



Redoxreaktionen - Wer reduziert wen?

Urban Mining-Recycling von Metallen

Ein Praxistag für Klassen der Sek I



Juniorlabor
Merck // TU Darmstadt

Name:

Datum:

Inhaltsverzeichnis

1	Sicheres Arbeiten im Labor	2
2	Die Redoxreaktion-historisch gesehen.....	3
3	Wir lassen rosten	4
3.1	Materialien und Durchführung.....	4
3.2	Beobachtungen.....	5
3.3	Auswertung.....	6
4	Wer reagiert am heftigsten? – Reaktion von Metallpulvern mit Sauerstoff.....	7
4.1	Materialien und Durchführung.....	8
4.2	Beobachtungen.....	9
4.3	Auswertung.....	10
5	Experimentelle Ermittlung einer Redoxreihe - Wer reduziert wen?.....	12
5.1	Materialien und Durchführung.....	13
5.2	Beobachtungen.....	14
5.3	Auswertung.....	15
5.3.1	Redoxreaktionen in der Technik – Das Thermitverfahren	16
5.3.2	Durchführung.....	16
5.3.3	Beobachtungen	17
5.3.4	Auswertung	17
6	Der Schatz im Handy- Urban Mining.....	18

1 Sicheres Arbeiten im Labor

- 1. Im Labor müssen Schutzbrille und Kittel getragen werden!**
- 2. Im Labor darf weder gegessen noch getrunken werden!**
- 3. Chemikalien dürfen nicht mit den Fingern berührt werden.**
- 4. Das Labor darf nur mit festem Schuhwerk und langer Beinkleidung betreten werden.**
- 5. Lange Haare sollten zusammengebunden werden.**
- 6. Jacken und Taschen dürfen nicht ins Labor mitgenommen werden!**
- 7. Im Labor müssen alle Gefäße in denen Chemikalien sind beschriftet werden.**
- Lies vor jedem Experiment genau die Versuchsanleitung.
- Frage bei Problemen deinen Betreuer. Und lasse den Versuchsaufbau stets von deinem Betreuer kontrollieren!
- Lies die Beschriftung von Chemikalien genau, bevor du sie verwendest.
- Gehe sorgfältig und sachgerecht mit allen Laborgeräten um!
- Abfälle dürfen nicht ohne Erlaubnis in den Ausguss entsorgt werden. In der Regel stehen Kanister zur Entsorgung bereit. Achte auf die Anweisungen zur Entsorgung von Chemikalienabfällen. Frage auch hier im Zweifel immer einen Betreuer.
- Halte die Laborräume sauber!
- Wasche dir nach dem Verlassen des Labors unbedingt die Hände!
- Wenn du beim Experimentieren mit Chemikalien in Kontakt gekommen bist, wasche die Hautstelle sofort ab!
- Chemikalien darf man nicht probieren.
- Prüfe den Geruch einer Chemikalie stets durch Zufächeln!

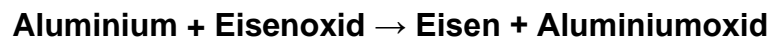
2 Die Redoxreaktion-historisch gesehen

Die Begriffe *Reduktion* und *Oxidation* sind historisch vorbelastet. Der Reduktionsbegriff wurde im 16. Jahrhundert geprägt: Unter Reduktion sollten alle chemischen Reaktionen verstanden werden, bei denen Metallverbindungen, wie z. B. Eisenoxid (FeO) oder Kupfersulfid (CuS), in ihre elementaren Metalle umgewandelt bzw. „zurückgeführt“ (lat. *reducere*) werden.

Im 18. Jahrhundert entdeckte man das Element *Sauerstoff* (früher: *Oxygenium*) und benannte alle Reaktionen mit Sauerstoff, bei denen Sauerstoffverbindungen (*Oxide*) entstanden, als *Oxidationen*. Eine *Oxidation nach diesem Verständnis* ist die Reaktion von Magnesium mit Sauerstoff:



Im Laufe der Zeit beschrieb man mit dem Begriff *Reduktion* zunehmend nur noch Reaktionen, bei denen ein Stoff Sauerstoff abgab. *Reduktion* und *Oxidation* wurden zu einem Begriffspaar.



Die Vorstellungen zu chemischen Reaktionen entwickelten sich Anfang des 20. Jahrhunderts weiter, da die Kenntnisse über den Aufbau der Atome umfangreicher wurden. Die heutige Definition orientiert sich daher auch nicht mehr am Sauerstoff.

Quelle: Durch den Rost gefallen? – Individuelle Förderpläne im Themengebiet „Redox-Reaktionen“ Dr. Jean Marc Orth, Bielefeld

Dabei ist es aber nicht möglich irgendein beliebiges Oxid mit einem Metall zur Reaktion zu bringen. Je nach Stoff / Metall ergeben sich Unterschiede im Bestreben Sauerstoff abzugeben bzw. aufzunehmen. Du sollst nun heute diese unterschiedlichen Reduktionsvermögen im Experiment ermitteln. Im Anschluss daran zeigen wir in einem Demonstrationsexperiment, wie man sich in der Technik das Wissen darüber zu Nutze macht. Im zweiten Teil vertiefen wir dann unsere Erkenntnisse und entdecken die Schätze, die bei jedem von uns zuhause schlummern.

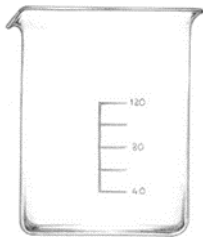
3 Wir lassen rosten

3.1 Materialien und Durchführung

Geräte: 100 mL-Erlenmeyerkolben, 100 mL-Becherglas, Gummistopfen mit Glasrohr, Löffelspatel, Tiegelzange, Stativ, Stativstange, Kreuzmuffe, Stativklammer,

Chemikalien/Materialien:

Stahlwolle (Eisenwolle), Natriumchlorid, Kochsalz, destilliertes Wasser, Lebensmittelfarbe



Becherglas



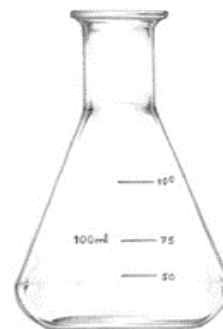
Spatel

Durchführung:

1. Füllt das Becherglas bis zur 50 mL Markierung mit destilliertem Wasser auf.
2. Gebt in das Wasser 3 Löffelspatel Natriumchlorid (Kochsalz).
3. Rührt das Salz-Wasser-Gemisch so lange, bis eine klare Lösung entsteht.
4. Taucht mit Hilfe der Tiegelzange einen Büschel Stahlwolle in diese Salzlösung.



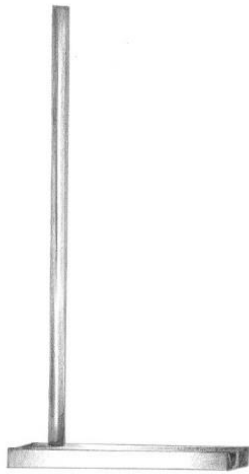
Stahlwolle



Erlenmeyerkolben

5. Nehmt die Stahlwolle wieder mit der Tiegelzange heraus und steckt sie anschließend in einen Erlenmeyerkolben.
6. Verschließt den Kolben mit dem bereitliegenden Gummistopfen mit Glasrohr.

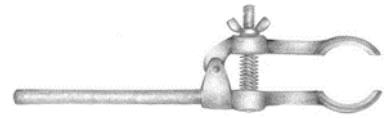
7. Befestigt den Kolben mit einer Klammer und einer Muffe auf dem Kopf stehend an einem Stativ.



Stativ

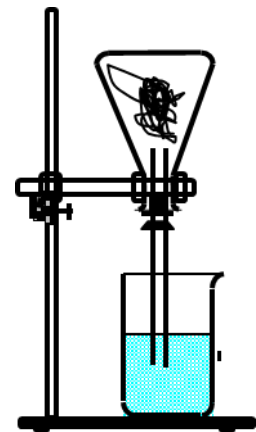


Muffe



Klammer

8. Färbt das Salzwasser im Becherglas mit 3-4 Tropfen Lebensmittelfarbe ein und stellt dann das Becherglas auf den Stativboden.
9. Verstellt die Höhe der Klammer so, dass das Glasrohr in die Salzlösung im Becherglas eintaucht. (siehe Abbildung).
10. Wenn die Flüssigkeit nicht hoch genug steht, gebt mit einer Spritzflasche noch so viel Wasser in das Becherglas, bis das Glasrohr etwa 1 cm eintaucht.
11. Lasst nun den Aufbau stehen und beobachtet gelegentlich was passiert.



3.2 Beobachtungen

Notiert eure Beobachtungen:






3.3 Auswertung







Erkläre Deine Beobachtungen und formuliere eine passende Reaktionsgleichung:



4 Wer reagiert am heftigsten? – Reaktion von Metallpulvern mit Sauerstoff

Verbrennt ein Stoff, heißt das nichts anderes, als dass er mit Luftsauerstoff reagiert. In diesem Versuch untersucht ihr, wie sich fünf verschiedene Metalle beim Verbrennen unterscheiden.

(Gefahr)-Stoff	Piktogramme	H-/EUH-Sätze	P-Sätze
Eisenpulver (Ferrum reductum)	Achtung 	H228	P280
Aluminiumpulver	Gefahr 	H228, 261	P210, P370+P378, P402+P404
Kupferpulver	Achtung 	H228	P280
Zinkpulver (stabilisiert)	Achtung 	H410	P260, P273
Magnesiumpulver	Gefahr 	H260, H250	P210, P223, P232, P280, P370 + P378, P402 + P404

TRGS 500	 Schutzbrille	 Schutzhandschuhe	 Abzug	 geschlossenes System	 Lüftungsmaßnahmen	 Brandschutzmaßnahmen	weitere Maßnahmen
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Entsorgung der Abfälle:

Alle Feststoffe werden in der Abfalltonne am Waschbecken entsorgt und die flüssigen Abfälle in die dafür gekennzeichneten Behälter am Waschbecken oder im mittleren Abzug.



4.1 Materialien und Durchführung

Materialien:

Eisenpulver, Aluminiumpulver, Kupferpulver, Zinkpulver, Magnesiumpulver, Gasbrenner, Streichhölzer/Feuerzeug, Stativmaterial, Glastrichter, Papiertuch

Durchführung:

1. Befestigt den Gasbrenner waagrecht unten an einem Stativ.
2. Befestigt am selben Stativ einen Glastrichter so, dass sich das Ende des Glasrohrs knapp über der Gasbrennerflamme befindet.
3. Gebt eine Spatelspitze (nicht mehr!) des Eisenpulvers in den Trichter, sodass es durch das Glasrohr in die Flamme rieselt.
4. Wischt den Spatel sorgfältig mit einem Papiertuch ab. Wiederholt den Versuch dann nacheinander mit den restlichen Metallpulvern.

Achtung: Magnesium brennt sehr hell, nicht direkt in die Flamme schauen!

Hier ist Platz für deine Skizze des Versuchaufbaus:

4.2 Beobachtungen

Notiert eure Beobachtungen in der folgenden Tabelle:

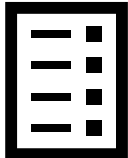

Metall	Leuchterscheinung (Farbe und Helligkeit)
Eisen	
Aluminium	
Kupfer	
Zink	
Magnesium	

4.3 Auswertung

1. Ordnet die untersuchten Metalle nach zunehmender Heftigkeit der Reaktion und vervollständigt die Reaktionsgleichungen.

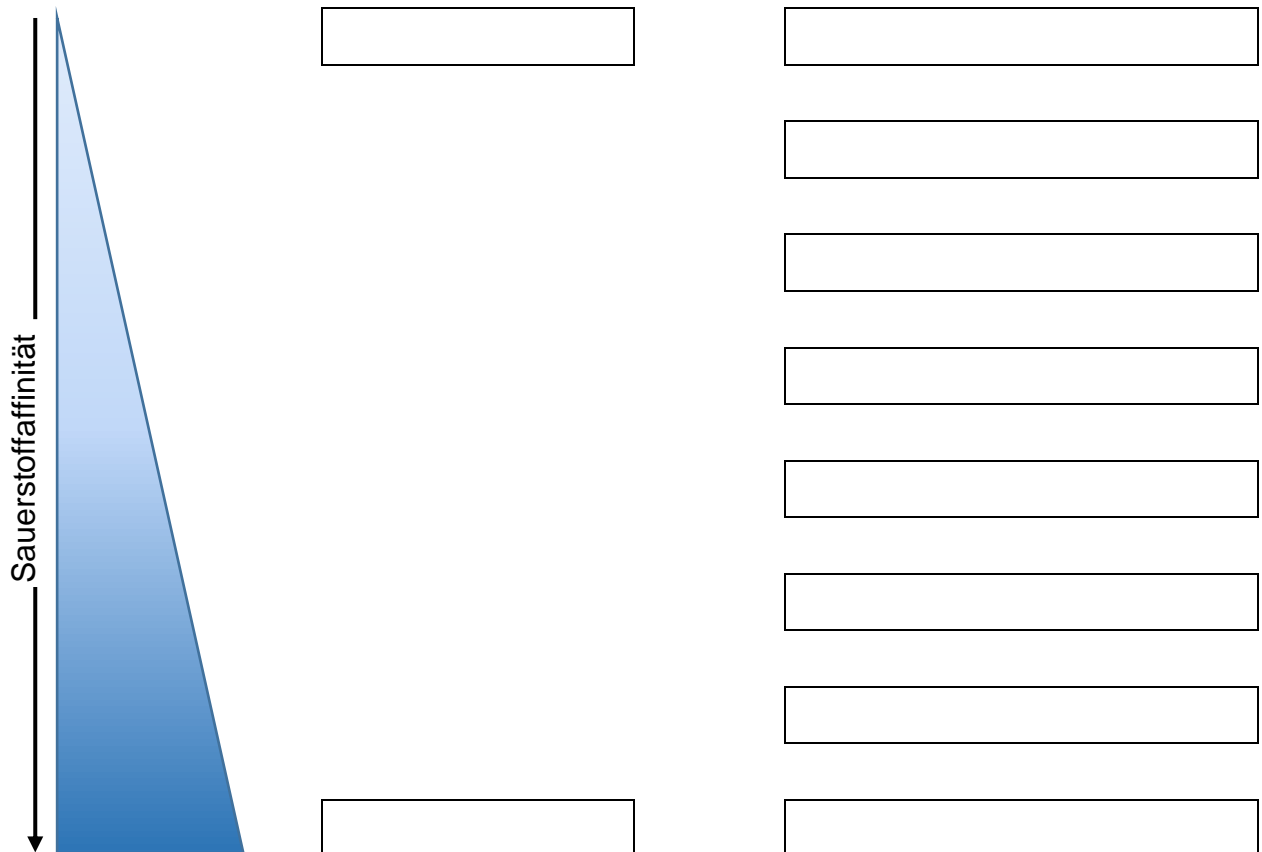



		+ Sauerstoff	→	
		+ Sauerstoff	→	
		+ Sauerstoff	→	
		+ Sauerstoff	→	
		+ Sauerstoff	→	

	<p>Online-Version (h5p)</p>	
---	-----------------------------	---

2. Tragt die Begriffe in das Schema ein. Die Metalle sollen nach steigender Sauerstoffaffinität (= Neigung mit Sauerstoff zu reagieren) geordnet werden. Nutzt dabei auch Alltagserfahrungen.









*edel – unedel – Eisen – Zink – Kupfer – Gold – Platin –
Magnesium – Silber – Aluminium*









	<p>Online-Version (h5p)</p>	
---	-----------------------------	---

5 Experimentelle Ermittlung einer Redoxreihe - Wer reduziert wen?¹

Metalle reagieren mit Sauerstoff zu Metalloxiden. Aber lässt sich diese Reaktion auch wieder rückgängig machen? Findet es in diesem Versuch heraus.

(Gefahr)-Stoff	Piktogramme	H-/EUH-Sätze	P-Sätze
rotes Eisenoxid (Fe ₂ O ₃)	Achtung 	H315, H319, H335	P261, P305 + P351 + P338
schwarzes Kupferoxid (CuO)	Achtung  	H302, H410	P273, P301 + P312
Zinkoxid	Achtung 	H410	P273
Magnesiumoxid	kein Gefahrstoff nach GHS	—	—
Eisenpulver (Ferrum reductum)	Achtung 	H228	P280
Kupferpulver	Achtung 	H228	P280
Zinkpulver (stabilisiert)	Achtung 	H410	P260, P273
Magnesiumpulver	Gefahr 	H260, H250	P210, P223, P232, P280, P370 + P378, P402 + P404

TRGS 500	 Schutzbrille	 Schutzhandschuhe	 Abzug	 geschlossenes System	 Lüftungsmaßnahmen	 Brandschutzmaßnahmen	weitere Maßnahmen
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

¹ Verändert nach: Schroedel; Chemie heute, SI – Gesamtband 2013

Entsorgung der Abfälle:

Alle Feststoffe werden in der Abfalltonne am Waschbecken entsorgt und die flüssigen Abfälle in die dafür gekennzeichneten Behälter am Waschbecken oder im mittleren Abzug.



5.1 Materialien und Durchführung

Materialien:

Gasbrenner, Reagenzgläser (RG), Reagenzglasgestell, Reagenzklammer, Stativmaterial, rotes Eisenoxid (Fe_2O_3), Kupferoxid (CuO), Zinkoxid (ZnO), Magnesiumoxid (MgO), Eisenpulver (Fe), Kupferpulver (Cu), Zinkpulver (Zn), Magnesiumpulver (Mg)

Durchführung:

1. Füllt jeweils eine Spatelspitze eines Metalloxids in ein trockenes Reagenzglas und gibt eine Spatelspitze eines Metallpulvers dazu.
2. Schüttelt das Reagenzglas vorsichtig, um alles gut zu vermischen.
3. Das Reagenzglas wird dann an einem Stativ befestigt und dann vorsichtig mit der rauschenden Brennerflamme erhitzt.

Versuchsskizze:

5.2 Beobachtungen

Tragt hier die Ergebnisse ein:

	Mg	Zn	Fe	Cu
MgO	/			
ZnO		/		
Fe ₂ O ₃			/	
CuO				/

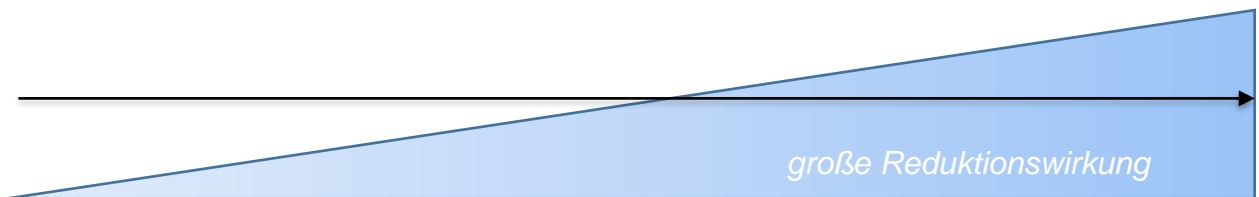
+ Reaktion - keine Reaktion

5.3 Auswertung

1. Stellt die Reaktionsgleichungen für jede beobachtete Reaktion auf.

2. Ordnet die Metalle nach steigender Reduktionswirkung.

kleine Reduktionswirkung



3. Vervollständigt den Lückentext:

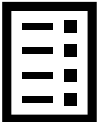

Je weiter rechts ein Metall steht, umso schlechter wirkt dessen Oxid als

_____mittel. Je weiter links ein Metall steht, umso stärker wirkt dessen

Oxide als _____mittel.

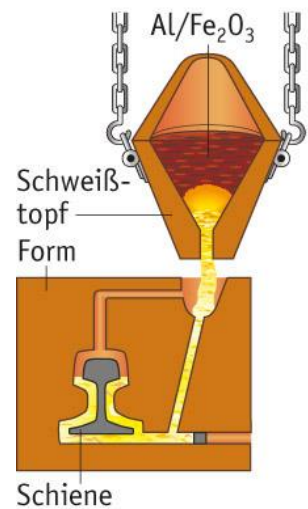
Also gilt: Je schwächer die _____wirkung eines Metalls ist, umso stärker ist

die _____wirkung des jeweiligen Oxids.

	<p>Online-Version (h5p)</p>	
---	-----------------------------	---

5.3.1 Redoxreaktionen in der Technik – Das Thermitverfahren

In der Technik nutzt man die Redoxreaktion von Aluminium mit Eisenoxid zum Verschweißen von Schienen. Hierzu füllt man das Thermitgemisch, eine Mischung aus Aluminiumgrieß und Eisenoxid, in ein feuerfestes Gefäß und zündet es mithilfe eines Zündstabes. Bei der Reaktion entsteht unter anderem flüssiges Eisen, welches aus dem Gefäß in die um die Schienen gelegte Form läuft.



Quelle: Schroedel-Chemie heute Sek11

	<p>Thermitschweißen (YouTube-Video)</p>	
	<p>Thermitschweißen Animation (YouTube-Video)</p>	

5.3.2 Durchführung

Raum für eine Skizze des Demoversuchs

5.3.3 Beobachtungen

5.3.4 Auswertung

Erstelle die Reaktionsgleichung. Kennzeichne das Oxidations- bzw. das Reduktionsmittel und den Vorgang der Oxidation und Reduktion.



6 Der Schatz im Handy- Urban Mining

In einem Mobiltelefon stecken mehr als 60 verschiedene Stoffe, darunter rund 30 Metalle. Kupfer macht den größten Teil aus, aber auch Edelmetalle sind darunter: Die 1,5 Milliarden Handys, die 2010 weltweit verkauft wurden, enthalten zusammen etwa 14 Tonnen Palladium, 36 Tonnen Gold und 375 Tonnen Silber – wertvolle Rohstoffe, die überwiegend in Schwellen- und Entwicklungsländern wie China, Kongo und Südafrika abgebaut werden. Sowohl der Bau als auch der Betrieb der Minen sind umweltschädlich. Wälder werden gerodet und viele Tonnen Gestein gesprengt, um an die Metalle zu gelangen. Um Edelmetalle aus Gestein zu lösen, werden giftige Chemikalien verwendet, die in Flüsse und Meere gelangen können. Die Industrieanlagen, in denen die Rohstoffe aufbereitet werden, benötigen eine Menge Energie. Schließlich verbraucht auch der Transport der gewonnenen Rohstoffe per Schiff und LKW-Treibstoff – und damit die knappe Ressource Öl.



"Dieses Foto" von Unbekannter Autor ist lizenziert gemäß [CC BY-SA](#)

Idealerweise werden kaputte Geräte recycelt und ein Teil der darin enthaltenen Metalle in den Rohstoffkreislauf zurückgeführt. Man nennt diese Art von Rohstoffabbau „Urban Mining“ (Bergbau im städtischen Bereich). Alles in allem entlastet Recycling zwar die Umwelt, doch als „geschenkt“ kann man die so (wieder)gewonnenen Stoffe nicht bezeichnen. Denn auch Recycling kostet Energie und verbraucht somit Rohstoffe.

Nahezu jeder Jugendliche in Deutschland über 12 Jahren hat derzeit ein Handy, davon sind über 70 % Smartphones. Auch Laptops sind weit verbreitet. Etwa 80 % der Jugendlichen haben im Durchschnitt einen eigenen Laptop bzw. Computer [9]. Nach Angaben von Statista wurden in Deutschland 2013 mehr als 25 Millionen neue Handys gekauft, davon allein über 21 Millionen Smartphones. Die alten Modelle verschwinden größtenteils ganz einfach in der Schublade. Mittlerweile schlummern rund 83 Millionen gebrauchte Handys ungenutzt in deutschen Haushalten. Die Bestandteile eines normalen

Handys könnten dabei bis zu 80 % recycelt werden. Somit liegt ein nicht unerheblicher Schatz an Wertstoffen in den Schubladen unserer Haushalte.

Ein Handy enthält im Schnitt:

Element	Massenanteil [%]	Element	Massenanteil [%]
Kupfer (Cu)	15	Silber (Ag)	~ 0,5
Silicium (Si)	8 normales Handy	Gold (Au)	~ 0,1
	15 Smartphone	Beryllium (Be)	0,016
Aluminium (Al)	~ 6	Tantal (Ta)	0,004
Cobalt (Co)	4	Platin (Pt)	0,004
Lithium (Li)	3,5	Indium (In)	0,002
Eisen (Fe)	3	Gallium (Ga)	0,0013

Quelle: [https://www.chemiedidaktik.uni-](https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf)

[hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf](https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf)

Aufgaben:

1. Berechne die in den rund 83 Millionen Althandys enthaltenen Massen an Wertstoffen. Gehe dabei von einer durchschnittlichen Masse von 75 g pro Handy aus.
2. Die meisten Tageszeitungen berichten auf ihrer Börsenseite regelmäßig über die Preisentwicklung bei Edelmetallen und Nichteisenmetallen. Ermittle die aktuellen Wertstoffpreise und berechne, welcher Wert sich hinter den Althandys in Deutschland verbirgt. Recherchiere im Internet unter www.onvista.de.

Weitere Infos dazu findest du hier:

[https://www.planet-](https://www.planet-wissen.de/technik/werkstoffe/metallrohstoffe/pwieroehstoffelektroschrott100.html)

[wissen.de/technik/werkstoffe/metallrohstoffe/pwieroehstoffelektroschrott100.html](https://www.planet-wissen.de/technik/werkstoffe/metallrohstoffe/pwieroehstoffelektroschrott100.html)

[https://www.planet-](https://www.planet-wissen.de/technik/werkstoffe/metallrohstoffe/pwiemetallrohstoffeimalltag100.html)

[wissen.de/technik/werkstoffe/metallrohstoffe/pwiemetallrohstoffeimalltag100.html](https://www.planet-wissen.de/technik/werkstoffe/metallrohstoffe/pwiemetallrohstoffeimalltag100.html)

<https://www.planet-wissen.de/kultur/afrika/ghana/pwiegiftigerelektromuell100.html>

1. Erläutere an einem Beispiel den Begriff Redoxreaktion.

2. Silberoxid (Ag_2O) reagiert mit Zink und mit Aluminium

- a) Stelle die jeweilige Reaktionsgleichung auf .
- b) Ordne die Begriffe Oxidation, Reduktion, Oxidationsmittel und Reduktionsmittel zu.

3. Um Zinkoxid zu Zink zu reduzieren, stehen die Metalle Magnesium und Eisen zur Verfügung.

- a) Begründe, welches Metall sich dafür eignet.
- b) Formuliere die Reaktionsgleichung.

4. Überprüfe die Richtigkeit der folgenden Aussagen und begründe deine Entscheidung:

- a. Ein Reduktionsmittel gibt den Sauerstoff ab.
- b. Aluminiumoxid weist eine starke Oxidationswirkung gegenüber Blei auf.
- c. Quecksilber hat eine schwächere Reduktionswirkung als Kupfer.

Hier findest du auch noch ein Miro Board über den gesamten Themenkomplex Redoxreaktionen, Metallgewinnung, Verarbeitung und Verwendung.

