

Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung

Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein

Band: 84 (1939)

Heft: 22

Anhang: Erfahrungen im naturwissenschaftlichen Unterricht : Mitteilungen der Vereinigung Schweizerischer Naturwissenschaftslehrer : Beilage zur Schweizerischen Lehrerzeitung, Juni 1939, Nummer 3 = Expériences acquises dans l'enseignement des sciences naturelles

Autor: Hess, E. / Stucki, H. / Müller, R.

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

JUNI 1939

24. JAHRGANG • NUMMER 3

Ueber den Sinn des naturwissenschaftlichen Unterrichts an der Mittelschule

Von E. Hess, Kantonsschule Winterthur.

I. Entwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

1. Kenntnis der Natur.

Die letzten drei oder vier Jahrzehnte haben die Beurteilung der Naturwissenschaften und ihre Einordnung in das gesamte Unterrichtswesen in charakteristischer Art geändert. Ursprünglich hatte man der Schule lediglich die Aufgabe zugewiesen, die *Kenntnis der Realien*, der «Natur», wie man sagte, zu vermitteln. Mit der Ausbreitung von Verkehr, Handel und Industrie erschien diese Kenntnis immer wichtiger; sie sollte einerseits den Grund legen zu einem umfassenden Weltbild, andererseits die Schüler auf die technischen und medizinischen Berufe vorbereiten.

Später begnügte man sich nicht mehr mit der blossen Kenntnis der *Naturgegenstände*, sondern befasste sich immer nachhaltiger auch mit den *Naturerscheinungen*. Der Schüler sollte die Welt nicht nur statisch, sondern auch dynamisch kennenlernen; und die Bekanntschaft mit den Vorgängen erhöhte ihrerseits wieder das Interesse und Verständnis für die Dinge.

2. Beobachtung.

Die Naturwissenschaften waren die erste Fächergruppe an der Mittelschule gewesen, welche sich für den Anschauungsunterricht eignete. Ursprünglich war dieser als Hilfsmittel für die Elementarschule empfohlen worden, um Kenntnisse zu vermitteln und den unkindlichen Zwang zur Abstraktion zu mildern. An der Mittelschule erfolgte jedoch eine Verschiebung des Akzentes, so dass die *Funktion des Beobachtens* nach und nach zur Hauptsache wurde. Man erkannte, dass die sorgfältige Beobachtung der Naturobjekte imstande ist, die Leistung der Sinnesorgane und die Urteilskraft zu verbessern. Am meisten gewann dabei das Auge (Pflanzenbestimmung, Mikroskopieren, Zeichnen), weniger das Ohr (Vogelstimmen, Insektensummen). Gewiss wären die Werke der bildenden Künste und der Musik nicht weniger geeignet gewesen zur Entwicklung des Sehens und des Hörens; aber sie lagen weniger im Arbeitsgebiet der Mittelschulen. Uebrigens gehört die Altersstufe, welche sich am besten für die Entwicklung der Sinnesfunktionen eignet, ohnehin der Elementarschule an.

Beobachtung verliert jedoch ihren Wert für die Ausbildung der Sinnesorgane in dem Augenblick, wo sie an Stelle der Anschauung die Zahl setzt, d. h. wo sie *Messungen* ausführt. Gewiss ist zuzugeben, dass die Zahlen zuverlässigere Daten geben als ein unge-

übtes Auge oder Ohr; aber für den Schüler ist die Entwicklung leistungsfähiger Sinnesorgane mehr wert als die exaktesten Messungsergebnisse. Je mehr aber im naturwissenschaftlichen Unterricht gemessen wird, desto weniger hat er mit Anschauung im alten, physiologisch bildenden Sinne zu tun.

3. Induktion.

Diese Entwertung des Beobachtens wurde allerdings kaum wahrgenommen, weil man sich bald nicht mehr mit der Ermittlung von einzelnen Tatsachen begnügte, sondern Beobachtungen machte, um sie als Grundlage logischer Gedankenreihen weiter zu verwenden. Damit hatte die Freude an den Gegenständen und Vorgängen der Natur ihren Höhepunkt überschritten, und man erkannte in der *Schulung des logischen Denkens* einen neuen Vorzug des naturwissenschaftlichen Unterrichtes. Zwar hatte die Beobachtung immer noch Reihen von Tatsachen festzustellen; aber die wichtigere Aufgabe bestand nunmehr in der Sichtung und Ordnung der Ergebnisse bis zur Abstraktion der Naturgesetze und zu ihrer Anwendung. So bewegte man sich auf der bekannten Linie: A. Beobachtung: Tatsachen, B. Verallgemeinerung: Naturgesetz, C. Erklärung: Hypothese, D. Ausbau der Erklärung: Theorie, E. Kontrolle der Theorie. Man konnte dabei — nach französischem Vorbild — die Beobachtung der einzelnen Tatsachen (A) *Analyse* nennen und ihr die *Synthese* gegenüberstellen, welche die Funktionen B, C und D zusammenfasst. Bei uns hat man indessen die Uebergänge vom erkannten Naturgesetz (B) zur Theorie (D), weil sie die Mitwirkung von Phantasie (Intuition) erfordern, für weniger zuverlässig gehalten und im Unterricht mehr Gewicht auf die scharf fassbaren Folgerungen der *Induktion* (A—B) und in zweiter Linie auch der *Deduktion* (D—E) gelegt. Die Art des Schliessens, welche dabei nötig ist, hat man als vorzügliches Bildungsmittel, ja geradezu als den wichtigsten Teil des naturwissenschaftlichen Unterrichts betrachtet.

II. Die naturwissenschaftliche Weltbetrachtung.

1. Zuverlässigkeit.

Tief empfand man gegen das Ende des 19. Jahrhunderts den Gegensatz zwischen der «Natur», worunter man all das verstand, was der Sinnesbetrachtung, Messung und Logik zugänglich war, und dem Transzendenten, gekennzeichnet durch Begriffe wie Gewissen, Religion, Wille usw. Die Beobachtung der materiellen Natur führte zu eindeutigen, unbestreitbaren Ergebnissen; sie erschien unbedingt und ganz zuverlässig. Ganz anders die «Geisteswissenschaften». Da widersprachen sich schon die «Beobachtungen» der Erlebnisse, weil sie aus einem tief verborgenen Gebiet des menschlichen Wesens stammen, und man

braucht sich nicht darüber zu wundern, wenn die Ansichten über Begriffe wie recht und unrecht, erlaubt und verboten, schön und hässlich, göttlich und menschlich auseinandergingen. Deshalb war hier auf einen objektiven Befund, auf die Erkenntnis einer allgemein überzeugenden Wahrheit gar nicht zu hoffen. Fasziniert von der Eindeutigkeit der naturwissenschaftlichen Beobachtungen zog man es deshalb vor, sein Weltbild auf das sicher erkennbare Gebiet der Naturwissenschaften aufzubauen und sich den Unsicherheiten alles Subjektiven zu entziehen.

Aber nicht nur die Erfahrungen sind im Bereich der Naturwissenschaften klar und zwingend, sondern auch die Art, wie sich daraus Folgerungen ableiten lassen. In der humanistischen Geisteswelt dagegen sind nicht nur die gegebenen Faktoren und Motive, sondern auch die daraus zu ziehenden Schlüsse starken subjektiven Einflüssen ausgesetzt. Eine restlose Einmütigkeit kann dabei nur in kleinen Kreisen gleichgestimmter Personen zustandekommen. Es ist jedoch eine der wichtigsten Bildungsaufgaben, nicht nur das Beobachten, sondern auch das Denken dem Einfluss der Triebe und Gefühle zu entziehen. Offenbar ist es in naturwissenschaftlichen Fragen viel leichter, *sine ira et studio*, ohne Hass und Leidenschaft zu urteilen, als in denen, welche das Seelenleben näher berühren. Das macht die Naturwissenschaften vorzüglich geeignet zu Übungen im sauberen Denken; sie lehren aufpassen, dass nicht Phantasie, Irrtum, Leidenschaft usw. die Urteile stören. Aber nicht nur der Vorgang des Denkens, sondern auch seine Ergebnisse schienen, wie die der Beobachtung, durchaus wahr und vertrauenswürdig, solange es sich um konkrete Begriffe handelte; was dagegen mit den alten und teilweise entarteten Repräsentanten des Transzendenten zusammenhing wie Recht, Gewissen, Religion usw., wurde unter den späten, aber heftigen Nachwirkungen der Aufklärungszeit immer noch misstrauisch und zurückhaltend betrachtet.

2. Das naturwissenschaftliche Weltbild.

So konnte es kommen, dass sich die Hoffnungen und Ideale eines ganzen Menschenalters auf die naturwissenschaftlichen Forschungs- und Denkmethode stützten und alles andere als unzuverlässig verwarfen. Wer noch hervorragende Vertreter dieser Geistesrichtung gekannt hat wie die beiden Forel, Albert Heim, Arnold Lang und andere, der weiss, dass es sich dabei nicht um einen gering zu schätzenden Materialismus handelte, sondern um die zuversichtliche und begeisterte Hoffnung, Richtlinien für die Lebensgestaltung zu finden, die ein für allemal unabhängig wären von den Gefühlen, die im Laufe der Geschichte so oft missbraucht worden waren und so manchen Missbrauch verursacht hatten. Man hatte die tragische Erfahrung gemacht, dass alles Hohe, ja vorzugsweise gerade das Hohe, Uebersinnliche, durch Worte nur unvollkommen bezeichnet werden kann und dass die Worte deshalb immer wieder, sobald sie nicht mehr im rechten Sinn verstanden wurden, als Mittel zu niedrigen Zwecken dienten; dies führte dazu, sich von diesen erhabenen, schwer fassbaren und oft so unrein überlieferten Dingen abzuwenden und sich nur noch auf das zu verlassen, was die dem Menschen verliehenen Fähigkeiten übereinstimmend zu erkennen und zu ordnen vermögen. Die Bewegung, die heute mit Namen wie Materialismus und Intellektualismus verächtlich gemacht wird, war eine durch und durch

idealistische und — nicht als Ersatz, sondern als Ergänzung des Früheren — ein Erfordernis der letzten Jahrzehnte des 19. Jahrhunderts.

Trotzdem stand jenes Zeitalter noch so stark unter dem unbewussten Einfluss alter Ueberlieferung, dass man seine ganze Aufmerksamkeit der Wissenschaft zuwenden und dennoch im schönsten und vollkommensten Sinne menschlich wirken konnte. Für jene Männer galt noch das herrliche Wort aus Fr. Th. Vischers Roman «Auch einer»: Das Moralische versteht sich von selbst! Aber diese teils der etwas verblässenden Kirchlichkeit, teils dem innern menschlichen Wesen entstammende Lebenshaltung erlahmte mit der Zeit, und gegen das «Fin de siècle» wurden die alten moralischen Bindungen immer mehr durchschnitten und abgeschüttelt. Erst viel später, als in den Erschütterungen des Weltkrieges das unsichtbare Erbe der Humanität schon fast verloren war, begann sich die Einsicht wieder auszubreiten, dass Wissenschaft allein zum Menschentum nicht genügt.

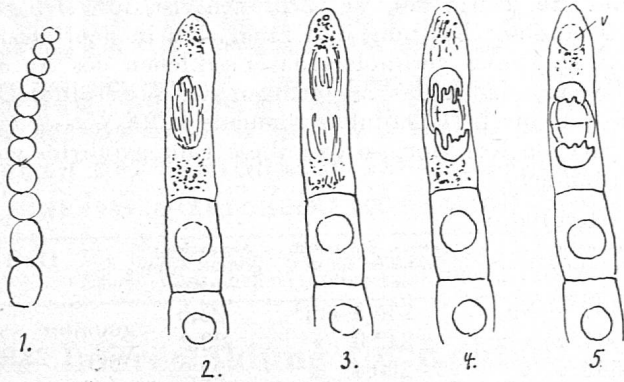
3. Der naturwissenschaftliche Weg zur Erkenntnis.

Solange man in erster Linie Gewissheit suchte, boten die Dinge und Vorgänge der unbelebten Welt vermehrtes Interesse; denn einerseits war hier die unfassbare Funktion des Lebens ausgeschaltet, anderseits eigneten sie sich — wohl aus diesem Grunde — meist zu einer objektiven, sogar zahlenmässigen Beschreibung. Die grössere Zuverlässigkeit und Eindeutigkeit der Messungen, das leichtere Herausgreifen der Einzelvorgänge und die Möglichkeit der experimentellen Wiederholung führten zu dem respekt-erfüllten Begriff der «exakten» Wissenschaften. Nichts schien nunmehr zuverlässiger als die zahlenmässig belegten Naturgesetze. So war die Beobachtung in weiten Gebieten zur Messung herabgesunken, diese aber zur Basis des induktiven Denkens und damit einer ganzen Weltanschauung geworden. Im zuversichtlichen Eifer der Forschung hielt man aber nicht die (vorläufigen) Ergebnisse für wesentlich, noch weniger die einzelnen Tatsachen, sondern die Methode, aus exakten Beobachtungen scharfe Folgerungen zu ziehen; denn durch sie hoffte man der Wahrheit immer näher zu kommen. Dies wirkte sich natürlich auch im Unterricht aus. (Fortsetzung folgt.)

Lebendbeobachtung der Kern- und Zellteilung

Von H. Stucki, Fägswil-Rüti (Zch.).

Die *Tradescantia virginica*, übrigens auch für andere mikroskopische Studien, wie Epidermis, ein reizvolles Objekt, liefert den ganzen Sommer ein einzigartiges Material zur Beobachtung der Zellvermehrung. Die prächtig violetten Blüten der reichen Blütenstände öffnen sich der Reihe nach, so dass an jedem Blütenstand Knospen der verschiedensten Entwicklungsstadien anzutreffen sind. Zur Untersuchung wählen wir kleine Blütenknospen von 4 bis 5 Millimeter Länge und entnehmen ihnen einige Staubblätter, denen wir auf dem Objektträger die Staubbeutel mit Hilfe der Lanzette abtrennen. Es bleiben die Staubfäden mit dem Büschel Haare, welche die offene Blüte so schön zieren, jetzt aber noch kurz und farblos sind. Ein einfaches Wassertropfen-Präparat führt zum Ziel, so dass die Beobachtung sich sehr gut für Schülerübungen eignet. Sind die Haarzellen schon rundlich oder gar violett gefärbt, so haben wir eine



1. Staubfadenhaar von *Tradescantia virginica* schwach vergr., ausgewachsen. — 2. Ende eines noch jungen Haares mit teilender Endzelle, stärkere Vergr., aufgenommen um 7 Uhr 20 Min., 7. Juli 38. — 3. Dasselbe um 8 Uhr 20 Min. — 4. Dasselbe um 8 Uhr 40 Min. — 5. Dasselbe um 9 Uhr. 6. Blütenstand der *Tradescantia*. St. Staubfadenhaare. Kn. Knospen im geeigneten Stadium zur Beobachtung der Haare.

zu alte Knospe erwischt und nehmen eine jüngere. Hier sind die Zellen noch zylindrisch, und der grosse Kern erfüllt sie nahezu. Wir suchen die Enden der Haare alle der Reihe nach ab, bis wir eins finden mit einer langgestreckten Endzelle. Hier fehlt der milde Glanz der stark lichtbrechenden Kernkugel, wir drehen ein stärkeres Objekt vor, etwa mit 50- oder 60facher Eigenvergrößerung, und siehe da, der Kern zeigt sich vollständig in Chromosomen aufgelöst! Nun lassen wir das Instrument stehen, beobachten von Zeit zu Zeit den Fortschritt des Vorgangs und setzen hie und da etwas zimmergestandenes Wasser am Deckelglasrand zu, damit des Präparat nicht eintrocknet.

Nach dem Auseinanderweichen der Chromosomen zeigen sich die beiden typischen Fadenbündel, und zwischen ihnen sind auch ganz gut die Plasmastränge zu sehen, welche die neue Zellwand zu erstellen haben. Die Abrundung der neuen Kerne, das fortschreitende Wachstum der neuen Zellwand, sowie die Plasmaströmung in der Zelle sind für jeden, der die Zellteilung an fixiertem Material studiert hat, ein unvergessliches Schauspiel.

Eine neue Apparatur zur Bestimmung des Aequivalentgewichts unedler Metalle

Von R. Müller, freies Gymnasium, Bern.

Seitdem die klinisch-chemischen Untersuchungen eines der wichtigsten Hilfsmittel der ärztlichen Diagnostik geworden sind, tauchten in den Spitallaboratorien immer mehr kompensierte Instrumente auf,

die gestatten, in verhältnismässig kurzer Zeit brauchbare quantitative Untersuchungen durchzuführen. Ich erinnere an die kolorimetrischen Methoden, an das Chloridometer von Strauss oder an das vor einiger Zeit an dieser Stelle (Erf., Jhrg. 19, Nr. 4) beschriebene Ureometer von Ambard.

Die Notwendigkeit, unsern Unterricht möglichst auf Schülerbeobachtung und Schülerexperiment abzustellen, zwingt uns, denselben Weg zu beschreiten. Diese Ueberlegung führte mich dazu, an die Konstruktion neuer Apparate heranzutreten. Ein neues Glasgerät, ebenso geeignet zur Demonstration wie für das Schülerlaboratorium, ist an der Landesausstellung in der Koje unserer Vereinigung zur Schau gestellt.

Der Apparat besteht aus drei durch Gummischläuche miteinander verbundenen Teilen: Wasserstandesgefäss W, zwei Entwicklungsgefässen E' und E'' und Messrohr M mit Säuretrichter T. Das Messrohr weist eine Teilung in 1/1-cm³ und einen Messbereich bis 300 cm³ auf.

Die unedlen Metalle, welche nicht schon mit Wasser reagieren (Mg, Al, Zn), werden auf den Siebboden des einfachen Entwicklungsgefässes E' (Abb. 1) gebracht, dann wird die ganze Apparatur zusammengesteckt, durch W mit destilliertem Wasser gefüllt und W zum grössten Teil wieder entleert, nachdem der Hahn bei T geschlossen wurde. Hierauf im Trichter T etwa 50 cm³ konzentrierter Salzsäure abmessen und bis auf einen kleinen Rest — vermeiden, dass Luft eintritt! — in M einfliessen lassen.

Um die Reaktion zu beschleunigen, lege ich bei Verwendung von Al und Zn auf das Sieb des Entwicklungsgefässes ein rundes Stück blanken Kupfernetzes; auf dieses kommen die Metall-

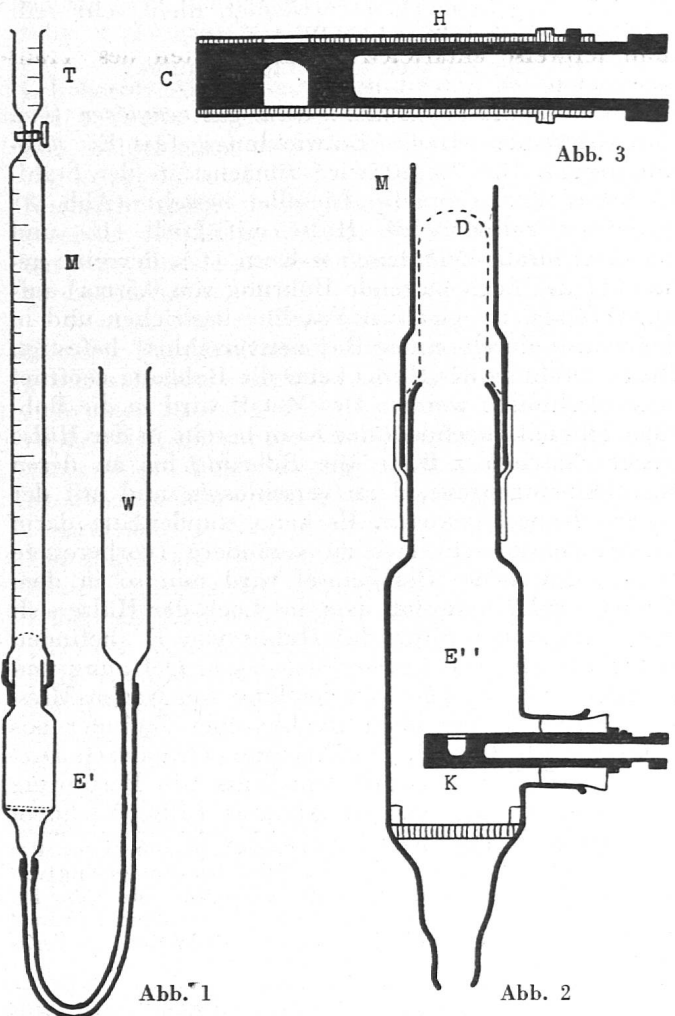


Abb. 3

Abb. 1

Abb. 2

stücke (kurzgeschlossene galvanische Kette). Das feine Al-Blech wird bald durch die Wasserstoffblasen in die Höhe getrieben, findet aber zuunten in M ebenfalls ein Kupferdrahtnetz vor, das sein weiteres Steigen verhindert und auch hier die Reaktion beschleunigt.

Die Salzsäure vermischt sich rasch mit dem Inhalt, bringt den Wasserstoff zur Entwicklung, und dieser kann — nach Abkühlung auf Zimmertemperatur — bei gleichem Niveau gemessen und auf Normalzustand umgerechnet werden. Die Unterschiede im spezifischen Gewicht der in M und E' einerseits und in W andererseits befindlichen Flüssigkeiten sind zu gering, um in Betracht zu fallen. Der Dampfdruck der im Messrohr befindlichen Flüssigkeit weicht nur so wenig von dem des Wassers ab, dass letzterer in Rechnung gestellt werden kann¹⁾.

Resultate:

Verwendete Metallmenge	Entw. Wasserstoff, reduziert auf 0° C und 760 mm	Aequivalentgewicht, daraus berechnet	
0,233 g Mg	215,5 cm ³	12,15	genauer Wert 12,16
0,206 » »	190,5 »	12,13	
0,225 » » (nicht kontr.)	210,5 »	11,99	

Material: blanker Mg-Draht.

Zeit für die Entwicklung: 5 Minuten.

0,528 g Zn	180,8 cm ³	32,8	genauer
0,564 » »	197,0 »	32,7	Wert 32,69

Material: Schmale, frisch abgeschnittene Streifen von Zn-Blech.

Zeit für die Entwicklung: 40 Minuten.

0,179 g Al	210 cm ³	9,56	genauer
0,134 » »	159 »	9,43	Wert 8,99

Material: Streifen sehr dünnen Al-Blechs, wie für Vogelscheuchen verwendet, nicht sehr rein (geringer unlöslicher Rückstand).

Zeit für die Entwicklung: 120 Minuten.

Für Metalle, die schon mit Wasser gut reagieren (Na, Ca), verwende ich das Entwicklungsgefäß E'' (Abbildung 2). Das Metall wird zunächst in der Stahlkapsel K untergebracht. Dieselbe besteht (Abb. 3) aus einer zylindrischen Hülse mit Loch (H) und einem ebenfalls zylindrischen Kern (C), der eine genau auf das Loch passende Bohrung von 0,5 cm³ aufweist. Der Kern wird mit Vaseline bestrichen und in der Hülse durch einen Bajonettverschluss befestigt. Durch Drehung des Kerns kann die Bohrung geöffnet oder geschlossen werden. Das Metall wird in die Bohrung gebracht, nachdem der Kern bereits in der Hülse steckt, Natrium z. B. in die Bohrung bis an deren Rand hineingepresst, dann verschlossen und mit der ganzen Kapsel gewogen. Es kann stundenlang darin bleiben, ohne sich stark zu verändern (vorbereitete Demonstrationen). Die Kapsel wird nun so in dem Tubus von E'' befestigt, dass das Loch der Hülse sich genau unter der Mitte des Halses von E'' befindet. Ueber dem Entwicklungsgefäß, dessen Oeffnung umfassend, steckt nun bei Verwendung von Na im Messrohr (Abb. 2) ein oben geschlossener Zylinder aus Kupferdrahtnetz (D). Das Natrium wird durch Drehung des Zylinders C mit dem Wasser in Berührung gebracht, das den ganzen Apparat füllt. Nachdem

¹⁾ Die Bestimmung des Aequivalentgewichts von Eisen, etwa aus Blumendraht, dauert zu lange, selbst bei Anwendung von Cu-Unterlage. Heisses Wasser und heisse Salzsäure habe ich bisher nicht verwendet. So kann ich für Fe keine Resultate angeben. Das Ersatzgewicht könnte durch Reduktion von Fe₂O₃ bestimmt werden.

etwa die Hälfte des Na verbraucht ist, löst sich der Rest aus der Bohrung und fängt sich in dem Drahtnetz D. Dieses verhindert das Festkleben des Na am Glas und damit das Zerspringen der Messröhre. Das seitlich durch D herunterströmende kalte Wasser verzögert die Reaktion, so dass diese ganz gefahrlos vonstatten geht²⁾.

Resultate:

Verwendete Metallmenge	Entw. Wasserstoff, reduziert auf 0° C und 760 mm	Aequivalentgewicht, daraus berechnet	
0,497 g Na	236,5 cm ³	23,6	genauer Wert: 22,997
0,504 » »	242,8 »	23,2	
0,582 » »	280,4 »	23,2	

Material: In Benzol aufbewahrtes Na, sichtbare Verunreinigungen weggeschnitten.

Zeit für die Entwicklung: 2—3 Minuten.

Bei Ca dauert die Reaktion mit blossem Wasser wesentlich länger. Um zu beschleunigen, kann man folgendermassen verfahren: Die das Ca einschliessende, durch den Gummistopfen gesteckte Kapsel wird mit einer zähen Schutzschicht (Vaseline, Ramsayfett) bestrichen und dann, Loch nach unten, am Entwicklungsgefäß E'' befestigt. Der Wasserfüllung werden durch T 10 cm³ doppeltnormaler Essigsäure zugesetzt. Bevor diese (Schlieren) das Entwicklungsgefäß erreicht, lässt man durch Drehung des Zylinders die Ca-Stückchen aus der Kapsel ins Wasser fallen und schliesst die Kapsel sofort wieder zu. Gegen Ende der Reaktion wird die Oeffnung nach oben gedreht. Tritt jetzt kein Gasstrom heraus, so sind vorher sicher alle Ca-Stückchen herausgefallen. Dieses Vorgehen vermeidet längere Berührung der nicht gefetteten Bohrung mit der (sehr verdünnten) Säurelösung.

Resultate:

Verwendete Metallmenge	Entw. Wasserstoff, auf 0° C und 760 mm reduziert	Aequivalentgewicht, daraus berechnet	
0,165 g Ca	86,8 cm ³	21,34	genauer Wert: 20,04
0,211 » »	108,7 »	21,7	
0,207 » »	108,8 »	21,3	

Material: Ca-Stückchen, blank, aus frisch bezogenen Spänen ausgesucht, etwas Carbid enthaltend. Zeit für die Entwicklung: 15—20 Minuten.

Die von Arendt-Doermer (Technik der Experimentalchemie, 5. Auflage) angeführten, aus Schülerversuchen berechneten Aequivalentgewichte betragen:

für Natrium	22,9 — 23,9
für Calcium	20,3 — 22,1
für Zink	31,35 — 32,0
für Magnesium	11,85 — 12,55
für Aluminium	8,7 — 9,0

Ein Vergleich dieser Zahlen mit unsern Resultaten fällt eher zugunsten der letztern aus. Einmal zeigen unsere Angaben eine bedeutend geringere Streuung. Bei Verwendung reiner Metalle (Mg, Zn) stimmen sie gut mit den genauen, aus den internationalen Atomgewichten für 1938 berechneten Werten überein.

Die Apparatur erfüllt den gewünschten Zweck: *Wir gewinnen an Genauigkeit und sparen Zeit für neue Versuche*³⁾.

²⁾ Beim Wegräumen der Metallkapsel ist der Gummistopfen abzustreifen, damit nicht langsam Sulfidierung eintritt. Die Kapsel könnte auch verchromt werden.

³⁾ Die Apparatur wird von der Firma C. Kirchner in Bern hergestellt. Für Einzelanfertigung gelten etwa folgende Preise: M, E' und W mit Gummiverbindungen Fr. 25.—, M, E'', K, D und W mit Gummiverbindungen Fr. 33.—, M, E', E'', K, D und W mit Gummiverbindungen Fr. 40.—. Diese Preise erniedrigen sich, wenn mehrere Kollegen gleichzeitig bestellen. Sobald man nicht ausschliesslich in einer Front arbeitet, spielen die Preise keine so grosse Rolle mehr.