oder mit Hilfe der Gleichung oder mit den Überlegungen aus 2. weitere Mürbeteigrezepte sowie die Masse des entstehenden Mürbeteig-Gebäcks.
- Löse das Mürbeteig-Problem: Wie viel Butter musst du für einen 1800 g schweren Weihnachtsmann-Keks im Bauerladen bestellen?
- Die Masse von Butter und die Masse von Mehl reagieren im Verhältnis \_\_\_\_ : \_\_\_\_ .  
Für die Masse des Mürbeteiggebäcks gilt: \_\_\_\_ Teile Butter und \_\_\_\_ Teile Mehl reagieren zu \_\_\_\_ Teilen Mürbeteiggebäck.

### Informationskarte 3.3.3: Das Mürbeteig-Problem - zeichnerisch dargestellt

#### Das Mürbeteig-Problem:

Ihr wollt für den Tag der offenen Tür aus Mürbeteig einen besonders großen Weihnachtsmann-Keks backen. Eure Aufgabe ist nun für den **1,8 kg schweren Weihnachtsmann-Keks** die Butter in dem benachbarten Bauernladen zu bestellen. Die **Hauptzutaten** für den Mürbeteig sind **Mehl und Butter**. Die weiteren Zutaten sind ein wenig Zucker, eine Prise Salz und ein Ei. Diese können ebenso vernachlässigt werden wie eine Gewichtsveränderung beim Backen durch das Verdampfen von Wasser. Damit lässt sich der Backvorgang als chemische Reaktion beschreiben, bei der Mehl und Butter zum Weihnachtsmann-Keks reagieren.

Vereinfachtes Reaktionsschema: \_\_\_\_\_ + \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_

Im Internet findet ihr viele verschiedene Mürbeteigrezepte für verschieden großes Mürbeteiggebäck. Ihr schreibt euch die Mengen an Mehl bzw. Butter aus den Rezepten heraus. Ihr wisst, dass es bei Internet-Backrezepten zu Druckfehlern kommen kann, ähnlich wie grobe Messfehler beim Experimentieren. Solche Werte werden als Ausreißer gestrichen.

Mürbeteig-rezept-Nr.:	1	2	3	4	5	6	7	8	
m (Mehl)	500 g	2000 g	1000 g	150 g	1500 g				
m (Butter)	250 g	1000 g	500 g	300 g	750 g				
q									
m( Mürbeteig-Gebäck)									1800 g

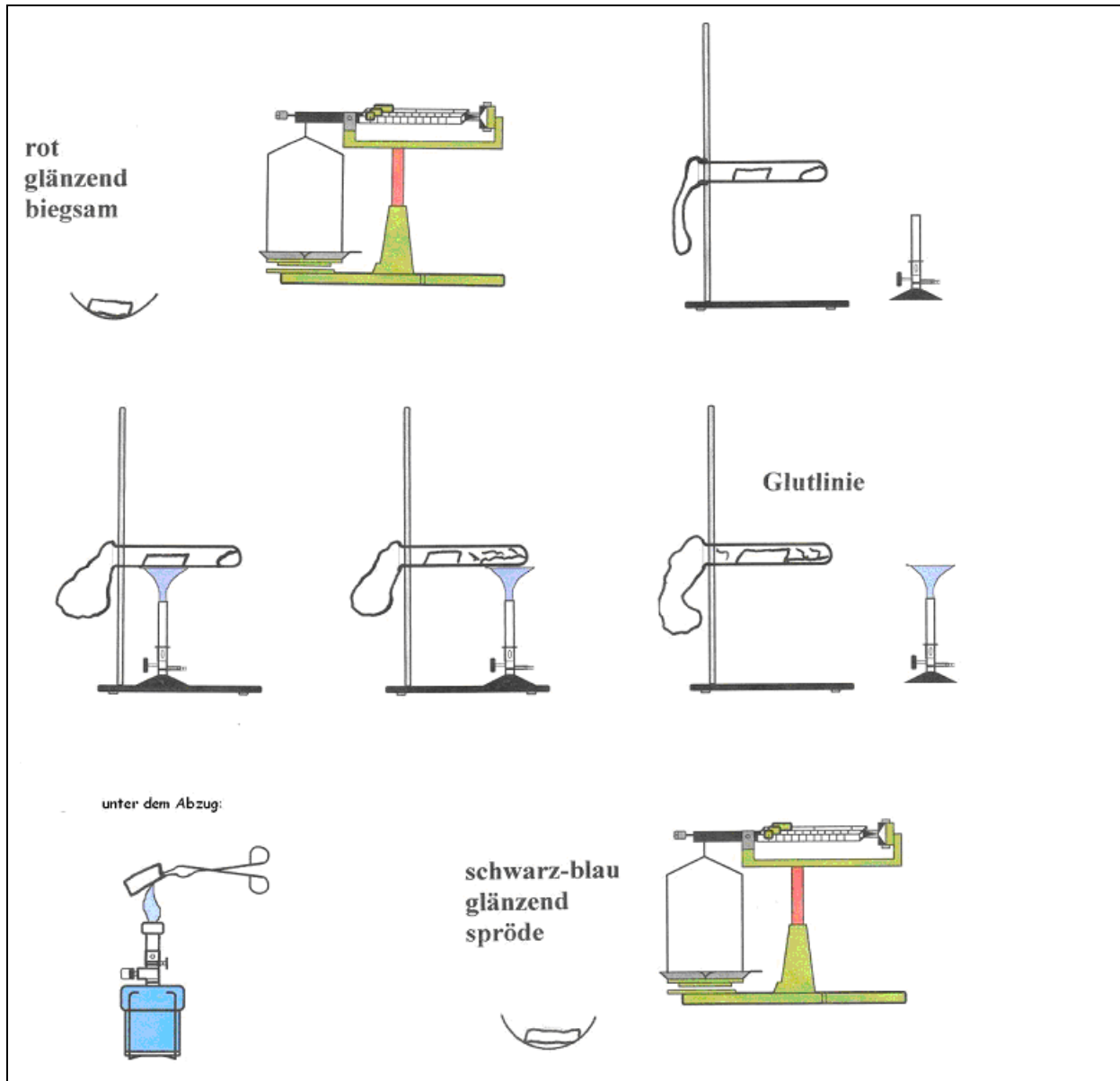
#### Arbeitsauftrag:

- Beschreibe mit eigenen Worten, was dir an den Mengenangaben für Mehl und Butter bei den verschiedenen Rezepten auffällt, ergänze die Masse des jeweiligen Mürbeteig-Gebäcks. Streiche den Ausreißer.
- Veranschauliche die Mengenangaben für Mehl und Butter, in dem Du jeweils die entsprechenden Mengen zeichnest. Beachte: Mehl wird in 1000 g – Tüten verpackt, Butter in 250 g – Stücken. Beschreibe!
- Beschreibe den mathematischen Zusammenhang. Verwende dabei die Begriffe: proportionale Zuordnung, quotientengleich, Proportionalitätsfaktor q, Gleichung  $y = q \cdot x$ .
- Bestimme mit Hilfe des Proportionalitätsfaktors oder mit Hilfe der Gleichung oder mit Hilfe der Zeichnungen weitere Mürbeteigrezepte sowie die Masse des entstehenden Mürbeteig-Gebäcks.
- Löse das Mürbeteig-Problem: Wie viel Butter musst du für einen 1800 g schweren Weihnachtsmann-Keks im Bauerladen bestellen?
- Die Masse von Butter und die Masse von Mehl reagieren im Verhältnis \_\_\_\_ : \_\_\_\_ .  
Für die Masse des Mürbeteiggebäcks gilt: \_\_\_\_ Teile Butter und \_\_\_\_ Teile Mehl reagieren zu \_\_\_\_ Teilen Mürbeteiggebäck.

**Bildergeschichten zur Bildung von Kupfersulfid (Folie)**

... zu verwenden als

- auf Papier gedruckt als Schnipsel für Partner- oder Gruppenarbeit zur Vorbereitung für einen Kurzvortrag am Overheadprojektor
- auf Folie gedruckt oder kopiert als Schnipsel für den Overheadprojektor



OHP-Folie zur Strukturierung der Ergebnisse und Unterstützung der Vorträge

**Untersuchungsfrage:**

**Wie viel Gramm Kupfersulfid kann man aus 12 Gramm Kupfer herstellen?**

**Reaktion:**

Kupfer reagiert mit Schwefel zu Kupfersulfid.  
Kupfer + Schwefel → Kupfersulfid

**Neu entdeckter Zusammenhang**

Kupfer und Schwefel reagieren immer im gleichen Massenverhältnis miteinander. Die Masse Schwefel und die Masse Kupfer bilden eine proportionale Zuordnung. Der Proportionalitätsfaktor beträgt 4. Also reagieren Kupfer und Schwefel immer im Massenverhältnis 4:1.

**Entdeckungsweg**

z.B. Masse Schwefel und Masse Kupfer in Diagramm aufgetragen, Messwerte bilden eine Gerade durch den Koordinatenursprung, es besteht eine proportionale Zuordnung, Proportionalitätsfaktor ist 4)

**Antwort zur ersten Untersuchungsfrage:**

(z.B. Kupfer und Schwefel reagieren im Verhältnis 4:1 zu Kupfersulfid. 12 Gramm Kupfer reagieren mit 3 Gramm Schwefel. Nach dem Gesetz der Massenerhaltung entstehen dabei 15 Gramm Kupfersulfid. Also kann man aus 12 Gramm Kupfer 15 Gramm Kupfersulfid herstellen)



### Übungsaufgaben zum konstanten Massenverhältnis

#### I. Wiederholung und Übung:

In den Schülerversuchen der letzten Stunde zur Bildung von Kupfersulfid habt ihr herausgefunden, dass eine bestimmte Masse von Kupfer nicht mit einer beliebigen Masse an Schwefel reagiert. Vielmehr reagieren Kupfer und Schwefel immer im gleichen Massenverhältnis miteinander:

$$\text{Massenverhältnis} \quad m(\text{Kupfer}) : m(\text{Schwefel}) = \boxed{4} : \boxed{1} .$$

Hat man also  $\boxed{4}$  g Kupfer, reagieren diese genau mit  $\boxed{1}$  g Schwefel.

Mit Hilfe des Gesetzes von der Erhaltung der Masse kann man dann ebenfalls die Masse des entstehenden Kupfersulfids vorhersagen:

$$\boxed{4} \text{ g Kupfer reagieren mit } \boxed{1} \text{ g Schwefel zu } \boxed{5} \text{ g Kupfersulfid.}$$

Mit beiden Zusammenhängen (konstantes Massenverhältnis, Erhaltung der Masse) ergibt sich, dass immer  $\boxed{4}$  Massenanteile Kupfer mit  $\boxed{1}$  Massenanteil Schwefel zu  $\boxed{5}$  Massenanteilen Kupfersulfid reagieren.

Reaktionsschema mit einfachem Zahlenbeispiel:

	Kupfer reagiert mit	Schwefel	zu Kupfersulfid
	Kupfer +	Schwefel	→ Kupfersulfid
	4 g	1 g	5 g
Einige Berechnungen:			
a)	<u>gegeben:</u> 8 g	$8 \text{ g} : 4 = 2 \text{ g}$	$8 \text{ g} + 2 \text{ g} = 10 \text{ g}$
b)	$15 \text{ g} \cdot 4 = 60 \text{ g}$	<u>gegeben:</u> 15 g	$60 \text{ g} + 15 \text{ g} = 75 \text{ g}$
c)	$(100 \text{ kg} : 5) \cdot 4 = 80 \text{ kg}$	$(100 \text{ kg} : 5) \cdot 1 = 20 \text{ kg}$	<u>gegeben:</u> 100 kg

Aufgabenstellung:

Löse die folgenden Aufgaben genau wie die vorangestellten Beispiele. Beginne hierbei mit dem Reaktionsschema und dem einfachen Zahlenbeispiel. Formuliere nach der Berechnung zu jeder Aufgabe einen vollständigen Antwortsatz!

- Wie viel Gramm Schwefel brauche ich für die Reaktion von ..... g Kupfer. Wie viel Gramm Kupfersulfid entstehen dabei?
- Wie schwer muss ein Kupferblech sein, wenn ich ..... g Schwefel vollständig zu Kupfersulfid reagieren lassen möchte? Wie viel Gramm Kupfersulfid entstehen dabei?
- Wie viel Tonnen Kupfer benötige ich, um ..... Tonnen Kupfersulfid herzustellen? Wie viel Tonnen Schwefel reagieren dabei mit Kupfer?

Arbeitsblatt 3.3.2. / Metalle und Metallgewinnung / Das Beil des Ötzi

---

#### II. Rückbezug zum Ausgangsproblem:

Kupfersulfid kann man in Bergwerken als Erz, bekannt unter dem Namen Kupferglanz, abbauen und daraus durch eine chemische Reaktion Kupfer gewinnen. Wie viel Tonnen Kupfer lassen sich aus 10 Tonnen Kupfersulfid/Kupferglanz gewinnen? Begründe ausführlich!

### III. Übertragung:

Die mehrfache sorgfältige Durchführung der chemischen Reaktion von Zink mit Schwefel ergab folgende Ergebnisse:

m(Zink) vor der Reaktion	0,48 g	0,92 g	0,56 g	0,74 g
m(Stoffportion) nach der Reaktion	0,72 g	1,38 g	0,84 g	1,11 g

Welche Reaktion hat stattgefunden?

- in Worten:
- Reaktionsschema:

Ergänze und löse mit Hilfe des Massenverhältnisses die folgenden Aufgaben.

m (Zink)	0,48 g	0,92 g	0,56 g	0,74 g
m ( )	0,72 g	1,38 g	0,84 g	1,11 g
m (Schwefel)				
Proportionalitätsfaktor $q = m(\text{Zink}) : m(\text{Schwefel})$				

Massenverhältnis  $m(\text{Zink}) : m(\text{Schwefel}) = \underline{\quad} : \underline{\quad}$

- d) Wie viel Gramm Schwefel brauche ich für die Reaktion von ..... g Zink. Wie viel Gramm Zinksulfid entstehen dabei?
- e) Wie schwer muss ein Stück Zink sein, wenn ich ..... g Schwefel vollständig zu Zinksulfid reagieren lassen möchte? Wie viel Gramm Zinksulfid entstehen dabei?
- f) Wie viel Tonnen Zink und Schwefel benötigt man, um ..... Tonnen Zinksulfid herzustellen?
- g) Zinksulfid kann man in Bergwerken als Erz abbauen und daraus durch eine chemische Reaktion Zink gewinnen. Wie viel Tonnen Zink lassen sich aus 6 Tonnen Zinksulfid gewinnen?

### III. Problemlösen:

Bei der Herstellung von Magnesiumsulfid beträgt das Massenverhältnis von Magnesium zu Schwefel  $m(\text{Magnesium}) : m(\text{Schwefel}) = 3 : 4$ .

Du hast 100 kg Magnesium und 100 kg Schwefel zur Verfügung. Wie viel Kilogramm Magnesiumsulfid lassen sich hieraus maximal bilden?

Arbeitsblatt 3.3.2. / Metalle und Metallgewinnung / Das Beil des Ötzi

---

Hinweise zur Organisation:

Durch Abzählen bis 10 erhält jeder Schüler / jeder Schülerin eine Zahl zwischen 1 und 10.

Für jede Zahl erhalten die Schüler/innen für die Aufgaben a) bis f) eigene Zahlen, mit denen die Aufgaben in Einzelarbeit berechnet werden. (s. Tabelle)

In der darauf folgenden Gruppenarbeit (3er-Gruppen) werden die Aufgaben und Lösungen ausgetauscht und gegenseitig korrigiert. Die Rechenwege müssen deutlich erkennbar sein und einschließlich der Einheiten aufgeschrieben werden.

Die schwierigeren, für alle gleichen Aufgaben können ggfs. von Schülerinnen oder Schülern im Plenum vorgestellt werden.

Durch die Tabelle erhalten alle Schüler/innen weitere  $6 \cdot 9 = 54$  Übungsaufgaben.

Zahlenwerte für die jeweiligen Aufgaben:						
Nr.	a)	b)	c)	d)	e)	f)
1	1	10	10	8	6	30
2	2	9	15	9	7	27
3	3	8	20	10	8	24
4	4	7	25	1	9	21
5	5	6	30	2	10	18
6	6	5	35	3	1	15
7	7	4	40	4	2	12
8	8	3	45	5	3	9
9	9	2	50	6	4	6
10	10	1	55	7	5	3

Lösungen der Aufgaben:						
Nr.	a)	b)	c)	d)	e)	f)
1	0,25g, 1,25 g	40 g, 50 g	8t, 2t	4g, 12g	12g, 18g	20t, 10t
2	0,5 g, 2,5 g	36 g, 45 g	12 t, 3 t	4,5g, 13,5 g	14g, 21g	18t, 9t
3	0,75 g, 3,75 g	32 g, 40 g	16 t, 4 t	5g, 15g	16g, 24g	16t, 8t
4	1 g, 5 g	28 g, 35 g	20 t, 5 t	0,5g, 1,5g	18g, 27g	14t, 7t
5	1,25 g, 6,25 g	24 g, 30 g	24 t, 6 t	1g, 3g	20g, 30g	12t, 6t
6	1,5 g, 7,5 g	20 g, 25 g	28 t, 7 t	1,5g, 4,5g	2g, 3g	10t, 5t
7	1,75 g, 8,75 g	16 g, 20 g	32 t, 8 t	2g, 6g	4g, 6g	8t, 4t
8	2 g, 10 g	12 g, 15 g	36 t, 9 t	2,5g, 7,5g	6g, 9g	6t, 3t
9	2,25 g, 11,25 g	8 g, 10 g	40 t, 10 t	3g, 9g	8g, 12g	4t, 2t
10	2,5 g, 12,5 g	4 g, 5 g	44 t, 11 t	3,5g, 10,5 g	10g, 15g	2t, 1t

## 6. Worin unterscheiden sich schwarzes und rotes Kupferoxid – außer in der Farbe?

Der Umgang mit Modellvorstellungen gehört zu den zentralen Anliegen und besonderen Herausforderungen des experimentellen Chemieunterrichts. Nach Stäudel [8] stellen die im Unterricht benutzten Modelle für viele Lernenden oftmals erhebliche Hürden für das Verstehen dar, obwohl diese das Verständnis fördern sollen. Nachteilig wirkt sich insbesondere der Umstand aus, dass die Lernenden mit fertigen Modellvorstellungen konfrontiert werden, statt selbst an ihrer Erarbeitung beteiligt zu sein (Stäudel, [8]). In der im Folgenden dargestellten Stunde steht der stärker handelnde Umgang mit „Lego-Modellen“ im Vordergrund. Die Schülerinnen und Schüler nutzen Lego-Steine zur Darstellung chemischer Zusammenhänge und vergleichen verschiedene Darstellungen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit. Dies ermöglicht Erweiterungen im Kompetenzbereich Bewertung. Lego-Steine als Modelle für Atome ermöglichen einen anschaulichen und zugleich pragmatischen Zugang (Gerdes, [9]) und haben den Vorteil, dass es sich hierbei um unähnliche, ähnliche Modelle handelt, bei denen die Gefahr geringer ist, dass Modell und

Wirklichkeit gleichgesetzt werden (Stäudel, [8]). Die Legomodellierung verfolgt zwei Zielsetzungen: sie ermöglicht, das konstante Massenverhältnis in Verbindungen zu visualisieren und unter Beachtung der Atommassen (bzw. des Atommassenverhältnisses) die Verhältnisformel als erste chemische Formel einzuführen. Da die Verwendung der Symbol- und Formelschreibweise in der Chemie – als eine besondere Form der Verwendung von Modellen – für viele Schüler eine besondere Schwierigkeit darstellt, sollte dieser Schlüsselstelle eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Die SuS können in dieser Unterrichtseinheit erfahren, dass chemische Formeln keine abstrakten Denk-Konstrukte darstellen, sondern auf der Basis von handfesten, empirischen Befunden entwickelt werden. Die im Schülerexperiment durchgeführte quantitative Kupfersulfidbildung aus den Elementen eignet sich hierzu in besonderer Weise. Aufgrund der Schulzeitverkürzung wird das hier beschriebene Inhaltsfeld in Lerngruppen mit ein Jahr jüngeren SuS unterrichtet. Die Darstellung der Redoxprozesse kann und sollte auch weiterhin auf der Ebene von Wortgleichungen stattfinden. In besonders leistungsstarken Lerngruppen bietet sich darüber hinaus die Möglichkeit, die ersten Reaktionsgleichungen auch in der Formelschreibweise zu formulieren. Unabhängig davon wird die hier gelegte erste Vorstellung einer Verhältnisformel im weiteren Verlauf des Chemieunterrichts u.a. im Zusammenhang mit Ionenverbindungen vertieft und ausgebaut. Um den Modellbegriff im Allgemeinen und den Umgang mit Legomodellen im Besonderen zu reflektieren, sollen sich die Schülerinnen und Schüler mit denen in Form von Cartoons dargestellten Schüleräußerungen auseinandersetzen.

Die Hauptintention und unterstützten Kompetenzen zeigt der Kasten.

Kasten: Unterrichtsstunde: Worin unterscheiden sich schwarzes und rotes Kupferoxid – außer in der Farbe? ...  
 Vom Massenverhältnis mit dem Lego-Modell zur Verhältnisformel von Kupferverbindungen;  
 Hauptintention, Schwerpunktkompetenzen und deren Konkretisierung

**Hauptintention:**

Die Schülerinnen und Schüler stellen unter Berücksichtigung verschiedener Prämissen (1. Massenverhältnis, 2. Atommassenverhältnis) Kupfersulfid auf atomarer Ebene mit Hilfe von Legosteinen dar. Durch diese Modellierung veranschaulichen sie das konstante Massenverhältnis und ermitteln das Atomzahlverhältnis.

Kompetenzen, an denen in dieser Stunde (schwerpunktmäßig) gearbeitet werden soll [1]:

Prozessbezogene Kompetenz, Bereich „Bewertung“: Schülerinnen und Schüler ...

- „nutzen Modelle und Modellvorstellungen zur Bearbeitung, Erklärung und Beurteilung chemischer Fragestellungen und Zusammenhänge.“
- „beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells.“


**konkret auf diese Stunde bezogen/Ziele in den Kompetenzbereichen:** Die Schülerinnen und Schüler

- nutzen das Legosteine-Modell zur Darstellung von Kupfersulfid, indem sie verschiedenfarbige Legosteine zusammensetzen und mit Hilfe von Größe bzw. Anzahl der Legosteine das Massenverhältnis (4 : 1) darstellen. (B)
- beurteilen bei verschiedenen Modelldarstellungen, ob das erforderliche Kriterium des konstanten Massenverhältnisses angemessen umgesetzt wurden. (B)
- benennen als Unterschiede bei verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten, die Größenverhältnisse von Kupfer- zu Schwefelatomen. (E)
- nutzen das Legosteine-Modell, indem sie sowohl das Massenverhältnis (4:1) als auch das Atommassenverhältnis (Kupferatome sind doppelt so schwer wie Schwefelatome) berücksichtigen und somit das Zustandekommen eines Atomzahlverhältnisses von 2:1 erklären. (B)
- erläutern die in Formel  $\text{Cu}_2\text{S}$  enthaltenen Symbole Cu und S als Symbole für die Elemente Kupfer und Schwefel, als auch für jeweils ein Kupfer- bzw. Schwefelatom und die Indices für das Atomzahlverhältnis von 2 zu 1. (E, K)

Den konkreten Stundenverlauf zeigt die folgende Tabelle. Zunächst wird das Atomzahlverhältnis mit dem Legomodell für die Verbindung Kupfersulfid erarbeitet, da hierbei der direkte Bezug zum Experiment und der Ermittlung des konstanten Massenverhältnisses besteht (s. Arbeitsblatt). Die Ergebnisse der im Verlaufsplan beschriebenen Unterrichtssequenz können dann zur Beantwortung der (Kontext-)Frage: Worin unterscheiden sich rotes und schwarzes Kupferoxid – außer in der Farbe? herangezogen werden. Zu dieser Frage kann man die Schülerinnen und Schüler zunächst Vermutungen äußern lassen. Im günstigsten Fall vermuten sie, dass sich die Massenverhältnisse von Kupfer zu Sauerstoff und somit auch auf die Verhältnisformeln bei beiden Kupferoxiden unterscheiden. Mit Hilfe der im Arbeitsmaterial (s. Arbeitsblatt) enthaltenen Informationen und einer entsprechenden Modellierung kann nun die eingangs gestellte Frage beantwortet werden. Abschließend reflektieren die Schülerinnen und Schüler in Gruppenarbeit die in Form von Cartoons dargestellten Äußerungen zum „Lego-Modell“ (s. Arbeitsblatt).

Tabelle: Stundenverlauf: *Worin unterscheiden sich schwarzes und rotes Kupferoxid – außer in der Farbe? .... Vom Massenverhältnis mit dem Lego-Modell zur Verhältnisformel von Kupferverbindungen*

Phasen	Geschehen im Unterricht	Aktions- und Sozialformen; Medien	Didaktischer Kommentar
<b>Einstieg/ Wieder- holung</b>	LV: Anknüpfen an das Experiment der Quantitativen Kupfersulfidbildung  Wiederholung mit Hilfe einer Fragestellung:  Wie viel Tonnen Kupfer lassen sich aus 20 Tonnen Kupfersulfid herstellen?	Folie: Fragestellung ggf. Folienschnipsel zur Visualisierung (Namen der Stoffe, Stoffportionen, Symbole); Think, Pair, Schülervortrag, SuS-Feedback;	Wdhg. relevanter Lern- voraussetzungen: konstantes Massenverhältnis in Verbindungen;
<b>Modellierungs- auftrag und Modellierungs- phase I.</b>	LV: Wir haben bereits chemische Reaktionen auf der Ebene der Atome betrachtet. Wie können wir das konstante Massenverhältnis im Kupfersulfid auf atomarer Ebene darstellen? AA: Mit <b>Legosteinen</b> ein Anschauungsmodell für <b>Kupfersulfid</b> bauen <b>und</b> dabei das <b>Massenverhältnis</b> berücksichtigen.	Arbeitsauftrag auf Arbeitsblatt	Modellierungsauftrag; Betonung: verschiedene Lösungen sind möglich;
<b>Präsentations- und Abstraktions- phase</b>	.... mindestens zwei verschiedene Modelle werden vorgestellt. Sollten alle SuS dasselbe Modell bauen, hält der L. ein weiteres Modell zur Präsentation bereit. L.: Sind die wesentlichsten Kriterien beim Modellbau berücksichtigt worden? Worin bestehen die Unterschiede zwischen den Modellen? L: Kupferatome sind in Wirklichkeit aber weder gleich schwer, noch viermal so schwer wie Schwefelatome, sondern doppelt so schwer wie Schwefelatome!	Schülervortrag Lehrerimpuls Murmelfase Meldekette Lehrervortrag	Die korrekte Verwendung der Fachsprache einfordern und zurückmelden. Erwartete Fachbegriffe an der Tafel verdeutlichen;
<b>Modellierungs- auftrag und Modellierungs- phase II.</b>	erweiterter AA : ... <b>zusätzlich</b> soll nun das <b>Atommassenverhältnis</b> (Kupferatome sind doppelt so schwer wie Schwefelatome) berücksichtigt werden und das Modell entsprechend optimiert werden.	erweiterter AA auf dem AB GA;	Noch einmal Steigerung des Abstraktionsniveaus; ggf. Hilfekarten bereithalten;
<b>Abstraktion und Ergebnis- sicherung</b>	Schülerpräsentation des Legomodells; Sicherungen jeweils als bildliche Darstellungen auf dem AB. LV: vom Atomzahlverhältnis im Legomodell zur Darstellung als chemische Formel: $\text{Cu}_2\text{S}_1$ kurz: $\text{Cu}_2\text{S}$	S-vortrag, Feedback, L-vortrag,	Erkenntnisweg zum Aufstellen einer Formel verdeutlichen; auf der Grundlage eigener Modellierungen zu neuen Erkenntnissen gelangen.

<p><b>Arbeitsblatt</b></p> <p><b>Kupfersulfid im Lego-</b></p> <p><b>Modell:</b></p>	<p>Legosteine-Darstellungen</p> <p>z.B. </p>
--------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Im Folgenden wollen wir die Atome im **Kupfersulfid** mit Legosteinen darstellen. Dazu bekommt Ihr eine Auswahl von verschieden farbigen und verschieden großen Legosteinen. Um später Eure Ideen nachvollziehen zu können, sollt Ihr die zusammengebauten Modelle abzeichnen. Zeichnet die Legosteine wie oben dargestellt aus der Seitenansicht. Malt die gezeichneten Legosteine zur Unterscheidung farbig an.

1. Aufgabe: Setzt aus den Legosteinen Kupfersulfid zusammen und beachtet, dass Kupfer und Schwefel im Massenverhältnis 4 zu 1 zu Kupfersulfid reagieren.  
 $m(\text{Kupfer}) : m(\text{Schwefel}) = 4 : 1$   
 Gebt – wenn möglich – zwei verschiedene Lösungen an!

<p>Ausgewählte Legosteine: (Zeichne beispielhaft jeweils einen Stein!)</p> <p>Kupfer-Atom:</p> <p>Schwefel-Atom:</p>	<p>So stellen wir uns Kupfersulfid – aufgebaut aus Lego-Atomen - vor:</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------


<p>Ausgewählte Legosteine: (Zeichne beispielhaft jeweils einen Stein!)</p> <p>Kupfer-Atom:</p> <p>Schwefel-Atom:</p>	<p>So stellen wir uns Kupfersulfid – aufgebaut aus Lego-Atomen - vor:</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------

2. Aufgabe: Setzt aus den Legosteinen Kupfersulfid zusammen und beachtet, dass Kupfer und Schwefel im Massenverhältnis 4 zu 1 zu Kupfersulfid reagieren und zusätzlich, dass

.....

.....

<p>Ausgewählte Legosteine: (Zeichne beispielhaft jeweils einen Stein!)</p> <p>Kupfer-Atom:</p> <p>Schwefel-Atom:</p>	<p>So stellen wir uns das Kupfersulfid – aufgebaut aus Lego-Atomen - vor:</p>	<p>Verhältnisformel für Kupfersulfid:</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

<p><b>Worin unterscheiden sich schwarzes und rotes Kupferoxid – außer in der Farbe?</b></p>	<p>Legosteine-Darstellungen: z.B. </p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

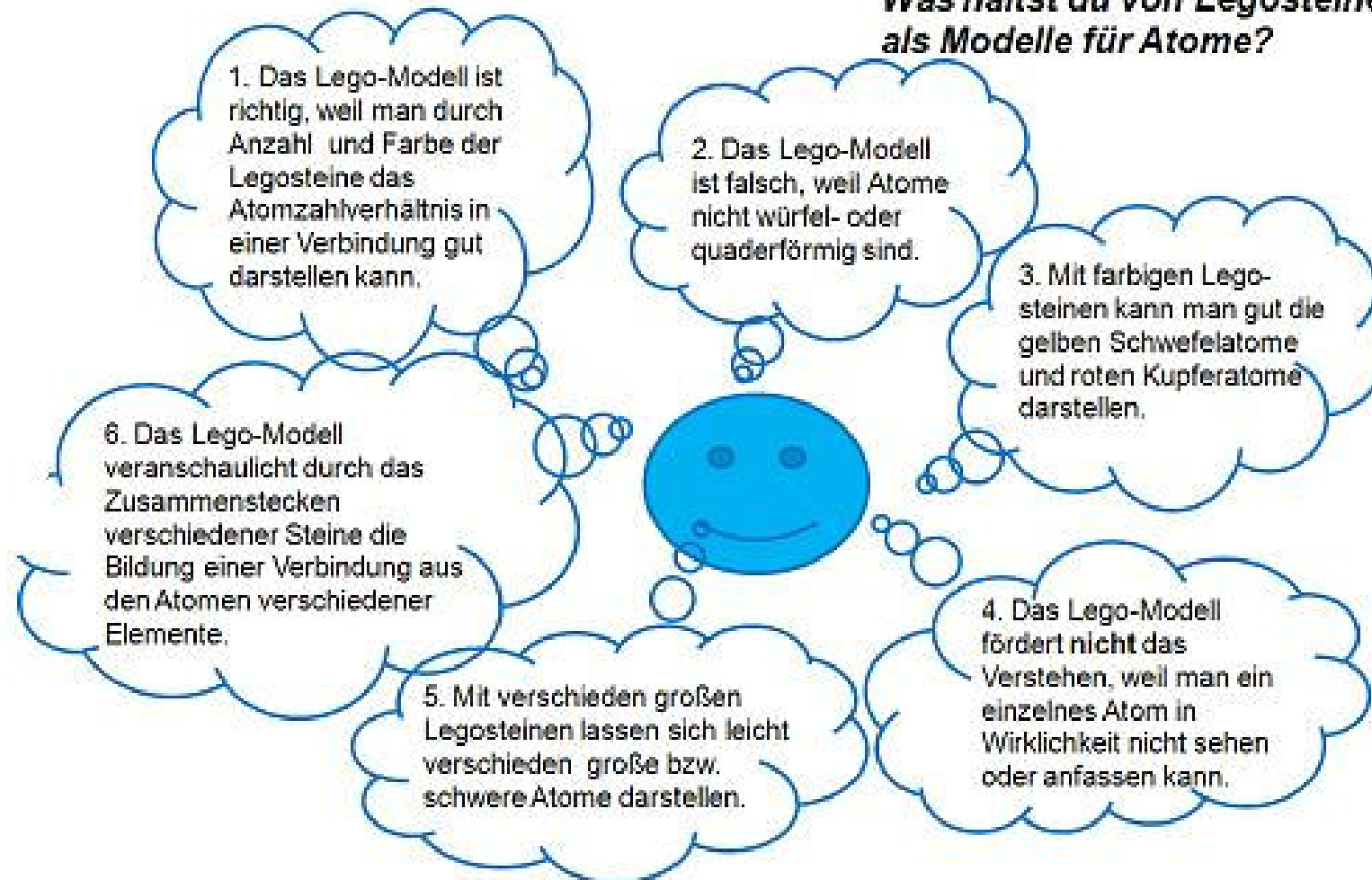
Im Folgenden sollen die Atome im schwarzem Kupferoxid mit Legosteinen dargestellt werden. Wenn Ihr keine entsprechenden Legosteine habt, könnt ihr die Aufgabe auch ausschließlich zeichnerisch lösen. Zeichnet die Legosteine wie oben dargestellt aus der Seitenansicht. Malt die gezeichneten Legosteine zur Unterscheidung farbig an. Anschließend wird das rote Kupferoxid im Modell dargestellt.

<p>1. Aufgabe: Setzt aus den Legosteinen Kupferoxid zusammen und beachtet, dass Kupfer und Schwefel im Massenverhältnis 4 zu 1 zu <b>schwarzem Kupferoxid</b> reagieren <math>m(\text{Kupfer}): m(\text{Sauerstoff}) = 4: 1</math> <b>und</b> dass ein Kupfer-Atom <b>viermal</b> so schwer ist wie ein Sauerstoff-Atom.</p>		
<p>Ausgewählte Legosteine: (Zeichne beispielhaft jeweils einen Stein!)</p> <p>Kupfer-Atom: (Symbol: Cu)</p> <p>Sauerstoff-Atom: (Symbol: O)</p>	<p>So stellen wir uns das Kupferoxid – aufgebaut aus Lego-Atomen - vor:</p>	<p>Verhältnisformel für schwarzes Kupferoxid:</p>
<p>2. Aufgabe: Setzt aus den Legosteinen rotes Kupferoxid zusammen und beachtet, dass Kupfer und Sauerstoff im Massenverhältnis 8 zu 1 zu <b>rotem Kupferoxid</b> reagieren <math>m(\text{Kupfer}): m(\text{Sauerstoff}) = 8: 1</math> <b>und</b> dass ein Kupfer-Atom <b>viermal</b> so schwer ist wie ein Sauerstoff-Atom.</p>		
<p>Ausgewählte Legosteine: (Zeichne beispielhaft jeweils einen Stein!)</p> <p>Kupfer-Atom: (Symbol: Cu)</p> <p>Sauerstoff-Atom: (Symbol: O)</p>	<p>So stellen wir uns das Kupferoxid – aufgebaut aus Lego-Atomen - vor:</p>	<p>Verhältnisformel für rotes Kupferoxid:</p>

**Arbeitsauftrag:** Beantworte die eingangs gestellte Frage und verwende bei deiner Erklärung die entsprechenden Fachbegriffes, die auch auf dem Arbeitsblatt verwendet wurden.



## Was hältst du von Legosteinen als Modelle für Atome?



... und was denkst du? Tauscht Euch in der Arbeitsgruppe aus und nehmt Stellung zu den einzelnen Aussagen. Korrigiert die Aussagen ggf. entsprechend!  
HA Formuliere in einem kurzen Text deine eigene Meinung.

## 7. Wie kann man Eisen herstellen?

Mit Hilfe eines Lerntempoduets werden zwei verschiedene Texte zur Eisenherstellung:

I. Thermitverfahren

II. Hochofenprozess

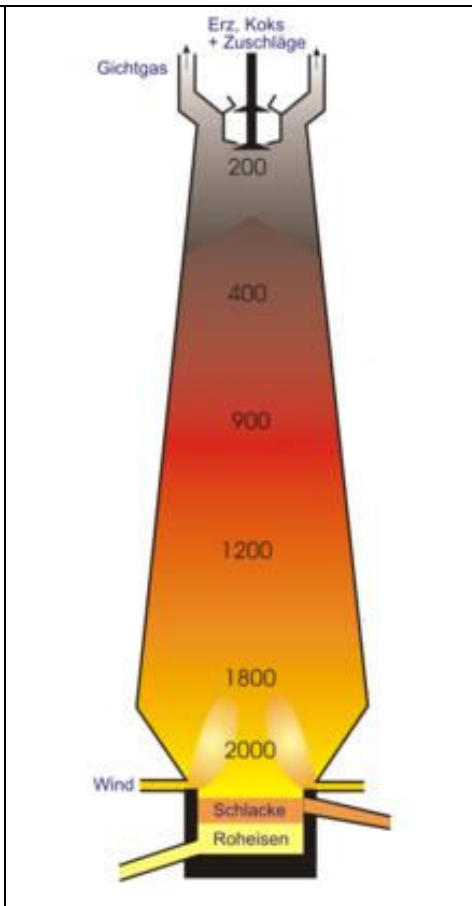
erarbeitet und verglichen.

(Siehe auch die Arbeitsanweisungen zum Lerntempoduett! Diese könnten auf die Rückseite des Infotextes kopiert werden.) Für ein Lerntempoduett ist es am günstigsten, wenn man zwei Unterrichtsräume zur Verfügung hat oder zum eigentlichen Unterrichtsraum noch den Flur oder angrenzende Arbeitsräume nutzen kann, damit die ersten Paare durch ihre Gespräche nicht die Stillarbeitsphase der anderen SuS stören. Dann bietet das LTD eine Differenzierungsmöglichkeit nach Lerntempo. Ist nur ein Unterrichtsraum nutzbar sollte allen SuS die gleiche Arbeitszeit bekommen, um sich danach in Zufallspaaren – im Raum verteilt - entsprechend auszutauschen.

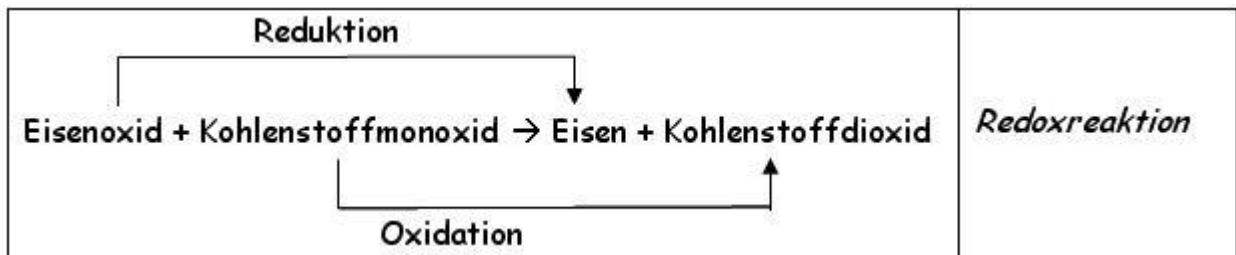
... vom Beil des Ötzi u.a. Beilen / 7. Wie kann man Eisen herstellen?  
**Der Hochofenprozess**

Eisen bzw. veredeltes Eisen – so genannter Stahl – findet heutzutage vielseitige Verwendungsmöglichkeiten. Nicht nur Autokarosserien, Eisenbahnschienen, Werkzeuge oder Schmuck, sondern auch Zahnsplangen werden daraus gefertigt. Eisen kommt, abgesehen von einigen Vorkommen, die aus Meteoriten stammen, in der Natur nur in Verbindungen vor. Die in der Natur vorkommenden Eisenerze z.B. rotes Eisenoxid werden mit Steinkohlenkoks, der fast nur aus Kohlenstoff besteht, im Hochofenprozess verhüttet.

Die Reaktion findet in einem bis zu 50 m hohen Hochofen statt, dessen Wände aus feuerfesten Steinen bestehen. Der Hochofen wird zunächst von oben abwechselnd mit Erz (v.a. Eisenoxid), Koks und Zuschlägen beschickt. Die Zuschläge (z.B. Kalk) sind hilfreich, um das im Erz enthaltene störende Begleitgestein später besser als Schlacke abtrennen zu können. Von unten wird Heißluft (Wind) in den Hochofen geblasen. Der darin enthaltene Sauerstoff reagiert mit dem Koks bei ca. 2000° C zu Kohlenstoffmonoxid, welches das Eisenoxid zu Eisen reduziert. Alle vier bis sechs Stunden wird das flüssige Roheisen abgestochen. Das erkaltete Roheisen ist hart und spröde. Bevor es geschmiedet oder gewalzt werden kann, muss es noch weiterverarbeitet werden. Das oben ausströmende Gichtgas enthält neben Stickstoff u. Kohlenstoffdioxid auch noch 30 % giftiges Kohlenstoffmonoxid und ist deshalb brennbar.



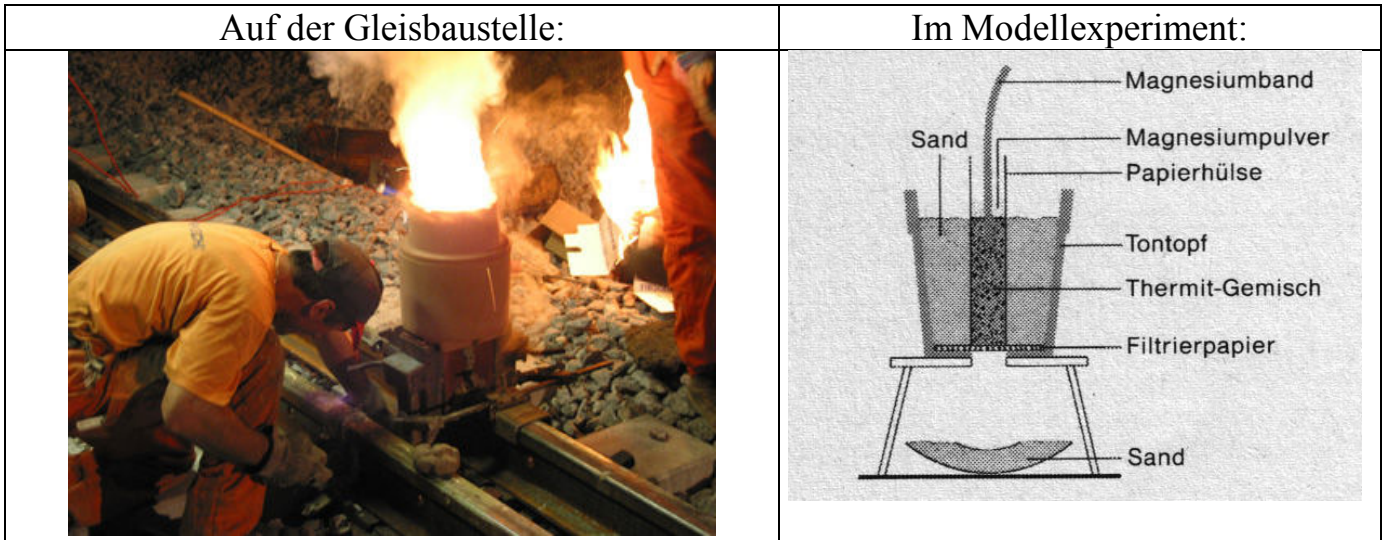
*Oxidation*



... vom Beil des Ötzi u.a. Beilen / 7. Wie kann man Eisen herstellen?

**Das Thermitverfahren**

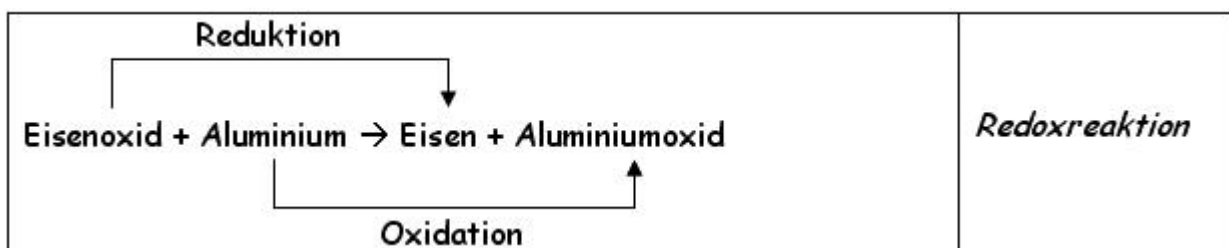
Wer in einem modernen Zug, zum Beispiel in einem ICE der Bundesbahn fährt, erwartet, dass der Zug möglichst ohne Erschütterungen auch hohe Geschwindigkeiten fährt. Es ist natürlich unmöglich, kilometerlange Gleise in einer Fabrik herzustellen. Kürzere, transportierbare Schienen müssen erst auf der Eisenbahntrasse zusammengesweißt werden, um daraus Schienen ohne Unterbrechung herzustellen. Das hierzu angewendete Schweißverfahren heißt Thermitverfahren.



Zum Verschweißen bringt man am Schienenspalt eine Gießform an, die mit einem feuerfesten Reaktionsofen verbunden ist. In den Ofen wird die Thermitmischung gegeben, die hauptsächlich aus rotem Eisenoxid und Aluminiumpulver besteht. Zusätzlich enthält die Mischung noch Vanadium und Mangan, damit die Schweißnaht noch fester und stabiler wird.

Nachdem man die Schienenenden auf etwa 900°C vorgewärmt hat, wird die Mischung mit einer Art Wunderkerze (enthält Magnesium) gezündet. Augenblicklich setzt eine heftige Reaktion ein, bei der Eisen und Aluminiumoxid entstehen. Hierbei werden Temperaturen von über 2000°C erreicht.

Es entsteht weißglühendes Eisen, das in die Gießform fließt und die Lücke zwischen den Schienen ausfüllt. Nach dem Abkühlen wird die Gießform zerschlagen und die Schienenoberfläche glatt geschliffen. In weniger als einer halben Stunde sind Schienen miteinander verbunden.



**Arbeitsanweisungen zum Lerntempo-Duett**  
**Einzelarbeit**

Erstelle auf einem DIN A 4 Blatt im Querformat einen „Spickzettel“, der die wichtigsten Informationen und Fachbegriffe zu Deinem Text enthält. Mit Hilfe dieses Spickzettels sollst Du deinem Mitschüler/deiner Mitschülerin den Inhalt des Textes erklären können. Beachte:

- Du kannst eine Skizze anfertigen, darfst aber nur Stichworte aufschreiben – **keine Sätze!**
- Schreibe möglichst groß und nutze die gesamte DIN-A4-Seite!
- Verwende Symbole und verschiedene Farben!
- Strukturiere Deinen Vortrag ggf. mit Nummern (Überschrift – Warum wendet man dieses Verfahren an? –Wie funktioniert es? – Erkläre unter Verwendung der entsprechenden Fachbegriffe und Reaktionsgleichung(en) )!

***Signalisiere durch Warten am Ausgang, dass du fertig bist.***

***Aufgaben zum Überbrücken der Wartezeit***

A. Beurteile den von dir erstellten Spickzettel nach folgenden Merkmalen:

Ist der Spickzettel übersichtlich?	übersichtlich	6 5 4 3 2 1	verwirrend
Hat der Spickzettel eine klare Struktur?	gut strukturiert	6 5 4 3 2 1	keine Struktur erkennbar
Enthält der Spickzettel bildhafte Elemente?	mehrere	6 5 4 3 2 1	keine
Ist die Schrift lesbar?	gut lesbar	6 5 4 3 2 1	kaum leserlich
Helfen verschiedene Farben beim Verstehen?	sind hilfreich	6 5 4 3 2 1	nicht hilfreich/nicht vorhanden

B. Wenn du den Inhalt deines Textes in einem einzigen Satz zusammenfassen müsstest, wie würde dieser Satz lauten? Bitte notiere diesen Satz auf Deinem Spickzettel oder auf der Rückseite dieses Blattes und wende ihn als Zusammenfassung am Ende deines Vortrages an!

**Fortsetzung Lerntempo-Duett**  
**Partnerarbeit**

**Austausch in Tandems mit verschiedenen Texten**

1. Erkläre deiner Mitschülerin/deinem Mitschüler, die/der ähnlich schnell gearbeitet hat, den Textinhalt Deines „Spickzettels“ und umgekehrt.
2. Vergleiche nun beide Verfahren zur Eisenherstellung, indem ihr eine Tabelle mit den Gemeinsamkeiten und Unterschieden beider Verfahren anfertigt.
3. Notiert zwischendurch und am Ende Eurer Zusammenarbeit Fragen oder Beiträge für das Plenum!
4. Wie bewertet ihr eure Zusammenarbeit? Notiert auch hierzu einige Stichworte!

## Mögliche Lösung:

### Gemeinsamkeiten:

---

- Ziel: Eisenherstellung
- Ausgangsstoff: Eisenoxid
- Eisenherstellung durch Reduktion des Eisenoxids
- Sauerstoff wird durch einen anderen Bindungspartner aufgenommen (Oxidation) – insgesamt: Redoxreaktion
- beide Reaktionen benötigen Aktivierungsenergie
- hohe Reaktionstemperatur: es entsteht flüssiges Eisen

### Unterschiede:

---

<b>Hochofen:</b>	<b>Thermit:</b>
Reduktionsmittel: Kohlenstoff bzw. Kohlenstoffmonoxid	Reduktionsmittel: Aluminium
Qualität des Eisens: hart und spröde, muss noch weiter verarbeitet werden	Qualität des Eisens: muss sofort hohe Stabilität und Festigkeit haben; durch Eisen-Mangan-Vanadium-Legierung
Erz und Kohle müssen zum Hochofen gebracht werden;	transportabler, feuerfester Reaktionsofen
gasförmige, teilweise giftige Reaktionsprodukte: CO, CO <sub>2</sub>	fester Reaktionsprodukt: Aluminiumoxid
Abfallprodukt: Schlacke	
benötigt Luftzufuhr von außen und Kühlung;	

u.a.

## 8. Wie kann man Eisen veredeln und „Alt-Eisen“ wiederverwerten?

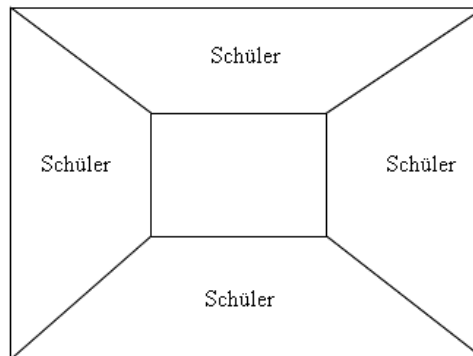
Mit Hilfe der Table-Set-Methode werden die vorgelegten Infotexte:

- I. Veredelung von Eisen
- II. Schrott: Abfall oder Rohstoff

in Gruppen bearbeitet werden. Dazu werden die Schüler in Tischgruppen von je vier SuS aufgeteilt. Ist die Schüleranzahl nicht durch vier teilbar, werden zusätzlich auch 3er-Gruppen gebildet. (Beispiel Zufallsauslosung bei 30 SuS: durchzählen lassen bis 8 ergibt sechs 4er-Gruppen und zwei 3er-Gruppen)

Jeweils die Hälfte der Gruppentische beschäftigt sich mit Text I. bzw. Text II.

Alle Gruppenmitglieder einer Tischgruppe erhalten jeweils den gleichen Text. Zudem erhält jede Gruppe ein Plakat (DIN A1) oder ähnliches auf dem bereits die Abschnitte eingezeichnet sind, und 4 Eddings.



Nach der Verteilung der Texte folgt eine Stillarbeitsphase, in welcher die Schüler in Einzelarbeit ihre Texte lesen und die wichtigsten Aspekte zum Thema Veredelung bzw. Recycling von Eisen auf dem entsprechenden Posterbereich stichwortartig festhalten sollen.

Nach ca. 15 Minuten sollte diese Phase beendet sein. Die Gruppenmitglieder lesen nun durch mehrfaches Drehen des Posters die Beiträge der anderen. In der folgenden Gruppenarbeitsphase soll sich dann über Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei der Beantwortung der Aufgaben ausgetauscht werden.

Schließlich muss sich die Gruppe auf eine Form der Ergebnispräsentation einigen, welche in der Postermitte dargestellt wird. Dieser Phase werden auch ca. 15 Minuten eingeräumt. Die Präsentation der einzelnen Gruppen erfolgt durch Aufhängen der Poster an den Wänden. So können sich die Schüler bei einem Rundgang alle Ergebnisse ansehen. Zu jedem Text präsentiert dann eine Gruppe ihre Ergebnisse vor der Klasse, damit alle Schüler über beide Themen informiert werden und nachfragen können. (15 Minuten)

Eine alternative Methode der Ergebnispräsentation wäre mittels einer Folie. Anstelle in der Postermitte werden - die für den Vortrag notwendigen - Begriffe auf einer OHP-Folie festgehalten. Die Folien können dann verkleinert und kopiert als Ergebnissicherung allen Schülerinnen und Schülern ausgeteilt werden.

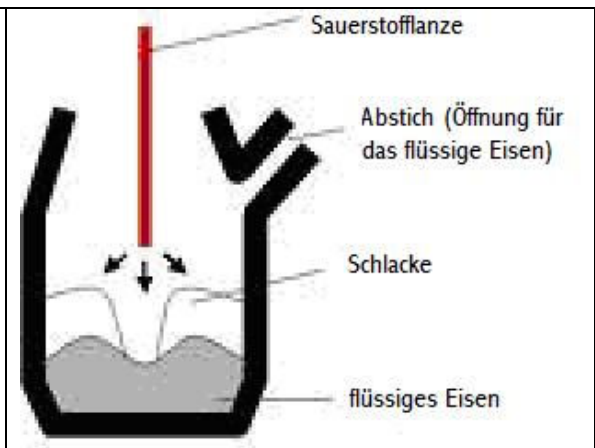
**... vom Beil des Ötzi u.a. Beilen / Tableset : 8a: Wie kann man Eisen veredeln?**

Gute Krieger – schlechtes Eisen

Mutig waren sie schon, die germanischen Krieger. Trotzdem mussten sie manche Niederlage einstecken. Das lag kaum an den Kriegern: Sie schlugen mit ihren Schwertern kraftvoll zu – meist nur einmal. Dann mussten sie die Klinge erst wieder gerade biegen... Das Eisen für ihre Schwerter erzeugten die Germanen in kleinen Lehmöfen, den Rennöfen. In ihnen wurden Erzstückchen und Holzkohle übereinander geschichtet; dann setzte man das Ganze in Brand. Die Temperaturen reichten oft nicht aus um guten Stahl zu erzeugen.

Stahl – ein wichtiger Werkstoff

Auch das aus dem Hochofen gewonnene Roheisen hat noch nicht die Eigenschaften, die man sich für zahlreiche Anwendungen, wie z.B. beim Brücken-, Auto- oder Häuserbau oder für die Herstellung von Klingen, wünscht. Es rostet leicht, ist spröde und schwer zu verarbeiten. Wenn man daraus Stahl, eine schmiedbare Eisenlegierung, machen möchte, muss man das Roheisen entkohlen bis der Kohlenstoffanteil unter 1,7% liegt. Ist der Kohlenstoffanteil zwischen 0,5% und 1,7% lässt sich der Stahl durch Erhitzen auf 800°C und anschließendes Eintauchen in kaltes Wasser (rasches Abkühlen, Abschrecken) härten. Erwärmt man den Stahl erneut und lässt ihn langsam abkühlen, erhält er wieder seine normale Härte und Elastizität.

<p>Zur Entkohlung mit dem Blasverfahren wird reiner Sauerstoff oder Luftsauerstoff mit Hilfe einer Sauerstoffflanze in das flüssige Roheisen eingeblasen. Die Oxidation des im Roheisen enthaltenen Kohlenstoffs zu Kohlenstoffdioxid liefert gleichzeitig auch die Energie, die nötig ist, den Stahl flüssig zu halten.</p>	 <p>Sauerstoffflanze Abstich (Öffnung für das flüssige Eisen) Schlacke flüssiges Eisen</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Durch die Zugabe oft kleinster Mengen von Mangan, Silicium, Nickel, Titan oder Vanadium erhält man Stähle unterschiedlicher Zusammensetzungen für unterschiedliche Anwendungen:

Name	Zusammensetzung	Eigenschaften	Verwendung
V2A-Stahl	Eisen, bis zu 18% Chrom	korrosionsfest, säurebeständig	Werkzeuge, Fahrzeugbau
	Eisen, bis zu 14% Nickel	sehr hart	
Dural	Eisen, Aluminium bis zu 5% Kupfer, Spuren von Mangan, Magnesium, Silicium	korrosionsfest, geringere Dichte als Eisen	Flugzeug- und Fahrzeugbau
Hochleistungs-Schnellarbeits-Stahl (HSS-Stähle)	Eisen, ca. 4% Chrom, 15% Wolfram	bei Rotglut hart	Werkzeuge z.B. Bohrer, Fräswerkzeuge;



**... vom Beil des Ötzi u.a. Beilen / Tableset : 8 b: Schrott: Abfall oder Rohstoff?**

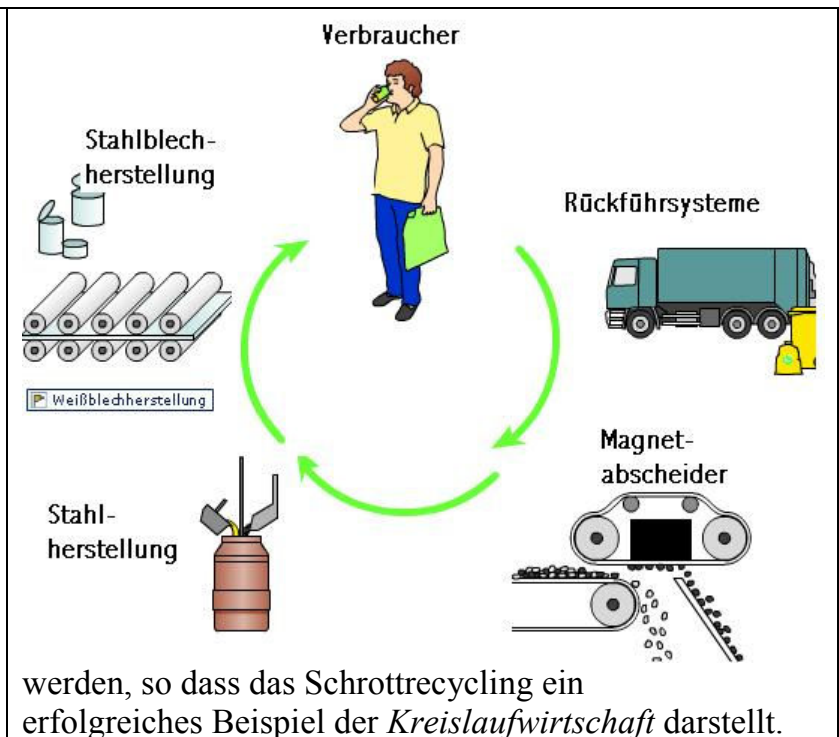
Als Schrott bezeichnet man alle metallhaltigen Abfälle. Sie entstehen z.B. bei der Verschrottung von Autos, Schiffen, Flugzeugen, Waschmaschinen und Computern. Eisenschrott dient in Stahlwerken oder Eisengießereien als Rohstoff. Jährlich werden etwa 500 Mio. Tonnen an Eisenschrott weltweit verbraucht.

**Vom Schrott zum Stahl**

Das aus dem Hochofen gewonnene Roheisen hat noch nicht die Eigenschaften, die man sich für die oben genannten Anwendungen wünscht. Es rostet leicht, ist spröde und schwer zu verarbeiten. Wenn man daraus Stahl, eine schmelzbare Eisenlegierung, machen möchte, muss man das Roheisen entkohlen bis der Kohlenstoffanteil unter 1,7% liegt. Ist der Kohlenstoffanteil zwischen 0,5% und 1,7% lässt sich der Stahl durch Erhitzen auf 800°C und anschließendes Eintauchen in kaltes Wasser (rasches Abkühlen, Abschrecken) härten. Erwärmt man den Stahl erneut und lässt ihn langsam abkühlen, erhält er wieder seine normale Härte und Elastizität.

<p>Zur Entkohlung mit dem Elektrostahl-verfahren wird das Roheisen in einem Elektroofen auf ca. 3000°C erhitzt. Dem Roheisen wird Schrott beigegeben, dessen Sauerstoffanteil im Eisenoxid den enthaltenen Kohlenstoff oxidiert. Manchmal muss noch zusätzlich (Luft-)Sauerstoff auf das flüssige Roheisen aufgeblasen werden.</p>	 <p>Sauerstofflanze Abstich (Öffnung für das flüssige Eisen) Schlacke flüssiges Eisen</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Kreislaufwirtschaft**

<p>Das Einsetzen von Stahlschrott bei der Stahlherstellung ist sowohl aus ökologischen (die Umwelt betreffenden) als auch aus ökonomischen (wirtschaftlichen) Gründen sinnvoll. Dies dient der Schonung der natürlichen Eisenerzlagertstätten und dem Einsparen von Deponieraum für ausgediente Eisen- und Stahlprodukte. Weiterhin sind bei der Stahlherstellung aus Schrott der Energiebedarf und die Freisetzung von Kohlenstoffdioxid wesentlich geringer als beim Einsatz von Eisenerz. Eisenschrott kann ohne Qualitätsverlust unendlich oft wieder verwendet</p>	 <p>Verbraucher Stahlblechherstellung Weißblechherstellung Stahlherstellung Rückführsysteme Magnetabscheider</p> <p>werden, so dass das Schrottreycling ein erfolgreiches Beispiel der <i>Kreislaufwirtschaft</i> darstellt.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## **9. Besuch eines außerschulischen Lernortes**

Je nach Standort der Schule kommen sicher verschiedene außerschulische Lernorte in Frage. Es eignen sich metallherzeugende, metallverarbeitende Betriebe oder Industriemuseen. Im Chemietreff der Bezirksregierung Düsseldorf findet man unter Lernorte verschiedene Beispiele.

## **10. Üben, Anwenden und Lernstand erfassen**

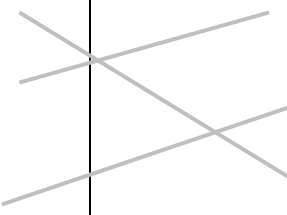
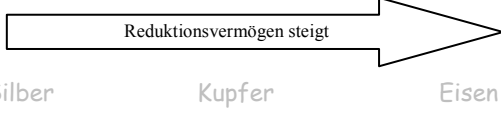
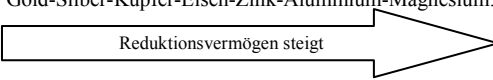
Den Schülerinnen und Schülern durch einen aktiven und konstruktiven Umgang mit dem Lerngegenstand Gelegenheit zum Kompetenzerwerb zu geben, ist eine zentrale Bedingung für guten Unterricht. Ein wesentliches weiteres „Ziel eines kompetenzorientierten Unterrichts ist es, Schülerinnen und Schülern Klarheit darüber zu verschaffen, welche Kompetenzen sie tatsächlich erworben haben. Durch den Einsatz von Selbsteinschätzungsbögen reflektieren die Lernenden ihre Kompetenzen, erkennen ihre Stärken und Schwächen und leiten daraus ihren individuellen Kenntnisstand und den weiteren Übungsbedarf ab.“ [10, S. 6]. Zentral sind hierzu die passenden Aufgaben, die alleine zur Überprüfung oder noch besser in Partnerarbeit zu lösen sind, da hierdurch die Kommunikation gefördert wird und ein erfolgreicher Lernprozess unterstützt wird. Entsprechend wurden für diese Unterrichtsreihe Selbsteinschätzungsbögen sowohl zum Fachwissen, den konzeptbezogenen Kompetenzen, (Arbeitsblatt 3.5.1), als auch zu den prozessbezogenen Kompetenzen Erkenntnisgewinnung und Bewertung (Arbeitsblatt 3.5.2) mit passenden Übungsaufgaben konzipiert.

Nichts ist motivierender und lernförderlicher als Erfolgserlebnisse. Die Erkenntnis ist nicht neu (s. a. [4]) aber immer noch aktuell [11]. Ihre Verwirklichung und Optimierung ist sicherlich Wunsch eines jeden Lehrenden im Fach Chemie. Selbstständig erworbenes Wissen, etwas selbstständig erarbeitet, erkannt und verstanden zu haben, schafft Erfolgserlebnisse [4, S. 15]. Die Schüler/innen müssen auch „möglichst oft die Gelegenheit haben, ihr Können zu zeigen und zu erleben und daran auch ‚Vergnügen‘ haben. [...] Damit wird nicht nur das Interesse an der Sache gefördert, sondern auch das kumulative Lernen begünstigt und eine wesentliche Voraussetzung dafür geschaffen, dass überhaupt weitergelernt wird“ [12, S. 5]. In diesem Sinne erhalten die Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit, ihr neu erworbenes Wissen und ihre neue erworbenen bzw. vertieften Kompetenzen beim Thema „Wolfram“ anzuwenden (Arbeitsblatt 3.5.3).

**Selbsteinschätzung Fachwissen:*****Redoxreaktion, Redoxreihe der Metalle, Massenverhältnis, Verhältnisformel***

Lies dir in Ruhe die folgenden Aussagen durch und kreuze an, was für dich zutrifft! Überprüfe Deine Einschätzung, indem du die dazugehörige Aufgabe auf der Rückseite des Bogens löst. Vergleiche mit Deinem Nachbarn.

Wie schätzt du dich ein?	trifft zu	trifft nicht zu
1. Ich kann chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff aufgenommen, abgegeben oder von einem auf den anderen Reaktionspartner übertragen wird, als Oxidations-, Reduktions- oder Redoxreaktionen einordnen.		
2. Ich kann a) die Metalle Kupfer, Eisen und Silber nach steigenden Reduktionsvermögen ordnen und b) den Begriff Reduktionsvermögen erklären.		
3. Ich kann die Gewinnung eines Metalls durch die Reduktion des Metalloxids mit Kohlenstoff a) unter Verwendung der Fachbegriffe erklären und b) eine Wortgleichung dazu aufstellen.		
4. Ich kann mit Hilfe der Redoxreihe der Metalle a) vorhersagen, ob sich ein Metall als Reduktionsmittel für ein bestimmtes Metalloxid eignet und b) eine Wortgleichung dazu aufstellen.		
5. Ich kann beschreiben, dass zwei Elemente, z.B. Kupfer und Schwefel, immer in einem konstanten Massenverhältnis miteinander reagieren und ich kann mit einem bekannten Massenverhältnis konkrete, quantitative Vorhersagen zur chem. Reaktion machen.		
6. Wenn es Verbindungen gibt, die aus den gleichen Elementen durch eine chemische Reaktion gebildet werden (wie z.B. rotes und schwarzes Kupferoxid), weiß ich, worin sie sich - außer in ihren Eigenschaften - unterscheiden.		

Bearbeite die Aufgaben:	Überprüfe dadurch Deine Selbsteinschätzung!		
<p>1. Ordne den beschriebenen chemischen Reaktionen die richtigen Fachbegriffe zu, indem du sie mit Linien verbindest!</p>	<p>Verbrennung von Kohlenstoff an der Luft</p> <p>Reaktion von Kupferoxid mit Eisenpulver</p> <p>Erhitzen von Silberoxid im Reagenzglas; positive Glimmspannprobe an der Reagenzglasöffnung</p>		<p><b>Redoxreaktion</b></p> <p><b>Reduktion</b></p> <p><b>Oxidation</b></p>
<p>2. a) Ordne die Metalle Kupfer, Eisen und Silber nach steigendem Reduktionsvermögen.</p>	<p>a)</p>  <p>....., ....., .....</p>		
<p>3. b) Erkläre den Begriff Reduktionsvermögen!</p>	<p>b) Unter Reduktionsvermögen versteht man die Fähigkeit eines Metalls einem Oxid den Sauerstoff zu entziehen, um selbst mit dem Sauerstoff zu einem Oxid zu reagieren. Je unedler ein Metall ist, desto größer ist sein Reduktionsvermögen.</p>		
<p>4. Gewinnung von Eisen aus Eisenoxid unter Verwendung von Kohlenstoff:</p> <p>a) Erkläre den Vorgang unter Verwendung der entsprechenden Fachbegriffe.</p> <p>b) Stelle eine Wortgleichung dazu auf.</p>	<p>a) Durch das starke Erhitzen eines Eisenoxid-Kohlenstoff-Gemisches entsteht flüssiges Eisen. Dabei entzieht der Kohlenstoff dem Eisenoxid den Sauerstoff (Sauerstoffabgabe: Reduktion) und reagiert seinerseits zu Kohlenstoffdioxid (Sauerstoffaufnahme: Oxidation). Insgesamt läuft eine Redoxreaktion (Sauerstoffübertragung) ab.</p> <p>b)</p> <p><b>Eisenoxid + Kohlenstoff → Eisen + Kohlenstoffdioxid</b></p>		
<p>5. a) Kann man Aluminiumoxid mit Hilfe von Eisen reduzieren? Begründe unter Verwendung der Redoxreihe der Metalle.</p> <p>b) Stelle eine Wortgleichung für eine mögliche Reduktion von Aluminiumoxid auf.</p>	<p><u>Redoxreihe der Metalle:</u> Gold-Silber-Kupfer-Eisen-Zink-Aluminium-Magnesium.</p>  <p>a) Eisen ist zur Herstellung von Aluminium aus Aluminiumoxid kein geeignetes Reduktionsmittel, da es edler ist als Aluminium. Als Reduktionsmittel eignen sich nur Metalle, die unedler sind und somit ein größeres Reduktionsvermögen besitzen, wie z.B. Magnesium.</p> <p>b)</p> <p><b>Aluminiumoxid + Magnesium → Aluminium + Magnesiumoxid</b></p>		
<p>6. Wasserstoff reagiert mit Sauerstoff immer im Massenverhältnis 1: 8 zu Wasser. Wie viel Gramm Wasser lassen sich aus 4 g Wasserstoff herstellen. Wie viel Sauerstoff wird dazu benötigt?</p>	<p>4 g Wasserstoff reagieren mit (8·4 = ) 32 g Sauerstoff zu (4 g + 32 g = ) 36 g Wasser.</p>		
<p>7. Schwarzes und rotes Kupferoxid unterscheiden sich - außer in ihren Eigenschaften - noch in folgenden Punkten:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Massenverhältnis:</u> aus einer bestimmten Masse des einen Oxids lässt sich im Verhältnis mehr Kupfer gewinnen;</li> <li>2. <u>Atomzahlverhältnis:</u> das Oxid mit dem höheren Kupferanteil enthält auch zahlenmäßig mehr Kupferatome im Verhältnis zu den Sauerstoffatomen.</li> </ol>		

***Selbsteinschätzung Bereich Erkenntnisgewinnung und Bewertung:  
Experimentelle Untersuchungen und Modelle nutzen und beurteilen***

Lies dir in Ruhe die folgenden Aussagen durch und kreuze an, was für dich zutrifft!  
Überprüfe Deine Einschätzung, indem du die dazugehörige Aufgabe auf der Rückseite  
des Bogens löst.

Wie schätzt du dich ein?	trifft zu	trifft nicht zu
1. Ich kann chemische Phänomene und Vorgänge bei Experimenten beschreiben und zwischen Beobachtung und Erklärung/Deutung unterscheiden.		
2. Ich kann im Zusammenhang mit der Herstellung, der Veränderung und der alltäglichen Verwendung von Metallen Fragestellungen entwickeln, die man mit Hilfe chemischer Kenntnisse oder eines Experimentes beantworten kann.		
3. Ich kann Hypothesen zu einer Frage aufstellen und ein Experiment planen, mit dessen Hilfe man die Hypothese überprüfen kann.		
4. Ich kann im Zusammenhang mit der Herstellung von Metallen und der Veränderung von Metallen an der Luft die Fachsprache angemessen verwenden.		
5. Ich kann chemische Sachverhalte mit Hilfe geeigneter Modelle beschreiben, veranschaulichen oder erklären.		
6. Ich kann den Begriff des „Modells“ an einem Alltagsbeispiel erklären z.B. Automodell, Baby-Puppe.		
7. Ich kann erklären, warum ein Modell niemals richtig oder falsch ist.		

Bearbeite die Aufgaben:	Überprüfe dadurch Deine Selbsteinschätzung!	
1. Ordne den Aussagen zu, ob es sich um Versuchsbeobachtungen (B) oder Erklärungen/Deutungen (D) handelt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beim Einleiten des entstandenen Gases in Kalkwasser trübt sich dieses.</li> <li>• Aufgrund der Trübung des Kalkwassers kann man sagen, dass es sich bei dem entstandenen Gas um Kohlenstoffdioxid handelt.</li> <li>• Beim Erhitzen von Silberoxid im Reagenzglas entsteht ein silbrig glänzender Stoff.</li> <li>• Der dabei an die Reagenzglasöffnung gehaltene glimmende Holzspan entzündet sich.</li> <li>• Bei dem durch Erhitzen von Silberoxid entstandenen silbrig glänzenden Feststoff muss es sich um elementares Silber handeln.</li> <li>• Da die Glimmspanprobe mit dem entstandenen Gas positiv verläuft, entsteht bei der Reaktion elementarer Sauerstoff.</li> </ul>	<p>B D B B D D</p>
2. Nenne jeweils ein Beispiel für eine Fragestellung im Zusammenhang mit Metallen, die man mit Hilfe a) chemischer Kenntnisse oder b) eines Experimentes beantworten kann.	a) z.B.: Warum kommen unedle Metalle in der Natur nicht elementar vor? ... weil sie mit den Stoffen in der Umgebung z.B. Sauerstoff sofort reagieren würden z.B. zu den entsprechenden Metalloxiden.	
	b) z.B.: Wie kann man herausfinden, ob ein Metall edler als ein anderes Metall ist? ... durch ein Experiment, bei dem das Metalloxid des einen zusammen mit dem anderen Metall erhitzt wird.	
3. Du beobachtest, dass sich einige Eisenteile eines Rollers, der einige Wochen draußen herumgelegen hat, mit einer porösen rot-braunen Schicht überzogen haben. Um welchen Stoff handelt es sich?	a) Hypothese/Vermutung zur Entstehung des rot-braunen Stoffes: z.B.: Bei dem rot-braunen Stoff handelt es sich um Eisenoxid, den man auch als „Rost“ bezeichnet.	
	b) Experiment zur Überprüfung der Hypothese/Vermutung: z.B.: Durch das starke Erhitzen des rot-braunen Stoffes mit Kohlenstoff oder Aluminium, müsste sich wieder elementares Eisen bilden.	
4. Erkläre die Kupferherstellung aus Kupfererzen wie z.B. Kupferoxid fachsprachlich angemessen.	Man kann Kupfer aus Kupferoxid gewinnen, indem man es mit einem Reduktionsmittel wie z.B. Kohlenstoff erhitzt. Dabei wird das Kupferoxid zu elementarem Kupfer reduziert und das Reduktionsmittel Kohlenstoff zu Kohlenstoffdioxid oxidiert. Eine solche Sauerstoffübertragungsreaktion nennt man auch eine Redoxreaktion.	
5. Veranschauliche die Entstehung von Kupfer bei der Reaktion von Eisen mit Kupferoxid unter besonderer Berücksichtigung der Begriffe „Element“ und „Verbindung“ mit Hilfe eines geeigneten Modells.	Möglich ist z.B. eine einfache Darstellung mit dem Lego-Modell.	
6. Erkläre den Begriff des „Modells“ an einem Alltagsbeispiel z.B. Spielzeugauto, Baby-Puppe ...	Modelle sind vereinfachte Abbildungen der Wirklichkeit. Eine Baby-Puppe ist das Modell für ein richtiges Baby. Je nach Alter des Kindes, das mit der Puppe spielen möchte, eignet sich ein einfaches Modell (Stoffpuppe) oder ein differenzierteres Modell (Puppe, die trinken und Pippi-machen kann).	
7. Erkläre, warum ein Modell niemals richtig oder falsch ist.	Da Modelle nur Abbildungen der Wirklichkeit sind, sind sie niemals „richtig“ oder „falsch“. Man kann jedoch beurteilen, ob sie angemessen sind z.B. für eine bestimmte Nutzung (s.o.) oder um einen bestimmten Sachverhalt angemessen zu erklären.	

## *Anwendungsaufgabe „Wolfram“*

Bearbeitung unter Verwendung des persönlichen Chemie-Hefers

Name .....

Datum .....

### Vorgaben:

Bisher haben wir uns – ausgehend von Ötzis Beil - insbesondere mit dem Gebrauchsmetall beschäftigt. Im Zusammenhang mit der Veredelung von Eisen zum Stahl gibt es einige interessante Legierungsmetalle – wie z.B. Wolfram. Wolfram-Stähle sind besonders hart und korrosionsgeschützt. Wolfram zeichnet sich durch eine besonders hohe Dichte (ca.  $19 \text{ g/cm}^3$ ) und sehr hohe Schmelztemperatur (ca.  $3400^\circ\text{C}$  im Vergleich zu Kupfer ca.  $1080^\circ\text{C}$ ) aus. Wolfram besitzt eine besondere Bedeutung für die Beleuchtungsindustrie zur Herstellung von Glühwendel in Glühlampen.

Abb.1: Glühbirne



Glühwendel

### Herstellung:

a) Wie die meisten Metalle wird auch Wolfram aus seinen Erzen – v.a. aus dem gelben Wolframoxid – gewonnen. Historisch betrachtet waren die spanischen Brüder Juan José und Fausto de Elhuyar die Ersten, denen 1783 die Herstellung des Metalls unter Verwendung von Kohlenstoff gelang. Auf diese Weise hergestelltes Wolfram enthielt teilweise jedoch je nach Reaktionsbedingungen (Temperatur und Kohlenstoffanteil) Kohlenstoff-Verunreinigungen. Bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts war dies der industrielle Weg der Wolframgewinnung.

b) Die zunehmende Verwendung in der Lampenindustrie nach dem Jahr 1903 erforderte Wolfram von sehr hoher Reinheit und Qualität. Dafür wurde der Kohlenstoff zur Herstellung durch Wasserstoff ersetzt.

c) Die Reaktion von Wolframoxid mit anderen Metallen (wie z.B. Magnesium) zur Wolfram-herstellung ist im Labor gut durchführbar, besitzt für die industrielle Erzeugung jedoch aufgrund auftretender Verunreinigungen keine praktische Bedeutung.

**Gold-Platin-Silber-Kupfer-Wolfram-Eisen-Aluminium-Magnesium.**

zunehmend bessere Reduktionsmittel

Abb.2: Redoxreihe der Metalle

### Erhitzen von Wolfram an der Luft:

a) Wenn man graues Wolframpulver in einer Porzellanschale stark erhitzt, reagiert es unter Aufglühen heftig mit dem Sauerstoff der Luft. Nach dem Abkühlen bleibt ein gelber Feststoff zurück. Das Wiegen des Metallpulvers vor der Reaktion und des gelben Pulvers nach der Reaktion lieferte folgende Ergebnisse:

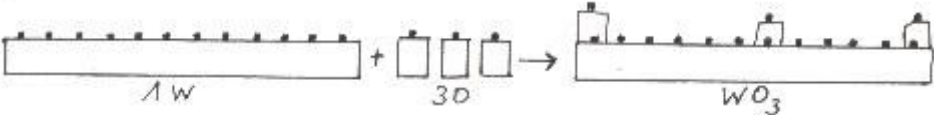
Masse Metallpulver vor der Reaktion m (.....)	Masse gelbes Pulver nach der Reaktion m (.....)	Differenzmasse m (.....)	Massenverhältnis von ..... : .....
0,4 g	0,5 g		

b) Schaltet man eine Glühbirne ein, deren Glaskörper ein Loch hat, beobachtet man ein kurzes, helles Aufglühen des Glühwendels. Ein gelber Feststoff setzt sich nach kurzer Zeit innen am Glaskolben ab.

**Arbeitsauftrag:**

1. Beschreibe für die Herstellung von Wolfram mindestens zwei verschiedene Verfahren. Erläutere das zugrunde liegende Prinzip dieser Reaktionen unter Verwendung der entsprechenden Fachbegriffe und stelle beispielhaft eine Wortgleichung für ein Verfahren auf.  
Erkläre, warum Wolfram in der Industrie fast ausschließlich durch die Reaktion mit Wasserstoff hergestellt wird.  
Nenne— außer Magnesium - weitere Metalle, die sich zur Wolframherstellung eignen und begründe deine Auswahl.
2. Was passiert mit dem Wolframdraht in der Glühbirne? Formuliere eine Vermutung und beschreibe ein Experiment, mit dem du diese Vermutung überprüfen kannst!  
Erkläre, warum sich der Glaskörper verschiedener Glühbirnen beim punktuellen Erhitzen mit einem kleinen Gasbrenner manchmal nach außen und manchmal nach innen stülpt!
3. Ergänze die beiden fehlenden Angaben in der o.a. Tabelle und berechne
  - a) wie viel Wolframoxid sich beim Erhitzen von 12 g Wolfram bildet und
  - b) wie viel Wolfram man aus 6 Tonnen gelben Wolframoxids gewinnen kann.
4. In einem Chemiebuch hast du die Formel  $WO_3$  für gelbes Wolframoxid gefunden. Du kennst das Massenverhältnis im Wolframoxid ( $m(W) : m(O) = 4 : 1$ ) und weißt, dass Wolframatome ca. 12 mal schwerer sind wie Sauerstoffatome. Stimmen diese Angaben mit der oben angegebenen Formel überein. Zeige rechnerisch bzw. zeichnerisch (z.B. mit dem Lego-Modell)!



<p>Aufg. 1.</p>	<p>Für die Wolframherstellung gibt es verschiedene Verfahren. Bei den im Text beschriebenen Verfahren erhitzt man jeweils gelbes Wolframoxid mit verschiedenen <b>Reduktionsmitteln</b>, die die Aufgabe haben, dem Wolframoxid den Sauerstoff zu entziehen (<b>Reduktion</b>). Dabei werden die Reduktionsmittel zu den entsprechenden Oxiden oxidiert (<b>Oxidation</b>). Insgesamt findet eine Sauerstoffübertragung statt (<b>Redoxreaktion</b>).</p> <p>a) Reduktionsmittel <b>Kohlenstoff</b>; weiteres Reaktionsprodukt: Kohlenstoffdioxid                  b) Reduktionsmittel <b>Wasserstoff</b>; weiteres Reaktionsprodukt: Wasserstoffoxid (Wasser)                  c) Reduktionsmittel <b>Magnesium</b>; weiteres Reaktionsprodukt: Magnesiumoxid</p> <p><b>Beispiel für eine Wortgleichung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wolframoxid + Kohlenstoff → Wolfram + Kohlenstoffdioxid      oder</li> <li>• Wolframoxid + Wasserstoff → Wolfram + Wasserstoffoxid (Wasser)      oder</li> <li>• Wolframoxid + Magnesium → Wolfram + Magnesiumoxid</li> </ul> <p>Verwendet man <b>Wasserstoff als Reduktionsmittel</b>, erhält man sehr reines Wolfram, weil sowohl das Reduktionsmittel als auch das daraus entstehende Oxid bei der entsprechenden Reaktionstemperatur gasförmige Stoffe sind, die das Wolfram nicht verunreinigen. Es eignen sich alle <b>Metalle</b>, die unedler als Wolfram und somit bessere Reduktionsmittel sind. d.h. außer Magnesium sind das Eisen und Aluminium.</p>																			
<p>Aufg. 2.</p>	<p><b>Vermutung:</b> Durch das Loch im Glaskörper der Glühbirne tritt Luft ein. Der heiße Wolframdraht reagiert mit dem Sauerstoff der Luft zu gelbem Wolframoxid (Oxidation).</p> <p><b>Überprüfungsexperiment/e:</b> Durch das Loch im Glaskörper wird a) reiner Sauerstoff und b) reiner Stickstoff in die Glühbirne gefüllt und das Loch mit Klebeband verschlossen. Anschließend wird die Glühbirne eingeschaltet. Kommt es bei a) zu einem noch stärkeren und bei b) zu keinem Aufglühen ist die Vermutung bestätigt.</p> <p><b>Erklärung der Ein- bzw. Ausstülpung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In der Glühbirne herrscht ein Vakuum/ ein starker Unterdruck; das schmelzende Glas stülpt sich nach innen;</li> <li>• Die Glühbirne enthält ein Füllgas, das sich erwärmt und ausdehnt. Dadurch stülpt sich das schmelzende Glas nach außen;</li> </ul>																			
<p>Aufg. 3.</p>	<table border="1"> <tr> <td>Masse Metallpulver vor der Reaktion m( <b>Wolfram</b> )</td> <td>Masse gelbes Pulver nach der Reaktion m( <b>Wolframoxid</b> )</td> <td>Differenzmasse m( <b>Sauerstoff</b> )</td> <td>Massenverhältnis von <b>Wolfram : Sauerstoff</b></td> </tr> <tr> <td>0,4 g</td> <td>0,5 g</td> <td><b>0,1 g</b></td> <td><b>4 : 1</b></td> </tr> <tr> <td>a) gegeben: 12 g</td> <td><b>12 g + 3 g = 15 g</b></td> <td><b><math>\frac{12\text{ g}}{4} = 3\text{ g}</math></b></td> <td>S.O.</td> </tr> <tr> <td><b>4 x 1,2 t = 4,8 t</b></td> <td>b) gegeben: 6 t</td> <td><b><math>\frac{6\text{ t}}{5} = 1,2\text{ t}</math></b></td> <td>S.O.</td> </tr> </table>	Masse Metallpulver vor der Reaktion m( <b>Wolfram</b> )	Masse gelbes Pulver nach der Reaktion m( <b>Wolframoxid</b> )	Differenzmasse m( <b>Sauerstoff</b> )	Massenverhältnis von <b>Wolfram : Sauerstoff</b>	0,4 g	0,5 g	<b>0,1 g</b>	<b>4 : 1</b>	a) gegeben: 12 g	<b>12 g + 3 g = 15 g</b>	<b><math>\frac{12\text{ g}}{4} = 3\text{ g}</math></b>	S.O.	<b>4 x 1,2 t = 4,8 t</b>	b) gegeben: 6 t	<b><math>\frac{6\text{ t}}{5} = 1,2\text{ t}</math></b>	S.O.			
Masse Metallpulver vor der Reaktion m( <b>Wolfram</b> )	Masse gelbes Pulver nach der Reaktion m( <b>Wolframoxid</b> )	Differenzmasse m( <b>Sauerstoff</b> )	Massenverhältnis von <b>Wolfram : Sauerstoff</b>																	
0,4 g	0,5 g	<b>0,1 g</b>	<b>4 : 1</b>																	
a) gegeben: 12 g	<b>12 g + 3 g = 15 g</b>	<b><math>\frac{12\text{ g}}{4} = 3\text{ g}</math></b>	S.O.																	
<b>4 x 1,2 t = 4,8 t</b>	b) gegeben: 6 t	<b><math>\frac{6\text{ t}}{5} = 1,2\text{ t}</math></b>	S.O.																	
<p>Aufg. 4.</p>	<p><math>\frac{m(1W)}{m(3O)} = \frac{12}{3} = \frac{4}{1}</math></p>																			

## Weitere Möglichkeiten zum Üben, Anwenden und Vertiefen

- Unter [www.PS-Chemieunterricht.de](http://www.PS-Chemieunterricht.de) findet man unter Rätselsammlung CH Jg.7 verschiedene Hotpotatoes Rätsel, die die SuS selbstständig bearbeiten können.
- Spielregeln für das Metalle-Quartett:
  - für zwei oder drei Mitspieler; Karten austeilen;
  - Karten in den ausgeteilten Reihenfolge so auf einen Stapel legen, dass jeder Spieler nur seine oberste Karte sehen kann.
  - Der jüngste Spieler oder der Spieler mit mehr Karten auf der Hand beginnt zu fragen, z.B. Dichte. Der Spieler mit dem höchsten Wert gewinnt und bekommt die Karte/n seiner/s Mitspieler/s und fügt sie von hinten seinem Kartenstapel hinzu. Solange er gewinnt darf er – jedes Mal mit einer neuen Karte - weiter fragen.
  - Gewonnen hat, wer am Schluss alle Karten besitzt.
  - Bei gleich hohen Werten, wird gestochen. Die Karten mit den gleichen Werten werden in die Mitte gelegt und mit einer neuen Karte gefragt. Der jetzt die Karte mit dem höchsten Wert hat, gewinnt alle Karten. **Zusatzregel:** Hat man eine Karte mit niedrigen Werten auf der Hand, kann man „Schnickschnack“ o.ä. sagen und dann gewinnt der niedrigste Wert. Man sollte sich darauf einigen, wie oft man in einem Spiel „Schnickschnack“ sagen darf.
- Der Aufsatz „Das an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtsverfahren“ von Petermann, K., Friedrich, J. und Oetken, M. aus der Chemkon 3/2008 hat mich auf die Idee gebracht durch eine anonyme Schülerbefragung die Verfügbarkeit des eingeführten Redoxbegriffes zu evaluieren und ggf. bestehende Fehlvorstellungen herauszufinden und im Unterricht zu thematisieren. Dazu sollen die SuS anonym die Frage zur Magnesiumfackel – alternativ zur Wunderkerzenfackel - beantworten.

Für eine – darauf folgende - Gruppenarbeit ist es günstig, die Antworten abzudrucken, in der Anzahl der Gruppen zu kopieren und auseinander zu schneiden. Jetzt kann jede Gruppe die vorliegenden Antworten diskutieren und als

  - \* „richtig“
  - \* „teilweise richtig“ oder
  - \* „falsch“

einordnen und entsprechend begründen. Ggf. kann der L. noch weitere interessante Antworten hinzufügen. Eine – am Ende der Gruppenarbeitsphase - ausgeloste Gruppe teilt die Zettelchen gleichmäßig untereinander auf und stellt (arbeitsteilig) ihre Zuordnung an der Tafel vor. Nach jeder Zuordnung sollte das Plenum ggf. andere Sichtweisen äußern oder Ergänzungen vornehmen. Am Ende wird eine Musterlösung zur Magnesiumfackel formuliert und schriftlich festgehalten.

Tipp: 5 oder 10 Wunderkerzen mit durchsichtigem Klebeband (z.B. Tesa-Band) spiralförmig, etwas überlappend umwickeln. Dabei beginnt man ca. 0,5 cm unterhalb der Spitze die angezündet wird und beendet die Umwicklung dort, wo die Metallstäbe beginnen. Nach dem Anzünden mit dem Gasbrenner kurz warten bis alle 5 oder 10 Wunderkerzen brennen und dann kopfüber in ein großes Becherglas mit kaltem Wasser fallen lassen (Abzug!). Die Wunderkerzen brennen unter Wasser weiter und die absteigenden Gase lassen sich mit dem Gasbrenner – immer wieder – entzünden.
- Netzwerkmethod – Bildung eines Begriffsnetzes (Anleitung s. u.)
- Im Zusammenhang mit der Portfolioarbeit besteht die Möglichkeit, dass die SuS die Lernzielkontrolle schreiben und dabei ihr persönliches Portfolio verwenden dürfen. Dies wäre ein Zeichen, dass es hierbei nicht vornehmlich um die Reproduktion auswendig gelernten Wissens gehe, sondern um die Anwendung von erarbeiteten Begriffen in (teilweise) neuen Zusammenhängen. Das sorgfältige und übersichtliche Führen des Portfolios würde belohnt werden. Wenn die besondere Form der LZ-Kontrolle von vornherein angekündigt wird, könnte dies einige – sonst weniger ordentlich arbeitende - SuS dazu bewegen, ihre Materialien sorgfältiger abzulegen.

Klassenstufe:	Geschlecht: w/m	Datum:	Schule:
---------------	-----------------	--------	---------

**Vorgaben:**

Manchmal verwenden Taucher unter Wasser Magnesiumfackeln. Beim Verbrennen wandelt sich das silberglänzende Magnesium in einen weißen, spröden Feststoff um und gleichzeitig steigen Gasblasen auf. Fängt man das entstandene Gas auf und bringt es in die Nähe einer offenen Flamme, so verbrennt es mit einem Geräusch (Knall).



**Arbeitsauftrag:**

*Abb.aus: Natur und Technik Naturwissenschaften 7/8 Berlin 2001*

Kreuze die richtige Antwort an!

Beim Verbrennen einer Magnesiumfackel unter Wasser handelt es sich um eine

<input type="checkbox"/>	Redoxreaktion
<input type="checkbox"/>	Reduktion
<input type="checkbox"/>	Oxidation
<input type="checkbox"/>	keine der genannten Möglichkeiten

Begründe in einigen Sätzen deine Antwort auf der Rückseite! Stelle die Reaktion zusätzlich in einer Reaktionsgleichung in der Wort- bzw. Formeldarstellung dar!

Klassenstufe:	Geschlecht: w/m	Datum:	Schule:
---------------	-----------------	--------	---------

**Vorgaben:**

Manchmal verwenden Taucher unter Wasser Magnesiumfackeln. Beim Verbrennen wandelt sich das silberglänzende Magnesium in einen weißen, spröden Feststoff um und gleichzeitig steigen Gasblasen auf. Fängt man das entstandene Gas auf und bringt es in die Nähe einer offenen Flamme, so verbrennt es mit einem Geräusch (Knall).



**Arbeitsauftrag:**

*Abb.aus: Natur und Technik Naturwissenschaften 7/8 Berlin 2001*

Kreuze die richtige Antwort an!

Beim Verbrennen einer Magnesiumfackel unter Wasser handelt es sich um eine

<input type="checkbox"/>	Redoxreaktion
<input type="checkbox"/>	Reduktion
<input type="checkbox"/>	Oxidation
<input type="checkbox"/>	keine der genannten Möglichkeiten

Begründe in einigen Sätzen deine Antwort auf der Rückseite! Stelle die Reaktion zusätzlich in einer Reaktionsgleichung in der Wort- bzw. Formeldarstellung dar!

Mögliche Antworten:

Oxidation

Verbrennungen mit Flammen- oder Gluterscheinungen sind in der Regel Oxidationen.

Chemie - anonyme Befragung zum Thema „Schülvorstellungen zum Redoxbegriff“

Klassenstufe:	Geschlecht: w/m	Datum:	Schule:
---------------	-----------------	--------	---------

**Vorgaben:**  
 Läßt man eine angezündete Wunderkerzenfackel kopfüber in ein Becherglas mit kaltem Wasser fallen, sieht man, dass diese Fackel unter Wasser weiter brennt. Dabei steigen große Gasblasen auf, die sich mitunter an der Wasseroberfläche entzünden. Das aufgefangene Gas liefert eine positive Knallgasprobe.

**Zusatzinformationen:**  
 Wunderkerzen enthalten neben einigen anderen Zusatzstoffen (z.B. Bindemittel) insbesondere Eisenpulver.




Abb.: Die Unterwasserfackel

**Arbeitsauftrag:**

Kreuze die richtige Antwort an!

Beim Verbrennen einer Wunderkerzenfackel unter Wasser handelt es sich um eine

<input type="checkbox"/>	Redoxreaktion
<input type="checkbox"/>	Reduktion
<input type="checkbox"/>	Oxidation
<input type="checkbox"/>	keine der genannten Möglichkeiten

Begründe in einigen Sätzen deine Antwort auf der Rückseite! Stelle die Reaktion zusätzlich in einer Reaktionsgleichung in der Wort- bzw. Formeldarstellung dar!

Chemie - anonyme Befragung zum Thema „Schülvorstellungen zum Redoxbegriff“

Klassenstufe:	Geschlecht: w/m	Datum:	Schule:
---------------	-----------------	--------	---------

**Vorgaben:**  
 Läßt man eine angezündete Wunderkerzenfackel kopfüber in ein Becherglas mit kaltem Wasser fallen, sieht man, dass diese Fackel unter Wasser weiter brennt. Dabei steigen große Gasblasen auf, die sich mitunter an der Wasseroberfläche entzünden. Das aufgefangene Gas liefert eine positive Knallgasprobe.

**Zusatzinformationen:**  
 Wunderkerzen enthalten neben einigen anderen Zusatzstoffen (z.B. Bindemittel) insbesondere Eisenpulver.

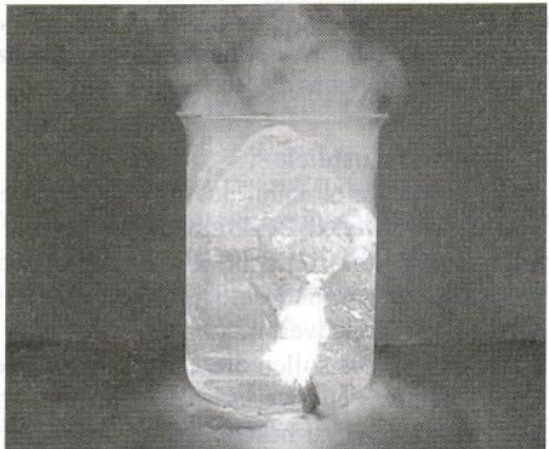


Abb.: Die Unterwasserfackel

**Arbeitsauftrag:**

Kreuze die richtige Antwort an!

Beim Verbrennen einer Wunderkerzenfackel unter Wasser handelt es sich um eine

<input type="checkbox"/>	Redoxreaktion
<input type="checkbox"/>	Reduktion
<input type="checkbox"/>	Oxidation
<input type="checkbox"/>	keine der genannten Möglichkeiten

Begründe in einigen Sätzen deine Antwort auf der Rückseite! Stelle die Reaktion zusätzlich in einer Reaktionsgleichung in der Wort- bzw. Formeldarstellung dar!

Beispiele für mögliche Schülerantworten einschließlich Ergänzungen durch den Lehrer/die Lehrerin:

#### Reduktion

Mit Hilfe der Knallgasprobe wird elementarer Wasserstoff nachgewiesen, der durch die Abgabe aus dem Wasserstoffoxid (Wasser) entstanden ist.

#### Oxidation

Bei dem weißgrauen Feststoff wird es sich vermutlich um Magnesiumoxid handeln, der durch die Oxidation (Sauerstoffaufnahme) des Magnesiums entstanden ist. Der im Wasser physikalisch gelöste Sauerstoff ermöglicht diese Oxidation.

#### Reduktion

Die positive Knallgasprobe zeigt, dass Sauerstoff bei der Reaktion entstanden ist, demnach muss es sich um eine Abgabe von Sauerstoff – also eine Reduktion – handeln.

#### Redoxreaktion

Die Verbrennung von Magnesium ist eine Oxidation (Sauerstoffaufnahme), bei der als Reaktionsprodukt Magnesiumoxid entsteht. Der Sauerstoff stammt aus der Verbindung Wasser (Wasserstoffoxid). Wasserstoffoxid wird durch die Sauerstoffabgabe zu elementarem Wasserstoff reduziert.

#### Redoxreaktion

Bei dem weißen spröden Feststoff muss es sich um Magnesiumoxid und bei dem Gas – aufgrund der positiven Knallgasprobe – um Wasserstoff handeln. Das Magnesium hat den aus der Verbindung Wasser abgegebenen Sauerstoff aufgenommen. Die Verbindung Wasser wurde reduziert zu elementarem Wasserstoff und das Magnesium zu Magnesiumoxid oxidiert.

#### Redoxreaktion

Bei dem weißen spröden Feststoff muss es sich um Magnesiumoxid und bei dem Gas – aufgrund der positiven Knallgasprobe – um Wasserstoff handeln. Das Magnesium hat den aus der Verbindung Wasser abgegebenen Sauerstoff aufgenommen. Es handelt sich insgesamt um eine Redoxreaktion, weil die Verbindung Wasser wurde zu elementarem Wasserstoff oxidiert und das Magnesium zu Magnesiumoxid reduziert wurde.

Weitere Beispiele:

.....

## Netzwerkmethode: vom Beil des Ötzi u.a. Beilen Strukturiert Wiederholen und Üben

Zum Abschluss der Unterrichtsreihe „ ... vom Beil des Ötzi u.a. Beilen“ sollen die Unterrichtsinhalte der letzten Wochen mit System wiederholt werden.

Dazu bietet sich die folgende Netzwerk-Methode an:

1. Jeder geht zunächst alleine seine Unterrichtsmaterialien durch und schreibt wichtige im Unterricht behandelte Begriffe oder Themen auf einen Schmierzettel.
2. Tauscht Euch in der Kleingruppe (3-4 SchülerInnen) über die notierten Begriffe aus, einigt euch auf die wichtigsten und schreibt diese einzeln (keine ganzen Sätze schreiben) auf Kärtchen im DIN A 7 – Format auf. Sind Begriffe unklar, erklärt sie euch gegenseitig oder schlägt im Hefter oder Buch nach.
3. Verteilt nun die Kärtchen per Zufall gleichmäßig auf alle Gruppenmitglieder. Legt nun nacheinander die Kärtchen in einer sinnvollen Struktur auf ein Poster. Mach euch Gedanken darüber, in welcher Beziehung die Begriffe zueinander stehen.
4. Wenn ihr eine gute Struktur gefunden habt, klebt Ihr die Kärtchen auf dem Poster fest, schreibt das Unterrichtsthema auf das Plakat und verdeutlicht die Beziehungen der Begriffe untereinander durch Pfeile, Verbindungslinien oder Symbole.
5. **Jedes** Gruppenmitglied soll das Plakat im Rahmen eines Kurzvortrages in der nächsten Doppelstunde erläutern können.

*Viel Freude und Erfolg beim gemeinsamen Lernen!*

*Alternativ:*

*... wie oben, jedoch gibt der Lehrer jeder Arbeitsgruppe in einem Briefumschlag eine Auswahl von Begriffen, die in der oben angegebenen Weise besprochen, geordnet, vernetzt und später präsentiert werden. Die Vernetzungen und ggf. Ergänzungen werden mit Edding vorgenommen.*

*oder*

*... jeder erstellt mit den Begriffen auf einem ausklappbaren DIN-A-3-Blatt z.B. als Hausaufgabe ein individuelles Netzwerk, das später mit dem anderer Mitschüler verglichen und ergänzt werden kann.*

## 11. Materialaustausch über lo-net2

... ist eine Arbeitsplattform, auf der man virtuelle Klassenräume, Fachkonferenzräume etc. einrichten kann. Für Fachkonferenzen ermöglicht es einen Austausch von Arbeitsmaterialien (z.B. Unterrichtsbausteine oder Betriebsanweisungen) und bietet Ablagemöglichkeiten für Konferenzeinladungen oder Protokolle, schulinterne Curricula usw. Wenn alle Teilnehmer eine Rufweiterleitung installiert haben, werden in Lo-net2 geschriebene Emails an die privaten Email-Adressen weitergeleitet. So können Infos zu neu abgelegten oder überarbeiteten Materialien sofort an die Kollegen und Kolleginnen, die in einer bestimmten Gruppe angemeldet sind, weitergeleitet werden.

[www.lo-net2.de](http://www.lo-net2.de)

### Registrierung

Welche Institutionen dürfen sich registrieren?

Die Nutzung von lo-net<sup>2</sup> setzt eine Registrierung der Institution bei der lo-net GmbH voraus. Nutzungsberechtigt sind Bildungsinstitutionen, insbesondere bundesdeutsche Schulen. Die Nutzung ist kostenfrei.

#### Administrationsaufgaben

Bei der Registrierung einer Institution wird die registrierende Person automatisch zum Administrator / zur Administratorin der Institution und hat nach erfolgreicher Registrierung die Berechtigung, selbst Zugänge für die Mitglieder der Institution auf lo-net<sup>2</sup> zu erstellen, diesen Rechte zuzuweisen und die benötigten Klassen- und Gruppenräume anzulegen. Die Institution kann somit weitestgehend autark ihre Arbeit mit lo-net<sup>2</sup> gestalten. Alle Institutionen-Administratoren /-innen erhalten automatisch Zugang zu einer geschlossenen Gruppe im Netzwerk, die von der Redaktion lo-net<sup>2</sup> moderiert wird. Die administrativen Aufgaben der Institutionen-Administrator /-innen können in einer Institution auch auf mehrere Personen verteilt werden.

**Innerhalb der nächsten 6 Wochen können die Materialien zu dieser Fortbildung als Word-Dokumente von der lo-net2 - Internetplattform herunter geladen werden:**

- i. anmelden: [www.lo-net2.de](http://www.lo-net2.de)
- ii. Login: \*\*\*\*\*@gesschlebusch.nw.lo-net2.de  
(\*\*\*\*\* ist der von der Moderatorin zugeteilte Anmelde-name.)
- iii. Passwort (für die nächsten 8 Wochen, wird dann für eine neue Moderationsgruppe geändert):  
Moderation
- iv. ggf. bei der ersten Sitzung die Nutzungsbedingungen akzeptieren, dazu runterscrollen und annehmen.
- v. Oberer Reiter: Institution anklicken  
dann bei: Ihre Gruppen – Fachmoderation Chemie auswählen
- vi. In der Dateiablage befinden sich alle Arbeitsmaterialien zu dieser Fortbildung als Worddokumente zum Herunterladen

Viel Spaß und Erfolg!

## 12. Literatur

- [1] Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Ritterbach Verlag, Frechen 2008
- [2] P. Schütte, Aus Rohstoffen werden Gebrauchsgegenstände, PdN ChiS 59,6, S. 12-18 (2010)
- [3] D. Wahl, Lernumgebungen erfolgreich gestalten - Vom trägen Wissen zum kompetenten Handeln. Julius Klinkhardt Verlag, Bad Heilbrunn 2006
- [4] H. Schmidkunz, H. Lindemann, Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren. Westart Wissenschaften, Magdeburg 1995
- [5] H.-D. Barke, G. Harsch, Chemiedidaktik Heute. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2001
- [6] I. Parchmann, Basiskonzepte Ein geeignetes Strukturierungselement für den Chemieunterricht. NiU Chemie 100/101, S. 6-10 (2007)
- [7] Lambacher Schweizer 7, Mathematik für Gymnasien, Nordrhein-Westfalen. Ernst Klett Verlag, Stuttgart 2010
- [8] L. Stäudel, Vom Nutzen unähnlicher Modelle – Legosteine und Teilchenkonzept. NiU Chemie 100/101, S. 28-33 (2007)
- [9] A. Gerdes, Mit Modellen arbeiten. NiU Chemie 76/77, S. 71-75 (2003)
- [10] Gesellschaft Deutscher Chemiker, Fachgruppe Chemieunterricht, Diagnostizieren und Fördern im Chemieunterricht. Frankfurt am Main 2008
- [11] G. Merzyn, Naturwissenschaften Mathematik Technik – immer unbeliebter?. Schneider Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler 2008
- [12] H. Haenisch, Merkmale erfolgreichen Unterrichts Forschungsbefunde als Grundlage für die Weiterentwicklung von Unterrichtsqualität, Soest 1999, Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, <http://www.qis.at/material/merkmale%20erfolgreichen%20unterrichts.pdf> (11.08.2011)
- [13] D. Wahl, Der Advance Organizer: Einstieg in eine Lernumgebung. In: H.U. Grunder, H. Moser & K. Kansteiner-Schänzlin, Lehrerwissen kompakt, Band 2, Perspektive 1, 2011