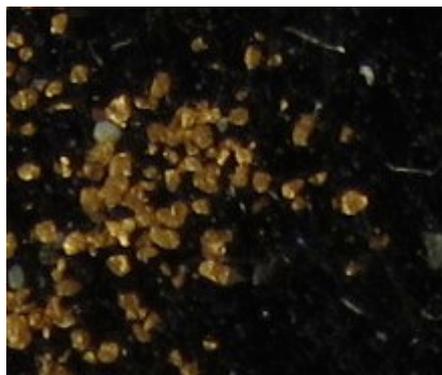


GOLD



Goldflitter vom Rhein

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs-niveau	Durchführungs-niveau	Vorbereitung Durchführung
Sek I und Sek II	Alchemie Elektrochemie Evtl Legierungen Goldwaschen	Kupfer-Silber-Gold Galvanische Zellen Halbzellen Waschrinne	●-●●	■ ■	z.T.Einfach Praktisch aber Sorgfalt erforderlich

Autor: Dr. Karlheinz Brüning

1. Einleitung

GOLD - dieses Wort hat schon immer Anziehungskraft ausgeübt, Enthusiasmus und Neugier (auch wissenschaftliche) hervorgerufen aber auch Schwindeleien & Betrügereien provoziert.

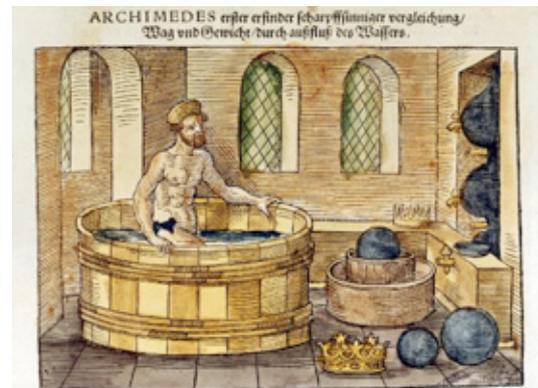
Der Goldene Hut von Schifferstadt wird 1835 entdeckt. Er stammt aus der Bronzezeit. Gold als Zeichen der Würde für den Träger aber auch als Auszeichnung für die Kunstfertigkeit der Goldschmiedemeister.



Archimedes (287 - 212 v. Chr.) konnte den Schwindel um die Goldkrone des Herrschers Hieron II. über die Bestimmung des spezifischen Gewichtes von Gold aufdecken; siehe dazu auch Newsletter Conatex Physik.

Alchemisten des Mittelalters wurden gedrängt durch die Geldnöte vieler Burgherren unter Einsatz ihres eigenen Lebens gezwungen, aus unedlen Metallen mithilfe fragwürdiger Methoden (Stein der Weisen) Gold herzustellen.

Im 16. Jahrhundert kommt das Danziger Goldwasser aus unbekanntem Gründen auf den Markt; vielleicht infolge der Suche nach einem Mittel den Menschen zu veredeln. Es wird ein Allheilmittel für alle Krankheiten (PANACEA) angestrebt.



Der Goldrush zum Klondike River in Amerika/Kanada löste eine Art Völkerwanderung aus; ganze Familien verließen die Elendsviertel, die das industrielle Zeitalter geschaffen hatte und suchten auch durch Auswanderung in die Neue Welt ihr Glück beim Goldschürfen und Goldwaschen



Im 19. Jahrhundert wird das Märchen vom Goldesel (Tischlein deck Dich, Esel streck dich, Knüppel aus dem Sack) Teil des deutschen Märchenschatzes.



Ab 1919 suchte Nobelpreisträger Fritz Haber (HABER - BOSCH - Verfahren) sechs Jahre lang nach Gold im Ozeanwasser um "seinem Deutschland" aus den Nöten der Reparationszahlungen des 1. Weltkrieges zu helfen. Die ursprünglich versprochenen Goldkonzentrationen im Meerwasser stellten sich dann als zu gering und die Förderung damit als unprofitabel heraus.



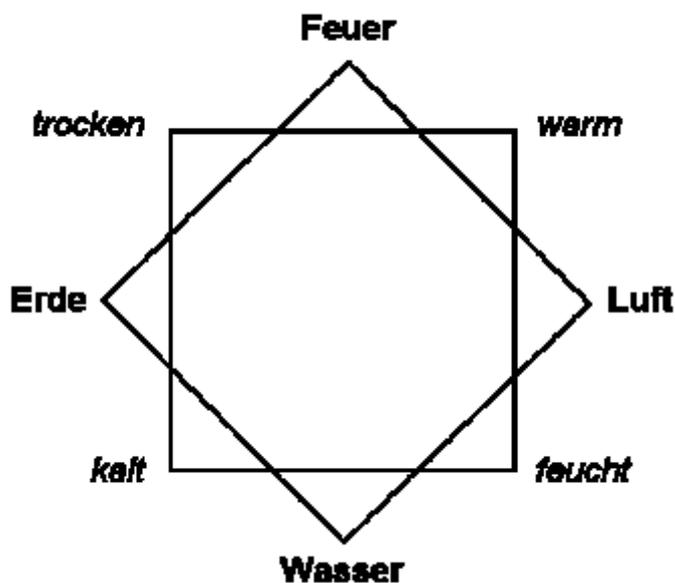
- Seite 3 -

Bis in die heutigen Tage ist Gold das Metall, dessen Wert in wirtschaftlichen Krisenzeiten steigt (Krisenwährung!)

2. Didaktik und Methodik

Ein Blick in die Chemieschulbücher macht deutlich: Alchemie scheint ein Stiefkind im Chemieunterricht zu sein. Natürlich ist die Chemie/Alchemie in ihren Anfängen zunächst eher eine Philosophie als eine Naturwissenschaft, mit dem Ziel den Menschen zu verbessern. Schon immer aber hat die Alchemie auch experimentelle Inhalte und Ziele, aus denen heraus sich die Grundlagen der modernen Chemie entwickeln. Die Alchemie als "Baby der Chemiewissenschaft", wie ich sie immer gerne bezeichnet habe, bildet nicht notwendigerweise einen geschichtlichen Einstieg in den Chemieunterricht. Man kann hier aber mit Kurzreferaten Schüler motivieren sich der Thematik zu nähern. Einen Kurzaufriß der Alchemie versuche ich hier wiederzugeben, so wie ich ihn auch meinen Schülern in Referaten angeboten habe. Den methodischen und didaktischen Fähigkeiten der jeweiligen Lehrperson bleibt es überlassen, diese Vorschläge entsprechend umzusetzen:

- Die aristotelische Einteilung der Materie (Referat 1) erfolgt in vier Elemente (Vier - Elemente - Lehre): Feuer - Wasser - Luft - Erde die durch die vier Prinzipien : trocken - feucht - kalt - warm verbunden oder voneinander getrennt sind (siehe Abbildung)



- Hippokrates (ca 400 v.Chr.) ergänzt durch die Vier-Säfte-Lehre (Referat 2):
Luft entspricht Blut (sanguis), Feuer entspricht gelber Galle (cholera)
Erde entspricht schwarzer Galle (melancholia); Wasser entspricht Schleim (phlegma).

- Ein (nicht gesicherter) Schabir ibn Hayyan erweitert im 8. Jht. die aristotelische Lehre um die Stoffe Quecksilber und Schwefel (3.Referat). Schwefel als das brennbare Prinzip ist warm und trocken und repräsentiert die Elemente Feuer und Luft, Quecksilber ist kalt und feucht und repräsentiert als schmelzbares Prinzip die Elemente Wasser und Erde.

- Alle Metalle entstehen durch Vereinigung von Schwefel und Quecksilber in ungleicher Zusammensetzung und ergeben dadurch unedle oder edle Elemente ungleicher Eigenschaften. Durch einen anschließenden Reifungsprozess können aus unedlen Metallen edle Metalle werden. Diesen Reifungsprozess kann man im Labor auch unter Verwendung des Steins des Weisen (Lapis philosophorum) beschleunigen (4.Referat).

- Dieser Stein der Weisen ist eine Substanz, die die Verwandlung (Transmutation) am schnellsten bewirkt (5.Referat: Katalysator) und die größte Ausbeute bewirkt (6.Referat: Gleichgewichtsverschiebung). Keiner der Alchemisten schien den Stein der Weisen zu besitzen, kannte aber einen Besitzer und konnte die Eigenschaften des Steins angeben: "fest, rot, schmelzbar aber feuerbeständig, nicht verdampfbar, kompakt oder pulvrig mit hoher Dichte " (siehe Suhr 2006).
- Wichtige Erkenntnisse der Alchemisten für die experimentelle Chemie sind die noch heute gültigen Arbeitsweisen (mehrere Referate evtl. mit Schülerexperimenten) wie: Destillation, Dekantieren, Filtration, Sublimation, Calcination (meist Oxidation; Rösten, Brennen, Glühen), Lösen, Verwesung (Putrifaction), Ausfällen, Auftrennen, Reinigen, Extraktion, Fermentation etc.
- die Entwicklung verschiedener Wärmequellen (Referat), Mistbad, Wasserbad (Balneum maris), Sand - oder Aschebäder, Ölbad, direkte Flamme mit oder ohne Blasebalg.
- die Entwicklung einer Vielzahl von Arbeitsgeräten die leicht verändert auch heute noch im chemischen Labor zu finden sind: z.B. Ambix und Cucurbit, Alembik, Caput mauri, Kühlfass (Referat möglich)

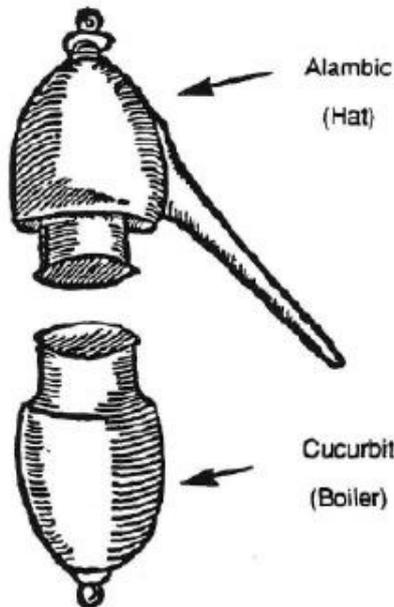
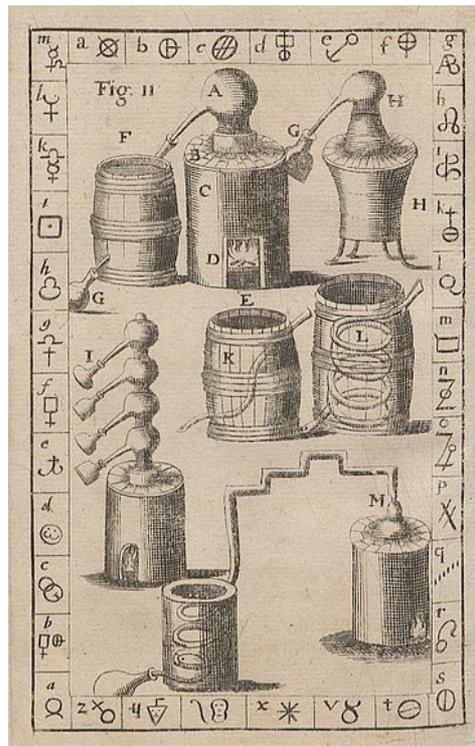


Fig. 2. Later distillation equipment.



Es bietet sich mit diesem Newsletter eine Möglichkeit, in den Chemieunterricht auf eine andere Art einzusteigen. Zum Einen kann die undifferenzierte Sicht auf die Alchemie revidiert werden, in dem die Erkenntnisse der Alchemisten z.B. zu Stofftrennungen anhand alter Abbildungen aufgezeigt und mit neuen Apparaturen verglichen werden können. Zum Anderen kann auf subtile Art die Verführungskunst der Chemie (die Zauberkunststücke) vorgeführt werden.

Dazu will der Newsletter nur Anstöße geben. Er ist kein Vorschlag für eine ganze Unterrichtseinheit. Zumindest ist er als solcher nicht konzipiert. Der Autor wünscht sich, dass seine Vorschläge zur didaktischen und methodischen Grundlage des eigenen wie auch des fächerübergreifenden und des fächerverbindenden Unterrichtes werden sollten.

So kann man außer den Vorschlägen mit fachlicher Relevanz:

- Einstieg in den Chemieunterricht der SEK I
(Staunen hervorrufen, Motivation wecken);
- Einstieg in die Elektrochemie der SEK II
(Spannungsreihe Zn - Cu - Ag; Potentialdifferenzmessung)
- Goldwaschen sowohl in SEK I wie in SEK II

(freiwillige Einheit LEGIERUNGEN (Versuche von Schülern, Internetrecherche))

- Seite 6 -

folgende zusätzlichen lernpsychologischen Aspekte auch mit außerunterrichtlicher Relevanz im Hinterkopf haben:

- eine AG Goldsuche in Gewässern der Umgebung
- eine evtl. fächerverbindende Auftragsvergabe zur Herstellung der Materialien für das Goldwaschen in Gewässern
- ein Schülerkennenlernwochenende mit Goldsuchen
- ein Schülerausflug Goldsuchen
- ein Wandertag mit Schülern: Goldsuchen
- ein Wandertag mit Lehrern :Goldsuchen
- ein Projekt in einer Projektwoche
- die Chemie macht mal eine Ausstellung
- die Chemie kommt mal zu einem Homepage - Auftritt der Schule

Persönliche Anmerkung: Ich habe einige meiner Kollegen zu einer kleinen Abschiedsvorlesung in Chemie eingeladen, in der ich die Geschichte der Alchemie/Chemie mit der "Goldherstellung" nach dem Prinzip der mittelalterlichen Goldmacher dargestellt habe.

Die fächerübergreifenden Aspekte, Projekte und Arbeiten kann der Chemielehrer alleine (normalerweise) nicht leisten. Absprachen mit den Kollegen sind daher nötig. Im Deutschunterricht bieten sich an Goethes Faust oder die Wahlverwandtschaften oder Paulo Coelho: Der Alchimist; im Fach Englisch evtl. Jack Londons: Goldsucher mit Kapitel: Die Goldschlucht; im Heimatkundeunterricht könnte es um Burgen gehen, deren Unterhalt Geld - viel Geld - kostet, oder um Bäche, die vielleicht Gold führen könnten. Im Naturphänomene- Unterricht könnte es sich um Stofftrennungsmethoden drehen; im Geografieunterricht könnte es heimatbezogen um den Rhein mit Rheingold oder den Silberbergbau gehen, die Musik könnte Richard Wagners Rheingold beisteuern aber auch den Piccolomarsch "Rhygold" von R. Juen zur Basler Fasnacht; in der Geschichte (amerikanische Geschichte) bietet sich der Goldrush in Kalifornien an, der ja auch ein europäisches Geschichtskapitel ist oder Mittelamerika mit Spanien, Kolumbus, Azteken und/oder Inkas. Bildende Künste braucht man beim Thema Gold nicht anzuregen; wenn doch: Blattgold in der mittelalterlichen Tafelmalerei bis hin zu Gustav Klimt. Die Physik könnte mit dem Archimedesprinzip dabei sein, die Mathematik mit dem Goldkurs, dem Rauminhalt allen bisher geförderten Goldes ca 80000 t, die Religion mit dem Goldenen Kalb der Sport mit den Medaillen, die Biologie könnte sich mit dem Aurum potabile und dem Aurum in der Homöopathie auseinandersetzen, in Latein gibt es sicher einen mittelalterlichen lateinischen Text und so weiter.

Persönliche Anmerkung des Autors: Ich hatte das große Glück, mit Herrn Werner Störk aus Müllheim bei Freiburg in einer Mikrofotografie - Fortbildung zusammen zu treffen, der mit seiner AG Minifossils das Thema Gold schon lange bearbeitete. Mit ihm und meinen damaligen Chemie - 13ern habe ich bei Efringen - Kirchen im Rhein erfolgreich Gold gewaschen. Gerne verweise ich hier auf eine ganze Reihe von

Internetauftritten dieser Gruppe (z.B. <http://minifossi.pcom.de/rheingld.htm>) in der man auch interessante weitere Hinweise zu diesem Thema findet, die den Rahmen dieses Newsletters aber sprengen würden.

3. Versuchsdurchführungen und Auswertung

Versuch 1: " Kupfer - Silber - Gold" (Die alchemistische Goldmacherei)

Dieser Versuch sollte möglichst wirklichkeitsnah durchgeführt werden. Dazu bedarf es massiver Kupfermünzen. Dazu eignen sich die 2 Pfennig Cu - Münzen von Deutschland von 1950 - 1968 (Schön,G. 2009)



die 1 Cent Münzen der USA bis 1981 (Information Internet)



und die 1 Penny-Münzen aus Großbritannien (Information Internet)



Es geht auch mit 1 und 5 - Eurocentmünzen (Internet: Prof.Blume Tipp Nov.1998), das habe ausprobiert.

In meinen Münzresten aus ehemaligen Urlauben fand ich Italienische Telefonmünzen oder ein besonders großes 10 Cent - Stück aus Kenia.

Auch damit war meine "Silber - und Goldmacherei" erfolgreich.

Eine mögliche Alternative (Notlösung) ist eine Kupferfolie aus der man mit einem Loch Eisen (siehe Abb.)



Pseudomünzen ausstanzt. Es geht natürlich auch, aber eben wirklichkeitsferner, mit Kupferstreifen, die man mit der Schere schneidet. Immer sollte ein Vergleichsstück zur Verfügung gehalten werden.

Vorarbeit: Die Kupfer-Münze sollte mit Alkohol oder Aceton entfettet werden. Dann in konz. Salzsäure tauchen um die Kupferoxidreste zu entfernen. Wenn die Münze jetzt metallisch nach Kupfer glänzt spült man mit Aqua dem. ab, trocknet und poliert ein wenig nach.



In der Chemikaliensammlung sollte gröberes Zinkpulver vorhanden sein. Mit Zinkstaub muss man einen Vorversuch starten der u. U. schief geht, weil der Staub durchoxidiert sein kann und damit die Reaktion be(ver-)hindert. Mit Zinkgranalien (klein) geht es auch.

Das Zinkpulver könnte man als Staubprobe vom Stein der Weisen bezeichnen. (siehe auch Nickel, H.2001)

Material:

Dreifuß, Drahtnetz, 100ml Becherglas, konz. Natronlauge, ein Teelöffel Zinkpulver oder kleine Zinkkörner = Staubprobe

Stein der Weisen), Siedsteinchen

Wenn das Gemisch gesiedet hat (mit Glasstab rühren) (Achtung: Schutzbrille! Lehrerversuch) kann man mit einer Tiegelzange eine glänzende Münze entnehmen. Sie wird unter fließendem Wasser gespült und mit einem trockenen Tuch abgewischt und poliert.

Versuchsbeobachtung:

Die Münze ist silbern. Demonstration mit Vergleichsmünze.

Wenn man diese Münze nun an den Schmalseiten mit der Tiegelzange fasst und durch die entleuchtete heiße Brennerflamme zieht (evtl mehrmals; ausprobieren!!) dann wird die silbrig glänzende Münze goldglänzend.



Kupfer

"Silber"

"Gold"

Hinweis: An den Stellen wo die Tiegelzange zupackt bleibt es meistens silberfarben, da die Temperatur hier nicht hoch genug wird.

Versuchsdeutung :

Alchemistische Deutung:

Aus Kupfer wurde durch Transmutation mit Hilfe des Steines der Weisen zunächst Silber und dann Gold.



obere Reihe: 1 Cent (Euro) mittl.Reihe: ital. Telefonmünzen untere Reihe: Kenia 10 Cent
links Kupfer rechts "Gold"

Heutige Auswertung:

Über die Beschreibung der Eigenschaften von Gold bzw. Kupfer (z.B. Internetrecherche mit anschließendem Praktikum: zu Schmelz - und Siedepunkt, Farbe, MOHS-Härte, Leitfähigkeit, Plastizität. Löslichkeit in Salzsäure und Königswasser und spezifischer Dichte kommt man schließlich zu dem Schluss dass es nur auf Grund der Dichte ($\text{Cu } 8,9 \text{ g/cm}^3$ - $\text{Au } 19,32 \text{ g/cm}^3$) kein Gold sein kann.

Eigene Messreihe (April 2012)

	Kupfer	"Silber"	"Gold"	Kupfer	"Silber "	"Gold"
1 Cent Euro	2,3 g	-	2,3 g	2,327 g	-	2,318 g
5 Cent Euro	3,9 g	-	3,9 g	3,861 g	-	3,934 g
2 DPf	3,3 g	3,3 g	3,3 g	3,311 g	3,243 g	3,255 g
ital. Tele- fonmünze	7,2 g	-	7,1 g	7,201 g	-	7,106 g

Man kann also sofort (ohne das Volumen des Plättchens oder der Münze zu kennen) durch Wägung sagen, dass sich die Dichte (bei vorausgesetzt gleichbleibendem Volumen) nicht verdoppelt (Faktor 2,17) hat. Diese Erkenntnis liefern die einfachen laborüblichen Schülerwaagen von 0,1 g Genauigkeit ; die vielleicht mögliche Wägung auf einer 1/1000 Gramm - Waage liefert keine guten Argumente (Werte s.o.), da sich

natürlich das Gewicht geringfügig verändert, aber keine sinnvolle Volumenänderung feststellbar und messbar ist .

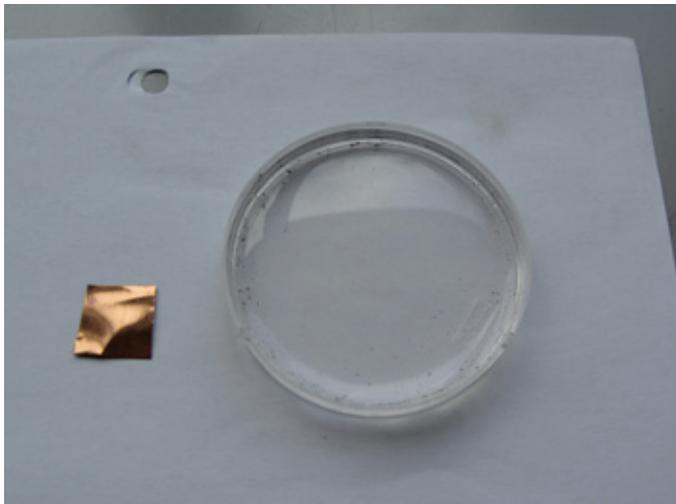
Vorbemerkung:

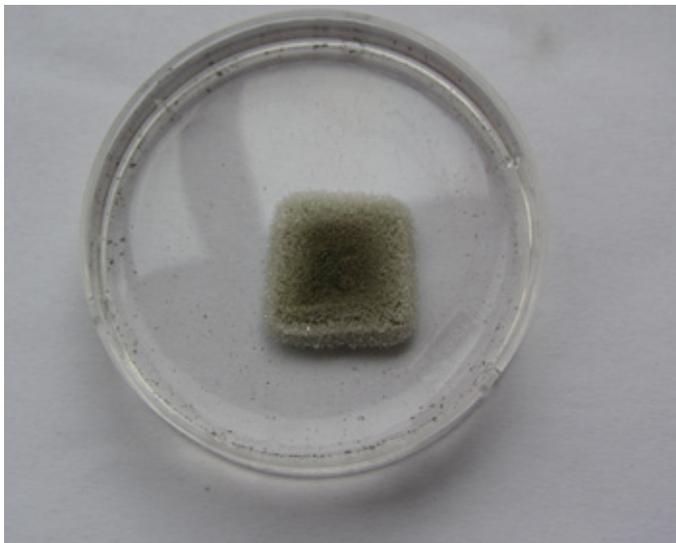
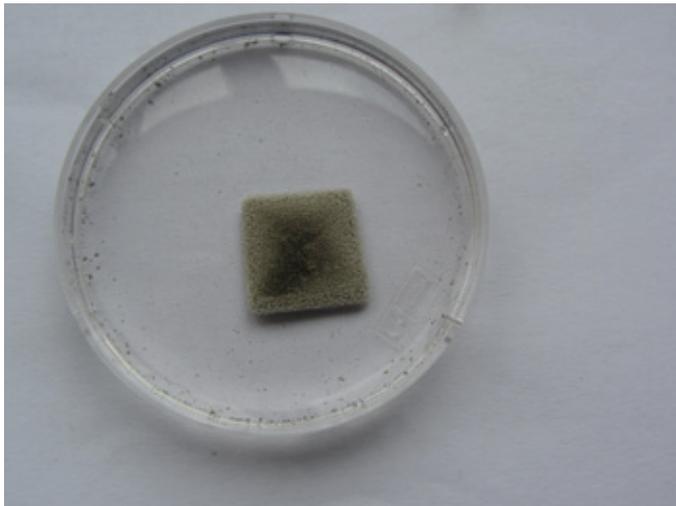
In der SEK II könnte man die Tetrade Zink/Kupfer/Silber/Gold einer Potentialdifferenzmessung zur Ermittlung der Spannungsreihe unterziehen. Leider scheitert der Versuch meist daran, dass im normalen Schulbetrieb kein Gold und keine Goldlösung zur Verfügung steht. Dennoch kann am Beispiel der Potentialmessung Cu - Zn bzw. Cu - Ag bzw Ag - Zink gezeigt werden, dass bereits der erste Schritt der Goldmacher ein Betrug war.

Die Münzen für SEK II sollten neu hergestellt werden, dazu ist der Versuch aus Klasse 8 als Wiederholung nicht redundant. Es wird wiederum ein silberfarbener Zinküberzug auf einer Kupfermünze und goldfarbenes Messing hergestellt. Der Beweis des Betruges erfolgt nun aber nicht über die Dichtebestimmung sondern über die Bestimmung der Potentialdifferenzen. Hierzu kann sehr gut auf die Probleme der Argumente in SEK I (Gewichtsveränderung, Volumenänderung??) eingegangen werden und so auch die Lehrperson erfahren, wieviel von damals "hängen geblieben" ist.

Neuer vorbereitender Versuch:

Material: kleine Petrischale, Silbernitratlösung, kleines Kupferstück





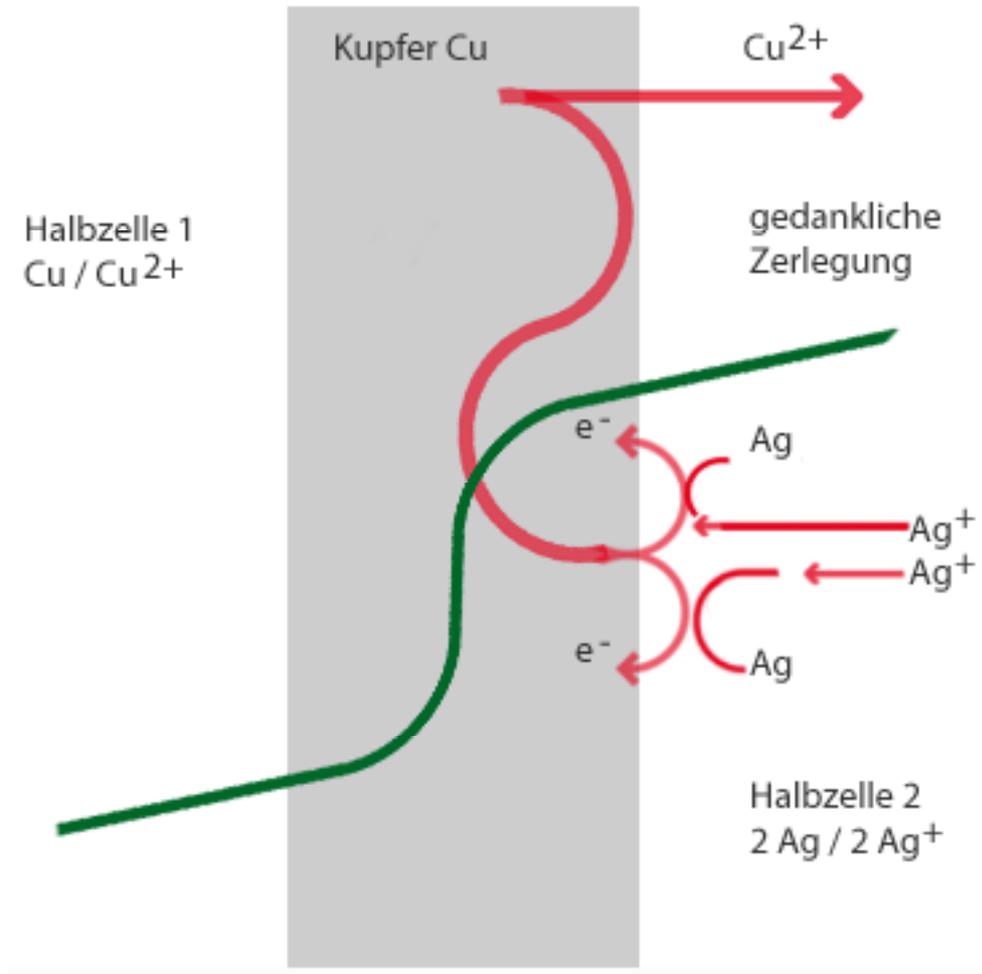
Alle Abb. privat

In eine Petrischale mit Silbernitrat (Zauberwasser!) wird ein Stück Kupfer untergetaucht eingelegt und der Versuchsablauf (ohne Erschütterung) mit bloßem Auge, unter einem Binokular oder auch nur auf dem Overhead als Klassenprojektion mit Schülerbeschreibung durchgeführt.

Die Bildung von silbrigen Kristallen am Kupferrand ist ohne Probleme erkennbar. Dieser Versuch kann als "Zauberei" auch in SEK I vorgeführt werden.

Die Bildung von Cu^{2+} - Ionen geht über den Nachweis durch die Dunkelblaufärbung von Cu^{2+} - Ionen mit NaOH (im Reagensglasversuch zeigen) (Komplexbildung nicht erwähnen; bei Nachweisversuch belassen, evtl. Hinweis auf Fehlingprobe)

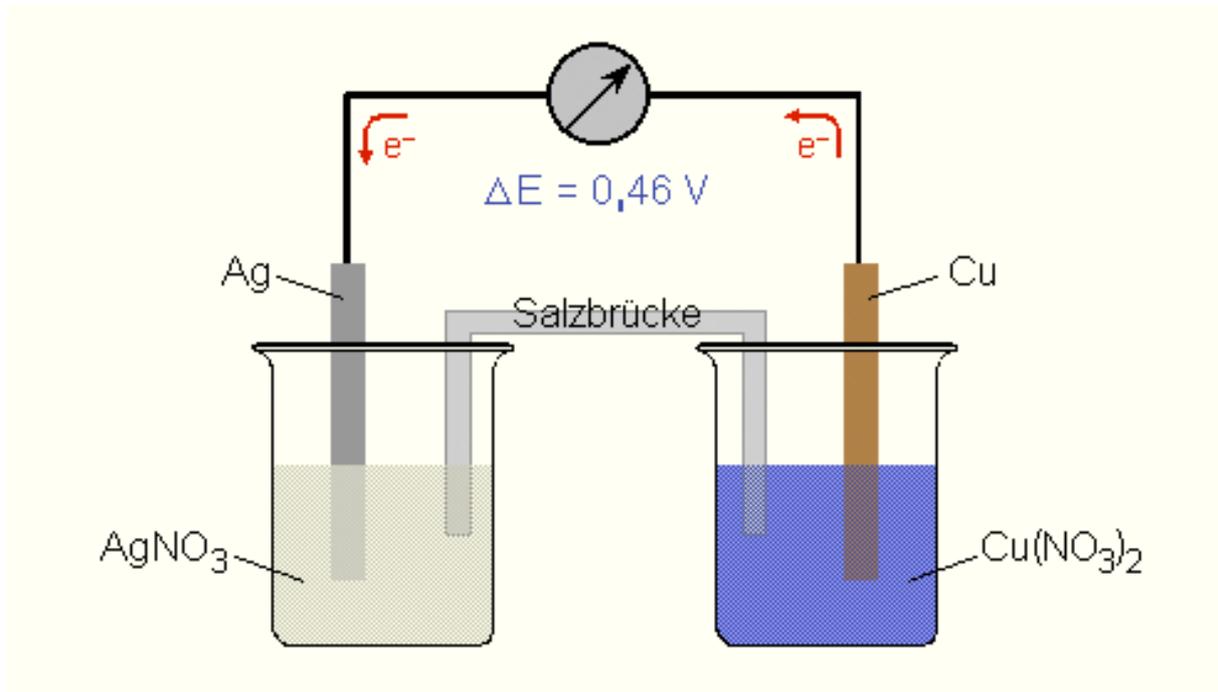
Dieser Versuch wird nun gedanklich zerlegt:



und daraus ein neuer Versuchsaufbau entwickelt: Galvanische Zelle mit den Halbzellen z.B.



Die jeweiligen Ionen-Lösungen waren 0,1M/L



Vereinfachungen:

Der Einfachheit halber werden die Halbzellen nur mit dem Metallsymbol abgekürzt und die Zahl 0 bedeutet, dass diese Halbzelle am Messgerät auf Null gelegt und die andere Halbzelle dagegen mit dem Vorzeichen + (edler) oder - (unedler) gemessen wurde.

Also:

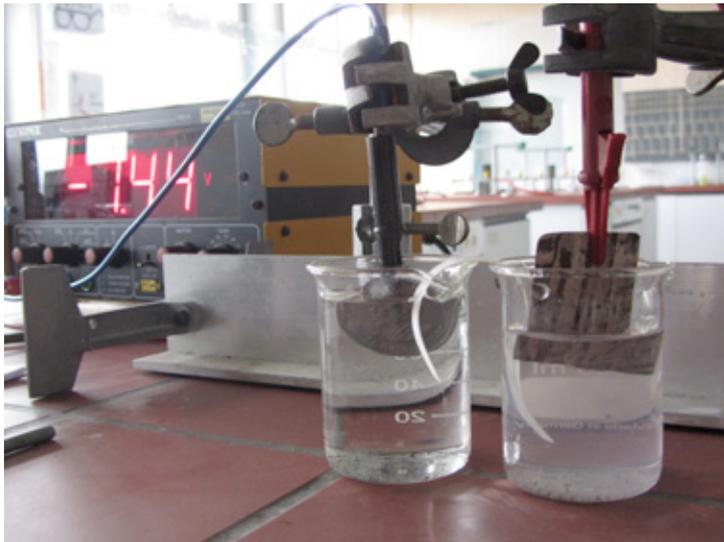
{Cu // Ag (0)} = - 0,42 V bedeutet: die Galvanische Zelle aus Cu/Cu²⁺ und Ag/Ag⁺ zeigt eine Potentialdifferenz von 0,42V wobei die Kupfer - Halbzelle die unedlere ist. Als Ionenbrücke zwischen den beiden Ionenlösungen der Halbzellen wurde Filterpapier in KNO₃ benutzt.

Das spart Platz und schafft für die Schüler mehr Übersichtlichkeit.



Die Messungen mit Kupfer, Silber und Zink wurden in zwei verschiedenen Kursen (2007 und 2008) durchgeführt. Die dritte Messreihe erfolgte durch mich (2012) sowie die einzige Messreihe mit den beiden "Silber"münzen (Kenia 10 Cent (K) und 2 DPf)

	Potential (in V)			
	2007	2008	2012	(Messjahr)
Galvani-Zelle				
{Cu(0)/ Ag}	+ 0,44	+ 0,36		
{Cu / Ag(0)}			- 0,40	
{Cu(0)/ Zn}	- 0,89	- 0,84	- 1,06	(I)
{Ag(0) / Zn}	- 1,39		- 1,46	(II)
{Ag/ Zn(0)}		+ 1,26		
{Ag(0) / "Silber"münze }			- 1,44 K	(II a)
in Zn ²⁺			- 1,38 2DPf	
{Cu (0) / "Silber"münze }			- 1,00 K	(Ia)
in Zn ²⁺			- 0,97 2DPf	



IIa

Links Keniamünze rechts Silber



Ia

links Keniamünze rechts Kupfer

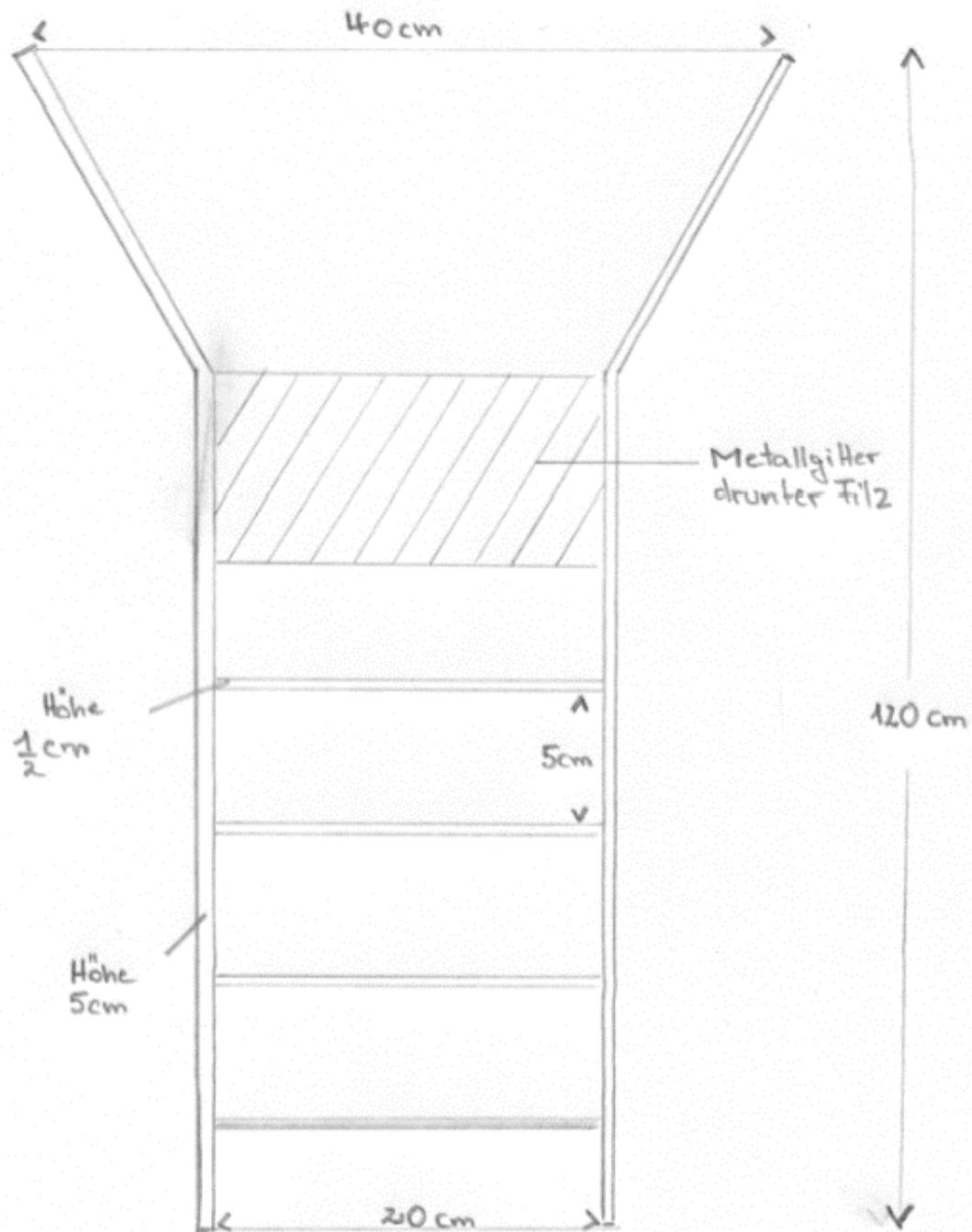
Die weitgehenden Übereinstimmungen von (I) mit (Ia) und (II) mit (IIa) können als Beweis dafür dienen, dass "Silber" kein Silber sondern Zink war. Die "Silbermünze" in die Silberlösung zu verbringen und gegen die echte Silberhalbzelle zu messen gelingt nicht. Der Silberbelag löst sich sofort ab (siehe nächste Abb. linkes Becherglas).



GOLDWASCHEN

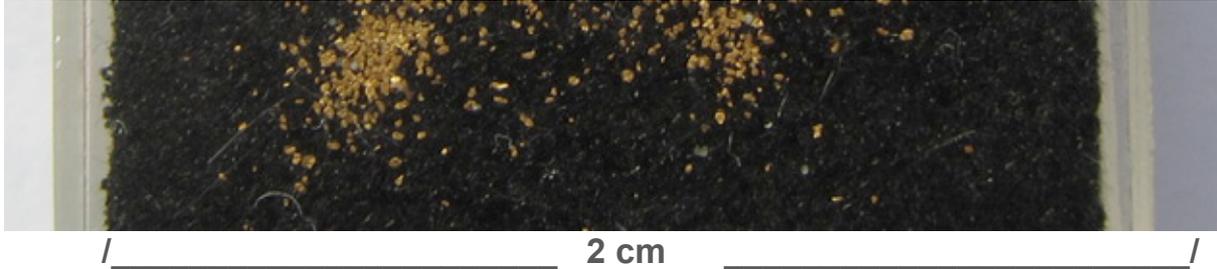
Dazu möchte ich mich kurz halten. Man braucht hohe Gummistiefel, Schaufel, Waschpfanne und Waschrinne. Die Pfannen haben wir gekauft, die Waschrinne nach folgender Anleitung aus Holz selbst ge-bau

Wenn in NWT mit Holz oder sogar Aluminium gearbeitet wird, kann man als fächerverbindende Arbeit den Bau einer Waschrinne an den Kollegen als Bitte weitergeben. Eine Angabe von Maßen finden Sie der nachstehenden Skizze:



Weitere Informationen entnehmen Sie dem Internet bei den Minifossils von Herrn Werner Störk. Edelmetall führende Bäche müssten Sie selbst ausfindig machen (was zugestandenermaßen sehr frustrierend sein kann) oder für Ihren jeweiligen Standort einfach zu recherchieren versuchen. Wir haben in Breisach den Rhein vor

Ort aber in Breisach kann man im begradigten Rhein sicher nicht erfolgreich suchen. Altrheingebiete im Bereich Efringen/Isteiner Klotz waren erfolgreicher. Dreisam und Elz waren im Bereich um Freiburg und Waldkirch auch nicht ergiebig. Dagegen war ein kleiner Bach im Simonswälder Tal ein netter Erfolg. Erwarten Sie keine Nuggets, schon kleine Flitterchen machen Lust auf mehr. Ich ermutige Sie deshalb zur Goldwaschsuche, weil es, zumal in der Gruppe, einfach Spaß macht.



Bildbreite 0,25 cm

4. Fragen

Bei Fragen und Problemen steht der Autor gerne zur Verfügung. Bitte lassen Sie diese über die Fa. CONATEX an mich weiterleiten. Ich werde so schnell wie es mir möglich ist per Email antworten um weiter zu helfen, wenn ich dies kann. Erwarten Sie aber von mir keine Hinweise auf pensionssichernde Goldadern.

5. Quellenangaben

Lange, Elisabeth: Alchemie. Nur Betrug oder Beginn der modernen Naturwissenschaften, PdN- ChiS 4/56.Jg 2007 S. 31ff.

Nickel, H.: Die erste Chemiestunde oder Gold herstellen kein Problem in MNU 54/5 S.284 ff. 2001 Dümmler, Troisdorf

Schön G. und G.Schön: Kleiner Deutscher Münzkatalog Battenberg 2009

Suhr, Dierk: Die Alchemisten. Goldmacher, Heiler, Philosophen, Thorbecke Verlag der Schwabenverlag AG, Ostfildern 2006

Störck, W. persönliche Mitteilungen und

<http://minifossi.pcom.de/rheingld.htm>

www.chemieunterricht.de/dc2/tip/11_98.htm (Prof. Blumes Tipp des Monats Nov.1998)

6. Bild-Quellenangaben

<http://www.heimatpflege-schifferstadt.de/image/goldenerhut.gif>
http://www.kinder.diplo.de/Vertretung/kinder/de/___pr/Europa/090122-Heureka.html
<http://www.spirituosen-superbillig.com/pic/2200p.jpg>
<http://dsc.discovery.com/tv/gold-rush-alaska/photos/images/klondike-01.jpg>
<http://deutschelobby.files.wordpress.com/2009/05/goldesel.jpg>
<http://www.clashofcurrencies.org/wp-content/uploads/2012/01/gold1.jpg>
<http://www.al-ambiq.com/fotos/home/alambiq.jpg>

Zum Autor:

geb. 1946, Abitur 1964, 1965 Beginn eines Studium generale am Leibniz-Kolleg Tübingen; 1970 Staatsexamen in den Hauptfächern Biologie und Chemie und anschließende Promotion in Pflanzenphysiologie an der Albert - Ludwigs - Universität in Freiburg i. Br.; 1974 - 2009 Gymnasiallehrer für Biologie und Chemie am Martin-Schongauer - Gymnasium in Breisach am Rhein; Fachberater des OSchA Freiburg für das Fach Chemie; seit 2009 im Ruhestand.