

Zeitschrift: Schweizerische Lehrerzeitung

Herausgeber: Schweizerischer Lehrerverein

Band: 45 (1900)

Heft: 24

Anhang: Zur Praxis der Volksschule : Beilage zu Nr. 24 der „Schweizerischen Lehrerzeitung“

Autor: [s.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: 14.04.2026

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

Zur Praxis der Volksschule.

Beilage zu Nr. 24 der „Schweizerischen Lehrerzeitung“.

VI.

Schulversuche über elektrische Wellen.

Von J. Rüefli, Seminarlehrer in Bern.

Die Apparate für die Telegraphie ohne Leitungsdraht sind zur Zeit noch so teuer, dass sie für die meisten Mittelschulen ins Gebiet der frommen Wünsche gehören. Und doch sollte der Schüler schon auf dieser Stufe, dem jetzigen Stande der Wissenschaft entsprechend, durch passende Versuche zur Einsicht in den Wellencharakter der Elektrizität geführt werden. Ich wende zu diesem Zwecke seit bald drei Jahren ein Verfahren an, welches nur geringe Kosten verursacht und trotzdem eine ausreichend klare Anschauung bietet. Ich glaube daher dem einen oder andern meiner Fachgenossen einen Dienst leisten zu können, wenn ich einen kurzen Bericht über dieses Verfahren veröffentliche.

Unsere Sammlung physikalischer Apparate enthält unter anderem eine *Influenzmaschine*, einen zur Veranschaulichung sehr gut geeigneten *Morse-Schreiber* älterer Form und ein *Relais*. Das letztere, dessen Hauptbestandteile ein sehr empfindlicher Elektromagnet und ein hebelartiger Anker sind, dient bekanntlich in der Telegraphie dazu, durch Schliessen und Unterbrechen eines schwachen Linienstromes den Strom einer Lokalbatterie, der beliebig stark gemacht werden kann, in gleicher Folge zu schliessen und zu unterbrechen und dadurch den Schreibapparat in Tätigkeit zu setzen. Eine Aufgabe ähnlicher Art hat das Relais auch beim Telegraphiren ohne Leitungsdraht zu erfüllen. Hier besteht aber der wesentliche Unterschied darin, dass die beiden Stationen durch keine Drahtleitung verbunden sind und die Empfängerstation ausser dem Schreibapparat und dem Relais mit seinen zwei lokalen Stromkreisen noch einen sogenannten *Kohärer* enthält. Diesen habe ich mir in folgender Form anfertigen lassen. In ein Glasröhrchen von 6 cm Länge und etwa 3 mm Lichtweite sind zwei in kleinen Zylindern von Silber endigende Kupferstäbchen als Elektroden eingeführt. Die Enden der beiden Zylinder sind einige mm von einander entfernt und der Zwischenraum ist mit Nickel- oder Zinkfeilspähen angefüllt. Die Glasröhre ist an den Enden nicht zugeschmolzen, sondern mit durchbohrten Korkzäpfchen verschlossen, durch welche, möglichst fest anschliessend und doch ohne Schwierigkeit verschiebbar, die Kupferstäbe eingeführt sind. Durch diese Einrichtung wird zwar die Empfindlichkeit des Kohäriers beeinträchtigt; aber man hat dafür den Vorteil, dass man für verschiedene Zwecke durch Verschieben der Elektroden die Metallspähne stärker oder weniger stark gegen einander drücken kann. Zwei auf einem Grundbrettchen stehende Glasfüsse, welche oben mit durchbohrten zylindrischen Messingstücken versehen sind, dienen als Träger, um die Kupferstäbe des Kohäriers bequem einlegen und mittels Klemmschrauben feststellen zu können. Auch eine andere Form dieses Apparates, mit welcher ich seinerzeit meine ersten Versuche angestellt habe, leistet recht gute Dienste. Eine Glasröhre von 10 cm Länge und 12 mm Lichtweite ist zum grösseren Teil mit Eisenfeilspähen gefüllt und an beiden Enden durch Korkzapfen verschlossen, durch die zwei Kupferstäbchen eingeführt sind. Diese werden bei den Versuchen durch Annähern oder Entfernen der in die Schicht von Metallspähnen hineinreichenden Enden so gestellt, dass ausreichende Empfindlichkeit für die zur Anwendung kommenden Wellen vorhanden ist.

Der Kohärer lässt sich nun zunächst dazu anwenden, um das Gesetz des variablen Leitungswiderstandes zu demonstrieren. Wenn der Strom von einem Leiter auf einen anderen übergeht, so ist der Leitungswiderstand an der Berührungsstelle um so geringer, je stärker die Leiter gegen einander gedrückt werden, während er bei Abnahme des Kontaktdruckes grösser wird. Um den Versuch anzustellen, wird in den Stromkreis eines Elementes der Kohärer und ein Galvanometer eingeschaltet. In der Schicht von Metallspähnen, welche eine lockere Verbindung leitender Körper ist, hat der Strom einen grossen Widerstand zu überwinden. Durch Verschieben des einen Metallzylinders wird die Schicht stärker oder weniger stark zusammengepresst. In welchem Sinne dadurch der Leitungswiderstand geändert wird,

ergibt sich aus der Ablenkung der Nadel des Galvanometers.

Um die Versuche über elektrische Wellen anzustellen, schaltet man in den Stromkreis des Elementes, welches das Relais zu erregen hat, den Kohärer ein. Den Strom des zweiten Elementes aber, welcher durch den Hebelanker des Relais geschlossen und unterbrochen wird, führt man zunächst zu einer elektrischen Klingel. Damit ist die Empfängerstation eingerichtet. Die Elektroden des Kohäriers werden nun so gestellt, dass der Strom in ausreichender Stärke durchgeht und die Klingel läutet. Hierauf verschiebt man den einen Zylinder sorgfältig etwas nach aussen, bis das Läuten aufhört, und schüttelt durch leichtes Schlagen an die Röhre die Metallspähne durcheinander. Nun ist der Strom zwar immer noch geschlossen; aber er ist infolge des grossen Widerstandes so schwach, dass der Anker des Relais nicht angezogen wird, also der Klingelstrom offen bleibt.

Der Vorgang ändert sich aber sofort, wenn man elektrische Wellen auf den Kohärer wirken lässt. Etwa 1 bis 1,5 Meter von diesem entfernt wird die Influenzmaschine aufgestellt und erregt. Bringt man nun die Kugeln in eine Entfernung von einigen Millimetern und lässt Funken überspringen, so fängt die Klingel wieder an zu läuten, trotzdem die Empfängerstation und die als Sender dienende Influenzmaschine durch keine Drahtleitung verbunden sind. Die vom Sender ausgehenden elektrischen Wellen wirken in der Weise auf die Metallspähne des Kohäriers, dass der grosse Widerstand auf einige Ohm herabgemindert wird. Dies hat zur Folge, dass der Strom wiederum in ausreichender Stärke durchgeht und das Relais erregt, so dass der Hebelanker angezogen und der Klingelstrom geschlossen wird. Ein leichter Schlag an die Glasröhre bewirkt dann, dass das Läuten sofort aufhört. Durch den Schlag werden die Metallspähne durcheinander geschüttelt und der frühere grosse Widerstand ist wieder hergestellt. Bei diesem Versuche, sowie zum Teil auch bei den nachfolgenden, kann als Wellenerreger auch ein Elektrophor, eine Elektrizitätsmaschine mit Glasscheibe, oder ein Funkeninduktor dienen.

Sehr hübsch und geradezu verblüffend gestalten sich die Erscheinungen, wenn man statt der Klingel eine Glühlampe, oder einen Funkeninduktor mit Geissleröhre, oder auch einen kleinen Motor einschaltet. Der wellenerregende Sender gibt einen kleinen Funken, und auf der Empfängerstation leuchtet die Glühlampe oder Geissleröhre auf, und der Anker des Motors kommt in Bewegung. Ein leichter Schlag an die Glasröhre, und die überraschenden Erscheinungen verschwinden. In diesem Falle hat man selbstverständlich für die in Tätigkeit zu setzenden Apparate einen entsprechend stärkeren Strom anzuwenden.

Wird statt der erwähnten Apparate ein Morse-Schreiber eingeschaltet, so kann man zwar das Telegraphiren ohne Leitungsdraht nicht vollständig darstellen, aber doch eine ausreichend klare Anschauung für das Verständnis desselben bieten. Erhält man die Influenzmaschine in andauernder Tätigkeit und schlägt rasch nacheinander leicht an die Glasröhre des Kohäriers, so wird in entsprechend raschem Wechsel der Hebelanker des Schreibapparates angezogen und durch die Feder wieder in die Ruhelage gebracht. Auf Grund dieser Beobachtung wird also der Schüler leicht begreifen, welche Aufgabe beim Telegraphiren ohne Leitungsdraht das mit dem Kohärer verbundene, automatisch wirkende Klöppelwerk zu erfüllen hat. Indem das Hämmerchen rasch nacheinander immer wieder leicht an die Röhre schlägt, wird in gleicher Folge jedesmal der durch einen elektrischen Wellenzug herabgesetzte Widerstand wieder hergestellt und damit die Wirkung der nachfolgenden Wellen ermöglicht.

Um diese Versuche durchzuführen, hatte ich zu den in unserer Sammlung schon vorhandenen Apparaten nur noch für den geringen Betrag von einigen Franken den nach meinen Angaben hergestellten Kohärer mit Träger anzuschaffen. Beschränkt man sich auf den alles Wesentliche zur Anschauung bringenden Versuch mit der Klingel, bei welchem schon ein schwacher Strom ausreicht, so ist auch das Relais nicht unerlässlich notwendig. Als Sender genügt dann ein Elektrophor und als Empfänger der mit einer Klingel in den Stromkreis eines Elementes eingeschaltete

tete Kohärer. In diesem Falle wirken aber die Funken des Elektrophors nur bis auf eine Entfernung von 20 bis 30 cm, und es sind manchmal zwei oder mehrere Funken erforderlich, um die Klingel zum Läuten zu bringen. Doch lässt sich auch mit diesen einfachen Mitteln die Tatsache zur Anschauung bringen, dass elektrische Kraftübertragung auch ohne Leitungsdraht möglich ist. Bei meinen letzten Versuchen habe ich ohne Relais die Wellen mit der Elektrisiermaschine bis auf 2 m, mit der Influenzmaschine bis auf 3 m Distanz zur Wirkung gebracht. Ich werde die Versuche fortsetzen und, wenn ich Bemerkenswertes finde, wiederum Bericht geben.

Der Zählrahmen

mit zweifarbigen verstellbaren Kugeln.

Über die Bedeutung des Rechnungsunterrichts gehen unsere Meinungen nicht auseinander; über die Resultate der vielen Rechnungstunden tauchen mitunter Zweifel auf, hie und da folgt ein Kopfschütteln. Sehen wir recht zu, so liegt die Hauptursache mangelhafter Ergebnisse des Unterrichts, d. h. des unsichern Rechnens im engen Zahlenraum des täglichen Lebens, in dem Fundament des Rechnungsunterrichts, in der Entwicklung der Zahlbegriffe. Dass das Rechnen sich in seinen Anfängen auf die Anschauung aufbaue, wer ist damit nicht einverstanden? Aber wie oft vertritt nicht das Wort die Sache, die Ziffer den Zahlbegriff? Wir bedienen uns mancherlei Hilfsmittel zur Veranschaulichung. Ein Veranschaulichungsmittel verdient indes die Prädikate richtig und zweckmässig wohl nur, wenn damit nicht bloss einzelne Zahlen, sondern auch das Zahlensystem und die einzelnen Operationen dargestellt werden können.

Einzelne (kleine) Zahlen lassen sich allerdings durch eine entsprechende Anzahl beliebiger gleichartiger Gegenstände veranschaulichen, z. B. an Fingern, Griffeln, Fenstern etc. Sobald wir es aber mit grössern Zahlen zu tun haben, so sind diese in das dekadische Zahlensystem einzureihen; denn dieses allein gibt die nötige Übersicht und Klarheit für grössere Zahlen. Wir bedürfen deshalb eines Apparates, der uns eine grössere nach dem dekadischen Zahlensystem geordnete Anzahl gleichartiger Körper zur Verfügung stellt. Dieser Forderung entspricht vollständig der sog. russische Zählrahmen. Er hat auch von allen Veranschaulichungsmitteln im Rechenunterricht die zweckmässigste Einrichtung: Er kann leicht vor die Klasse gestellt werden; man hat ihn in voller Bereitschaft jeden Augenblick zur Hand; er kann bequem von der ganzen Klasse gleichzeitig betrachtet werden; es braucht dabei nichts ausgepackt und aus Kisten und Kästen hervorgeholt zu werden. Dem Schüler kommt dabei nur die verwendete Anzahl Kugeln zu Gesichte, da die andern durch ein zweckmässig angebrachtes Brettchen verdeckt bleiben; das Anschauungsobjekt ist also isoliert.

Zur Veranschaulichung einzelner Zahlen und des dekadischen Zahlensystems ist der gewöhnliche Zählrahmen in der Tat geeignet, wohl am besten von allen ähnlichen Apparaten. Nicht so verhält es sich aber mit der Darstellung der Rechnungsoperationen vermittelt desselben. Bei jeder Operation haben wir wenigstens drei Zahlgrössen miteinander in Beziehung zu bringen; dieselben sollten also bei der Veranschaulichung gleichzeitig sichtbar sein. Dies ist aber beim gewöhnlichen Z. nicht möglich. Wollen wir z. B. die Addition $8 + 5$ veranschaulichen, so werden wir zuerst für den ersten Summanden 8 Kugeln vorschoben; fügen wir noch den zweiten Summanden mit $2 + 3$ Kugeln bei, so haben wir die Summe 13; die Addenden aber sind nicht mehr zu unterscheiden; wir haben nicht: $8 + 5 = 13$, sondern bloss 13. Wollten wir die Addenden aber durch eine kleine Lücke markieren (wenn die Breite des Rahmens dies gestattet), so halten wir die beiden Summanden; aber die Summe ist nicht als einheitliche Zahl dargestellt. Ähnlich verschwinden bei Vollziehung der Subtraktion Minuend (13) und Subtrahend (5), und es bleibt nur die Differenz (8) anschaulich, wir können also nicht veranschaulichen: $13 - 5 = 8$.

Wollen wir die multiplen („maligen“) Operationen im dekadischen Zahlensystem veranschaulichen, so haben wir das ganz gleiche Verhältnis. Die einzelnen Faktoren verschwinden, und

wir haben bloss das Produkt. Schieben wir aber an jedem Stäbchen je nur einen Faktor, z. B. 4, vor, so bewegen wir uns nicht im Zehnersystem, und die Produkte sind nicht als einheitliche Zahlen zu erkennen. Es ist also am gewöhnlichen Rahmen mit einfarbigen Kugeln schlechterdings unmöglich, die Operationen richtig oder vollständig darzustellen. In einfachster, leichtester und klarster Weise gestattet uns dies jedoch der *Zählrahmen mit zweifarbigen Kugeln*.

Derselbe ist ganz ähnlich wie ein gewöhnlicher Zählrahmen, nur etwas eleganter als die meisten der letztern, was aus der Abbildung in Nr. VIII der „Praxis“ 1899 ersichtlich ist. Er besitzt somit alle Vorzüge eines gewöhnlichen Zählrahmens. Durch die Zweifarbigkeit der Kugeln ist aber die Veranschaulichung aller elementaren Rechnungsoperationen möglich. *) *Die Zweifarbigkeit der Kugeln* ist also nicht etwa bloss eine Dekoration, sondern eine wesentliche Verbesserung, welche den Wert des Zählrahmens bedeutend erhöht.

Die Einrichtung ist folgende: Jede Kugel ist zur Hälfte hellgelb und zur Hälfte rot bemalt, und zwar so, dass die beiden Farbflächen sich in einem grössten Kreise der Kugel berühren, welcher die Axe der Durchbohrung der Kugel trifft. Jede Kugel kann also so gestellt werden, dass sie dem Schüler ganz gelb, oder so, dass sie ihm ganz rot erscheint. Die Durchbohrung der Kugel ist nicht zylindrisch, sondern sie ist ein sogenanntes Langloch. Dadurch wird bewirkt, dass sich jede Kugel von selbst durch blossen leichten Anstoss mit dem Finger oder Zeigestab auf die gewünschte Farbe genau einstellt. So können auf die leichteste Weise alle möglichen Gruppierungen von roten und gelben Kugeln zusammengestellt werden, auch durch Schüler.

Wollen wir z. B. die Addition $8 + 5 = 13$ darstellen, so schieben wir zuerst 8 auf Gelb gestellte, sagen wir kurz, gelbe Kugeln vor, dann am gleichen Stäbchen noch 2 rote und am folgenden noch 3 rote; es ergibt sich also folgende Darstellung:

○○○○○○○○●●
●●●

Der Schüler sieht nun sowohl die beiden Summanden, als auch die Summe durch lückenlose Kugelreihen als einheitliche Zahlen dargestellt, also die vollständige Addition. Der zweite Summand erscheint zwar dem dekadischen System gemäss auch in zwei Teile geteilt, aber die gleiche Farbe dieser Teile lässt ihn wieder als ganz erscheinen. Es ist dies für den sonst so schwierigen Übergang über den Zehner besonders wichtig. — Ganz ähnlich gestaltet sich die Subtraktion. Wir schieben zuerst den Minuenden — 13 gelbe Kugeln — vor; dann kehren wir die fünf letzten Kugeln um und sprechen etwa: „Wieviel Kugeln werden von den 13 noch bleiben, wenn ich die 5 roten wegnehme?“ Die Antwort ergibt sich von selbst. Hierauf kann man das Wegnehmen noch ausführen, damit die Kinder den Begriff des Wegnehmens erfassen; später ist dies nicht einmal mehr notwendig. Wir haben so für die Subtraktion die gleiche Darstellung wie für die Addition:

○○○○○○○○●●
●●●

Wir ersehen aber aus dieser Darstellung auch die Ergänzungen $8 + ? = 13$ und $13 - ? = 8$, sowie die Zerlegungen $13 = 8 + ?$ und $8 = 13 - ?$

Ganz analog gestaltet sich die Darstellung der Multiplikationsoperationen, weil dieselben eigentlich nur Addition oder Subtraktion mit gleichen Summanden, resp. Subtrahenden sind. Wollen wir z. B. das Einmaleins der Vierer-Reihe darstellen, so schieben wir in lückenloser Reihe abwechselnd je 4 gelbe oder 4 rote Kugeln vor. Es ergibt sich folgende Darstellung:

○○○○●●●●○○
○○○○○○○○○○
●●●●○○○○○○
●●●●○○○○○○

Das Kind sieht in dieser Darstellung jedes einzelne Produkt als einheitliche, ins Zahlensystem eingeordnete Zahl übersichtlich dargestellt; dennoch sind alle Faktoren genau unterschieden und auch die durch Überschreiten von Zehnern zerlegten durch korrespondierende Farben wieder vereinheitlicht.

*) Durch die lebhaften, das Interesse des Kindes weckenden Farben werden auch viel klarere und intensivere Anschauungen und Vorstellungen erzeugt, als durch das eintönige Braun des gewöhnlichen Rahmens.



