Zeitschrift: Schweizerische pädagogische Zeitschrift
Band: 4 (1894)
Heft: 1

Artikel: Der Telegraph : Präparation für die Realschulstufe
Autor: Conrad, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-789262

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: 11.12.2025

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

Der Telegraph.

Präparation für die Realschulstufe.

Von P. Conrad.

Vorbemerkung.

Die hier folgende Präparation soll an einigen konkreten Beispielen zeigen, welche Stellung die Versuche im Physikunterrichte einzunehmen haben. Ich hatte vor fünf Jahren Gelegenheit, meine Anschauungen über dieses Thema der Reallehrerkonferenz St. Gallen-Rheinthal-Werdenberg vorzutragen. Dieser Vortrag wurde später auch in der „Schweiz- Lehrerzeitung“ [1]) veröffentlicht. Es ist deshalb unnötig, mich auch an dieser Stelle in weitläufige theoretische Auseinandersetzungen einzulassen. Ich beschränke mich darauf, die Hauptergebnisse jenes Vortrages zu wiederholen, indem ich die verehrten Leser bitte, die Begründung in den bezeichneten Nummern der „Schweiz. Lehrerzeitung“ oder auch in der Einleitung zu meinen seither erschienenen Präparationen für den Physikunterricht nachsehen zu wollen. [2])

1. Die Behandlung eines neuen Gegenstandes in der Physik darf nicht durch Versuche eröffnet werden.

2. Naturerscheinungen oder häufig gebrauchte Vorrichtungen und Werkzeuge, wichtige Anwendungen von Naturgesetzen überhaupt, für die das Kind apperzipirende Vorstellungen hat, müssen den Ausgangspunkt für jede Einheit im physikalischen Unterricht bilden.

3. Aus der Menge von Erscheinungen und Gegenständen, die auf demselben Gesetz beruhen, wählt man das Individuum aus, das die grösste Bedeutung und für die Schüler das meiste Interesse hat, und setzt sich von vornherein seine Erklärung als Ziel. Die Versuche haben nur der

---

[1]) Schweiz. Lehrerzeitung 1889, Nr 27, 28, 30, 31, 34, 35.

[2]) Präparationen für den Physikunterricht in Volks- und Mittelschulen. Mit Zugrundelegung von Individuen. I. Teil: Mechanik und Akustik.

Erreichung dieses Zieles zu dienen. Die gegenseitige Stellung von Individuum und Versuch lässt sich also kurz so ausdrücken:

Individuen müssen den Ausgangs-, Mittel- und Zielpunkt des physikalischen Unterrichts bilden. Versuche sind überall da einzuschalten, wo sie zum Verständnis der Einzelwesen nötig sind.

In der folgenden Präparation bildet der Telegraph dieses Individuum. Vorausgesetzt wird bei den Schülern die Kenntnis des Magnetismus und der Reibungselektrizität, für deren Behandlung am besten der Kompass und der Blitzableiter die Mittelpunkte bilden.

Der Behandlung des Telegraphen geht natürlich der Besuch eines Telegraphenbüreaus voraus. Wo es nicht möglich ist, einen vollständigen Apparat in der Schule vorzuweisen, müssen die bezüglichen Anschauungen dort gewonnen werden. [3])

Im übrigen habe ich in betreff der Präparation noch zu bemerken:

1. Alles, was der sinnlichen Anschauung zugänglich ist, muss auch wirklich den Sinnen der Schüler vorgeführt werden. Wo dieses nicht möglich sein sollte, hat es einfach wegzufallen.

2. Als Unterrichtsverfahren denke ich mir die Disputationsmethode. Diese schliesst einen Vortrag des Lehrers auf allen Stufen, auch auf der Synthese, wo Neues dargeboten wird, aus. Durch Fragen, den Hinweis auf Widersprüche und Rätsel, durch Erinnern an Bekanntes, Ähnliches, Entgegengesetztes etc. leitet der Lehrer ein Gespräch ein und führt dieses so, dass die Schüler durch eigene Arbeit zum richtigen Ziele gelangen. Das so Gewonnene wie das durch Experiment Vorgeführte ist natürlich von Abschnitt zu Abschnitt von den Schülern in zusammenhängender Rede wiederzugeben und unter Überschriften zusammenzufassen. Der Kürze halber habe ich mich darauf beschränkt, den erarbeiteten Stoff im Zusammenhang darzustellen. Nur an wichtigen Wendepunkten lässt die Form der Darstellung die Art der Gewinnung desselben erkennen. Eine vollständige Ausführung dieser sonst schon sehr umfangreichen Präparation in Fragen und Antworten hätte zu weit geführt.

3. In manchen Realschulen wird es wohl nicht möglich sein, auf alle in meiner Präparation behandelten Fragen einzugehen. Ich habe zwar in der Sekundarschule zu Eisenach den Unterricht ziemlich genau nach dieser Präparation erteilt und dabei günstige Resultate erzielt. Doch standen die Zöglinge durchschnittlich im 17. und 18. Altersjahr, während

[3]) Es sind übrigens ausrangirte Schreib- und Druckapparate, die für den Unterricht noch vollständig genügen, um billiges Geld zu haben, und sie sollten deshalb in keiner Realschule fehlen.

unsere Realschüler in der Regel jünger und deshalb auch in geistiger Beziehung noch unreifer sind. Das Quantum des durchzuarbeitenden Stoffes muss sich überhaupt nach den Verhältnissen richten. In dieser Hinsicht kann ich also keine Norm bieten. Was durch die Präparation gelehrt werden soll, ist eben nur die gegenseitige Stellung der physikalischen Individuen und der Versuche.

Präparation.

Ziel: Wir wollen Apparate kennen lernen, welche es uns ermöglichen, Nachrichten genau und wortgetreu in kürzester Zeit auch nach entfernten Ländern zu befördern. —

I. [1]) Die Schüler sprechen unter Leitung des Lehrers ihre Erfahrungen über diesen Gegenstand etwa in folgender Weise aus: Der gewöhnlichste Weg, einem entfernten Freunde oder Verwandten Mitteilungen zukommen zu lassen, besteht darin, dass man einen Brief oder eine Korrespondenzkarte schreibt und der Post übergibt, welche durch Briefboten, Pferde, durch die Eisenbahn und Schiffe für möglichst rasche Beförderung sorgt. Der auf diese Weise vermittelte Verkehr ist schon alt, in dringenden Fällen jedoch zu langsam und schwerfällig, weshalb das Sinnen und Denken der Menschen schon lange auf eine raschere und mindestens ebenso sichere Beförderung von Mitteilungen gerichtet war. Endlich gelangte man glücklich ans Ziel durch die Erfindung der Telegraphie. Bei dieser geschieht die Fortleitung der Nachrichten durch starke Eisendrähte; diese werden von hohen Holzstangen getragen, dürfen dieselben aber nicht direkt berühren. Sie werden deshalb um Porzellan- oder Glasglocken gewunden, welche ihrerseits an den Telegraphenstangen befestigt sind. Den Zweck dieser Einrichtung kennen wir nicht. Die Erinnerung an das zuletzt behandelte Kapitel lässt ihn uns aber ahnen. Denken wir nur an die guten und schlechten Elektrizitätsleiter. Das Holz, aus welchem die Telegraphenstangen gewöhnlich bestehen, ist bekanntlich im trocknen Zustand ein schlechter Leiter der Elektrizität, ein guter jedoch, wenn es nass wird, und dieses tritt im Freien bei jedem Niederschlag ein. Nichtleiter sind dagegen unter allen Umständen Porzellan und Glas; und wenn nun gerade diese die Telegraphendrähte vom Holze trennen, so vermuten wir, dass

[1]) Die römischen Ziffern bezeichnen die formalen Stufen. I. = Analyse, II. = Synthese, III. = Assoziation, IV. = System, V. = Methode.

es deshalb geschehe, dass die Elektrizität nicht etwa durch das feuchte Holz in die Erde geleitet werde. Es würde nach dieser Vermutung mithin die Elektrizität [1]) eine wesentliche Rolle bei der Telegraphie spielen. Sie würde es wahrscheinlich sein, welche die menschliche und tierische Kraft oder die Kraft des Dampfes zu ersetzen hätte. Durch die Drähte können die Nachrichten jedoch weder in geschriebenem, noch in gedrucktem Zustande nach dem Bestimmungsorte gelangen; wir müssten es sonst ja wahrnehmen können. Fortgeleitet wird etwas, was sich unserm Auge entzieht. Und dieses Etwas, sei es nun Elektrizität oder etwas anderes, sagt dem Telegraphisten, was auf der ersten Station aufgegeben wurde, jedoch in einer Sprache, die wir und noch viele andere Leute nicht verstehen. Was wir auf dem Telegraphenbüreau auf ein Blatt Papier schreiben, kommt auf der Bestimmungsstation in Form von Punkten und Strichen auf einem Papierstreifen zutage. Diese Punkte und Striche bedeuten dem Telegraphenbeamten Buchstaben, aus welchen er dieselben Wörter und Sätze bilden kann, die wir der entfernten Person mitteilen wollen. Da letztere die Telegraphensprache in der Regel ebenso wenig versteht als wir, schreibt der Beamte den Inhalt der Depesche in unserer Schrift auf ein Blatt Papier und stellt ihr dieses durch einen Boten zu. Schon in wenigen Minuten kann auf diese Weise ein Telegramm nach weit entfernten Orten gelangen. (Beispiele, welche die Schüler aus eigener Erfahrung kennen.)

Wenn wir uns nun nach dem Apparate fragen, welcher eine solche Leistung auszuführen imstande ist, so ist uns sofort klar, dass es deren mehrere sein müssen. Ein Apparat muss die Kraft erzeugen, welche die Nachrichten durch die Drähte fortleitet, nach unserer Annahme die Elektrizität. Der zweite Apparat hat die Depeschen in Punkten und Strichen auf einen Papierstreifen zu schreiben; eines dritten muss sich der Telegraphist bedienen, um die Depesche aufzugeben. Lehrer: Diese drei verschiedenen Apparate werden wir der Reihe nach kennen lernen. Wir beginnen aber nicht damit, einen nach dem andern nach seiner Einrichtung zu beschreiben, sondern überzeugen uns erst davon, ob sie wirklich in der genannten Art und Weise arbeiten, ob wir wirklich damit Striche und Punkte nach einer entfernten Stelle schicken können. Es dient uns dazu ein ausrangirter wirklicher Telegraphenapparat (Stromunterbrecher und Schreibtelegraph; die Art der Elemente ist gleichgültig).

II. Der Lehrer verbindet die drei Stücke vor den Augen der

[1]) Es können dieses viele Schüler von vornherein angeben, und es braucht dann nicht aus der Isolirung der Drähte erst geschlossen zu werden. Es dient dann dieses Moment nur zum Beweis.

Schüler durch Drähte und zwar so, dass Element und Druckapparat im Lehrzimmer bleiben, während der Schreibapparat in einem andern Raume, wenn möglich in einem benachbarten Gebäude, aufgestellt wird. Vor Beginn des Telegraphirens überzeugen sich die Schüler, dass der Papierstreifen keinerlei Punkte und Striche zeigt. Dann verteilen sie sich auf die zwei Stationen, und der Lehrer drückt bald länger, bald weniger lang den Griff des Druckapparates nieder. Gleichzeitig bemerken die Kinder der zweiten Station ein Hämmern des Schreibapparates, sowie Punkte und Striche auf dem sich abwickelnden Papierstreifen. Nach einiger Zeit wechseln die Schüler die Stationen, und derselbe Versuch wird wiederholt. Sie geben das Gesehene mündlich an und sind nun begierig, die Einrichtung der Apparate, welche so überraschende Erscheinungen hervorbringen, zu erforschen.

Wir beginnen mit dem **Krafterzeuger.** Dieser befindet sich in einem Glas von der Form eines Einmachglases. In demselben sehen wir eine braune Flüssigkeit. (Der Lehrer bezeichnet sie als Chromsäure und zeigt deren Herstellung aus Schwefelsäure, Wasser und doppeltchromsaurem Kali.) An dem Korkstück, welches das Glas oben schliesst, sind ein Zink- und ein Kohlenkolben befestigt, welche beim Gebrauch beide in die Chromsäure getaucht werden. Sonst aber wird der Zinkkolben an einem Messingdraht, welcher durch den Kork geht, emporgezogen, dass er über der Flüssigkeit hängt.

Ob die durch ein solches Element erzeugte Kraft wirklich Elektrizität ist, wird uns das Elektroskop anzeigen. Wir befestigen auf demselben den bekannten Kondensator, leiten den einen Draht nach der unteren Platte derselben, den andern nach der Erde. Nachdem die obere Platte mit einem Finger berührt und dann abgehoben worden ist, erwarten wir einen Ausschlag. Vergeblich! Wir dürfen daraus jedoch nicht auf gänzlichen Mangel der Elektrizität schliessen. Es könnte ja nur an der nötigen Stärke derselben fehlen. Dieses zeigt sich, wenn wir statt eines eine grössere Anzahl von Elementen nehmen, mit einander verbinden und den Versuch wiederholen. Wirklich bemerken wir jetzt einen deutlichen Ausschlag. Durch einen geriebenen Horngummistab weisen wir nach, dass die Zinkplatte negativ, der Kohlenkolben positiv elektrisch ist.

Um auch geringere Elektrizitätsmengen nachweisen zu können, prüfen wir die Einwirkung der in dem eben benutzten Elemente nachgewiesenen Elektrizität auf die Magnetnadel. Wir bedienen uns dabei des sogen. Galvanoskops (Multiplikator), dessen Einrichtung erst später genau angegeben und erklärt zu werden braucht. Diesen Apparat stellen wir so hin, dass die Magnetnadel im Rahmen in der Richtung der Drähte ruhig

steht und schrauben dann die Drähte des Elements an die zwei Klemmschrauben; sofort dreht sich die Nadel, schlägt auf beiden Seiten aus dem Rahmen heraus und bildet einen rechten Winkel mit den Drähten. Bei Benutzung eines andern Elements tritt dieselbe Erscheinung ein.

Der eben benutzte Apparat führt den Namen Galvanoskop und nicht Elektroskop, weil man die in einem solchen Element erzeugte Elektrizität im Gegensatz zu der Reibungselektrizität als Galvanismus bezeichnet, nach dem Entdecker derselben, einem italienischen Arzt, Namens Galvani (1786).

Da es unsere nächste Aufgabe ist, der Entstehung der Elektrizität in einem galvanischen Elemente nachzuforschen, empfiehlt es sich, dass wir uns zuerst mit der Entdeckung Galvanis bekannt machen und dann zusehen, wie spätere Forscher dieselbe benutzten und die Sache so weit förderten, dass diese Kraft zur Telegraphie Verwendung finden konnte.

Bei Galvanis Entdeckung spielte der Zufall die Hauptrolle. [1]) Er hatte zwei noch an einem Stück der Wirbelsäule hängende Froschschenkel in der Nähe einer Elektrisirmaschine auf den Tisch gelegt und beobachtete ein lebhaftes Zusammenzucken derselben, sowie dem Konduktor der Maschine ein Funken entzogen wurde. Galvani erblickte darin eine Einwirkung der Elektrizität des Konduktors auf diejenige, welche er im Tierkörper voraussetzte, und wollte nun untersuchen, ob auch die Elektrizität der Atmosphäre denselben Einfluss ausübe. Zu dem Ende steckte er einen Kupferdraht durch den Rest der Wirbelsäule und hing die Schenkel vermittelst desselben an einem eisernen Gitter auf. Seine Erwartung ging nicht in Erfüllung, die atmosphärische Elektrizität liess keinen Einfluss erkennen. Die Schenkel zuckten jedoch jedesmal lebhaft, sowie sie mit dem Eisen des Gitters in Berührung kamen; es musste also ein elektrischer Strom durch sie hindurchgegangen sein. Die Quelle dieses Stromes suchte Galvani in dem tierischen Körper selber. Er dachte sich diesen als Leydenerflasche, indem er die Muskeln mit dem äussern, die Nerven mit dem innern Beleg derselben verglich. Berührten nun die Schenkel das Gitter, so war durch dieses und den Kupferhaken eine leitende Verbindung zwischen Muskeln und Nerven, zwischen den beiden Belegen, hergestellt, und es konnte eine mit einem Schlage verbundene Entladung erfolgen.

Dieser Ansicht trat jedoch bald ein anderer italienischer Gelehrter, Volta, Professor in Pavia, entgegen. Er wiederholte die Versuche Gal-

[1]) Das Historische ist, soweit es nicht durch Versuche gezeigt und gleichsam miterlebt werden kann, durch darstellenden Unterricht zu gewinnen.

vanis, hing die Schenkel aber nicht mit einem Kupfer-, sondern mit einem Eisenhaken auf und fand, dass dabei die Zuckungen gar nicht oder doch nur schwach und unregelmässig erfolgten. Er nahm deshalb an, dass die Elektrizität durch die Berührung von Kupfer und Eisen, also zweier verschiedenen Metalle, entstehe. Das Zucken der Froschschenkel erklärte er sich dann so, dass bei der Berührung derselben mit dem Eisen die in den Metallen erregten entgegengesetzten Elektrizitäten sich durch den leitenden Tierkörper mit einander verbinden konnten.

Die Richtigkeit seiner Annahme suchte er durch Aufeinanderlegen von einer Kupfer- und einer Zinkplatte nachzuweisen, ein Versuch, den wir selber leicht ausführen können. Wir fassen die Zink- und Kupferplatte an den Hartgummigriffen und legen sie auf einander. Nach der Ansicht Voltas müsste dadurch schon Elektrizität entstehen. Das Elektroskop zeigt jedoch beim Berühren des Knopfes mit der einen Platte nicht den geringsten Ausschlag. Jedenfalls ist die Elektrizität, wenn auch welche entstanden sein sollte, zu schwach. Wir bedienen uns deshalb wieder des Kondensators und berühren die untere Platte mehrere Male mit der Zinkscheibe, nachdem wir sie vorher jedesmal mit der Kupferscheibe in Berührung gebracht haben, während die obere Platte in leitender Verbindung mit dem Boden steht. Beim Aufheben dieser zeigt sich ein deutlicher Ausschlag, ebenso bei Wiederholung des Versuchs in der Weise, dass wir dem Elektroskop die Elektrizität der Kupferplatte mitteilen.

Ähnlich verfuhr Volta. Um die Elektrizität zu steigern, brachte er zwischen die Kupfer- und Zinkplatte eine feuchte Papier- oder Tuchscheibe, wie wir es hier ebenfalls machen. Wirklich zeigt das Elektroskop deutlich eine grössere Elektrizitätsmenge an. Volta glaubte nun, dass hier wie dort die Elektrizität durch Berührung verschiedener Metalle entstehe, und dass der feuchte Lappen nur als Leiter der Elektrizität von der einen Platte zur andern diene. Daher nannte er diese Art der Elektrizität Berührungselektrizität, und so bezeichnet man sie vielfach heute noch. Ob es aber wirklich nur die Berührung ist, welche die Elektrizität erzeugt, und ob in unsern Elementen auch nur diese wirksam ist, wird sich bald zeigen.

Der nächste Fortschritt bestand darin, dass Volta eine ganze Menge von Kupfer-, Zinkplatten [1]) und feuchten Leitern aufeinanderlegte. Welchen

[1]) Die von Volta ursprünglich gewählte, keineswegs zweckmässige Zusammenstellung von Silber- und Kupferplatten kann hier um so eher übergangen werden, als Schulen doch nicht in der Lage sind, sie nachzumachen.

Erfolg er dabei hatte, zeigt sich uns, wenn wir selber eine Voltasche Säule aufbauen. Als Gerüste derselben benutzen wir ein Brettchen mit 3 als Halt dienenden Glasstangen. Auf dieses Bodenbrett legen wir zuerst eine Kupfer-, dann eine Zinkplatte, dann eine mit verdünnter Schwefelsäure getränkte Filzscheibe, darauf wieder eine Kupfer-, eine Zinkplatte und eine angefeuchtete Filzscheibe, und in derselben Reihenfolge fahren wir fort, bis wir etwa 50 solcher Plattenpaare aufeinandergeschichtet haben. Wir weisen nun die Elektrizität mit Elektroskop und Galvanoskop wie vorher nach und überzeugen uns, dass das Zink den negativen, das Kupfer den positiven Pol bildet. Es treten aber bei dieser Säule noch andere elektrische Erscheinungen ein. Wir berühren mit der einen Hand die oberste Zink-, mit der andern die Klemmschraube, welche mit der untersten Kupferplatte in Verbindung steht, und bekommen dabei einen starken elektrischen Schlag, ähnlich wie beim Entladen der Leydenerflasche. Derselbe Schlag wiederholt sich beim Entfernen einer oder beider Hände, während wir bei fortgesetztem Berühren gar nichts spüren. Erklärung: Bevor wir mit unsern Händen berühren, können sich die an den beiden Enden der Säule angehäuften Elektrizitäten nicht vereinigen; dies ist aber nach erfolgtem Berühren möglich; sie strömen durch unsern Körper zusammen; man sagt, der elektrische Strom ist geschlossen, während er in jenem Falle geöffnet ist. Wir können mithin auch sagen, wir bekommen bei der Voltaschen Säule einen elektrischen Schlag im Momente des Schliessens und des Öffnens des galvanischen Stroms.

Dies tritt deutlich hervor, wenn wir die Voltasche Säule mit einem sogen. Blitzrad verbinden, das ist ein Zahnrad auf einem Metallständer, gegen dessen Zähne eine Metallfeder drückt. Die eine Ständersäule und die Feder stehen mit Klemmschrauben in Verbindung. Wir leiten nun von der obersten Zinkplatte einen Draht nach der einen dieser Klemmschrauben, während wir an der andern, sowie an der mit der untersten Kupferplatte angebrachten, je eine Hantel befestigen. Fassen wir diese Hanteln an, so wird der Strom geschlossen, vorausgesetzt, dass die Feder gerade einen Zahn des Rades berührt. Beim Drehen dieses befindet sich die Feder abwechselnd auf Zähnen und in Zwischenräumen; in jenem Falle ist der Strom geschlossen, in diesem geöffnet oder unterbrochen. Das Öffnen und Schliessen folgt sich deshalb in kurzen Zwischenräumen, was ein rasches Aufeinanderfolgen der elektrischen Schläge bewirkt. (Die Schüler überzeugen sich der Reihe nach selbst davon durch Anfassen der Hanteln. Um die Überleitung der Elektrizität in den Körper zu erleichtern, werden die Hände angefeuchtet.)

Bei diesem Versuche zeigt sich jedoch die unangenehme Erscheinung, dass bei einigermassen grossen Klassen die letzten Schüler entweder gar keine oder nur schwache Schläge erhalten. Man lässt auch einige von den ersten den grossen Unterschied feststellen. Diese Wahrnehmung bietet uns Gelegenheit, auf die Übelstände der Säule einzugehen. —

Jene Erscheinung kann nur daher rühren, dass die Elektrizität bei der Voltaschen Säule bald abnimmt und schliesslich ganz aufhört. Die Ursache davon finden wir, wenn wir auf die bei der Säule auftretenden Nebenerscheinungen genau achten. Da fällt uns einmal ein lebhaftes Brausen und das Emporsteigen von Dämpfen auf. Auch nehmen wir wahr, dass die Metallplatten auf ihrer Oberfläche unrein werden und dass die Zinkplatten auch zerfressen erscheinen. Es kann dies alles nur von der Wechselwirkung der Metalle und der verdünnten Schwefelsäure herrühren. Deutlich überzeugen wir uns davon, wenn wir eine Kupfer- und eine Zinkplatte neben einander in ein Glas mit verdünnter Schwefelsäure stellen. Der Flüssigkeit entsteigen sofort Blasen, doch nur an den Stellen, wo sie mit dem Zink in Berührung kommt. Diese werden bald so gross, dass es aussieht, als ob sich die Flüssigkeit in lebhaftem Kochen befände. Ein Teil der Blasen steigt in die Luft über, ein anderer strömt der Kupferplatte zu und setzt sich dort an. Die Gasentwicklung scheint also nur eine Folge der Wechselwirkung zwischen Zink und verdünnter Schwefelsäure zu sein. Diese Annahme bestätigt sich beim Entfernen des Kupfers. Das Aufsteigen der Blasen wird dadurch nicht im mindesten beeinträchtigt. Um uns über die Art des entsteigenden Gases klar zu werden, fangen wir es unter Wasser in Glaszylinder auf und zeigen seine wichtigsten Eigenschaften: es brennt, unterhält die Verbrennung jedoch nicht, ist farb-, geruch- und geschmacklos und leichter als die atmosphärische Luft. [1]) Das Gas ist nach dem Stoff benannt, aus dem es stammt. Ob dieses die Schwefelsäure, das Wasser oder das Zink ist, wollen wir untersuchen. Legen wir Zink in unverdünnte Schwefelsäure, so zeigen sich keine Blasen; das geschieht jedoch alsbald, wenn wir uns mit Wasser vermischter Schwefelsäure bedienen. Es erscheint uns deshalb wahrscheinlich, dass das Gas dem Wasser entsteige; die daraufhin gemachte Probe durch Übergiessen von Zink mit reinem Wasser macht die Sache jedoch wieder zweifelhaft. Allerdings ist damit weiter nichts nachgewiesen, als dass das Zink allein dem Wasser

[1]) Wo die Elemente der Chemie bekannt sind, was für die Behandlung dieses Kapitels äusserst wünschbar ist, können die Schüler das Gas von vornherein als Wasserstoff bezeichnen. Ist dies jedoch nicht der Fall, so muss das Notwendigste hier eingeschaltet werden, wie es oben geschieht.

das fragliche Gas nicht zu entlocken imstande wäre. Glücklicherweise besitzen wir aber eine Kraft, die das vermag, das ist der elektrische Strom. Wir leiten den Strom einer kräftigen Batterie in den Wasserzersetzungsapparat, und bald steigen von beiden Platinblechen Blasen in den 2 Röhren empor und verdrängen allmälig das Wasser aus diesen. In der mit dem Zink in Verbindung stehenden Röhre sammelt sich doppelt so viel Gas als in der andern. Eine Untersuchung desselben erweist es als völlig übereinstimmend mit dem am Zink aus der verdünnten Schwefelsäure aufsteigenden Gas: es brennt, unterhält die Verbrennung nicht, ist leichter als Luft etc. Es ist also wohl sicher, dass es auch in jenem Versuch aus dem Wasser stammt, und daher führt es den Namen Wasserstoff.[2])

Das im andern Schenkel befindliche Gas verhält sich sehr verschieden vom Wasserstoff: es brennt nicht, ein glimmender Holzspahn entzündet sich aber darin und brennt mit sehr lebhafter Flamme; es unterhält also die Verbrennung; auch ist es schwerer als die atmosphärische Luft. Geruch-, Geschmack- und Farblosigkeit teilt es mit dem Wasserstoff. Dieses Gas heisst Sauerstoff, und die Tatsache, dass Holz auch in der freien Luft brennt, lässt die Annahme begründet erscheinen, dass sich dasselbe Gas auch in der atmosphärischen Luft befinde.

Wir kommen somit zu dem Ergebnis, dass der galvanische Strom das Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt hat. Wenn nun auch bei dem Eintauchen von Zink in verdünnte Schwefelsäure Wasserstoff aufsteigt, wo wird dann der Sauerstoff bleiben? Da er nirgends bemerklich wird, dürfen wir wohl annehmen, dass er zum Zink geht und den dunkeln Überzug desselben bewirkt. Das Zink wird ja auch an der Luft bald matt und grau, jedenfalls auch aus dem Grunde, dass sich Sauerstoff damit verbindet. Da das Zink in der verdünnten Schwefelsäure immer dünner wird und schliesslich ganz verschwindet, muss das Zinkoxyd von der Schwefelsäure aufgelöst werden. Wir dampfen diese Lösung etwas ein, filtriren und lassen sie abkühlen, worauf säulenförmige, farblose Krystalle entstehen. Diese sind offenbar kein reines Zink, auch kein Zinkoxyd; sie können also nur eine Verbindung des letztern mit

---

[2]) Es muss allerdings auch bei diesem Versuche das Wasser etwas angesäuert werden, was zu der Annahme geführt hat, dass nicht das Wasser als solches, sondern die Schwefelsäure zersetzt werde, und dass das Schwefelsäureanhydrid (SO_3) sich sofort wieder mit Wasser verbinde. Da ein Verständnis dieser komplizirten Vorgänge bei Analphabeten in der Chemie durchaus unmöglich ist, trage ich keinerlei Bedenken, die nächstliegende, bisher allgemein übliche Erklärung (Zerlegung des Wassers in $_2H$ und O) zu geben.

Schwefelsäure sein; man nennt sie deshalb schwefelsaures Zinkoxyd oder auch Zinkvitriol.

III a) und IV a) Wir haben hier verschiedene Vorgänge kennen gelernt, die uns neu sind:

1. Das Wasser wird in zwei Stoffe zerlegt, die sich in ihren Eigenschaften vom Wasser sehr unterscheiden, nämlich —
2. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Zink zu Zinkoxyd, welches auch wieder wesentlich andere Eigenschaften besitzt als Zink und Sauerstoff; Angeben!
3. Aus der Verbindung von Zinkoxyd und Schwefelsäure entsteht Zinkvitriol, der auch wieder ganz andere Eigenschaften zeigt.
4. Diese Vorgänge heissen chemische, im Gegensatz zu den physikalischen. Ein solcher findet z. B. statt, wenn ich Zink- und Eisenspähne mische; beide Metalle bleiben dabei, was sie sind, und lassen sich leicht, z. B. durch einen Magneten, trennen. Aufzählen anderer physikalischer Erscheinungen! — Von einer begrifflichen Bestimmung der beiden Arten von Erscheinungen kann erst auf Grund eines viel grössern konkreten Materials, am besten erst nach Durcharbeitung der ganzen Physik und Chemie die Rede sein. Hier begnügen wir uns mit der kurzen Zusammenfassung:
   a) Die Zersetzung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff ist ein chemischer Vorgang.
   b) Die Verbindung von Sauerstoff mit Zink ist ein chemischer Vorgang.
   c) Die Verbindung von Zinkoxyd mit Schwefelsäure ist ein chemischer Vorgang.
   d) Die Mischung von Zink- und Eisenspähnen ist ein physikalischer Vorgang u. s. f.

II b) Diese Untersuchungen geben uns die Mittel in die Hand, das Abnehmen der Elektrizität bei der Voltaschen Säule zu erklären. Auch bei der Voltaschen Säule kann das Brausen nur daher rühren, dass Wasserstoff aufsteigt; auch hier wird also das Wasser zersetzt und der Wasserstoff muss sich ebenfalls an das Kupfer ansetzen. Dadurch wird dasselbe gleichsam eingehüllt, isolirt, und die Elektrizität kann nicht mehr durch.

Wenn diese Erklärung richtig ist, so muss auch beim Eintauchen einer Zink- und einer Kupferplatte in verdünnte Schwefelsäure die elektrische Kraft gar bald abnehmen, wenn sich dabei überhaupt welche zeigt. Dass letzteres der Fall ist, zeigt uns das Galvanometer an,

ebenso, dass die Elektrizität rasch abnimmt; denn der Ausschlag wird bald kleiner. Diese Abnahme wird also wohl in beiden Fällen dieselbe Ursache haben, nämlich das Überziehen der Kupferplatte mit Wasserstoff.

Diese Erkenntnis führte zur Beseitigung des genannten Übelstandes, zum Unschädlichmachen des Wasserstoffs. Das Mittel hierzu fand man in der Vereinigung desselben mit andern Stoffen, und so kam man unter andern auf unser anfangs gebrauchtes Chromsäureelement. Hier kann es nur das doppeltchromsaure Kali sein, welches den Wasserstoff bindet; denn Schwefelsäure und Wasser, welche ausserdem noch Bestandteile der Chromsäure sind, besitzen diese Kraft, wie unsere Versuche zeigten, nicht. Eine Prüfung unseres Elements ergibt denn auch, dass es noch dieselbe Elektrizitätsmenge liefert, wie bei den ersten Experimenten. Es ist also ein Element, welches seine Leistungsfähigkeit nicht nach so kurzer Zeit schon einbüsst. Man nennt es deshalb ein konstantes Element.

Es gibt noch eine Menge anderer konstanter Elemente, die alle etwa Anwendung finden. Die wichtigsten sind folgende:[1])

1. Das Daniellsche Kupfervitriol-Element. Hier wird der Wasserstoff durch aufgelösten Kupfervitriol gebunden; diesen muss man jedoch von der Schwefelsäure trennen. Es geschieht dadurch, dass man in das Glas einen Thonbecher und in diesen Kupfervitriollösung nebst einem Kupferkolben bringt. Um den Thonbecher steht ein Zinkzylinder in verdünnter Schwefelsäure. Prüfen des Elementes!

2. Das Bunsensche Salpetersäure-Element unterscheidet sich von dem vorigen nur dadurch, dass im Thonbecher sich ein Kohlenkolben in Salpetersäure befindet. Bei der Prüfung zeigt sich die sehr lästige Nebenerscheinung, dass nicht nur Wasserstoffgas aus der Schwefelsäure aufsteigt, sondern dass sich auch in der Salpetersäure Gase bilden, und zwar von stechendem, fast erstickendem Geruch. Den hier zu grunde liegenden Vorgang werden wir erst später begreifen.

3. Das Meidingersche Element. Bei diesem fehlt der Thonbecher; die beiden Flüssigkeiten sind Bittersalz- und Kupfervitriollösung; da erstere bedeutend leichter ist als letztere, bleibt sie auf derselben stehen, ähnlich wie auch Öl auf Wasser schwimmt. In der Bittersalzlösung steht ein Zinkzylinder, in der Kupfervitriollösung ein Kupferzylinder; von diesem führt ein isolirter Draht durch die obere Flüssigkeit nach aussen. Durch die Bittersalzlösung geht ein unten verengter, aber offener Becher, in welchem sich Kupfervitriolstückchen befinden, damit die Lö-

---

[1]) Dieselben werden nur soweit genannt und besprochen, als sie vorgewiesen und vor den Augen der Schüler zusammengesetzt und geprüft werden können.

sung immer dicht (konzentrirt) bleibe. Diese Meidingerschen Elemente sind es, welche bei der Telegraphie die häufigste Anwendung finden.

III b) Kurze Zusammenstellung der Elemente, die galvanische Elektrizität liefern:

1. Voltasche Säule: Kupfer, Zink, feuchter Leiter; Kupfer etc.
2. Kupfer- und Zinkkolben in verdünnter Schwefelsäure.
3. Chromsäure-Element: Kohle und Zink in Chromsäure.
4. Daniellsches Element: Kupfer in Kupfervitriollösung, Zink in verdünnter Schwefelsäure.
5. Bunsensches Element: Ebenso, aber Kohle in Salpetersäure.
6. Meidingersches Element: Kupfer in Kupfervitriollösung und Zink in Bittersalzlösung.

Das allen diesen Elementen Gemeinsame ist: Berührung zweier Metalle oder von einem Metall und Kohle mit gewissen Flüssigkeiten.

IV b) Gesetz: Die galvanische Elektrizität entsteht dadurch, dass zwei Metalle oder ein Metall und Kohle mit gewissen Flüssigkeiten zu einem Elemente verbunden werden. Das Zink bildet stets den negativen, das andere Metall (oder die Kohle) den positiven Pol des Elements. Wenn man kurzweg vom elektrischen Strom ohne Beifügung der nähern Bezeichnung spricht, versteht man darunter immer den positiven.

Bei den meisten Elementen steht Zink in verdünnter Schwefelsäure und veranlasst chemische Vorgänge, die wir schon besprochen haben. Auch bei den übrigen finden solche Vorgänge statt, die wir freilich noch nicht kennen. Die wahre Ursache der Elektrizität wird deshalb nicht in der blossen Berührung, sondern in den dabei stattfindenden chemischen Vorgängen liegen.

Das Zink verbindet sich dabei bekanntlich mit dem Sauerstoff des Wassers, das dadurch entstehende Oxyd wird aufgelöst, so dass das Zink selbst nach und nach verschwindet, gleichsam verbrannt wird, und wir können deshalb sagen: Ein galvanisches Element ist eine Vorrichtung, in der Zink zur Erzeugung von Elektrizität verbrannt wird, wie man zur Erzeugung von Wärme Kohle verbrennt.

Einen Hauptteil des Telegraphenapparats, den Elektrizitätslieferer, verstehen wir somit und können nun zum zweiten, zum **Schreibapparat**, übergehen.

II c) Um die Einrichtung des Schreibapparats zu verstehen, beobachten wir noch einmal genau, wie derselbe arbeitet. Zu dem Ende

setzen wir ein Element, den Druckapparat und den Schreibapparat wie vorher zusammen. Wird nun auf den Taster des Druckapparats mehrmals rasch nacheinander gedrückt, so wiederholt sich beim Schreibapparat das schon früher wahrgenommene Hämmern. Der Ursache desselben nachforschend, finden wir, dass es von der Bewegung eines ungleicharmigen Messinghebels herrührt. Dieser bildet den obersten Teil des Apparats; sein kürzerer Arm trägt am Ende ein zylinderförmiges Eisenstück, das quer zur Hebelstange geht und von zwei darunter befindlichen Eisenkernen ganz wenig absteht. Am Ende des längern Hebelarms hingegen bemerken wir einen Stift, der schief aufwärts gegen eine Walze gerichtet ist, ohne dieselbe zu berühren. Schief unter der ersten nehmen wir eine zweite Walze wahr, und zwar in solcher Höhe, dass nur der bekannte Papierstreifen dazwischen durchgeschoben werden kann. Das mehrfach erwähnte Hämmern entsteht nun, wie sich leicht beobachten lässt, also: Beim Niederdrücken des Tasters bewegt sich auch der kürzere Hebelarm mit dem Eisenstück nieder und schlägt auf die zwei darunter stehenden Eisenstücke, während natürlich der andere Hebelarm nach oben geht und den Stift auf den Papierstreifen drückt. Beim Heben des Tasters findet die entgegengesetzte Bewegung statt. So kann der Hebel zu rasch aufeinander folgender Auf- und Niederbewegung und somit das Eisenstück zu öfterm Aufschlagen, welches das Hämmern verursacht, veranlasst werden. Das Schreiben auf dem Papierstreifen dagegen beginnt erst, nachdem wir durch Ziehen eines Schiebers bewirken, dass sich die untere Rolle dreht. Diese versetzt auch die andere in Umdrehung, und so wird der Papierstreifen langsam zwischen den beiden Rollen hindurchgezogen. Bei ganz kurzem Drücken bewirkt dann die am Hebelende befindliche Spitze einen punktartigen, bei längerm einen strichförmigen Eindruck, während sie beim Freilassen des Tasters das Papier gar nicht berührt und einen leeren Zwischenraum entstehen lässt. Die Umdrehung der Rolle wird ähnlich veranlasst, wie die Bewegung der Uhrzeiger, durch ein Uhrwerk, welches in einen Messingkasten eingeschlossen ist.[1]) Woher rührt es aber, dass der Hebel den Bewegungen des Tasters augenblicklich folgt? Offenbar ist das eine Wirkung der Elektrizität; denn sobald wir die Verbindung zwischen Element und Druckapparat lösen, warten wir beim Drücken des Tasters vergeblich auf die Bewegung des Hebels. Untersuchen wir deshalb den Weg des Stromes im Schreibapparat genau! Da sehen wir zwei Drähte in die Klemmschrauben desselben ein- und ebensoviele wieder austreten. Die

[1]) Wo immer tunlich, zu zeigen!

letztern gehen in vielen Windungen um zwei Holzspuhlen, welche die senkrechten Eisenkerne umgeben. Da der Draht von der einen Rolle auf die andere übergeht, kann der Strom von der einen Klemmschraube aus um beide Eisenkerne herum und zu der andern Klemmschraube zurück.

Man könnte nun annehmen, die Bewegung des Hebels werde durch die Elektrizität direkt bewirkt, indem dieselbe das am Ende angebrachte Eisenstück anziehe. Wenn wir uns jedoch erinnern, dass wir eines Kondensators bedurften, um eine Einwirkung der galvanischen Kraft mehrerer Elemente auf die leichten Blättchen eines Elektrometers wahrzunehmen, so ist uns die Unmöglichkeit einer Anziehung des schweren Eisenstücks durch die Elektrizität eines Elements sofort klar. Um ein übriges zu tun, kommen wir aber noch mit einem Hollundermark-Pendel ganz nahe an die um die Spulen gewundenen Drähte; es zeigt sich keine Spur von Anziehung. Es ist daher nur die Möglichkeit offen, dass die Elektrizität in einer Weise auf die Eisenkerne einwirke, dass diese das wagrechte Eisenstück anziehen, mit andern Worten, dass sie magnetisch werden. In der Tat wird von dem obern Ende des einen Eisenkerns die Nordspitze der Magnetnadel angezogen, die Südspitze abgestossen, während das obere Ende des andern Kerns entgegengesetzte Einwirkung zeigt. Die beiden Enden verhalten sich mithin nicht wie unmagnetisches Eisen, welches seine Anziehung auf beide Pole der Magnetnadel in derselben Weise äussert, sondern wie die beiden Pole eines Magnets. Wir sehen denn auch, dass die beiden Schenkel unten durch einen eisernen Querstab in Verbindung stehen und somit auch der Form nach einem Hufeisenmagnet entsprechen. Man nennt einen solchen Magneten Elektromagnet.

Das Rätsel wäre damit gelöst: Die beiden Eisenkerne werden unter der Einwirkung des galvanischen Stroms magnetisch, ziehen das Eisen und dadurch auch den kurzen Hebelarm nach unten, weshalb sich dann der entgegengesetzte nach oben bewegen und die Spitze gegen das Papier drücken muss.

Um diese Erklärung noch fester zu begründen, schliessen wir Versuche mit andern Elektromagneten an. Zuerst wird jedesmal nachgewiesen, dass die Eisenkerne unmagnetisch sind, dann, dass sie eine bedeutende Anziehungskraft entwickeln, sobald der elektrische Strom geschlossen wird, und endlich, dass dieselbe beim Öffnen des Stroms sofort wieder verschwindet. Auch das Vorhandensein zweier Pole wird jeweilen nachgewiesen.[1])

[1]) Auf die Abhängigkeit der Pole von der Stromrichtung hier einzugehen, liegt keinerlei Veranlassung vor.

III c) und IV c) Diese Versuche führen zu den Gesetzen:

1. Leitet man um einen Eisenkern einen elektrischen Strom, so zeigt sich derselbe stark magnetisch.
2. Ein solcher Elektromagnet ist nur so lange magnetisch, als durch seine Drahtwindungen ein elektrischer Strom fliesst.

II d) Das zweite Gesetz erklärt uns, warum der am Hebel befestigte Anker nicht stets von den Elektromagneten angezogen wird. Ohne Zweifel wird beim Heben des Tasters der Strom unterbrochen, der Elektromagnet unmagnetisch, und der Anker geht in seine frühere Stellung zurück. Da er jedoch infolge seiner Schwere liegen bleiben würde, ist zwischen einem nach unten gehenden Fortsatz des Hebels und dem Elektromagneten eine Feder ausgespannt, welche durch die Anziehung des Ankers gespannt wird und diesen nach dem Aufhören derselben in die Höhe zieht.

Es bleibt uns noch zu untersuchen übrig, wie durch den **Druckapparat** ein Schliessen und Öffnen des elektrischen Stromes ermöglicht wird. Eine genaue Betrachtung des Druckapparats ergibt folgendes: In der Mitte eines Brettchens steht eine Messingsäule, welche einen Hebel trägt aus demselben Metall. Unter diesem bemerken wir rechts und links von der Säule je ein Messingblättchen mit einem nach oben gerichteten Metallstift. Diese Stifte stehen je einem vom Hebel nach unten gerichteten Stifte gegenüber. Der Hebel trägt an seinem einen Ende einen Holzknopf, und der entsprechende Arm wird im Ruhezustand durch eine unter ihm befindliche Feder nach oben gedrückt, so dass die Metallstifte auf dieser Seite von einander abstehen, während sie sich auf der entgegengesetzten berühren. Wir nennen letztere der Einfachheit halber die hintere, erstere die vordere Seite. Vor dem Telegraphiren leiteten wir nun den einen Draht des Elements direkt zu der einen Klemmschraube des Schreibapparats, den andern dagegen nach der am vordern Messingblättchen des Druckapparats angebrachten Klemmschraube. Ein anderer Draht führt sodann von der Klemmschraube der Mittelsäule nach der zweiten Klemmschraube des Schreibapparats. So lange nun der vordere Arm des Tasters nicht niedergedrückt wurde, konnte der Strom nicht von dem untern Stifte in den obern gelangen; er war mithin unterbrochen, der Elektromagnet blieb unmagnetisch. Sowie wir aber auf den Holzknopf drücken, dass sich die entsprechenden vordern Spitzen berühren, nimmt der Strom folgenden Weg: von dem Zink durch den Leitungsdraht nach dem vordern Messingblättchen, vom Stifte dieses in den Stift des Hebels, durch diesen nach der Mittelsäule, von deren

Klemmschraube durch den Draht nach derjenigen des Schreibapparats, von hier durch die Drähte um die beiden Schenkel des Elektromagnets, zurück zur andern Klemmschraube des Schreibapparats und endlich zurück zur Kohle des Elements und durch die Säure wieder zum Zink. Der andere Strom macht denselben Weg in umgekehrter Richtung.

Das Telegraphiren ist nun soweit erklärt, als wir es hier durch Versuche ausführen konnten. Beim Telegraphiren nach entfernten Städten und Dörfern kommt jedoch noch einiges hinzu. Einmal wissen alle, dass man auf jeder Station nicht nur Telegramme aufgeben, sondern auch welche in Empfang nehmen kann, während bei unsern Versuchen nur das eine oder das andere stattfinden konnte, da ja die eine Station nur einen Schreibapparat, die andere bloss ein Element und den Druckapparat besass. Daraus geht hervor, dass jedes Telegraphenbüreau über alle drei Gegenstände: Element, Schreibapparat und Druckapparat muss verfügen können. Dass ein einziges Element nicht einmal genügt, haben manche auf Telegraphenbüreaux schon gesehen. Es scheint dieses auf den ersten Blick auffallend, da wir zum Telegraphiren doch nur eines Elements bedurften. Es kann nur daher rühren, dass wir den Strom auf eine geringe Entfernung fortleiteten, während dies sonst oft Tausende von Meilen weit zu geschehen hat. Der elektrische Strom würde danach in der Leitung geschwächt. Wir untersuchen es, indem wir in die Leitung eiserne Drahtrollen von verschiedener Länge einschalten und den Strom zum Galvanoskop leiten und die Grösse des Ausschlags bestimmen. Es zeigt sich, dass derselbe in dem Grade abnimmt, wie die Länge des Leitungsdrahtes wächst.

III d) und IV d)

Wir gelangen zu dem Gesetz: Der Widerstand eines eisernen Leitungsdrahtes wächst wie die Länge desselben.

II e) Es ergibt sich daraus die Notwendigkeit, eine Anzahl Elemente zu vereinigen, wie wir es auch schon machten bei der Wasserzersetzung und behufs Nachweises der Elektrizität durch das Elektroskop. Diese Vereinigung wird noch einmal ausgeführt und gezeigt, dass stets das Zink des einen Elements mit der Kohle oder dem Kupfer des nächsten verbunden werden muss, so dass an den beiden Enden die entgegengesetzten Metalle (oder Zink und Kohle) frei bleiben zur Befestigung der Leitungsdrähte. Eine solche Verbindung von Elementen heisst Batterie.

Zu erklären bleibt sodann noch, dass manchmal eine ganze Menge von Drähten über die Telegraphenstangen neben einander herlaufen, während zwischen andern Stationen sich nur ein Leitungsdraht befindet.

Das erstere erklärt sich leicht aus dem Umstande, dass von grössern Orten aus Leitungen nach verschiedenen Stationen gehen müssen und sich oft erst, nachdem sie eine Strecke weit dieselbe Richtung verfolgt haben, von einander abzweigen. Wie kommt es aber, dass zwischen zwei Stationen ein einziger Draht genügt, da wir doch wissen, dass von jedem Element (jeder Batterie) zwei Drähte ausgehen, und dass eine Wirkung nur eintritt, wenn der Strom geschlossen ist? Die Tatsache, dass die eine Elektrizität eine Einwirkung auf das Elektrometer zeigte, wenn die andere zur Erde abgeleitet wurde, kann uns auf den Weg helfen. Wie hier auf das Elektrometer, kann wohl auch die eine Elektrizität allein auf den Elektromagnet wirken, wenn die andere ebenso abgeleitet wird. Freilich muss auch von dem Elektromagneten ein Draht nach der Erde führen, um auch die zweite Elektrizität abzuleiten. (Wo immer möglich, ist auch hier ein bezüglicher Versuch einzuschalten.) So kommt es denn, dass auf allen Stationen ein Draht nach der Erde, und zwar bis ins Grundwasser, geführt wird, damit die eine Elektrizität ohne Hindernis abfliessen und die andere sich fortwährend neu bilden und wirken könne.

Man könnte aber dessenungeachtet die Notwendigkeit zweier Leitungsdrähte zwischen je zwei Stationen vermuten, einen zum Telegraphiren von A nach B, den andern von B nach A. Wie es kommt, dass nur ein Draht für das Telegraphiren nach beiden Richtungen genügt, wird uns am besten klar, wenn wir die Verbindung der Apparate auf zwei benachbarten Stationen, wie sie zum Zwecke ungestörten Telegraphirens statthaben muss, durch eine Zeichnung an der Wandtafel zu konstruiren versuchen. Die Schüler entwerfen diese Skizze selber und finden auch die Verbindung, oft allerdings erst nach mehreren vergeblichen Versuchen, allein. Sie lesen dieselbe dann von der Wandtafel in folgender Weise ab: Auf jeder Station geht der eine Leitungsdraht zuerst um den Elektromagneten und dann in die Erde. Der andere führt nach dem vordern untern Stift des Druckapparats, und ein dritter Draht setzt die Leitung von der Klemmschraube der Mittelsäule über die Telegraphenstangen nach der andern Station fort, wo er natürlich auch in der mittlern Messingsäule mündet. Ein weiterer kurzer Draht stellt endlich noch die Verbindung zwischen dem hintern untern Stift und der nach der Erde führenden Leitung her. Begründung der Notwendigkeit gerade dieser Art von Verbindung durch Hinweis auf die Übelstände, die eine andere mit sich brächte.

III e) und IV e) 1. Zeichnen der Stellung der Druckapparate beim Telegraphiren

a) von A nach B,

b) von B nach A.

2. Angeben des Stromweges in diesen beiden Fällen.

3. Nennen der physikalischen Gesetze, deren Ableitung sich zur Erklärung des Telegraphen notwendig machte.

4. Zusammenstellen der verschiedenen Verfahren zur Erzeugung von Elektrizität.

5. Verschiedene Wege, Eisen oder Stahl magnetisch zu machen.

Schriftliches System.

(Eintragungen der Schüler in ihr Stichwortheft zur Erleichterung der Wiederholung.[1])

Der elektrische Telegraph.

a) Der Schreibtelegraph.[2])

1. Beförderung von Nachrichten in kürzester Zeit. Buchstaben in Form von Punkten und Strichen: a = . —; b = — . . .; c = — . — . u. s. f.

2. Einrichtung: Elektrische Batterie, Schreibapparat, Taster, Leitung.

a) **Elektrische Batterie:** Entstehung der Elektrizität (Galvanismus) durch Berührung zweier Metalle oder eines Metalls und eines Kohlenkolbens mit gewissen Flüssigkeiten. Zink stets negativer Pol. Eigentliche Ursache sind chemische Vorgänge, nämlich —. Nachweis derselben durch Versuche. Verschiedene Arten von galvanischen Elementen:

Chromsäure-Element: Zink und Kohle in Chromsäure.

Daniellsches Element: Zink in verdünnter Schwefelsäure und Kupfer in Kupfervitriollösung.

Bunsensches Element: Ebenso, jedoch Kohle in Salpetersäure.

Meidingersches Element: Zink in Bittersalzlösung und Kupfer in Kupfervitriollösung.

Entdecker der galvanischen Elektrizität: Galvani. Versuche mit Froschschenkeln.

Volta: Ebenso. Säule aus Kupfer-, Zinkplatten und feuchten Filzscheiben. Nachweis der Elektrizität. Kupfer- und Zinkplatte in verdünnter Schwefelsäure. Übelstände dieser Einrich-

[1]) Diese Eintragungen werden natürlich auch von Zeichnungen begleitet.

[2]) Diese Überschrift erst nach Besprechung des Nadeltelegraphen und die Eintragungen über die auf der Methode neu auftretenden Gegenstände nach deren Besprechung.

tung, sowie der Säule: Ansetzen des Wasserstoffs an die Kupferplatte. Vermeidung desselben bei den genannten konstanten Elementen.

b) **Schreibapparat:** Elektromagnet; magnetisch beim Umkreistwerden von einem galvanischen Strom, unmagnetisch beim Öffnen des Stroms. Darüber ein Anker am Ende eines Hebels, dessen anderes Ende mit schief nach oben gerichtetem Stift; darüber ein Papierstreifen zwischen zwei Walzen; diese durch ein Uhrwerk gedreht. Vorgang beim Telegraphiren.

c) **Taster:** Messingener Hebel; vorderes Ende mit Druckknopf; unten an jedem Arm ein Metallstift, gegenüber auf dem Bodenbrett ebenfalls; an diesen, wie an der messingenen Mittelsäule, Klemmschrauben.

d) **Leitung:** Eisendrähte über Holz- oder Eisenstangen, zur Isolirung an Glas- oder Porzellanglocken befestigt. Leitungswiderstand. Verbindung der Apparate, Erklärung aller Vorgänge beim Telegraphiren von A nach B und umgekehrt.

3. Elektrische Klingel: Gebrauch in Wohnungen, Läden etc. Klingeln beim Drücken auf die Thürklinke oder auf einen besondern Knopf.

Einrichtung: Elektromagnet, Anker mit Hammer an einer Feder; vor dem Anker eine zweite Feder an einer Klemmschraube; vor dem Hammer eine Glocke. Stromrichtung. Selbstunterbrechung und -Schliessung des Stroms durch den Anker.

4. Elektrischer Haustelegraph: In Gasthöfen; Klingeln und Herunterfallen einer Nummer beim Drücken in den Zimmern. Einrichtung ähnlich wie bei 3.

5. Elektrische Uhren: Übertragung des regelmässigen Ganges einer gewöhnlichen Uhr auf mehrere andere, welche folgendes enthalten: Elektromagnet; Anker mit Fortsatz, an welchem ein federnder Stösser; vor diesem ein Zahnrad mit Minutenzeiger. Elektromagnet mit der Batterie verbunden. Übertragung der Bewegung von dem genannten Zahnrad auf den Stundenzeiger durch Zahnräder und Getriebe wie bei der Pendeluhr. Gang regulirt durch eine Normaluhr: in dieser ein Metallhebel, über dessen einem Ende ein Elfenbeinrad mit Nase am Sekundenrad, über dem andern der Leitungsdraht. Schliessen des Stromes jede Minute durch Niederdrücken des einen Hebelarms durch die Nase des Elfenbeinrades.

6. Elektrische Fische: Das elektrische Organ zusammengesetzt, aus zahlreichen parallel nebeneinander stehenden Prismen, wovon jedes

einer Voltaschen Säule gleicht: an Stelle von Kupfer, Zink, feuchtem Leiter — hier: Nervenplatte, Gewebeplatte und gallertartige Substanz.

a) Zitterrochen im Mittelmeer und atlantischen Ozean: Elektrische Organe zwischen Kiemensäcken und Schädel.

b) Zitteraal in Südamerika: Elektrisches Organ nimmt hinten $^4/_5$ der Leibeshöhle ein.

c) Zitterwels in Afrika: Elektrische Organe zwischen Oberhaut und den tiefer liegenden Muskelschichten, so dass es den Fisch wie ein Futteral umgibt.

V. 1. Wir haben gehört, dass Volta die Erklärung Galvanis widerlegte und die Entstehung der Elektrizität auf die Berührung zweier Metalle zurückführte; weiter haben wir erfahren, dass chemische Vorgänge als die wahren Ursachen des Galvanismus betrachtet werden müssen. Da bleibt jedoch noch verschiedenes zu erklären:

a) Welcher chemische Vorgang spielt sich ab, wenn die Froschschenkel an einem Kupferdraht am eisernen Gitter hängen?

b) Beim Aufhängen von Froschschenkeln an einem Eisenhaken an das Geländer von demselben Metall oxydirte jedenfalls das Eisen auch; warum zeigte sich aber hier keine Elektrizität?

c) Wie ist die Entstehung der Elektrizität bei blosser Berührung einer Zink- und einer Kupferplatte zu erklären? (vergl. *a*).

d) Woher rührte das Zucken der Froschschenkel, das zuerst Galvanis Aufmerksamkeit erregte?

e) Ob wohl die sog. konstanten Elemente für unbegrenzte Zeiten Elektrizität liefern?

2. Eine wesentliche Verbesserung des besprochenen Schreibapparats besteht darin, dass die Punkte und Striche farbig dargestellt werden können. Welche Einrichtung muss dieser Farbschreiber haben? (Hebel an einem Ende statt des Stiftes eine Schneide; diese drückt beim Schliessen des Stroms den Papierstreifen gegen ein Röllchen, welches an einer mit dem Räderwerk verbundenen Walze anliegt und mit dieser umgedreht wird. Der Mantel dieser Walze ist mit Tuch belegt und wird von Zeit zu Zeit mit Stempelfarbe versehen, die sich auch dem Rand des Röllchens und dadurch auch dem Papierstreifen mitteilt, wenn der Strom geschlossen wird.)

3. Wir nehmen an, auf Station A sei die leitende Verbindung zwischen den zwei vordern Spitzen des Druckapparats unterbrochen; in welcher Richtung kann dann nur noch telegraphirt werden? in welcher, wenn die Leitung zwischen den hintern Spitzen unterbrochen ist?

4. Welche Störung entsteht, wenn

a) auf Station A der um den Elektromagnet gewickelte Draht gebrochen ist?

b) auf Station B das Element keine oder nicht mehr genügende Elektrizität erzeugt? und dergl. Fragen mehr!

5. Kurze Besprechung der elektrischen Klingel, des elektrischen Haustelegraphen und der elektrischen Uhr. Zunächst Angeben des Gebrauchs, dann Schluss auf die Einrichtung und endlich, soweit immer möglich, Prüfung des Erschlossenen und Ergänzung desselben an Hand von Apparaten.

6. Besprechung der elektrischen Fische durch darstellenden Unterricht, unterstützt von Skizzen an der Wandtafel und Abbildungen.