

**Zeitschrift:** Schweizerische Lehrerzeitung  
**Herausgeber:** Schweizerischer Lehrerverein  
**Band:** 86 (1941)  
**Heft:** 19

**Anhang:** Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, Mai 1941, Nummer 3 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles  
**Autor:** Rongger, N.

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# ERFAHRUNGEN

## IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

MITTEILUNGEN DER VEREINIGUNG SCHWEIZERISCHER NATURWISSENSCHAFTSLEHRER  
BEILAGE ZUR SCHWEIZERISCHEN LEHRERZEITUNG

MAI 1941

26. JAHRGANG • NUMMER 3

### Die Verwendung der Hornwaage bei quantitativen chemischen Schülerübungen\*

Von N. Rongger, städtisches Gymnasium, Bern.

In den früheren Aufsätzen wurde gezeigt, dass die Hornwaage bei Synthesen von Oxyden und Sulfiden genügend genaue Wägungen gibt, weil schon die Vorgänge nicht eindeutig sind, d. h. stark von der Temperatur abhängen, so dass die Versuchsfehler grösser sind als die Wägefeler.

Es sollen nun die Erfahrungen mitgeteilt werden bei Zersetzungen und Umsetzungen, welche an sich viel leichter genaue Werte ergeben. Die Auswahl an geeigneten Beispielen ist auch viel grösser. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die Reinheit der Ausgangsstoffe.

A. Thermolysen und Umsetzungen ohne direkte Bestimmung des flüchtigen Bestandteiles.

I. Wasserbestimmung in Salzhydraten.

Sie ist sehr einfach und wohl genügend bekannt. Wir verwenden Pyrex-Reagenzgläser  $16/_{160}$  mm, in welchen 5 g nicht verwiterte, aber zerkleinerte Kri-

\* Fortsetzung zu den Aufsätzen in Erf. 1938, Heft 1 und 2.

stalle abgewogen werden. In schwach geneigter Lage auf einem Drahtnetz wird der ganzen Länge nach erhitzt, bis alles Wasser verdampft ist. Die Leichtmetallsalze müssen stark erhitzt werden, um das letzte Wassermolekül auszutreiben, bei den Schwermetallen tritt leicht Spaltung des wasserfreien Salzes ein. In diesen Fällen ist es vorteilhaft, das Glas vor dem Ansetzen der Substanz wiederholt zu drehen und mit mässiger Flamme gleichmässig zu erhitzen. In 10–20 Minuten ist die Zersetzung beendet. Es darf sich im abgekühlten Teil des Glases bei weiterem Erhitzen kein Wasserbeschlag mehr bilden. Eine schwache Bräunung bei Schwermetallsalzen ist ohne Belang. Zur Kontrolle soll nach der Wägung nochmals etwa 5 Minuten erhitzt werden.

Die nachfolgenden Resultate (Tabelle) zeigen bei den verschiedenen Salzen ähnliche «Streuung». Da die Abweichungen auch bei den relativ guten Versuchen 0,05–0,10 g betragen, so ist die Genauigkeit der Hornwaage mehr als ausreichend.

II. «Flüchtiger» Schwefel im Eisenkies.

Die Bestimmung des abspaltbaren Schwefels aus Eisenkies gibt Material zur Berechnung der vielfachen Gewichtsverhältnisse. Sie schliesst sich gut an die Synthese von Schwefeleisen an, indem dann auch ver-

Wassergehalt auf 5 g Substanz.

Cu SO <sub>4</sub> 5 H <sub>2</sub> O 1,81 g	Ni SO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O 2,245 g	Fe SO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O 2,27 g	Mg SO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O 2,56 g	KAl (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> 12 H <sub>2</sub> O 2,28 g	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 10 H <sub>2</sub> O 3,15 g	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 10 H <sub>2</sub> O 2,796 g
(1,65 g) 1,70 g 1,77 g 1,78 g 1,79 g 3×1,80 g 2×1,81 g 5×1,82 g 3×1,83 g 1,84 g (1,90 g) (1,91 g)	(2,14 g) 2×2,18 g 2×2,19 g 2,20 g 2×2,23 g 2×2,24 g 2×2,26 g 2,28 g	(2,05 g) (2,11 g) 2×2,18 g 2×2,21 g 2,23 g 3×2,25 g 3×2,26 g 2×2,27 g 2,28 g 2,31 g	(2,24 g) 2,30 g 2,32 g 2,40 g 2,51 g 2,52 g 2,55 g 6×2,56 g 2×2,57 g 2,58 g	(2,07 g) 2,25 g 2×2,26 g 3×2,27 g 4×2,28 g 6×2,29 g 2,30 g 2,32 g 2,33 g 2×2,34 g	3,10 g 3×3,12 g 4×3,13 g 2×3,14 g 4×3,15 g 2×3,16 g 3,19 g 3,20 g	3×2,77 g 2,78 g 2,785 g 2×2,79 g 2,795 g 2,80 g 2,81 g
D = (1,807) = 1,811	(2,217) 2,22	(2,23) 2,24	(2,49) 2,55	(2,28) 2,29	3,145	2,786

Unter der Formel steht der theoretische Wassergehalt. Darunter sind die Versuchswerte nach ansteigendem Gewicht angeordnet, wobei gleiche Werte durch den Faktor bezeichnet werden, z. B. 3×1,80 bedeutet, dass 3 gleiche Resultate zu 1,80 g erhalten wurden.

D bedeutet den errechneten Durchschnitt, und zwar bezieht sich die eingeklammerte Zahl auf alle Versuchswerte, während die darunter stehende Zahl aus den nicht eingeklammerten

Werten berechnet ist. Die viel zu niedrigen Werte stammen von Versuchen, welche nach einmaligem Erhitzen abgebrochen wurden. Die Leichtmetallsalze und Kupfervitriol geben die zuverlässigsten Werte mit grosser Genauigkeit.

Grössere Versuchsreihen zeigen sehr schön die Art der «Streuung». Die Hauptzahl der Versuche liegt in der Nähe des theoretischen Wertes, und die groben Abweichungen sind zahlmässig in den verschiedenen Klassen sehr verschieden.



ständig wird, warum dort der «überschüssige» Schwefel so schwer zu vertreiben ist. Es ist eine Gebläseflamme notwendig, daher eignet sich der Versuch nur für einzelne Schüler.

Das im Handel befindliche feinpulverisierte Material verschiedener Bezugsquellen ergab nur kleine Differenzen im «Schwefelgehalt». Es wurden bei 100° 0,8–0,9 Prozent Gewichtsverlust ( $H_2O$ ?) festgestellt, daher wurde 1 % mehr abgewogen, z. B. 2,02 g und weiter mit 2,00 g gerechnet.

In bedecktem Porzellantiegel 24/28 mm (Höhe / oberer Durchmesser), wird zuerst mit der Bunsenflamme erhitzt, bis die Schwefelflamme kleiner wird. Dann wird mit starker Gebläseflamme 5–10 Minuten lang in helle Glut versetzt. Nach dem Erkalten wägt man und wiederholt das Glühen bis zur Gewichtskonstanz. Rotbraune Verfärbung zeigt eine geringe Oxydation an der Oberfläche. Grössere Mengen zersetzen sich viel zu langsam. Die Beispiele zeigen, dass auch hier zwei Dezimalen genügen.

Theoretisch sollten 2,00 g ein Abnahme von 0,535 g ergeben.

Glühzeit		Gewichtsabnahme auf 2,00 g trocken berechnet	
		Versuch 1	Versuch 2
10 Minuten	Bunsenflamme	0,197 g	0,28 g
+ 6 "	Gebläse	+ 0,306 g	0,25 g
+ 6 "	"	+ 0,021 g	0,03 g
+ 6 "	"	+ 0,009 g	0,005 g
+ 6 "	"	+ 0,003 g	0,00 g
total		0,536 g	0,565 g

Bei kürzerem Erhitzen mit der Bunsenflamme konnte Zeit eingespart werden, es war aber immer 3–4maliges Glühen notwendig. Vielleicht würde je 10 Minuten Gebläse rascher wirken. Zwei weitere Versuche ergaben total 0,51 und 0,565 g. Aus fünf zuverlässig ausgeführten Versuchen wurde ein Durchschnitt von 0,53 g, also 99 % Theorie erhalten.

### III. Zersetzung von Karbonaten.

Diese Versuche sind wiederholt beschrieben. Als einfacher Schülerversuch wurde empfohlen, dünne Blättchen aus Champagnerkreide, mit einem Loch versehen, am Platindraht in der Bunsenflamme auszuglühen. Der Versuch ist sehr einfach, gibt aber nur kleine Gewichts-differenzen, da die Blättchen leicht sind. Es springen auch leicht Teilchen ab, so dass er sich für Wägungen nicht eignet. Die Champagnerkreide ergab sich auch als unrein.

Eingehend hat Dr. Huber die Zersetzung in einem Platinschiffchen im elektrischen Ofen in den «Erfahrungen» 1933 und 1935 beschrieben. Die Apparatur ist allerdings sehr teuer (rund 500 Fr.) und die Analysenwaage bedingt, dass nur einzelne Schüler arbeiten können. Ich versuchte das wichtige Kalkbrennen auch als Klassenversuch oder doch für grössere Gruppen auszubauen. Es fragte sich vor allem, ob das Ausglühen nicht in einem Tiegel mit gewöhnlicher oder Gebläseflamme vorgenommen werden könne. Es wurden Tiegel aus Platin, Porzellan, Nickel und Eisen ausprobiert mit Kalziumkarbonat, analysenrein von der Firma Merk, das nach Angabe 0,3 % Alkalien + Sulfate (Mg) enthält. Theoretisch soll 1,00  $CaCO_3$  0,4397 g (rund 0,44 g)  $CO_2$  verlieren.

#### 1. Platintiegel.

Es lassen sich die Versuche in einer Bunsenflamme mit einer Genauigkeit durchführen, dass selbst die

Analysenwaage übereinstimmende Resultate gibt. Bei 2 g Substanz ist 2–3maliges Glühen je 5 Minuten lang bei jedesmaligem Umrühren mit einem glatten Glasstab genügend. Das Umrühren beschleunigt die Zersetzung wesentlich, da sonst die obere Schicht zu wenig hoch erhitzt wird. Stoffverlust ist nicht wägbare. Ob man an der Luft oder im Exikator abkühlen lässt, ist ohne Einfluss. Hier sind die Resultate mit der Analysenwaage auf 3 Stellen gegeben, die Gewichts-differenz ist so gross, dass die Hornwaage auch genügt.

Ein eigener und ein Schülerversuch ergaben

$$\left. \begin{array}{l} a) 0,700 \text{ g} + 0,185 \text{ g} + 0,000 \text{ g} = 0,885 \text{ g} \\ b) 0,675 \text{ g} + 0,205 \text{ g} + 0,005 \text{ g} = 0,885 \text{ g} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Abnahme} \\ \text{Abnahme} \end{array} = 100,6 \% \text{ Theorie}$$

Soweit Platintiegel vorhanden sind, lässt sich also der Versuch sehr einfach ausführen.

#### 2. Porzellantiegel.

In Tiegeln von 26/32 mm (Höhe / oberer Durchmesser) erhält man im Gebläse mit nur 1 g Substanz bei dreimaligem Erhitzen zu je 5 Minuten gleich gute Resultate wie beim Platintiegel. Bei 2 g Substanz muss etwas länger geglüht werden. Beispiele:

$$\begin{array}{l} a) 1,00 \text{ g: } 0,34 \text{ g} + 0,10 \text{ g} + 0,00 \text{ g} = 0,44 \text{ g Abnahme,} \\ b) 2,00 \text{ g: } 0,64 \text{ g} + 0,22 \text{ g} + 0,02 \text{ g} = 0,88 \text{ g Abnahme.} \end{array}$$

Bei a) wurde je 5 Minuten geglüht, bei b) je 10 Minuten mit Umrühren nach je 5 Minuten.

Bei dieser Methode ist man von der Anzahl Gebläse abhängig.

#### 3. Reinnickeltiegel.

Es wurden Tiegel von 36/40 mm verwendet. Sie oxydieren beim Glühen ein wenig, doch hält die Oxydschicht fest und nachträglich sind die Aenderungen gering und bestimmbar, da sich der Glührückstand ( $CaO$ ) leicht quantitativ entfernen lässt. Mit einem guten Bunsenbrenner und «scharfer» Flamme (viel Luftzufuhr) kommt man mit 2 g Substanz nach 3 bis 4maligem Glühen auch zum Ziele. Es ist aber die Flamme zu kontrollieren, denn manche Bunsenbrenner geben zu schwache Flamme, oder die Schüler setzen den Tiegel (in Tondreieck auf Ring am Stativ) in die Reduktionszone und dann setzt sich Russ ab. Beim Verglühen nimmt das Gewicht der Nickeltiegel nach 10 Minuten Erhitzung um 0,015 g zu, nachher ändert es sich nach mehrfachem Glühen mit der Substanz höchstens um 2–7 mg, so dass die Aenderung für die Hornwaage kaum in Betracht kommt. Mit 4 g Substanz geht die Zersetzung mit der Bunsenflamme zu langsam.

Der ganze Versuch dauert eine Doppelstunde, kann aber gut auf zwei Einzelstunden verteilt werden. Folgende Beispiele zeigen den Verlauf. Es wurde mit der genauen Hornwaage (auf 2 mg genau) gewogen. Eigene Versuche ergaben bei 2,000 g  $CaCO_3$

$$\left. \begin{array}{l} \text{nach 5 Minuten Glühen } 0,715 \text{ g Abnahme} \\ + 5 \text{ " " } + 0,140 \text{ g " } \\ + 5 \text{ " " } + 0,025 \text{ g " } \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{total} \\ 0,880 \text{ g} \\ = 100 \% \\ \text{Theorie} \end{array}$$

Die Schüler erhitzen meist schlechter; es kann dann am Schluss noch mit einem Meckerbrenner nachgeholfen werden.

Drei Beispiele von Schülern: Es wurde nach 5 Minuten gerührt, aber erst nach 10 Minuten Glühen wieder gewogen.

Die Gewichtsabnahmen betrugen der Reihe nach:

	I.	II.	III.	IV.	V.	total
a) 0,305 g	+ 0,190	+ 0,310	+ 0,065	+ 0,000		0,870 g
b) 0,11 g	+ 0,48	+ 0,14	+ 0,19	+ 0,06		0,88 g
c) 0,745 g	+ 0,060	+ 0,030	+ 0,030	+ 0,020		0,885 g

Die Genauigkeit der Hornwaage genügt also auch hier, da die Schwankungen bei Schülerversuchen bis 20 mg betragen. Statt 3 mal 5 Minuten waren 4—5 mal 10 Minuten nötig.

4. Eisentiegel sind nicht brauchbar, weil das Oxyd abblättert.

#### Zusammenfassende Resultate.

Mit dem Nickeltiegel wurden noch zu wenig Versuche gemacht, um ein abschliessendes Urteil zu haben, warum die Zersetzung auch bei grosser Flamme oft viel schlechter geht. Jedenfalls können unter Benützung der Platintiegel, der vorhandenen Gebläse für Porzellantiegel und der guten Bunsenbrenner evtl. Meckerbrenner eine grössere Anzahl von Versuchen gleichzeitig ausgeführt werden.

Es können auch verschiedene Handelsprodukte verwendet werden als Analysenbeispiele, besonders wenn die Massanalyse auch schon bekannt ist. Es folgen noch die Resultate mit *Magnesit*, der sich leichter spaltet. Hier gehen die Versuche schon im Porzellantiegel mit einer Bunsenflamme, aber bedeutend rascher im Nickeltiegel.

Zur massanalytischen Bestimmung der Kohlensäure wurden 4 g Substanz in einem Kölbchen von 100 cm<sup>3</sup> in schräger Stellung mit 50 cm<sup>3</sup> 2 n Salzsäure versetzt, so dass die entweichenden Gase nicht Salzsäure mitreissen. In zirka einer halben Stunde ist das Karbonat gelöst. Bei Magnesit muss bis nahe zum Sieden erhitzt werden. Mit Methylorange und Natronlauge wird der Säureüberschuss bestimmt. Wenn ein unlöslicher Rückstand bleibt (Silikat), so kann er bestimmt werden, indem man durch gewogenes Filter filtriert und trocknet.

#### 1) Resultate bei Kalziumkarbonat «Merk».

a) Trockenverlust, mit 4 g bestimmt, ergab bei 120 bis 150 Grad nach 1 Stunde bei 2 Versuchen konstant 0,06 und 0,10 Prozent; er kann also vernachlässigt werden.

b) Der Glühverlust ergibt theoretisch auf 2 g berechnet = 0,8794 CO<sub>2</sub> (CaCO<sub>3</sub> = 100,08).

Gefunden wurde bei

2 Versuchen im Platintiegel: 0,885 u. 0,885 g  
D = 0,885 g

7 " im Porzellantiegel:  $\left. \begin{array}{l} 0,86; 0,88; 0,88; 0,88; \\ 0,884; 0,886 \text{ und } 0,890 \text{ g} \end{array} \right\}$  D = 0,880 g

4 " im Nickeltiegel: 0,880;  $\left. \begin{array}{l} 0,880; 0,884 \text{ und } 0,888 \text{ g} \end{array} \right\}$  D = 0,884 g

Gesamtdurchschnitt = 0,882 g = 100,3 % Theorie.

c) Mit Salzsäure titriert geben 4 g theoretisch 39,96 cm<sup>3</sup> 2 n HCl, gefunden wurde bei

2 Lehrerversuchen 39,3 und 39,4 cm<sup>3</sup>  
3 Schülerversuchen 39,2; 39,2 und 39,5 cm<sup>3</sup> } D = 39,3 cm<sup>3</sup>  
= 98,3 % Th.

Die Glühverluste stimmen somit sehr gut, während die Ursache noch nicht klar ist, warum mit Salzsäure 2 Prozent weniger gefunden wird. (Auch beim durchsichtigen Kalkspat gibt die Titration 1 % weniger als die Glühbestimmung; vergleiche die nachfolgenden Resultate.)

#### 2) Für die übrigen Präparate

werden nur noch die Durchschnittswerte erwähnt. CaCO<sub>3</sub> von Merk ist zum Vergleich wiederholt.<sup>1)</sup>

##### a) Trockenverlust.

- 1) Ca CO<sub>3</sub> Merk bei 150° = 0,06 % bei 240° bis 0,10 %
- 2) Ca CO<sub>3</sub> von Zofingen bei 150° = 0,48 % bei 240° bis 1,22 %
- 3) Schlämmkreide bei 150° = 0,70 % bei 240° bis 1,6 %
- 4) Champagnerkreide bei 150° = 0,10 % bei 240° bis 0,18 %
- 5) Kalkspat bei 150° = 0,03 % bei 240° bis 0,04 %
- 6) Magnesit in Stücken bei 150° = 0,2 bis 0,4 % je nach Herkunft

##### b) Glühverlust und CO<sub>2</sub>bestimmung mit HCl.

- |                         |            |             |
|-------------------------|------------|-------------|
| 1) 100,3% (13 Versuche) | 5 Versuche | 98,3% Th.   |
| 2) 101,3% (2 " )        | 3 " "      | 98,2% "     |
| 3) 100,1% (3 " )        | 7 " "      | 95,3% "     |
| 4) 99,2% (3 " )         | 1 " "      | 94,5% "     |
| 5) 99,9% (1 " )         | 1 " "      | 98,7% "     |
| 6) 98—99% (2 " )        | je 1 " "   | 95 u. 98% " |

Bei Magnesit bleibt 1 % säureunlöslicher Rückstand, bei Ca CO<sub>3</sub> ist alles löslich.

Magnesit «Merk» gibt Uebereinstimmung der beiden CO<sub>2</sub>bestimmungsarten auf 1 %, ebenso Doppelspat. Bei den übrigen Karbonaten müssen noch «störende» Beimischungen enthalten sein.

Es sind also für Äquivalentbestimmungen Doppelspatkristalle und Magnesit analysenrein Merk besonders zu empfehlen neben Kalziumkarbonat analysenrein.

#### IV. Umwandlung des gebrannten Kalkes in gelöschten Kalk oder in Kalziumsulfat.

Diese von Dr. Huber ebenfalls eingehend besprochenen Versuche lassen sich an das vereinfachte Kalkbrennen anschliessen. Allerdings ist der Nickeltiegel nicht brauchbar, aber der Rückstand lässt sich beinahe quantitativ in einen Porzellantiegel überführen.

1. Es wurde zum Rückstand von 1 g CaCO<sub>3</sub> 1—2 cm<sup>3</sup> Wasser gegeben und im elektrischen Trockenschrank<sup>1)</sup> bei 140—150° bis zur Gewichtskonstanz erhitzt (zirka ½ Stunde). Drei Versuche ergaben 0,178; 0,178 und 0,188 g Zunahme; Mittel = 0,181 g. Theorie 0,180 g, also auf 0,6 % genau.

2. Der Rückstand von 1 g Ca CO<sub>3</sub> wurde mit 2½ cm<sup>3</sup> Schwefelsäure (1 : 1 verdünnt) versetzt und im Abzug, mit Uhrglas bedeckt, bei kleinstem Flämmchen «abgeraucht». Es wurden bei zwei Versuchen 1,360 g und 1,365 g Sulfat erhalten, D = 1,362 g = 100,2 % Theorie.

Bei diesen kleinen Differenzen ist die genaue Hornwaage vorzuziehen, oder dann sind die Rückstände von 2 g Karbonat zu wählen.

#### V. Reduktionen mit Wasserstoff.

Ueber die Reduktion einiger Oxyde mit Wasserstoff sei noch kurz berichtet. Sie gibt Material zur Berechnung der Äquivalentgewichte einiger Schwermetalle und wenn das entstehende Wasser auch be-

<sup>1)</sup> Ob im Trockenschrank, der mit Gasflamme geheizt wird, nicht CO<sub>2</sub> der Flammengase aufgenommen wird, ist nicht kontrolliert worden.



stimmt wird, so lässt sich das Gewichtsverhältnis von Wasserstoff zu Sauerstoff im Wasser berechnen.

Der Wasserstoff wurde in einem kleinen Kipp aus arsenfreiem Zink und reiner Salzsäure hergestellt und dann in konzentrierter Schwefelsäure gewaschen. Die Oxyde wurden in Porzellanschiffchen von 12 cm Länge und 12 mm Breite abgewogen und in einer «Verbrennungsröhre» mit der Bunsenflamme erhitzt. Das Wasser wurde in einem Chlorkalziumrohr aufgefangen. Die ganze Anordnung und Ausführung braucht zirka 3 Stunden und gute Beaufsichtigung, so dass sie sich nur für zuverlässige Schüler eignet. Da die Wasserbestimmung besonders ungenau ausgeführt wird, liessen wir sie meistens weg; dann kann der Versuch in 2 Stunden erledigt werden. Hier wurden auch Vergleiche mit der analytischen Waage angestellt, einem Lartoriusmodell, das auf 1 mg genau und für Schüler bestimmt ist. Es sollen die praktischen Erfahrungen mitgeteilt werden. Die zu verwendenden Oxyde werden beim Aufbewahren feucht, sie müssen daher im Exikator aufbewahrt werden und zur Sicherheit sind Trockenbestimmungen zu machen.

Nach der Reduktion lässt man im Wasserstoff erkalten und dann muss direkt Wägung erfolgen, denn beim Aufbewahren oxydieren z. B. Kupfer und Eisen sichtbar.

#### a) Kupferoxyd.

Das Handelsprodukt «für Analysen» ist für die organischen Verbrennungen bestimmt und nach meinen Erfahrungen nicht hundertprozentig.

Zwei Lehrerversuche ergaben mit getrocknetem Oxyd:

1. 2,3742 g CuO: 1,8848 g Cu und 0,5500 g Wasser
  2. 2,3744 g CuO: 1,8854 g Cu und 0,5448 g Wasser, somit Sauerstoffmenge und Äquivalentgewicht von Kupfer:
- |                        |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|
| 1. 0,4894 g u. 30,80 g | } Mittel = 30,82 g (Th. = 31,79 g). |
| 2. 0,4890 g u. 30,85 g |                                     |

Die Sauerstoffmenge wird somit zirka 3 % zu hoch gefunden. Aus der Wasserbestimmung ergibt sich das Gewicht des gebundenen Wasserstoffs nach Abzug des Sauerstoffgewichts zu 1) = 0,0606 g, 2) 0,0610 g. Hieraus berechnet sich das Äquivalentgewicht des Wasserstoffs zu 0,990 g und 1,009 g, im Mittel zu 1,000 g, also etwa 1 % zu niedrig.

Schülerversuche ergaben (mit der analytischen Waage) sehr grosse Schwankungen. Es wurde mit 2,500 g Kupferoxyd gearbeitet. Bei 27 Versuchen variierte das berechnete Äquivalentgewicht von 29,1 bis 33,1 g. Der Durchschnitt war 31,0 g, also ziemlich gleich wie bei den Lehrerversuchen. Bei 14 Versuchen wurde das Wasser bestimmt. Es ergaben sich für das Äquivalentgewicht des Wasserstoffs Werte von 0,81 bis 1,40 g.  $D = 1,029$  ist gut, aber die Schwankungen sind viel zu gross.

Später gaben 7 Versuche mit neuem Kupferoxyd und mit der genauen Hornwaage für Sauerstoff pro 2,500 g CuO Werte von 0,503 bis 0,523 und ein mittleres Äquivalentgewicht für Kupfer von 31,2 g, so mit nur noch 1,6 % zu tief, was befriedigend ist.

#### b) Bleioxyd.

Es wird mit 5 g «analysenreinem» Material gearbeitet. 5 Lehrerversuche gaben als Äquivalentgewicht

von Blei Werte von 102,4 bis 104,0 g, Durchschnitt = 103,3 g. 22 Schülerversuche gaben 96,7 bis 104,8 g,  $D = 102,6$  g (Theorie 103,5 g). Also sind Durchschnittswerte auch von Schülerversuchen brauchbar (0,7 % zu niedrig), aber die Schwankungen sind auch hier gross.

#### c) Mennige $Pb_3O_4$ .

Schülerversuche aus den Jahren 1915–25 gaben bis 10 % zu wenig Sauerstoff. Später wurden mit neuem Material bessere Resultate erzielt. Zwei Schülerversuche ergaben mit 5 g 0,472 g und 0,470 g Gewichtsabnahme, statt 0,467 g, also 1 % zu viel Sauerstoff.

#### d) Bleidioxyd $PbO_2$ .

Dieses Oxyd eignet sich weniger gut. Es muss zuerst nur schwach erwärmt werden, sonst spaltet sich Sauerstoff ab, welcher mit dem Wasserstoff Knallgas gibt. Es entsteht zuerst PbO zusammengebacken, so dass es nur schwer ganz reduzierbar ist. Es wird daher häufig viel zu wenig Sauerstoff bestimmt. Es werden selten zusammenhängende Bleimassen erhalten. Während aus 4 g  $PbO_2$  0,5354 g Sauerstoff abgespalten werden sollten, erhielten z. B. in verschiedenen Klassen

1. 5 Schüler 0,20 bis 0,60 g  $D = 0,47$  g } etwa 10 %
2. 5 Schüler 0,42 bis 0,54 g  $D = 0,49$  g } zu wenig.
3. 1 Lehrerversuch ergab 0,555 g, also 4 % zu viel. (Trockengehalt war dabei nicht bestimmt!)

#### e) Eisenoxyd $Fe_2O_3$ .

Das lockere Pulver muss gut getrocknet werden, da es bis 2 % Feuchtigkeit enthalten kann. Es wird erst bei starkem Erhitzen bis zu Eisen reduziert, daher misslingen die Versuche leicht. Von 13 Versuchen ergaben nur 3 ein gutes Resultat von 0,59 g Sauerstoff auf 2 g trockenes Oxyd (Theorie 0,600 g), alle andern waren viel zu niedrig. Wenn genügend reduziert und vollständig abgekühlt wurde, so nimmt das Eisen auf der Waage nicht bemerkbar an Gewicht zu.

(Fortsetzung folgt.)

## Bücherbesprechungen

E. Korschelt: *Aus einem halben Jahrhundert biologischer Forschung*. 50 S. in m.-8°. Gustav Fischer, Jena 1940. Preis RM. 2.—, für die Schweiz 25 % herabgesetzt.

Es war im Todesjahr Darwins, 1882, als E. Korschelt seine Doktorprüfung bei Weismann in Freiburg i. Br. ablegte. Das ist für die Entwicklung der heutigen Wissenschaft eine lange Zeit, lang genug, um eine völlige Neugestaltung der Disziplinen, die schon damals bestanden, und die Entstehung ganz neuer Arbeitsgebiete zu umfassen. Dass Korschelts Rückblick darum für jeden Naturwissenschaftler von grösstem Interesse ist, brauchen wir nicht weiter zu betonen. Der Verf. behandelt die verschiedenen Gebiete getrennt unter den Titeln: 1. Morphologie, vergleichende Anatomie und Systematik, 2. Oekologie, Zoogeographie, Stationen, 3. Entwicklungsgeschichte, 4. Entwicklungsphysiologie und experimentelle Biologie, 5. Regeneration, Transplantation, Explantation, 6. Tierphysiologie, 7. Tierpsychologie, 8. Zellforschung, 9. Protozoenkunde, 10. Vererbungslehre, 11. Abstammung. Der letzte Abschnitt befriedigt, schon wegen seiner Kürze, etwas weniger. Der Stellung des Verfassers entsprechend werden die zoologischen Stoffe stärker berücksichtigt als die botanischen. Schweizerische Forscher sind nicht genannt; so fehlt der Name von Arnold Lang sowohl im ersten wie im zehnten Abschnitt. Im ganzen aber bietet das Büchlein eine schöne umfassende Schau, die jeder Biologe mit Genuss lesen wird.

G.