

Kupfersulfid herstellen

Roland Rytz Niklaus Hofer

16. Dezember 2012

Inhaltsverzeichnis

I. Experiment	2
1. Messwerte, Beobachtungen	2
1.1. Messwerte	2
1.2. Beobachtungen	3
2. Berechnungen	3
3. Fehlerabschätzung	5
3.1. Berechnung der Arbeitsungenauigkeit	5
3.2. Berechnung der prozentualen Abweichung vom Literaturwert	5
4. Interpretation	5
II. Theoretische Aufgaben	6
5. Kupfersulfid-Variationen	6
5.1. Vergleich der Werte	6
5.2. Vergleich des Aussehens	7
6. Aufgabe	7
7. Unterzeichnet	7

Teil I.

Experiment

1. Messwerte, Beobachtungen

1.1. Messwerte

Die Werte wurden mit einer Mettler Toledo B303-S ermittelt.

Genauigkeit der Wage: $\pm 0.002g$

Der Kupfersulfidstreifen des ersten Versuches ist zu Boden gefallen.

Genauigkeit des ersten Kupfersulfidstreifens durch Fallenlassen: $\pm 10\%$

Die Temperatur im Schulzimmer betrug ca. 19°C

Versuch	Ungenauigkeit	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4
Masse Schwefel (S)	$\pm 0.002g$	0.965g	0.960g	0.965g	1.097g
Masse Kupfer (Cu)	$\pm 0.002g$	0.286g	0.176g	0.345g	0.215g
Masse Kupfersulfid (CuS)	$\pm 0.002g$	0.302g + 10%	0.222g	0.434g	0.273g

Tabelle 1: Tabelle mit den Messwerten aus den vier Versuchen

1.2. Beobachtungen

Die ersten beiden Werkstücke sind uns leider jeweils zu Boden gefallen. Das erste davon ist dabei zerbrochen. Zwar hat Niklaus, der es fallen gelassen hat, versucht, die Bruchstücke wieder einzusammeln und auch zu wägen. Dabei ging aber mindestens eines der Stücke verloren. Dieses beträgt schätzungsweise $\frac{1}{12}$ der Masse.

Das zweite Stück ist ebenfalls zu Boden gefallen. Nach unseren Beobachtungen ging dabei aber kein Material verloren.

Beim wägen der letzten Ladung Schwefel, hatte Niklaus Probleme mit der Wage. Diese hat immer wieder andere Werte angezeigt. Wie sich herausgestellt hat, war die Wage nach dem Säubern nicht richtig zusammen gesetzt worden. Da die genaue Menge Schwefel aber nicht so wichtig ist und wir den Missstand rechtzeitig bemerkt haben, sollte das keine Rolle spielen.

Beim Erhitzen des Schwefels ist dieses braun und flüssig geworden. Anschliessen ist ein hellgelber Dampf aufgestiegen. Dieser ist im Reagenzglas langsam gestiegen. Wenn dann das Kupfer erhitzt wurde, so hat sich dieses erst schwarz verfärbt. In einigen Fällen ist das sehr schlagartig von Statten gegangen. Nach weiterem Erhitzen ist ein Glutstreifen von unten nach Oben über das Kupfer gewandert. Es hat ausgesehen als sei etwas verbrannt. Zurück geblieben ist das Kupfersulfid, eine sehr spröde, graue Masse.

Beim weiteren Erhitzen des Produktes in einem sauberen Reagenzglas, sind weitere Rückstände verdampft und das Werkstück so gesäubert worden. Seine dunkelgraue Farbe war nun besser sichtbar.

2. Berechnungen

Versuch	Masse Kupfer	1 Mol Kupfer	Kupferteilchen
1	0.284 - 0.288	63.546 g/mol	0.004532 - 0.004469 mol
2	0.174 - 0.178 g		0.002738 - 0.002801 mol
3	0.343 - 0.347 g		0.005398 - 0.005461 mol
4	0.213 - 0.217 g		0.003352 - 0.003415 mol

Tabelle 2: Berechnung der Kupferwerte

Es ist davon auszugehen, dass nach der Reaktion noch alle Kupferatome vorhanden (wenn auch in veränderter Form) sind. Dies gilt aber natürlich nicht für das Schwefel, von

dem ein Grossteil verloren gegangen ist. Folglich lässt sich die Menge Schwefel im Kupfersulfid berechnen aus der Masse des Kupfersulfides weniger der Masse des Kupfers.

Versuch	Masse Kupfersulfid	Masse Kupfer	Masse Schwefel
1	0.300 - 0.3344 g	0.284 - 0.288 g	0.012 - 0.0504 g
2	0.220 - 0.224 g	0.174 - 0.178 g	0.042 - 0.05 g
3	0.432 - 0.436 g	0.343 - 0.347 g	0.085 - 0.093 g
4	0.271 - 0.275 g	0.213 - 0.217 g	0.054 - 0.062 g

Tabelle 3: Berechnung der Masse Schefel

Nun lässt sich die Teilchenanzahl des Schwefels berechnen. Um die Zahlen klein und aussagekräftig zu halten, verwenden wir auch hier die Einheit Mol.

Versuch	Masse Schwefel	1 Mol Schwefel	Schwefelteilchen
1	0.012 - 0.0504 g	32.06 g/mol	0.000374 - 0.001572 mol
2	0.042 - 0.05 g		0.00131 - 0.00156 mol
3	0.085 - 0.093 g		0.002651 - 0.002901 mol
4	0.054 - 0.062 g		0.00168 - 0.001934 mol

Tabelle 4: Berechnung der Anzahl Schwefelteilchen

Anhand der Berechneten Teilchenzahlen von Kupfer und Schwefel im Kupfersulfid lässt sich nun das Verhältnis berechnen.

Versuch	Kupferteilchen	Schwefelteilchen	Verhältnis
1	0.004532 - 0.004469 mol	0.000374 - 0.001572 mol	2.88295 - 11.9492
2	0.002738 - 0.002801 mol	0.00131 - 0.00156 mol	1.75513 - 2.13817
3	0.005398 - 0.005461 mol	0.002651 - 0.002901 mol	1.86074 - 2.05998
4	0.003352 - 0.003415 mol	0.00168 - 0.001934 mol	1.7332 - 2.03274

Tabelle 5: Berechnung des Verhältnisses Kupfer zu Schefel

Auf Grund der starken Abweichung der Werte beim ersten Versuch, werden wir diesen Wert von nun an ausser Acht lassen.

Wir berechnen nun noch den durchschnittlichen Wert:

$$\frac{1.75513 + 2.13817}{2} = 1.94665$$

$$\frac{1.86074 + 2.05998}{2} = 1.96036$$

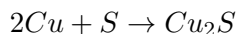
$$\frac{1.7332 + 2.03274}{2} = 1.88297$$

$$\frac{1.94665 + 1.96036 + 1.88297}{3} \approx 1.93$$

Das Verhältnis von Kupfer zu Schwefel beträgt also nahezu 2. Da 2 auch dem Literaturwert [1] entspricht, ist die Verhältnisformel:



Die Reaktionsgleichung sieht dann wie folgt aus:



3. Fehlerabschätzung

Die Werte wurden mit einer Mettler Toledo B303-S ermittelt.

Genauigkeit der Wage: $\pm 0.002\text{g}$

Der Kupfersulfidstreifen des ersten Versuches ist zu Boden gefallen.

Genauigkeit des ersten Kupfersulfidstreifens durch Fallenlassen: $\pm 10\%$

Diese Werte wurden bei den Berechnungen oben bereits berücksichtigt.

3.1. Berechnung der Arbeitsungenauigkeit

Es ist offensichtlich, dass die erste Messung durch das Fallenlassen und das Verlieren eines Stückes des Produktes erheblich an Genauigkeit verloren hat. Eigentlich hätte dieser Versuch als ungültig erklärt und wiederholt werden müssen. Dieser Wert wird deshalb hier nicht berücksichtigt.

Versuch	Verhältnis
2	1.94665
3	1.96036
4	1.88297
Durchschnitt	1.93
Arbeitsungenauigkeit	1.93 ± 0.0304
Arbeitsungenauigkeit in %	$\pm 1.57\%$

Tabelle 6: Berechnung der Arbeitsungenauigkeit

3.2. Berechnung der prozentualen Abweichung vom Literaturwert

4. Interpretation

Wie oben beschrieben, haben wir zwei visuelle Veränderungen am Kupfer bemerkt. Bei der ersten wurde lediglich die Oberfläche des Metalles schwarz. Wir gehen davon aus, dass sich in diesem Schritt bereits Eisensulfid gebildet hat indem sich die äusserste Schicht des Kupfers mit dem gasförmigen Schwefel verbunden hat, noch nicht aber der Rest des

Wert	Zahlenwert	Prozentwert
Literaturwert	2	100%
Mittelwert	1.93	96.5%
Abweichung	0.07	3.5%

Tabelle 7: Berechnung der prozentualen Abweichung von Literaturwert

Kupfers. Die äusserste Schicht des Kupfers hat also deutlich weniger Aktivierungsenergie benötigt um sich mit dem Schwefel zu verbinden. Das liegt möglicherweise an der grossen Oberfläche.

Die eigentliche Reaktion der Edukte, Schwefel und Kupfer, zu Kupfersulfid hat wohl im Punkt des Verbrennens stattgefunden. geäussert hat sich dies über den Glutstreifen, der über das Kupfer gewandert ist. Daraus lässt sich schliessen, dass es sich bei der Reaktion von Kupfer und Schwefel zu Kupfersulfid um eine exotherme Reaktion handelt.

Wie aus den Berechnungen und dem Literaturwert hervorgeht, verbinden sich jeweils zwei Kupferatome mit einem Schwefelatom.

Teil II.

Theoretische Aufgaben

5. Kupfersulfid-Variationen

Es gibt zwei verschiedene Kupfer- Schwefel-Verbindungen[3]. Neben dem von uns bestimmten Cu_2S gibt es auch noch CuS [2].

5.1. Vergleich der Werte

Name	Formel	genau	Farbe	Festigkeit	Mol
Kupfer(I)-sulfid	Cu_2S	$(Cu^+)_2S^{2-}$	dunkelgrau	spröde	159.61 g/mol
Kupfer(II)-sulfid	CuS	$Cu^{2+}S^{2-}$	schwarz	spröde	95.61 g/mol

Tabelle 8: Vergleich verschiedener Kupfersulfide

In unserem Versuch haben wir stets Cu_2S erhalten. Das wird wohl daran liegen, dass die Herstellung von CuS komplizierter ist. Wir haben ausserdem nicht genau ein Verhältnis von 2 erhalten, sondern einen Wert leicht unterhalb (1.93). Dies entspricht nur ca. 1.5%, ist aber trotzdem interessant, da der Wert in allen drei Versuchen tendenziell eher unter zwei lag. Dass das Verhältnis von Kupfer zu Schwefel niedriger ist bedeutet, dass mehr Schwefel vorhanden sein musste. Das könnte zum Beispiel daran gelegen

haben, dass das Werkstück nicht perfekt gereinigt war und noch Schwefelrückstände festgeklebt sind.

5.2. Vergleich des Aussehens

Eine weitere Frage ist die nach dem Aussehen. Kupfer(I)-sulfid wird als „blau bis grauschwarz, glänzend“ beschrieben [1]. Unsere Ergebnisse waren stets dunkelgrau und ganz und gar nicht glänzend, sondern matt. Auch das lässt sich wohl durch die Verunreinigung erklären.

6. Aufgabe

Molybdän: 4.29g

Molybdänfluorid: 9.389g

Fluor: $9.389g - 4.29g = 5.099g$

Molybdän: 95.94 g/mol

Fluor: 18.998 g/mol

$$\frac{4.29g}{95.94 \frac{g}{mol}} = 0.044715 mol \text{ Molybdän}$$

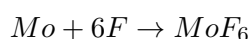
$$\frac{5.099g}{18.998 \frac{g}{mol}} = 0.268397 mol \text{ Fluor}$$

$$\frac{0.268397 mol \text{ Fluor}}{0.044715 mol \text{ Molybdän}} = 6.00233 \frac{\text{Fluor}}{\text{Molybdän}}$$

Folglich kommen auf jedes Molybdän Atom sechs Fluor Atome. Die Verhältnisformel ist demzufolge:



Die Reaktionsgleichung ist dann:



7. Unterzeichnet

Bern, 17. Dezember 2012

Niklaus Hofer

Roland Rytz

Tabellenverzeichnis

1.	Tabelle mit den Messwerten aus den vier Versuchen	3
2.	Berechnung der Kupferwerte	3
3.	Berechnung der Masse Schefel	4
4.	Berechnung der Anzahl Schwefelteilchen	4
5.	Berechnung des Verhältnisses Kupfer zu Schefel	4
6.	Berechnung der Arbeitsungenauigkeit	5
7.	Berechnung der prozentualen Abweichung von Literaturwert	6
8.	Vergleich verschiedener Kupfersulfide	6

Literatur

- [1] Institut fuer Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Kupfer(i)-sulfid — gestis-stoffdatenbank. [http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/004520.xml?f=templates\\$fn=default.htm\\$3.0](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/004520.xml?f=templates$fn=default.htm$3.0), 2012. [Online; accessed 16-Dezember-2012].
- [2] Institut fuer Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Kupfer(ii)-sulfid — gestis-stoffdatenbank. [http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/003320.xml?f=templates\\$fn=default.htm\\$3.0](http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll/gestis_de/003320.xml?f=templates$fn=default.htm$3.0), 2012. [Online; accessed 16-Dezember-2012].
- [3] Wikipedia. Kupfersulfid — Wikipedia, the free encyclopedia. <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Kupfersulfid&oldid=100040311>, 2012. [Online; accessed 16-Dezember-2012].