

# Unterrichtsblätter

für

# Mathematik und Naturwissenschaften.

B 10

Organ des Vereins zur Förderung  
des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften.

Begründet unter Mitwirkung von Bernhard Schwalbe,

herausgegeben von

F. Pietzker,

Professor am Gymnasium zu Nordhausen.

Verlag von Otto Salle in Berlin W. 30.

**Redaktion:** Alle für die Redaktion bestimmten Mitteilungen und Sendungen werden nur an die Adresse des Prof. Pietzker in Nordhausen erbeten.

**Verein:** Anmeldungen und Beitragszahlungen für den Verein (3 Mk. Jahresbeitrag oder einmaliger Beitrag von 45 Mk.) sind an den Schatzmeister, Professor Presler in Hannover, Lindenerstrasse 47, zu richten.

**Verlag:** Der Bezugspreis für den Jahrgang von 6 Nummern ist 3 Mark, für einzelne Nummern 80 Pf. Die Vereinsmitglieder erhalten die Zeitschrift unentgeltlich; frühere Jahrgänge sind durch den Verlag bez. eine Buchhdlg. zu beziehen. Anzeigen kosten 25 Pf. für die 3-gesp. Nonpar.-Zeile; bei Aufgabe halber od. ganzer Seiten, sowie bei Wiederholungen Ermässigung. — Beilagegebühren nach Uebereinkunft.

Nachdruck der einzelnen Artikel ist, wenn überhaupt nicht besonders ausgenommen, nur mit genauer Angabe der Quelle und mit der Verpflichtung der Einsendung eines Belegexemplars an den Verlag gestattet.

**Inhalt:** Zur vorläufigen Orientierung über die Elektronentheorie. Von G. Holzmüller in Hagen i. W. (S. 117). — Ueber die Notwendigkeit und Durchführbarkeit geologischer Belehrungen in den höheren Lehranstalten. Von Ernst Piltz in Jena (S. 121). — Die Summenformel anstatt des Integrals für Potenzen mit ganzzahligen Exponenten. Von Dr. zur Kammer in Elberfeld. (S. 127). — Schul- und Universitäts-Nachrichten [Die sächsischen Fachkreise und die Reform des mathematischen Unterrichts; Meraner Bericht der Unterrichtskommission der Naturforschergesellschaft] (S. 131). — Vereine und Versammlungen [Unterrichtsausschuss des Vereins deutscher Ingenieure] (S. 132). — Lehrmittel-Besprechungen (S. 132). — Bücher-Besprechungen (S. 132). — Zur Besprechung eingetr. Bücher (S. 135). — Anzeigen.

## Zur vorläufigen Orientierung über die Elektronentheorie.

Von G. Holzmüller (Hagen i. W.).

Soeben ist Band II des Föpppl-Abrahamschen Werkes „Theorie der Elektrizität“ erschienen, der die von Dr. M. Abraham allein bearbeitete Theorie der Strahlung im Sinne der Elektronentheorie enthält. Mit einer Besprechung des Werkes beauftragt, die sehr viel Raum beanspruchen würde, hielt ich es für zweckmässig, eine Art vorläufiger Orientierung über das Wesen der Elektronentheorie an der Hand des Buches auszuarbeiten und damit auf das Studium der noch neuen Lehre vorzubereiten. Wenn ich dabei mich möglichst eng an den Text anschliesse, die Ausdrücke der Maxwell'schen Vektoranalyse aber nach Möglichkeit vermeide, so glaube ich nur im Interesse der Mehrzahl der Leser zu handeln. Zum mindesten soll eine Uebersicht über die mannigfaltigen Arten der Strahlung gegeben werden.

Nach den von Faraday entdeckten Gesetzen der Elektrolyse wird z. B. jedes Wasserstoffatom vom Atomgewichte oder von der Masse

$m_H$  durch eine elektrische Ladung  $e$ , die in elektrostatischen Einheiten zu messen ist, in ein Wasserstoffion verwandelt, wobei

$$1) \frac{e}{m_H} = 9660 \cdot 3 \cdot 10^{10} = 2,90 \cdot 10^{14}$$

ist.)\* Die Atomistik der wägbaren Materie führte zu einer Atomistik der Elektrizität, besonders seit der Entdeckung, dass nicht leitende Gase durch Kathodenstrahlen, Röntgenstrahlen und radioaktive Strahlung leitend werden. Man nahm an, dass sich dabei elektrisch geladene Teilchen bilden, die sog. Gasionen. Wird ein in solchem Zustande befindliches Gas mit Wasserdampf gemischt und dieser (z. B. durch plötzliche Expansion) übersättigt gemacht, so bildet sich durch Kondensation eine Wolke kleiner Tröpfchen, die sich sonst noch nicht gebildet hätten. So kam man auf die Annahme, die Gasionen seien gewissermassen Kondensationskerne.

\*) 1 Amp. =  $3 \cdot 10^9$  elektrost. Einheiten für die Sekunde. Durch dieses sekundlich ausgeschieden  $0,1046 \cdot 10^{-4}$  gr Wasserstoff.

Dabei  $\frac{\text{Ladung}}{\text{Masse}} = \frac{3 \cdot 10^9}{0,1046 \cdot 10^{-4}} = 2,90 \cdot 10^{14}$ .



Nach Stokes fällt eine Kugel von kleinem Radius  $a$  in einem Gase vom Reibungswiderstande  $\xi$  schliesslich mit der konstanten Geschwindigkeit  $v = \frac{2}{9} g \frac{a^2}{\xi}$ . Aus der Beobachtung findet man  $v$ , also auch  $a$ , also auch die Masse  $m$  des genannten Tröpfchens, dessen Gewicht nun  $mg$  ist. Die Geschwindigkeit des geladenen Tröpfchens wird eine andere, wenn es sich in einem elektrischen Felde  $E$  befindet. Der Schwerkraft ist dann noch ein Posten  $\pm e|E|$  zuzufügen, und die neue Geschwindigkeit  $v'$  wird bei Uebereinstimmung der Richtungen so, dass, je nach positiver oder negativer Ladung,

$$\frac{v'}{v} = \frac{mg \pm e|E|}{mg}$$

wird. Bestimmt man auch  $v'$  durch Beobachtung, so kann man die Ladung  $e$  des Tröpfchens berechnen. Man findet als mittleren Wert

$$e = 3,1 \cdot 10^{-10}$$

elektrostatische Einheiten, was mit anderen Bestimmungsweisen gut übereinstimmt. Nun liegt die Annahme nahe, dass jedes Tröpfchen bei einem einzelnen Jone entstanden ist, und so beträgt die Ladung eines einzelnen Gasions rund

$$2) e = 3,1 \cdot 10^{-10}$$

elektrostatische Einheiten. Dasselbe gilt auf Grund weiterer Beobachtungen von der Ladung jedes einwertigen elektrolytischen Jons. Und so wird es wahrscheinlich, dass dieses  $e$  das sog. elektrische Elementarquantum bedeutet. Einsetzung von 2) in 1) gibt

$$m_H = 10^{-4} \text{ gr}$$

als Masse eines Wasserstoffatoms. Bei normalem Gaszustande ( $0^0$  und 1 Atm.) befinden sich demnach in einem Kubikzentimeter, da  $0,8961 \cdot 10^{-4}$  die Dichte des Wasserstoffs ist, nach der Formel  $2 m_H N = 0,8961 \cdot 10^{-4}$

$$N = 4,5 \cdot 10^{19}$$

Wasserstoffatome, was mit anderen Bestimmungen sehr gut zusammenpasst. (Die Zahl Loschmidts).

Bei der Beobachtung der Kathodenstrahlen in einer Entladungsröhre ergab sich, dass die Glaswand bei ihrem Auftreffen eine neue Strahlenart aussendet, die von Röntgen entdeckten X-Strahlen. Helmholtz und anfangs auch Hertz deuteten die magnetisch ablenkbaren Kathodenstrahlen als longitudinale Wellen, die Engländer dagegen entschieden sich für eine Emissionstheorie. Als Hertz ihr Durchdringen durch dünne Metallblättchen entdeckte, schloss er sich der letzteren Auffassung an. Eingehende Beobachtung zeigte, dass die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen nicht von der Natur des Gases, sondern nur von der angewandten Potentialdifferenz abhing und unter den üblichen Differenzen zwischen  $\frac{1}{10}$  und  $\frac{1}{3}$  der Lichtgeschwindigkeit schwankte. Die kinetische Unter-

suchung zeigte, dass mit jedem Elementarquantum  $e$  eine Art von träger Masse verbunden war, die nur der Trägheit des etwa zweitausendsten Teils eines Wasserstoffatoms gleichkam. Jedes dieser kleinen Teilchen war Träger eines Elementarquantums negativer Elektrizität. Stoney bezeichnete diese kaum wägbaren Träger als Elektronen. Die Beobachtungen geschahen mit Hilfe eines transversalen elektrischen Feldes, in dem die Bewegung jedes Elektrons statt der Schraubenlinie eine Kreisbahn war.

Weil nun die Kathodenstrahlen nicht nur Energie, sondern in den Elektronen auch Elektrizität mit sich führen, unterscheiden sie sich scharf z. B. von den Licht- und Wärmestrahlen, die nur Energie forttragen. Strahlungen der letzteren Art bezeichnete man daher als reine Wellenstrahlung, Strahlungen der ersteren Art als Konvektionsstrahlung (wegen des fortzutragenden Ballastes).

Die Maxwellsche Theorie kannte nur die Wellenstrahlung in der Form eines elektromagnetischen Energiestroms. Alle bekannten Wellen dieser Art pflanzen sich im leeren Raume fort mit der Lichtgeschwindigkeit

$$c = 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

Sie unterscheiden sich unter einander nur durch die Wellenlänge. Diese ist am geringsten bei den äussersten ultravioletten Strahlen. Fasst man aber auch die Röntgenstrahlen als periodische Wellenbewegung auf, was noch nicht hinreichend als richtig nachgewiesen ist, so haben diese im Mittel noch kürzere Wellenlänge, etwa  $\gamma = 10^{-8}$  cm. (Es könnte sich jedoch um das Mittel unregelmässiger Einzelimpulse handeln.) Dann hätten wir von diesen Strahlen aus bis zu den letzten ultraroten (Rubenssche Reststrahlen) eine Zunahme der Wellenlänge von  $10^{-8}$  bis auf  $6 \cdot 10^{-3}$  cm. Dann kommt die bekannte Kluft. Nach dieser folgen die kürzesten Hertzschen Funkenwellen mit  $\lambda = 0,6$  cm, von denen ein allmähliches Ansteigen von diesem  $\lambda$  bis zu dem der langsamsten Wechselströme der Technik folgt. Ob die Kluft überbrückt werden wird, steht dahin.

Die neuere Zeit brachte zunächst die Entdeckung negativer Konvektionsstrahlungen. Auch positive wurden entdeckt, jedoch zu allgemeiner Ueberraschung zeigte sich, dass bei diesen die Trägheit des fortgetragenen „Materials“ von der Grössenordnung des Wasserstoffatoms war. Man hatte also den positiven Elektronen entweder die etwa 2000fache Trägheit zuzuschreiben, oder man musste annehmen, dass um die positiven Elektronen sich entsprechende Teilchen wägbarer Materie gruppieren. Im ersten Falle handelte es sich wieder um freie Elektronen (frei von wägbarer Materie), aber von unwahrscheinlich grosser Trägheit. Im



anderen Falle um eine Anlagerung wägbarer Materie, wie bei den Gasionen, oder überhaupt um die Unmöglichkeit eines Auftretens positiver Elektrizität, welche frei von der Materie wäre. Ueber diese Fragen hat die Zukunft noch zu entscheiden.

Ordnet man die bis jetzt bekannten negativen Konvektionsstrahlen nach abnehmender Geschwindigkeit, so hat man zunächst die Gruppe der  $\beta$ -Strahlen unter den radioaktiven Strahlen, die von „fast Lichtgeschwindigkeit“ bis auf  $\frac{2}{3}$  Lichtgeschwindigkeit herabgehen. Dann kommt eine Lücke. An diese schliessen sich an die Kathodenstrahlen von  $\frac{1}{3}$  Lichtgeschwindigkeit bis  $\frac{1}{10}$  Lichtgeschwindigkeit. Dann folgen die Lenardschen Strahlen, die bis zu beliebig kleiner Geschwindigkeit herabgehen.

Alle genannten sind also Ströme freier Elektronen.

Die in der Mitte stehenden Kathodenstrahlen sind so aufzufassen, dass bei der Kathode ein sich bildender Strom negativer Elektronen abgeschleudert wird. Sie sind magnetisch ablenkbar. Ihr „Spektrum“ ist begrenzt durch die höchsten Spannungsdifferenzen, die man bis jetzt praktisch erreichen kann und durch die niedrigsten, bei denen Entladung gerade noch stattfindet. Dies ist bestimmend für die Grenzen  $\frac{c}{3}$  und  $\frac{c}{10}$  der Schlussgeschwindigkeit.

Die Lenardschen Strahlen traten auf bei der Betrachtung eines Metalles im ultravioletten Lichte. Sie sind den Kathodenstrahlen ähnlich, haben aber geringere Geschwindigkeit.

Die  $\beta$ -Gruppe der radioaktiven Strahlungen (von Rutherford so bezeichnet) ist schwächer magnetisch ablenkbar als die Kathodenstrahlen und nicht leicht absorbierbar.

Beiläufig sei bemerkt, dass zahlreiche Gruppen von Spektrallinien, die doch von Schwingungen herrühren müssen, in Schwingungen negativer Elektronen ihren Ursprung haben, die sich in der Lichtquelle befinden. Dies wurde 1896 von Zeemann entdeckt. Schwingungen sind aber Geschwindigkeitsänderungen. Diese also rufen hier Lichterscheinungen, d. h. Wellenstrahlung hervor. Allgemeiner ergibt sich das Gesetz, dass jede Geschwindigkeitsänderung negativer Elektronen zu Wellenstrahlungen Anlass gibt. So entstehen ja auch die Röntgenstrahlen in dem Momente, wo die negativen Elektronen der Kathodenstrahlen durch die Glaswand plötzlich in ihrem Laufe gehemmt werden. (Die Röntgenstrahlen sind nicht magnetisch ablenkbar.)

Die sog.  $\gamma$ -Strahlen sind noch nicht genannt. Es handelt sich um eine Gruppe von nicht ablenkbaren Radiumstrahlen, die mit den besonders durchdringenden Röntgenstrahlen verwandt sind.

Vermutlich sind sie Wellenimpulse, die bei einer Geschwindigkeitsänderung negativer Elektronen entstehen, nämlich bei deren plötzlicher Fortschleuderung durch die radioaktiven Atome.

Nun zu den positiven Konvektionsstrahlen. Zu diesen rechnet man zunächst die  $\alpha$ -Gruppe der radioaktiven Strahlen, die leicht absorbierbar ist. Auch die Anoden- oder Kanalstrahlen Goldsteins, welche die elektrische Entladung in verdünnten Gasen begleiten, gehören vermutlich hierher. Die Theorie dieser Strahlen liegt noch in den ersten Anfängen. Während gewisse Spektrallinien auf Schwingungen negativer Elektronen in den Lichtquellen hindeuten, ist Entsprechendes für positive Elektronen noch nicht nachgewiesen worden. Optische Erscheinungen sind wohl viel zu fein für „Massen“ von etwa 2000facher Trägheit im Verhältnis zu den negativen Elektronen.

Zunächst also hat uns die Einführung der Elektronen eine übersichtliche Gruppierung aller bis jetzt bekannten Arten von Strahlung ermöglicht. Die reine Wellenstrahlung erstens ist frei von Elektronen, die Konvektionsstrahlungen führen solche mit. Zweitens: Die „Passagiere“ der negativen Konvektionsstrahlen sind kaum wägbare zu nennen, drittens: die der positiven haben etwa die 2000fache träge Masse. Die Geschwindigkeitsänderungen (auch Schwingungen) negativer Elektronen führen zum Entstehen reiner Wellenbewegung. Ueber die der positiven ist Aehnliches nicht bekannt.

Die „Spektra“ der Wellenstrahlungen sind nach den Wellenlängen anzuordnen, die der negativen Konvektionsstrahlungen nach den Geschwindigkeiten. Ueber die der positiven hat die Zukunft zu entscheiden.

Die beobachteten Lücken und Unvollkommenheiten deuten an, in welchen Richtungen die physikalische Forschung weiter zu arbeiten hat.

Die Theorie der elektromagnetischen Strahlung wird auch in Zukunft den Maxwellschen Ideen folgen, die der Konvektionsstrahlen aber zwingt uns, die atomistischen Vorstellungen über die Konstitution der Elektrizität mit den Faraday-Maxwellschen Ideen zu vereinigen. Dabei ist zu beachten, dass die Wellenstrahlung ihren Ausgang nimmt von Geschwindigkeitsänderungen (z. B. Schwingungen) der Elektronen.

H. A. Lorentz, Professor der Universität Leyden, der in der bekannten „Enzyklopädie“ über den Gegenstand selbst berichtet hat, ist als der Schöpfer der Elektronenlehre zu betrachten. Dr. M. Abraham, der den ersten Band der Föppl'schen Theorie der Elektrizitätslehre in neuer Auflage bearbeitet hat, weil Herr Föppl durch seine Hochschultätigkeit überbürdet war, hat jetzt den zweiten Band



bearbeitet und so den Maxwell'schen Lehren die Elektronentheorie beigefügt. Er weicht von Lorentz insofern ab, als er mit der Kugelgestalt der Elektronen auskommt, während Lorentz auch andere Gestaltungen in die Betrachtung zieht.

Der älteren Generation von Fachlehrern wird allerdings das Studium Schwierigkeiten machen, weil sie in der Mehrzahl mit der Maxwell'schen Vektorenrechnung wohl nicht hinlänglich vertraut sind. Das Wesentliche der Vektorenanalyse hat aber Herr Föppl seinem Buche vorausgeschickt. (Alles genannte ist bei B. G. Teubner erschienen.) Die jüngeren Fachlehrer werden sich aber bei der Bedeutung, die diese Rechenmethode gewonnen hat, leicht hineinarbeiten. Sie wird auf Jahrzehnte hinaus für das Studium der höheren Physik unentbehrlich sein. Eine dankenswerte Aufgabe würde es aber sein, den Gegenstand in die Sprache der gewöhnlichen Koordinatenlehre zu „übersetzen“, die namentlich dem Ingenieur doch die geläufigere ist.

Die Elektronentheorie bringt alle Strahlungserscheinungen unter einen Hut und umfasst mehr physikalische Tatsachen, als jede andere Theorie solcher Art. Sie ist weder eine Rückkehr zu alten Emissionstheorien, noch eine solche zu elektrischen Fernwirkungslehren, sondern eine einfache Gesamtformulierung, deren Grundzüge wahrscheinlich für eine lange Zukunft Bestand haben werden.

Durch diese Vorbemerkungen wird das Ziel des Abrahamschen Buches hinreichend angedeutet sein.

Dieses stellt fünf Grundgleichungen der Elektronentheorie auf, die sich mit dem Energieprinzip vollständig vertragen. Die Gleichung des letzteren lässt sich für das Feld bewegter Elektronen in Worten folgendermassen aussprechen: Die Arbeit der elektromagnetischen Kräfte in einem Bereiche  $v$ , vermehrt um den elektromagnetischen Energiestrom, der durch die Grenzfläche  $f$  des Volumens  $v$  nach aussen strömt, ist gleich der Abnahme der elektromagnetischen Energie des Bereiches. Die Arbeitsleistung der elektromagnetischen Kräfte und die Strahlung erfolgen beide auf Kosten der elektromagnetischen Energie.

Das Gesagte ist zunächst rein hypothetisch. Im Verlaufe der Betrachtungen aber werden weitgehende Folgerungen gezogen, die sich sämtlich durch Experimente bestätigen, so dass die Hypothese an Kraft gewinnt. Die Elektronentheorie macht bestimmte Voraussetzungen über die Eigenschaften der zunächst einzelnen Elektronen in leitenden, dielektrischen und magnetisierbaren Körpern. Durch Mittelwertbildung ge-

langt sie zu den Folgerungen für Bereiche, die eine grosse Anzahl von Elektronen erhalten, und schliesslich erhält sie die Hauptgleichungen der Maxwell'schen Theorie für ruhende Körper.

Während aber Maxwell und Hertz rein phänomenologisch verfahren, stellt die Elektronentheorie die Beziehungen der elektrischen Verschiebung und der Leitungsstromdichte zur elektrischen Feldstärke und die Beziehungen der magnetischen Feldstärke zur magnetischen Induktion anschaulicher dar und passt sie vielfach besser der Erfahrung an.

Ein weiterer Unterschied zeigt sich darin, dass bei Maxwell und Hertz Kräfte nötig sind, die auf die Aetherelemente einwirken, während bei Lorentz die elektromagnetischen Kräfte nur auf Elektrizität einwirken. Dabei hat Lorentz der Maxwell-Hertz'schen Kraftkomponente noch eine Kraft  $-\frac{1}{c^2} \frac{d\mathcal{G}}{dt}$  für die Volumeneinheit beizufügen, die er als eine „elektromagnetische Bewegungsgrösse“ einführt. (Weil nämlich der Ausdruck für die Energie geändert worden ist, muss auch der Ausdruck für die Kraft eine entsprechende Aenderung erleiden.) Danach ist die resultierende elektromagnetische Kraft auf einen beliebigen Körper gleich dem über seine Oberfläche erstreckten Integral der Flächenkraft  $T$  vermindert um die zeitliche Zunahme der gesamten im Innern des Körpers befindlichen elektromagnetischen Bewegungsgrösse, oder

$$\mathcal{R} = \int df T - \frac{d\mathcal{G}}{dt},$$

wobei eben  $\frac{d\mathcal{G}}{dt} = \frac{1}{c^2} \frac{d\mathcal{E}}{dt}$ , also  $\mathcal{G} = \int dv \frac{c^2}{\mathcal{E}}$  ist.

Handelt es sich um ein System beliebig vieler Körper, die in den Aether eingelagert sind, so fingiere man im Aether eine Fläche, die das ganze System einschliesst. Auf dieser ist dann die fingierte Flächenkraft  $T$  angebracht zu denken. Dabei ist aber die elektromagnetische Bewegungsgrösse sowohl im Innern der Körper, als auch in dem neuen Raumvolumen in Rechnung zu ziehen.

Denkt man sich die Fläche so gross, dass sie in dem Zeitintervalle, in dem der Vorgang sich abspielt, vom elektromagnetischen Felde nicht erreicht wird, so wird  $T$  gleich Null, und die Kraftgleichung geht über in die einfache Gestalt

$$\mathcal{R} = - \frac{d\mathcal{G}}{dt}.$$

Also: Die Gesamtkraft, welche das elektromagnetische Feld auf ein Körpersystem ausübt, ist gleich der zeitlichen Abnahme der elektro-



magnetischen Bewegungsgrösse des gesamten Feldes.

Für solche „in elektromagnetischer Hinsicht abgeschlossene Körpersysteme“ geht die ursprünglich kompliziertere Energiegleichung über in

$$\frac{dA}{dt} = - \frac{dW}{dt},$$

wo  $W = \int \frac{d\mathbf{v}}{8\pi} (\mathfrak{G}^2 + \mathfrak{H}^2)$  ist. Hier bedeutet  $\mathfrak{G}$  einen elektrischen,  $\mathfrak{H}$  einen magnetischen Vektor,  $W$ , wie jede Arbeit  $A$ , einen Skalar, der als elektromagnetische Energie zu zu bezeichnen ist, womit sich zugleich die Bezeichnung von  $\mathfrak{G}$  als elektromagnetische Bewegungsgrösse rechtfertigt (oder als elektromagnetischer Impuls des Feldes).

Ist nun  $E$  die gesamte Energie der wägbaren Körper des abgeschlossenen Systems, so ist der Zuwachs von  $E$  gleich der Arbeit der elektromagnetischen Kräfte, und so folgt

$$E + W = \text{Constans}$$

(was der bekannten Energiegleichung  $T + U = c$  der Mechanik entspricht).

Nach den Lehren der Mechanik ist die zeitliche Zunahme des Gesamtimpulses  $\mathfrak{B}$  der wägbaren Massen gleich der Resultierenden der äusseren Kräfte. Die mechanischen Wechselwirkungen gehorchen dem Newtonschen Prinzip der Wirkung und Gegenwirkung, sie liefern also zur resultierenden Kraft keinen Beitrag. Der Impulssatz sagt also: Die zeitliche Aenderung

ist  $\frac{d\mathfrak{B}}{dt} = \mathfrak{K}$ , wo hier  $\mathfrak{K}$  die resultierende elektromotorische Kraft (die äussere Resultante) ist.

Setzt man dies in die Gleichung  $\mathfrak{K} = \frac{d\mathfrak{G}}{dt}$  ein,

so folgt  $\frac{d\mathfrak{B}}{dt} = - \frac{d\mathfrak{G}}{dt}$  oder nach Integration

$$\mathfrak{K} + \mathfrak{G} = \text{Constans},$$

oder: die Summe aus dem mechanischen Impulse der wägbaren Körper und dem elektromagnetischen Impulse des Feldes ist für ein abgeschlossenes System konstant.

Während sich nun die gesamte Ausdrucksweise den Formeln der gewöhnlichen Mechanik sehr gut anpasst, tritt bei den aus der neuen Formulierung zu ziehenden Folgerungen eine eigentümliche Schwierigkeit ein: Die an den wägbaren Körpern angreifenden elektromagnetischen Kräfte befolgen nicht das dritte Axiom der Newtonschen Mechanik (actio und reactio einander gleich).

Dies hängt mit der zeitlichen Fortpflanzung der elektromagnetischen Wirkungen zusammen, da die Gegenwirkung des betroffenen Körpers doch erst eintreten kann, nachdem er erreicht worden ist und seine Gegenwirkung den

emittierenden Körper erreicht hat. In der Zwischenzeit aber ist das Newtonsche Axiom nicht erfüllt. Poincaré hat daraus einen Einwand gegen die Lorentzsche Theorie abgeleitet. Man muss aber bedenken, dass die ganze Newtonsche Mechanik auf der damaligen Anschauung sofortiger Gegenwirkung beruht, dass also in diesem Punkte zum mindesten eine schärfere Formulierung des Axioms nötig erscheint. Die Hauptsache ist ja doch, dass die Konsequenzen der Lorentzschen Theorie durch das Experiment bestätigt werden. Geschieht dies, so sind nicht die Grundlagen der Elektronentheorie durch jenen theoretischen Widerspruch erschüttert, sondern die Ausdrucksweise des Newtonschen Axioms ist zu präzisieren. Die Aufgabe der Lorentzschen Theorie besteht also darin, Folgerungen weitgehendster Art aus den Grundlagen zu ziehen und damit der Experimentalphysik Anregungen zu Prüfungsversuchen zu geben. So lassen sich z. B. die Probleme des Lichtdrucks sehr gut mit der Lorentzschen Theorie in Einklang bringen, während die Behauptung bestehen bleibt, dass die Kräftepaare, welche die Körper infolge ihrer elektromagnetischen Wechselwirkung aufeinander ausüben, im allgemeinen dem Newtonschen Prinzip der Wirkung und Gegenwirkung widersprechen. Dies wird zu Prüfungen der Axiome der Mechanik führen, die denen der euklidischen Axiome entsprechen.

Bis hierher etwa lässt sich die Tendenz des Abrahamschen Werkes in allgemein verständlicher Sprache klarlegen, während die jetzt folgenden Untersuchungen eine vollkommene Beherrschung der Vektoranalysis voraussetzen. Möge das Gesagte zur vorläufigen Orientierung genügen und zu eingehendem Studium der Vektoranalysis und der Lorentzschen und Abrahamschen Darstellungen anregen.\*)

#### Ueber die Notwendigkeit und Durchführbarkeit geologischer Belehrungen in den höheren Lehranstalten.

Vortrag auf der Hauptversammlung zu Jena\*\*).

Von Ernst Piltz (Jena).

Die Frage nach der Notwendigkeit geologischer Unterweisungen in der Schule und nach der Möglichkeit ihrer Durchführung ist nicht neu. Aber in der jüngsten Zeit ist sie von wissenschaftlichen Fachvertretern in verstärkter Masse aufgeworfen, auch Vorschläge für die Schulpraxis sind von ihnen gemacht worden. Es erscheint daher der Versuch angebracht, zur Klärung dieses interessanten Gegenstandes beizutragen.

\*) Eine ausführlichere Darlegung hat der Verfasser inzwischen der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure zum Druck übergeben. Er behält sich vor, mehrere der dort ausgeführten einfachen Rechnungen auch hier vorzulegen.

\*\*\*) S. Unt.-Bl. XI, 4, S. 88.



Auf der einen Seite wird der reine Nützlichkeitsstandpunkt festgehalten, und von ihm aus wird das Bedürfnis geologischen Unterrichts abgeleitet. Es wird gesagt: Die Geologie ist die Führerin des Bergmanns; sie leistet dem Bautechniker die zuverlässigsten Dienste zur Auffindung geeigneten Materials und zur Beurteilung des Gebäudeuntergrunds; sie wird angerufen vom Eisenbahningenieur, der sorgfältig die petrographischen, Schichtungs- und Grundwasserverhältnisse bei seiner Linienführung im Gebirgslande berücksichtigen muss; sie bietet in vielen Fällen sichere Anhaltspunkte für Auffinden von Quellen; sie kann nicht entbehrt werden bei Beantwortung mancher hygienischen Fragen; sie reicht dem Land- und Forstwirte ihre Karten, aus denen direkt wichtige Schlüsse in Bezug auf Ertragsfähigkeit und Verbesserungsmöglichkeit des Bodens gezogen werden können. Hunderttausende von Mark werden im Deutschen Reiche mehr für Geologie, als für andere naturwissenschaftliche Fächer ausgegeben! Sollte es daher möglich sein, dass die Geologie ferngehalten werden könnte von der Schule, die doch verpflichtet ist, auch für das praktische Leben vorzubereiten? Eine derartige Begründung der Notwendigkeit unserer Wissenschaft kann für die Schule als allgemeine Bildungsstätte nicht genügen; denn sonst müssten alle möglichen anderen Kenntnisse, die auch eminent wichtig sind, mit in den Bereich des Unterrichts aufgenommen werden.

Die Geologie gehört lediglich deshalb in die Schule, weil ohne geologische Kenntnis die Erreichung des Zieles des naturwissenschaftlichen Gesamtunterrichts nicht gedacht werden kann, das so lautet: es soll im Schüler eine naturwissenschaftliche Weltanschauung gebildet werden, die Erde soll erfasst werden als ein in ihren Körpern und Erscheinungen harmonisches Ganzes. Da nun der Mensch ein Bestandteil des Ganzen ist, so ergibt sich daraus allerdings die Notwendigkeit, in der Darstellung der Wechselverhältnisse der Naturelemente auch dessen Beziehungen zu ihnen ins Auge zu fassen, also auch die hervorragende praktische Bedeutung geologischer Kenntnisse für die Menschheit zum vollen Bewusstsein zu bringen. Es wird aber stets die Auswahl und Durcharbeitung des Stoffes anders ausfallen, je nachdem man den kalten Nützlichkeitsstandpunkt oder denjenigen des erziehenden Unterrichts vertritt. Letzterer nötigt uns, die Pflanzung unmittelbaren, unegoistischen Interesses als Hauptsache zu betrachten.

An manchen Anstalten tritt die Geologie in einem geschlossenen Kursus und zwar im Anschluss an mineralogischen Unterricht auf. Folgende Überlegungen sind dann massgebend: Da wir einmal Geologie treiben wollen, müssen wir uns nach den wissenschaftlichen Grundvoraussetzungen umsehen. Da finden wir, dass man vom Aufbau und von der Entwicklung der Erdkruste nicht eher reden kann, als bis eine Einsicht in die Baumaterialien vorliegt. Diese sind die Gesteine. Und weil zu ihrem Kennenlernen mineralogische Kenntnisse unbedingt notwendig sind, muss zuerst Mineralogie getrieben werden, und deren Gebundensein an die Chemie zwingt uns, zunächst in diese Wissenschaft, aber auch in Kristallographie und einige Abschnitte der Physik einzudringen. Nach der Mineralogie müssen hintereinander auftreten: Petrographie, dynamische Geologie, allgemeine Stratigraphie, endlich Geogenese. Diese rein synthetische Disposition, wie sie wissenschaftliche Lehrbücher aufweisen, wird in vielen Schulbüchern innegehalten. Wenn man von der Zahl solcher Schulbücher auf den Unterrichtsbetrieb schliessen wollte,

so würde man annehmen müssen, dass diese, hoffentlich nur noch den sonst gebildeten Laien bestechende fachwissenschaftlich-logische Aufeinanderfolge an vielen Schulen befolgt würde. Zum Glück wäre dieser Schluss falsch. Aber Schulbücher genannter Art sind nicht unbedingt zu verwerfen, da sie als „Systembücher“ d. h. zum repetitorischen Durchlaufen des nach pädagogisch-genetischer Methode errungenen Wissens benutzt werden können.

Doch zeigt uns die Lektüre methodischer Leitfäden und der Pensen in Schulprogrammen, auch eine Durchsicht der preussischen und anderen staatlichen Lehrpläne nicht viel Anderes. Für chemisches Verständnis reif ist der Schüler im Obertertiar- bzw. im Untersekundaralter. Ein chemischer Anschauungskursus tritt ein, ihm folgt ein mehr systematischer, nach Elementen geordneter Gang. Die wichtigsten Mineralien kommen dabei mit zur Betrachtung, wobei besondere Rücksicht auf die gesteinbildenden Spezies genommen wird; kristallographische Einschaltungen werden gemacht, Kohäsions-, optische, magnetische und andere physikalische Eigenschaften werden erläutert. Hierauf werden die gelegentlich besprochenen Mineralien in ein System gebracht, einige andere werden hinzugefügt. — Nun kommt entweder eine zusammenhängende Besprechung der Gesteine nach Massgabe ihrer mineralogischen Einfachheit oder Komplikation, nach ihrem Gefüge und genetischen Verhalten; oder eine Klassifikation der innerhalb des chemischen Kursus bei Behandlung der petrographisch wichtigen Mineralien gleich miterwähnten Gesteine. Geologische Fragen im engeren Sinne waren bisher noch nicht zur Sprache gekommen. Für sie ist nun an den Gymnasien wegen der grösseren Wichtigkeit anderer Lehrfächer keine Zeit mehr. In den Realanstalten dagegen ist ein Kursus der „Geognosie und Geologie“ gestattet, in mineralreichen und bergbau-treibenden Gegenden erwünscht.

Neuerdings ist die Deutsche Geologische Gesellschaft für die Aufnahme der Geologie in die mittleren und oberen Klassen der höheren Lehranstalten eingetreten und zwar mit besonderem Hinweise darauf, dass, wenn dies nicht geschähe, auch kein geographischer Unterricht gegeben werden könnte; es müsste denn sein, dass dieser sich mit dem kläglichen Auswendiglernen der Namen von Städten, Flüssen, Bergen und Bevölkerungszahlen begnügen solle, wie dies für den Unterricht in der Geschichte vielleicht genüge. Dieser, namentlich von v. Koenen\*) vertretene Vorschlag gründet sich auf die Tatsache, dass mit dem allmählichen Ausbau der Wissenschaften die Mineralogie und Geologie sich immer weiter voneinander entfernt haben; dass die Mineralogie nur im Zusammenhange mit der Chemie gelehrt und verstanden werden kann, für die Grundzüge der Geologie aber nur eine oberflächliche Kenntnis von etwa zehn Mineralien und Gesteinen nötig ist. Denselben Standpunkt vertritt Johannes Walther\*\*), der aus ideellen und praktischen Gründen

\*) Monatsberichte der Dtsch. Geol. Gesellschaft 1905, Nr. 3.

\*\*) Johannes Walther, Vorschule der Geologie. Eine gemeinverständliche Einführung und Anwendung zu Beobachtungen in der Heimat. Mit 98 Originalzeichnungen und vielen Übungsaufgaben. (144 S.) Jena, 1905, G. Fischer. — In diesem Buche werden in leichtverständlicher Weise die geologischen Grundbegriffe durch eingehende Betrachtung fast überall vorkommender Erscheinungen gewonnen. Das Buch setzt fachwissenschaftliche Kenntnisse nicht voraus und sei hier angelegentlich allen den Lehrern empfohlen, die sich mit dem Stoff und der Methode des Unterrichts in der elementaren Geologie vertraut machen wollen.



der Aufnahme der Geologie in die Schule das Wort redet.

Nach unserer Meinung fällt in erster Linie dem geographischen Unterricht die Sorge zu, dem Schüler ein abgerundetes elementargeologisches Wissen zu vermitteln. Dies darf aber nicht etwa in einem eingeschalteten geschlossenen Kursus geschehen, sondern eingestreut, episodisch, nach Massgabe des bei der gründlichen methodischen Behandlung eines Erdraumes auftretenden Bedürfnisses, auch über die Entstehung und die Veränderungen seines Bodens aufgeklärt zu sein.

Die Heimatskunde, die schon in der Vorschule getrieben wird, hat die Aufgabe, das Auge empfänglich zu machen für alles, was sich dem Schüler in der Heimat darbietet in Bezug auf die Geländegestaltung, die einzelnen orographischen Elemente, wie Berg, Tal, Kamm, Hochebene, Tiefebene; die hydrographischen Einzelheiten, wie Quelle, Bach, Fluss, See; auf Wald, Feld, Wiese und andere Vegetationsformen. Die Heimatskunde lässt ferner die atmosphärischen Erscheinungen nicht unberücksichtigt, wie sie auch die einfachen astronomischen Beobachtungen zum Zwecke der Orientierung im Raume in den Kreis ihrer Betrachtung zieht. Die Gewinnung der geographischen Grundbegriffe sieht dieser wichtige Unterricht nicht als alleinige Aufgabe an; er will vielmehr die Beobachtungstätigkeit methodisch disziplinieren, den Sinn für Genauigkeit erwecken und stärken und auch die ersten Schritte tun, das Geschaute zeichnerisch festzuhalten, er will also auch die geographische Symbolik begründen. Während die Volksschule diese Unterweisungen, die selbstverständlich soviel wie möglich ausserhalb des Klassenzimmers zu geben sind, im dritten Schuljahre beendigt und ihnen dann die Betrachtung der weiteren Landschaft anreicht, beginnt die Sexta höherer Lehranstalten nochmals mit ihnen, um Gleichmässigkeit wenigstens in den orohydrographischen Grundanschauungen zu erzielen. So beginnt in der Tat der Schüler bereits auf der Unterstufe seiner Schulzeit seine geologische Beobachtungstätigkeit. Denn der Stoff, um den es sich in der Heimatskunde handelt, ist vorwiegend von physisch-geographischer Art, und die physische Geographie, die fast in ihrem vollen Umfange vom Geologen berücksichtigt werden muss, enthält ein Grenzgebiet, das unbestritten beiden Wissenschaften gemeinsam ist, die Lehre von den Kräften, die in der Gegenwart an den Umbildungen der Erde tätig sind.

Mit dem zehnten Lebensjahre jedoch können die Orientierungsübungen des Schülers im Raume nicht als genügend betrachtet werden. Oft hat man Gelegenheit zu beobachten, wie wenige Gebildete imstande sind, in der freien Natur über geschaute Raumgrössen sich mit einiger Sicherheit auszulassen, z. B. Strecken in der Ebene zu schätzen, die Ausdehnung eines Quadratkilometers in der Landschaft sich vorzustellen, relative Höhen, Winkel in horizontaler und vertikaler Ebene zu bestimmen. Das ist ein Mangel, den das plötzliche Abbrechen eines gut gehandhabten heimatkundlichen Unterrichts verschuldet. Das Arbeiten mit Mass und Zahl in der Natur, die Schulung des Auges, wie es sich der zielbewusste, methodisch tüchtig unterwiesene Lehrer der Heimatskunde angelegen sein lässt — solcherlei müsste mindestens durch die mittleren Klassen fortgesetzt werden. Dabei wäre selbstverständlich zu fordern, dass die inzwischen erworbenen mathematischen Kenntnisse zu immer exak-

teren Methoden und zum Gebrauche der ihnen entsprechenden technischen Hilfsmittel hinführten. Das Vertrautsein mit der Kartensymbolik, das Verständnis des Kartenmassstabes, die vielgerühmte Fähigkeit, eine Karte gut „lesen“ zu können — das genügt an und für sich, meinen wir, keineswegs. Nur ständige, gewissermassen zur andern Natur gewordene Orientierungen im Freien, im Verein mit der Landkarte, verschaffen dem Menschen wirklich brauchbare geographische Raumvorstellungen.

Wenn aber die Schule planmässig durch Übungen im Freien noch jahrelang hierauf Bedacht nimmt, so können und müssen gleichzeitig andre Aufgaben gelöst werden. Zum Glück sind die Zeiten vorbei, in denen die Geographie nur von der äusseren Erscheinung der Erdoberfläche, von dem räumlichen Nebeneinander, vorwiegend aber von den Staaten und ihrer Einteilung, von den menschlichen Wohnsitzen mit der neuesten Seelenzahl, von den Verkehrswegen und mancherlei seltsamen Vorkommnissen Notiz nahm. Die Erdkunde ist zu einer Wissenschaft geworden, und als solche behandelt sie Mensch, Tier, Pflanze, Luft, Wasser und Erdkruste in ihren Wechselbeziehungen in menschlich-historischer Zeit. Wir müssen ihren Vertretern, namentlich Alfred Kirchhoff, dankbar sein, dass sie, vielfach gedrängt durch die mangelhafte erdkundliche Vorbildung der Studierenden und eingedenk des Schulunterrichts, den sie selbst genossen, nicht nur Reformvorschläge machten zur Hebung der Schulgeographie, sondern selbst Hand anlegten zur Schaffung besserer Lehr- und Lernmittel. Wir sind der Meinung, dass die Erdkunde in der Schule umso mehr an pädagogischer Bedeutung gewinnen wird, je mehr sie sich von ihrer rein wissenschaftlichen Aufgabe in sachlicher und methodischer Hinsicht leiten lässt. Denn immer und immer wieder weist sie den Schüler zur Natur. Wertvoll und bleibend sind aber die Naturkenntnisse des Schülers nur dann, wenn er sie durch den Gebrauch seiner eigenen Sinne und durch seine eigene Geistestätigkeit erworben hat. Wer wüsste aber nicht, in welch grossem Umfange immer noch — trotz aller eindringlichen Ermahnungen zu anschaulichem Unterrichten — der Schüler mit blossen, für ihn inhaltslosen Lehrerworten geplagt und gelangweilt und mit leeren Phrasen des Lehrbuchs abgespeist wird! Besser schon, wenn Bilder, natürliche Objekte aus der Schulsammlung oder Modelle vorgeführt werden; das Sicherste aber und Richtigste ist und bleibt, die Kenntnisse aus der freien Natur selbst zu erwerben. Schwierigkeiten verschiedenster Art stellen sich diesem Vorhaben hindernd in den Weg; aber es ist wichtig, dass der Lehrer des gezeichneten Ideals sich stets bewusst bleibe und ihm gemäss nach Kräften handle!

Um für die Geographie den Boden zu bereiten und zu pflegen, auf dem allein sie in der Schule zu einem Bildungsfache werden kann, muss verlangt werden, dass all dasjenige, was die heimatliche Natur an geologischen Anschauungen bietet, in den Klassen Sexta bis Tertia im Unterricht verwertet werde. Es kommt nicht so sehr darauf an, in welcher Reihenfolge die gemeinsamen Beobachtungen gemacht werden, als vielmehr darauf, dass die Beobachtungstätigkeit stets im Gange bleibt. Die einmal erworbenen Tatsachen müssen bei anderem Anlasse, unter neuen Gesichtspunkten, wiederkehren, und zwar ist darauf zu achten, dass sie auf Grund eines gesteigerten Beobachtungsvermögens an Inhalt und Klarheit



gewinnen. Dann werden sie sich unauslöschlich dem Erfahrungskreise einprägen und als willkommenes Material zur Erfassung neuer Erkenntnisse immer sicher reproduziert werden. Auf welche Weise das angeschaute „Fertige“ in der Natur allmählich geworden sei, ist niemals lehrbuchmässig mitzuteilen; vielmehr ist der Schüler auf seine eigenen Naturerlebnisse hinzuweisen und er hat zu versuchen, ob er ungezwungen die richtige Deutung findet. Analytisch also muss verfahren werden, und nur durch eigenes gewissenhaftes Sehen und Nachdenken kann dieser Unterricht wirklich geistbildend werden. Vorciliges Schliessen muss zurückgewiesen werden, und der Lehrer darf auf hypothetische Meinungen in diesen Altersstufen nie eingehen. Nur Tatsächliches, wirklich Erweisbares soll gelernt werden, zu Wahrheiten soll der Schüler gelangen, das eigene Beobachten und das Selbstfinden von Wahrheiten soll ihm zur befriedigenden und glückbringenden Gewohnheit werden.

Am Flusse werden besonders viele Beobachtungen angestellt: Während eines Jahres wird täglich der Wasserstand abgelesen, was wohl stets durchführbar ist, da der Schulweg wenigstens einiger Schüler gewiss am Pegel vorbeiführt. Die Höhe des Wasserspiegels wird in Beziehung gesetzt zu den atmosphärischen Niederschlägen. Die Bestimmung der letzteren mittels des Regenmessers einige Monate durchzuführen, empfiehlt sich, um den Schülern ein sorgsame, treue Beobachtung und Gewissenhaftigkeit zu gewöhnen. Die Resultate werden in üblicher Weise graphisch dargestellt. Wir lernen kennen, wie die drei Grössen: Abfließen, Versickern, Verdunsten des meteorischen Wassers in den Jahreszeiten verschieden sich zueinander verhalten und von Luftbeschaffenheit und Öffnung der Bodenporen abhängig sind. — Das Querprofil des Flussbettes wird an einigen Stellen durch Messung der Wassertiefe mittels Lot und Peilstange gewonnen; die Wassermenge für eine gewisse Flusslänge wird berechnet. Leichte Körper werden auf das Wasser geworfen, um die Lage des Stromstrichs zu ermitteln; die Stromstrich-Geschwindigkeit und diejenige in der Ufernähe wird festgestellt, die Menge des vorbeifliessenden Wassers berechnet. Wir ermitteln das Gefälle des Flusses, indem wir die absoluten Höhen und die Länge des betreffenden Laufstücks dem Messtischblatte entnehmen und finden z. B. das Flussgefälle als 1:1000, dasjenige eines Baches als 1:52. Das Längsprofil der Bettsohlen wird einmal in natürlichem Verhältnis, dann mit 100facher Ueberhöhung entworfen und mit den Steigungen der benachbarten Eisenbahnlilien verglichen. Auf gleiche Weise werden Längenprofile von einigen bedeutenden deutschen und ausländischen Strömen mit Hilfe der auf der physikalischen Karte des Atlas stehenden Zahlen entworfen. — Ein Liter klaren Flusswassers wird in einem Glasgefäss über Feuer verdampft, ebenso eine Liter vom Wasser eines dem Flusse benachbarten Pumpbrunnens; wir überzeugen den Schüler, dass ersteres fast keine, letzteres viel mehr gelöste Mineralbestandteile enthält. Mehrere Liter des nach einem heftigen Gewitterregen stark getrübbten Flusswassers lassen wir an einem ruhigen Orte stehen; der erfolgte Absatz erdiger Bestandteile wird möglichst genau bestimmt und zu Berechnungen\*) verwertet. Man

\*) Heimatkundliche Rechenaufgaben. Die Heimat enthält eine Fülle von Stoff zu Rechenaufgaben. Die Lehrer der exakten Fächer sollten solche, stufenweise geordnet, in grosser Zahl zusammenstellen. Selbstverständlich müssten sie

teilt mit, dass Messungen ergeben haben, dass der Rhein aus seinem Gesamtstromgebiete jährlich 17 Millionen, der Po 62 Millionen cbm Schwemmstoffe wegführt. Wir überzeugen uns wiederholt von der geologischen, also der erodierenden, transportierenden und wiederabsetzenden Arbeit des Flusswassers, sehen ein, wieviel kräftiger es bei hohem Stande und vermehrter Fliessgeschwindigkeit wirkt, lassen uns auch bei dieser Gelegenheit berichten, dass 40 cbm grosse Felsblöcke von der Flut eines Alpenflusses fortgewälzt werden. Proben von Gerölle, Geschiebe, Sand werden genau betrachtet, es ergibt sich, dass sie zum Teil aus weitentlegenen Gebieten des Oberlaufes stammen. Die Stellen werden aufgesucht, an denen sich vorwiegend die festen Bestandteile absetzen, die Entstehung und das Wachstum einer Insel im Flusse werden beobachtet und für all dies Erklärungen gesucht.

Als besonders ergiebig erweisen sich die Beobachtungen nach einer erfolgten Ueberschwemmung. Deutlich können wir da feststellen, ob an der konvexen oder an der konkaven Seite die Uferwände am meisten zerstört sind; wir finden die Wiese mit feinem Sand überdeckt und hören dabei, dass das Wasser bei der nicht grossen Geschwindigkeit von 20 cm noch Sandkörner von 0,7 mm Grösse fortträgt. Bei einer Talwanderung lernen wir kennen, dass die Serpentine unseres Flusses da am stärksten sind, wo das Gefälle am geringsten ist, eine Erscheinung, die sich überall wiederholt. Bei Hochwasser jedoch wird manchmal eine Windung abgeschnitten, der Weg also verkürzt, wovon wir uns ebenfalls, wenigstens durch hinterlassene Spuren, überzeugen können. Die deutlich ausgeprägten Terrassen unseres Tals führen uns zurück zu der mechanischen Tätigkeit des Flusses in längstvergangenen Zeiten; verwundert fanden wir noch in einer Höhe von 120 m über dem jetzigen Wasserspiegel Rollsteine des Flusses von denselben Gesteinen, die er heute noch aus seinem Quellgebiete hinabführt.

Die erodierende Tätigkeit des fliessenden Wassers wird im kleinen während des Regens an irgend einer geneigten, von Menschenhand geglätteten und bisher gänzlich unzerfurchten Erdkrumensfläche beobachtet, leicht prägt man sich das Bild der hierbei entstehenden kleinen Wasserfurchen ein, die hier und da zusammenlaufen und einen etwas tieferen Einschnitt bilden, ein Miniaturstromgebiet. Vielleicht bietet sich auch einmal hierbei Gelegenheit, die Entstehung der interessanten kleinen Erdpyramiden zu beobachten, die der Schlüssel

zu Ergebnissen führen, die von wirklichem Interesse sind für die objektive Erkenntnis der natürlichen Verhältnisse der Heimat, für die Wechselbeziehungen zwischen Natur und Menschenleben, aber auch für das Verständnis der menschlichen Lebensverhältnisse allein.

Beispiele: Auf Grund der beobachteten Monats-Niederschlagshöhe kann man berechnen lassen, einer wie hohen Kubikmeteranzahl diese Niederschlagshöhe entspricht für ein Quadratmeter, für ein Quadratkilometer, für das durch Messung auf der Spezialkarte und Rechnung bekannt gewordene Bewässerungsgebiet eines heimatischen Baches. — Aus der durch Beobachtung annähernd ermittelten jährlichen Abflussmenge des Bachwassers und der Menge der in einem Liter desselben in Lösung enthaltenen Mineralbestandteile ist zu berechnen, wieviel Kilogramm (bzw. Kubikmeter) Erdrindestoffe in einem Jahre, in 100, 1000 Jahren dem Boden entführt werden. — Wieviele Kubikmeter schlammiger und steiniger Bestandteile werden im Laufe eines Jahres und grösserer Zeiträume vom Flusse (Bache) abwärts geführt? — Für die anderen oben angedeuteten Gebiete sind namentlich die Resultate der Orts-, Landes- und Reichsstatistik zu verwerten: Wasserverbrauch in cbm pro Einwohner; Leuchtgaskonsum und die zur Gewinnung nötigen Steinkohlenmassen; Gesamtleistung der Kraftmaschinen am Orte, Ersatz der menschlichen Arbeitskraft; Einfuhr von Rohmaterialien für die heimische Industrie, Ausfuhr von Produkten, beides nach Gewicht und Wert usw.



sind für die Bildung der grossen Erdpyramiden von Bozen. Die Entstehung von Tälern durch das transportierende Wasser ist einer der auffallendsten und leichter zu begreifenden grösseren Naturvorgänge. Die Momente sind aufzusuchen, durch welche die Verlangsamung, oder aber die Beschleunigung der Talbildung herbeigeführt werden können, ebenso wie die Bedingungen für die Entwicklung schmäler, steilwandiger oder aber breiter Täler. Oft geben Störungen im Schichtenbau den Anlass zu Talbildungen, was in den mitteldeutschen Landschaften ebenfalls un schwer und zwar daran erkannt werden kann, dass die entsprechenden Gesteinsschichten an der einen Talwand wesentlich höher liegen, als an der andern. Die Bildung von Schuttkegeln am Ausgange steiler Seitentäler, die Ablagerung von Sinkstoffen bei der Einmündung eines Baches in einen Teich oder in einen Fluss führen uns auf die Erklärung von grossen Landzungen und Deltas.

Auch was die Begriffe Grundwasser und Quellbildung betrifft, sollte man es nie an selbstständigen Untersuchungen und Beobachtungen in der Heimat fehlen lassen und man sollte auch hier nicht schematische Zeichnungen, wie sie in Büchern geboten werden, für genügend halten. In manchen Gegenden lassen sich die Bedingungen für die Entstehung unterirdischer Wasseransammlungen bei Beobachtung von Brunnen- oder Absachtungsarbeiten leicht einsehen. In den grossen triadischen Gebieten des Vaterlandes lässt sich die Grenze zwischen undurchlässigem oder wassertragendem Schichtmaterial und aufsitzendem zerklüfteten Gestein un schwer als der Hauptquellhorizont feststellen. Wir achten auf sogen. wasseranzeigende Pflanzen, und an einer Quelle selbst gehen wir auf die Frage ein, in welcher Weise man genau die Ergiebigkeit derselben bestimmen kann. Das Messen der Quelltemperatur in verschiedenen Jahreszeiten wird mit der mehr oder minder tiefen Herkunft des Wassers in Verbindung gebracht. Gegebenenfalls legt uns die Beobachtung, dass das Wasser alle Pflanzenteile des Bettes umrindet und Kalktuff entstehen lässt, die Frage nahe, dass das Wasser imstande ist, Kalkstein aufzulösen; oder das Quellwasser hat einen auffallend salzigen Geschmack, es ist eine Solquelle. Wir stehen nicht an, auch schon vor dem chemischen Kursus von dem Unterschiede zwischen hartem und weichem Wasser und dessen Verwendbarkeit, sowie von anderen erst später in der Chemie gut erklärbaren Erscheinungen zu reden. Von der Menge des im Untergrunde befindlichen, wenn auch nicht tropfbarflüssigen Wassers kann man den Schüler dadurch überzeugen, dass ein sogen. bergfeuchtes Gesteinsstück, wie es der Steinmetz am liebsten bearbeitet, bei einem Steinbruchbesuche mitgenommen wird. Man bestimmt sein Gewicht in diesem und nach einigen Wochen in trockenem Zustande: der Gewichtsverlust ist gleichbedeutend mit dem Wasserverluste.

Auf die leicht auffassbaren äusseren Kennzeichen und die Namen der Fels- und Erdbodenarten in der Heimat hat man schon von Sexta an einzugehen. Ferner hat man die Aufmerksamkeit auf das Gesteinsmaterial zu lenken, das oft aus weiter Ferne herbeigeschafft wird zum Pflastern der Strassen, zum Häuserbau, zu Denkmälern u. dergl., z. B. Basalt, Quarzit, Porphy, Granit, Syenit, roten und weissen Sandstein, Marmor, Dachschiefer. Von der Herkunft dieser heimatfremden Gesteine hat man zu reden, auch davon, wie mächtig sie dort auftreten und in welcher Weise sie

am Aufbau der Erdrinde teilnehmen, welche Oberflächenformen für sie typisch sind.

Wie die Gesteine durch rein physikalische Einflüsse, durch den Temperaturwechsel, der feine Risse erzeugt, durch die sprengende Tätigkeit gefrierenden Wassers verwittern, in ein Haufwerk von Blöcken und kleineren Steinen zerfallen, muss uns ebenfalls beschäftigen. Auch solches kann meist in der freien Natur erkannt werden, und es lassen sich bestätigende Versuche zur Klarstellung dieser wichtigen Vorgänge anstellen. Vielleicht bietet die Gegend Stellen, wo der mechanische Verwitterungsprozess Abstürze verursacht hat, Kulturland mit grobem Gesteinsmaterial hat überrollen lassen, und solche Partien, aus denen sich zeigt, wie stark einzelne Gesteinsbänke der Verwitterung trotzen, sodass sie bandartig aus dem Gchüngeschutt herausragen und schon aus der Ferne deutlich erkannt werden können.

Die Tatsache, dass schliesslich das feste Felsgestein durch Verwitterung Erdkrume liefert, die ohne hinzutretende Düngemittel Roh- oder Mineralboden genannt wird, ist wiederholt zu konstatieren. Wenn auch der chemische Verwitterungsvorgang dem wahren Verständnis noch verschlossen bleibt, so kann doch wenigstens der regelmässig wiederkehrende Umstand eingepägt werden, dass das Gestein um so leichter rau und krümelig wird, d. h. verwittert, je mehr es der Luft und dem Regen ausgesetzt ist, also an der sogen. Wetterseite. An der erst im vorigen Jahre erzeugten frischen Gesteinswand im Steinbruche sehen wir heute bereits kleine Pflanzen, Flechten nämlich; ihnen folgen gewöhnlich Moose, dann andere Pflanzen. Ähnliches nehmen wir an Dächern wahr.

Es kam uns nur darauf an, einige Beispiele aus dem heimischen Beobachtungskreise der dynamischen Geologie aufzuführen. Manche Gegend ist bekanntlich in dieser Beziehung reich ausgestattet, andere Orte bieten nur eine recht beschränkte Auswahl von Beobachtungsmaterial. Doch möchte auch in der eintönigen Flachgegend immer hinreichender Stoff zu finden sein, um die Schüler durch Selbsttätigkeit zu einem wohl begründeten Verständnis der geomorphologischen Kräfte und Vorgänge der Gegenwart zu führen. Diese dynamisch-geologischen Beobachtungen müssen nach unserer Meinung den Klassen Sexta bis Tertia zugewiesen werden, wo im geographischen Unterrichte so viele Beispiele grösseren Stils geboten werden, zu denen die heimischen Beobachtungen kleineren Massstabs das ursächliche Verständnis vermitteln.

Dasselbe gilt nun auch von den stratigraphischen Verhältnissen der Heimat. Aufschlüsse der Umgebung, wie Steinbrüche, Eisenbahndurchstiche, von Vegetation entblösste Felspartien, Tiefkanalisationsarbeiten verdienen gemeinschaftliche Betrachtung. Vergleichen, Schätzungen, Messungen bezüglich der Aufeinanderfolge und Mächtigkeit von Schichten sind vorzunehmen, das Streichen und Fallen der Schichten ist klar zu machen, also der Gebrauch von Kompass und Lot muss geübt werden. Vielleicht ist es möglich, ein paar Punkte ausfindig zu machen, wo das Auskeilen, die Begriffe Konkordanz und Diskordanz der Schichten veranschaulicht werden können. Ferner gibt es unter Umständen je ein besonders deutliches Beispiel von Schichtenverwerfung, Grabenversenkung, Faltung. Zweckmässig ist, derartiges an Ort und Stelle zu skizzieren,



wie überhaupt auf Zeichnen und schriftliches Festhalten des Beobachteten Wert zu legen ist.

Etwas ganz von selbst sich Einstellendes ist erfahrungsgemäss der Sammeleifer einiger Schüler. Gewiss hat man ihn nicht zu unterdrücken. In einer fossilreichen Gegend wird er sich besonders auf organische Reste beziehen, und es ist daher wünschenswert, dass der Lehrer über das hinreichende Wissen verfügt, um den Eifrigeren die Namen der Fossilien angeben zu können. In manchen Landschaften stellt sich das Bedürfnis von selbst ein, gewisse Schichten nach ihrer vorwaltenden Fossilienpezies zu benennen und den Begriff „Leitfossil“ zu begründen. Von einer ins Einzelne gehenden Nomenklatur der Gesteinsschichten ist immer Abstand zu nehmen, wohl aber kann man das Streben mancher Schüler durch Darreichung von geeigneten Spezialschriften unterstützen. Dass die Entstehung der Sedimente und ihre horizontale Ablagerung als die ursprüngliche von 10 bis 14jährigen Knaben verstanden wird, bestreitet niemand. Anders verhält es sich mit den Ursachen der Störung ihrer Lagerung; von diesen sollte man nicht zu früh reden.

Wenn mehrere Jahre hindurch Beobachtungen angestellt worden sind, wie sie oben angegeben wurden, ist auch ein gutes Verständnis vom relativen Alter der Erdrindeschichten vorhanden. Gewiss kann man daher in Obertertia, welcher Klasse eine Vertiefung des erdkundlichen Wissens über Deutschland vorbehalten ist, dazu schreiten, dem Schüler eine Uebersicht der geologischen Perioden und der wichtigsten Formationsgruppen zu geben, damit er die zu einem wirklich gediegenen Wissen über Deutschlands Boden ganz unentbehrliche geologische Karte — wie sie z. B. Kirchhoff-Debes' Atlas enthält — verstehe. Auch glauben wir, dass nach den von uns gemachten Voraussetzungen der Schüler auf dieser Stufe reif ist zum Begreifen der gebirgbildenden Kräfte. Einige typische Beispiele sind eingehend zu erläutern. Z. B. zeige man auf einem Bilde nach der Natur eine der vielen geeigneten Felspartien der nördlichen Kalkalpen mit deutlicher Schichtenfaltung und Ueberkipfung; man erkläre an der Hand eines genau auf die Wirklichkeit gegründeten Profils die Grabenversenkung der oberrheinischen Tiefebene u. dgl. Uebrigens kann man auch erst auf dieser Lehrstufe erwarten, dass durch den fossile Formen mitberücksichtigenden biologischen Unterricht die für historische Geologie nötigsten paläontologischen Tatsachen verstanden werden. Grosse Vorsicht sollte geübt werden hinsichtlich idealer geologischer Profile; einige Beispiele dürften nicht fehlen, aus denen hervorgeht, zu welchen grossen Irrtümern bezüglich des Schichtenverlaufs und der Gebirgsbildungsvorgänge man verleitet wurde, wenn das Beobachtungsmaterial zu lückenhaft war.

Geologische Beobachtungen sollten nach dem bisher Gesagten ein schon im frühesten Schulalter auftretender Bestandteil erdkundlicher Belehrungen sein; sie sollten den geographischen Unterricht ununterbrochen begleiten und das Verstehenlernen der von anderen Beobachtern in entlegenen Gegenden festgestellten geologischen Tatsachen ermöglichen, von Tatsachen, die eine tiefere Einsicht in die Morphologie der Erdrinde bedingen. Aber woher die Zeit nehmen zu solchen Beobachtungen? Wenn von den 300 Geographiestunden, die der Gymnasiast von Sexta bis Obertertia genießt, 20, von den 360 Geographiestunden dieser Klassen im Realgymnasium 25, ferner von den je 360 biologischen

Unterrichtsstunden je 20, also zusammen 40 bezw. 45 Stunden im Freien gegeben werden, so kann unsres Brachtens das von uns Erstrebte wirklich geleistet werden. Hierzu kommen noch vom Schüler in Abwesenheit des Lehrers selbständig zu lösende Beobachtungsaufgaben\*), die sich auf das Werden und Vergehen, auf das Vorkommen von Gesteinen und Fossilien usw. erstrecken. Die biologischen Lektionen im Freien, vorwiegend botanische Exkursionen, die wir vorhin mit im Sinne hatten, haben auf geologische Dinge gelegentlich mit Rücksicht zu nehmen. Selbstverständlich sind zur Förderung geologischer Kenntnisse ein- und mehrtägige Klassenausflüge von grossem Werte, wenn sie von fachgebildeten Lehrern unternommen werden, und ganz besonders dann, wenn sie in ein aufschlussreiches Gebirge gerichtet sind.

Leider ist auf den preussischen Gymnasien in den vier oberen Klassen die Möglichkeit ausgeschlossen, das vorher etwa erworbene geologische Grundwissen weiter auszubauen. In den Realanstalten dagegen kann, unter Verwertung der in den Klassen Sekunda und Prima erworbenen chemischen und mineralogischen Kenntnisse, die Geologie aus ihrer dienenden Stellung heraustreten und in einem selbständigen Kursus behandelt werden. In ihm sollte es nun ebenfalls nicht sowohl auf die Einprägung einer Menge von Wissensstoff in systematischer Gruppierung abgesehen sein, als vielmehr darauf, dass in dem Schüler durch eingehendere Behandlung ausgewählter Abschnitte ein nie verlöschendes Interesse für diese schöne Wissenschaft erzeugt wird. Mit Freude und Dankbarkeit erkennen in späteren Jahren so unterrichtete Schüler an, dass sie ihren hohlen Naturgenuss im wesentlichen dem ihnen eigen gewordenen geologischen Sinn verdanken. Für sie sind Berge und Täler nicht nur bestehende, sondern gewordene Gebilde, die ganze Erdkruste nicht gleichbleibend, sondern stetig der Veränderung unterworfen aussen und innen, wie die Organismen, wie der Mensch, von dem ich auch mehr wissen will, als das augenblickliche Aussehen seines Antlitzes.

\* \* \*

Die an den Vortrag anschliessende Diskussion, an der sich neben dem Vortragenden u. a. die Herren Lenk (Erlangen), K. Fricke (Bremen), Wetekamp (Berlin-Schöneberg), Pietzker (Nordhausen) beteiligten, zeigte eine völlige Uebereinstimmung mit den vom Redner dargelegten allgemein-pädagogischen Grundsätzen und didaktisch-geographischen Ansichten. Die Bedenken, die geäussert wurden, sind folgende: Erstens wird an den höheren Lehranstalten dem geographischen Unterricht als Hauptaufgabe zugewiesen, die Schüler mit topographischen, die Weltgeschichte und den Völkerverkehr berücksichtigenden Kenntnissen auszurüsten; die physische Erdkunde, also auch die geologische Seite derselben, erfreut sich in massgebenden Kreisen noch keineswegs genügender Wertschätzung. Zweitens: die Geographiestunden liegen an einer und derselben Lehranstalt in zu vielen Händen und werden überdies meistens naturwissenschaftlich nicht vorgebildeten Lehrern übertragen; die eine Wochenstunde in den beiden Tertien des Gymnasiums ist nicht

\*) Piltz, Aufgaben und Fragen für Naturbeobachtung des Schülers in der Heimat. Weimar, Böhlau 1882, 5. Aufl. 1902. Die Nummern 202—272 betreffen den hier in Rede stehenden Stoff. — Viele schöne Aufgaben enthält die oben angegebene „Vorschule“ von Joh. Walther.



ausreichend. Drittens: In der Grossstadt ist ein Unterricht im Freien selbstverständlich viel schwieriger durchzuführen, als in kleineren Orten. Doch sollte überall, der Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechend, beim Entwerfen des Stundenplanes für die Durchführbarkeit gesorgt werden.

In etwas eingehenderer Wiedergabe seien hier die Ausführungen des Herrn Fricke mitgeteilt, der sich, wie folgt, aussprach:

Ich habe noch Gelegenheit gehabt vor 1879 an dem Königl. Realgymnasium zu Rendsburg und nachher an dem Realgymnasium, später Oberrealschule zu Bremen geologischen Unterricht in der Prima zu erteilen. Nach Erlass der Preussischen Lehrpläne von 1882 haben wir in Bremen zwar den biologischen Unterricht in seinem alten Umfang beibehalten, der geologische Kursus wurde uns aber wie in Preussen abgeschnitten, bis es vor einigen Jahren gelungen ist ihn wieder einzuführen. Auch die von der Naturforschergesellschaft im vorigen Jahre eingesetzte Unterrichtskommission hat der Geologie wieder ihre alte Stelle in dem naturwissenschaftlichen Lehrpläne eingeräumt.

Die von dem Herrn Referenten empfohlene Verbindung des geologischen Unterrichts mit dem geographischen ist ja an sich wünschenswert. Indessen genügt es für einen erfolgreichen Unterricht in diesem Fache nicht, dass der Geograph auf der Universität ein Kolleg über Geologie hört und vielleicht auch an einigen geologischen Exkursionen Teil nimmt. So lange die Preussische Prüfungsordnung die Verbindung des Studiums der Erdkunde mit den historisch-philologischen Fächern begünstigt, muss die Geologie im Schulunterrichte mit dem übrigen naturwissenschaftlichen Unterrichte verbunden und am besten in einer Hand mit dem Unterrichte in den biologischen Fächern, in Chemie und Mineralogie vereinigt werden.

Ueber die in dem Schlussatz zum Ausdruck kommende Auffassung veranlasste der Vorsitzende der Abteilungssitzung, Herr B. Schmid (Zwickau) eine Abstimmung, bei der die Anwesenden sich einmütig den Ausführungen des Herrn Fricke anschlossen.

**Die Summenformel anstatt des Integrals für Potenzen mit ganzzahligem Exponenten.**

Von Dr. zur Kammer (Elberfeld).

An sich bin ich für die Einführung der Infinitesimalrechnung an unsern höheren Schulen. Seit ihrer Erfindung hat die Mathematik in einem Jahrhundert mehr geleistet als in Jahrtausenden zuvor, und mit der Mathematik hat die Entwicklung der Wissenschaften auf mathematischer Grundlage, besonders der Technik, gleichen Schritt gehalten. Dass viele Techniker von heute mit der elementaren Mathematik auszukommen suchen, beweist doch nur ihre geringe Vertrautheit mit der höheren, eine solche Abneigung erstreckt sich aber nicht selten auch auf die niedere. Einsichtsvolle Ingenieure wissen jedoch die Mathematik, sowohl die niedere wie die höhere, als eine grundlegende Hilfswissenschaft wohl zu schätzen. „There is no usefult mathematical weapon, which an engineer may not learn to use.“ Der grosse Vorteil der höheren Analysis sowohl in formaler als in materieller Beziehung kann ernstlich nicht bestritten werden.

Der Einführung der Infinitesimalrechnung an den höheren Schulen stehen gewiss Bedenken entgegen, aber keine unüberwindlichen Schwierigkeiten, besonders wenn vorher der Funktionsbegriff genügend behandelt und die graphische Methode zur Geltung gekommen ist, nur muss hinreichend Zeit vorhanden sein. Aus dem Grunde ist es vor der Hand unmöglich, dass gerade die höheren Maschinenbauschulen vorangehen, denn hier stehen in den vier Halbjahren nur  $\sim 360$  Mathematikstunden zur Verfügung, während hierfür in den drei oberen Klassen des Gymnasiums  $\sim 520$  und der Realanstalten  $\sim 600$  Stunden vorgesehen sind.

Es wird daher einstweilen noch nötig sein, unter anderen das bestimmte Integral  $\int_0^h x^n dx$  zu umgehen und dasselbe etwa durch die allgemeine Summenformel zu ersetzen. Im folgenden soll deshalb die Herleitung dieser Formel und im besonderen ihre Anwendung zur Berechnung einiger wichtiger Trägheitsmomente etwas weiter ausgeführt werden.

**Herleitung der Summenformel.**

Als arithmetische Reihe erster Ordnung findet sich  $1 + 2 + 3 + \dots + n$  oder  $\Sigma n = \frac{n(n+1)}{1 \cdot 2}$ , und mittelst  $(n+1)^3$  und andererseits  $(n+1)^4$  für  $n=0, 1, 2, \dots, n$  ergibt sich für die Summe der Quadrat- und Kubikzahlen  $\Sigma n^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{1 \cdot 2 \cdot 3}$  und  $\Sigma n^3 = (\Sigma n)^2$ . Man erhält daher leicht

$$\begin{aligned} \frac{\Sigma n}{n^2} &= \frac{1}{2} \text{ für } n = \infty \\ \frac{\Sigma n^2}{n^3} &= \frac{1}{3} \text{ " " " } \\ \frac{\Sigma n^3}{n^4} &= \frac{1}{4} \text{ " " " } \end{aligned}$$

und allgemein  $\frac{\Sigma n^p}{n^{p+1}} = \frac{1}{p+1}$  " " " möge als Induktionsschluss für ein beliebiges ganzzahliges positives  $p$  gestattet sein. Will man nach strengerer Methode verfahren, so kommt man unter der Annahme, dass der binomische Lehrsatz für jeden ganzzahligen positiven Exponenten bewiesen ist, folgendermassen zum Ziele. Es ist

$$\begin{aligned} (n+1)^{p+1} &= n^{p+1} + (p+1)n^p + \frac{(p+1) \cdot p}{1 \cdot 2} n^{p-1} + \dots + 1 \\ [(n-1)+1]^{p+1} &\text{ oder } n^{p+1} = (n-1)^{p+1} + (p+1) \cdot (n-1)^p + \frac{(p+1)p}{1 \cdot 2} (n-1)^{p-1} + \dots + 1 \\ (n-1)^{p+1} &= (n-2)^{p+1} + (p+1) \cdot (n-2)^p + \frac{(p+1)p}{1 \cdot 2} \cdot (n-2)^{p-1} + \dots + 1 \end{aligned}$$

---


$$\begin{aligned} 3^{p+1} &= 2^{p+1} + (p+1) \cdot 2^p + \frac{(p+1)p}{1 \cdot 2} 2^{p-1} + \dots + 1 \\ 2^{p+1} &= 1^{p+1} + (p+1) \cdot 1^p + \frac{(p+1)p}{1 \cdot 2} 1^{p-1} + \dots + 1 \\ 1^{p+1} &= \dots + 1 \end{aligned}$$

Durch Addition dieser  $(n+1)$  Gleichungen erhält man für die Reihen der potenzierten ganzen Zahlen das allgemeine Resultat

$$\begin{aligned} (n+1)^{p+1} &= (p+1) \cdot \Sigma n^p + \frac{(p+1)p}{1 \cdot 2} \Sigma n^{p-1} + \frac{(p+1)p(p-1)}{1 \cdot 2 \cdot 3} \Sigma n^{p-2} + \dots \end{aligned}$$



Diese Entwicklung ist gültig für jedes positive ganzzahlige  $p$  und bricht dann mit dem  $(p + 1)$  Gliede ab; in allen anderen Fällen entsteht dagegen eine unendliche Reihe, deren Konvergenz erst zu erweisen ist. In dieser Gleichung sind die obigen Formeln als Spezialfälle enthalten, wenn wir  $p = 0, 1, 2, 3 \dots$  setzen.

$$\sum n^0 = n + 1$$

$$\sum n^1 = \frac{n(n+1)}{1 \cdot 2}$$

usw. Es ist  $\sum n^p$  eine ganze Funktion von  $n$  vom Grade  $(p + 1)$ , wie die linke Seite der obigen Formel zeigt; demnach folgt aus

$$\frac{(n+1)^{p+1}}{n^{p+1}} = (p+1) \cdot \frac{\sum n^p}{n^{p+1}} + \frac{1}{n^{p+1}} \cdot \{ \dots \}$$

für  $n = \infty$ , dass

$$1 = (p+1) \cdot \frac{\sum n^p}{n^{p+1}}$$

weil die Klammer eine ganze Funktion  $p$ ten Grades ist; folglich ist für jedes ganzzahlige positive  $p$

$$\frac{\sum n^p}{n^{p+1}} = \frac{1}{p+1}, \text{ wenn } n = \infty \text{ ist.}$$

Dieses Resultat kann man mit Vorteil bei der Quadratur der Parabel  $p$ ter Ordnung verwenden. Es sei zunächst

$$y = x^p \text{ und } F = ?$$

Man teilt  $h$  in  $n$  gleiche Teile, wo  $n$  zwar sehr gross, aber noch endlich ist, und nimmt in bekannter Weise an Stelle der Diagrammfläche das eine Mal die überspringenden und das andere Mal die zurückspringenden Rechtecke; es ist

$\sum$  Rechtecke

$$= \frac{h}{n} \cdot \left[ \left( \frac{1h}{n} \right)^p + \left( \frac{2h}{n} \right)^p + \left( \frac{3h}{n} \right)^p + \dots + \left( \frac{nh}{n} \right)^p \right]$$

$$= h^{p+1} \cdot \frac{1^p + 2^p + 3^p + \dots + n^p}{n^{p+1}}$$

Geht man nun zur Grenze  $n = \infty$  über, so ergibt sich für die gesuchte Fläche

$$\frac{h}{0} F = \frac{h^{p+1}}{p+1}$$

Man verallgemeinert jetzt leicht auf  $y = c x^p$  und schliesslich auf

$$y = a + b x + c x^2 + d x^3 + \dots + k \cdot x^p, \text{ dann ist}$$

$$\frac{h}{0} F = a \cdot \frac{h}{1} + b \cdot \frac{h^2}{2} + c \cdot \frac{h^3}{3} + d \cdot \frac{h^4}{4} + \dots + k \cdot \frac{h^{p+1}}{p+1}$$

und noch

$$\frac{x_2}{x_1} F = a \cdot \frac{x_2 - x_1}{1} + b \cdot \frac{x_2^2 - x_1^2}{2} + c \cdot \frac{x_2^3 - x_1^3}{3} + d \cdot \frac{x_2^4 - x_1^4}{4}$$

$$+ \dots + k \cdot \frac{x_2^{p+1} - x_1^{p+1}}{p+1}$$

In gleicher Weise geschieht die Herleitung der entsprechenden Volumformel, es sind nur die Vertauschungen vorzunehmen anstatt Querlinie  $y$  Querschnittsfläche  $q_x$  und an Stelle der Rechtecke treten prismatische Scheiben. Man beweist leicht, dass die Simpsonsche Regel

$$F = \frac{h}{6} (y_1 + 4 y_m + y_2) \text{ und}$$

$$V = \frac{h}{6} (U + 4 M + O)$$

dasselbe Resultat liefert, wenn die fragliche Funktion den dritten Grad nicht übersteigt. Man schliesst ohne weiteres, dass die allgemeine Summenformel auch auf die Bestimmung von Momenten Anwendung findet, weil hier eine analoge Summation statt hat, einerlei,

ob es sich um statische oder um Trägheitsmomente handelt.

Berechnung einiger Trägheitsmomente mit Hilfe der Summenformel.

1. Das Trägheitsmoment der Kreisfläche und des Kreisringes für den Mittelpunkt, des Zylinders und des Schwungringes für die Rotationsachse.

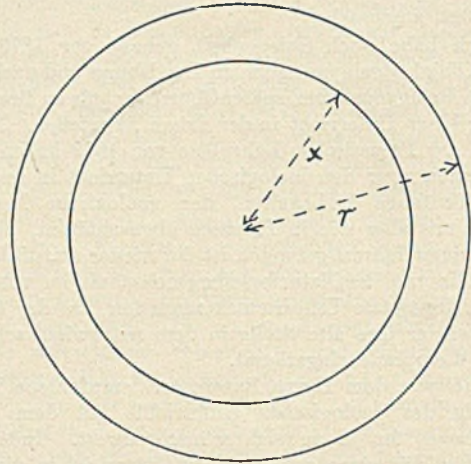


Fig. 1.

Das Trägheitsmoment der materiellen Kreislinie mit dem variablen Radius  $x$  ist

$$J' = 2 \pi x \cdot \gamma \cdot x^2$$

$$= 2 \pi \gamma \cdot x^3,$$

und da  $x$  von  $0$  bis  $r$  variiert, so ist nach der Summenformel

$$J = 2 \pi \gamma \cdot \frac{r^4}{4} \text{ oder}$$

$$J = \frac{1}{2} M r^2.$$

Entsprechend erhält man für den Kreisring, dessen Grenzradien  $R$  und  $r$  sind,

$$J' = 2 \pi \gamma \cdot x^3 \text{ und}$$

$$J = 2 \pi \gamma \cdot \frac{R^4 - r^4}{4}$$

$$= \frac{1}{2} \pi \gamma (R^2 - r^2) (R^2 + r^2), \text{ also}$$

$$J = \frac{1}{2} M (R^2 + r^2).$$

In diesen beiden Fällen ist auch die Simpsonsche Regel anwendbar.

Teilt man den geraden Kreiszyylinder durch Ebenen parallel den Grundflächen, so ist das polare Trägheitsmoment der unendlich vielen Kreisscheiben gleich dem Trägheitsmomente des Zylinders für die Achse; die beiden obigen Formeln stellen deshalb zugleich das Trägheitsmoment des Zylinders resp. des Schwungringes in bezug auf die Rotationsachse dar. Man findet dasselbe auch leicht so: die Mantelfläche des koaxialen Zylinders von derselben Höhe  $h$  mit dem Radius  $x$  hat in jedem ihrer Punkte denselben Abstand  $x$  von der Rotationsachse, es ist daher ihr Trägheitsmoment  $2 \pi x \cdot h \cdot \gamma \cdot x^2$ , also

$$J' = 2 \pi h \gamma \cdot x^3,$$

und daher ist das Trägheitsmoment des Zylinders

$$J = 2 \pi h \gamma \cdot \frac{r^4}{4}$$

$$= \frac{1}{2} (r^2 \pi h \gamma) \cdot r^2$$



$$= \frac{1}{2} M r^2.$$

2. Das Trägheitsmoment des geraden Kreiskegels in bezug auf seine Achse.

Legt man einen Schnitt in der veränderlichen Höhe  $x$ , so ist das polare Trägheitsmoment dieser Kreisfläche

$$J' = \frac{1}{2} y^2 \pi \cdot \gamma \cdot y^2. \text{ Nun ist}$$

$$y = \frac{r}{h} (h - x)$$

$$J' = \frac{1}{2} \pi \gamma \cdot \frac{r^4}{h^4} \cdot (h - x)^4$$

$$= \frac{1}{2} \pi \gamma \frac{r^4}{h^4} \cdot (h^4 - 4 h^3 x + 6 h^2 x^2 - 4 h x^3 + x^4).$$

Demnach ist nach der Summenformel, da  $x$  von 0 bis  $h$  variiert,

$$J = \frac{1}{2} \pi \gamma \frac{r^4}{h^4} \left( h^4 \cdot \frac{h}{1} - 4 h^3 \cdot \frac{h^2}{2} + 6 h^2 \cdot \frac{h^3}{3} - 4 h \cdot \frac{h^4}{4} + \frac{h^5}{5} \right)$$

$$= \frac{1}{10} \pi \gamma r^4 h = \frac{3}{10} \cdot \frac{1}{3} r^2 \pi h \gamma \cdot r^2, \text{ also}$$

$$J = \frac{3}{10} M r^2.$$

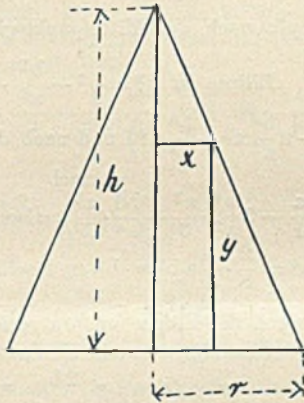


Fig. 2.

Schneidet man dagegen den geraden Kreiskegel durch einen coaxialen Zylinder mit dem Radius  $x$  und der Höhe  $y$ , so ist das Trägheitsmoment der Mantelfläche für die Achse

$$J' = 2 \pi x \cdot y \cdot \gamma \cdot x^2; \text{ es ist}$$

$$y = h \cdot \frac{r - x}{h}, \text{ folglich}$$

$$J' = \frac{2 \pi h \gamma}{r} (r x^3 - x^4)$$

und daher nach der Summenformel

$$J = \frac{2 \pi h \gamma}{r} \cdot \left( r \cdot \frac{r^4}{4} - \frac{r^5}{5} \right)$$

$$= \frac{3}{10} \cdot \frac{1}{3} r^2 \pi h \gamma \cdot r^2; \text{ mithin ebenso}$$

$$J = \frac{3}{10} M r^2.$$

3. Das Trägheitsmoment des geraden Kegelstumpfes.

$$J = J_1 - J_2$$

$$J_1 = \frac{\pi \gamma}{10} (h + x) \cdot R^4$$

$$J_2 = \frac{\pi \gamma}{10} \cdot x \cdot r^4$$

$$J = \frac{\pi \gamma}{10} (h + x) R^4 - \frac{\pi \gamma}{10} x \cdot r^4$$

$$h + x = h \cdot \frac{R}{R - r} \text{ und}$$

$$x = h \cdot \frac{r}{R - r}$$

$$J = \frac{\pi \gamma \cdot h}{10} \cdot \frac{R^5 - r^5}{R - r}. \text{ Nun ist } V = \frac{h \pi}{3} (R^2 + Rr + r^2) = \frac{h \pi}{3} \frac{R^3 - r^3}{R - r}; \text{ folglich}$$

$$J = \frac{3}{10} M \cdot \frac{R^5 - r^5}{R^3 - r^3}.$$

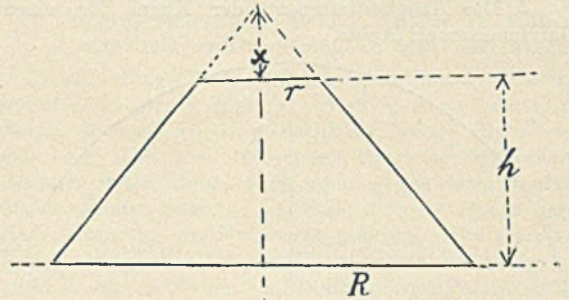


Fig. 3.

Ohne auf die Formel für den Kegel zurückzugreifen, kommt man auch elementar, wie folgt, zum Ziele. Man schneidet den geraden Kegelstumpf in der variablen Höhe  $x$  durch eine zur Grundfläche parallele

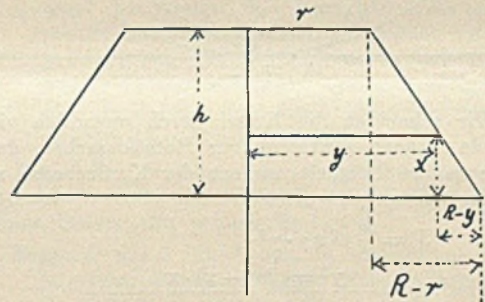


Fig. 4.

Ebene; dann ist das polare Trägheitsmoment der Kreisscheibe in bezug auf seinen Mittelpunkt (s. Figur 4.)

$$J' = \frac{1}{2} y^2 \pi \gamma \cdot y^2.$$

Nun ist aber  $\frac{R - y}{x} = \frac{R - r}{h}$ , woraus folgt, dass

$$y = R - \frac{R - r}{h} x \text{ ist.}$$

Die Einsetzung dieses Wertes in  $J'$  ergibt

$$J' = \frac{\pi \gamma}{2} \cdot \left[ R^4 - 4 R^3 \cdot \frac{R - r}{h} x + 6 R^2 \left( \frac{R - r}{h} \right)^2 x^2 - 4 R \cdot \left( \frac{R - r}{h} \right)^3 x^3 + \left( \frac{R - r}{h} \right)^4 x^4 \right]$$

und weil die Klammer eine ganze Funktion von  $x$  ist und wir von  $x = 0$  bis  $x = h$  zu summieren haben, so ist

$$J = \frac{\pi \gamma}{2} \left[ R^4 \cdot \frac{h}{1} - 4 R^3 \cdot \frac{R - r}{h} \cdot \frac{h^2}{2} + 6 R^2 \cdot \left( \frac{R - r}{h} \right)^2 \cdot \frac{h^3}{3} - 4 R \left( \frac{R - r}{h} \right)^3 \cdot \frac{h^4}{4} + \left( \frac{R - r}{h} \right)^4 \cdot \frac{h^5}{5} \right]$$



$$= \frac{\pi \gamma h}{2} (R^4 + R^3 r + R^2 r^2 + R r^3 + r^4); \text{ folglich}$$

$$J = \frac{3}{10} M \cdot \frac{R^4 + R^3 r + R^2 r^2 + R r^3 + r^4}{R^2 + R r + r^2} \text{ oder}$$

$$J = \frac{3}{10} M \cdot \frac{R^5 - r^5}{R^3 - r^3}$$

Spezialfälle: für  $R = r$  wird  $J = \frac{1}{2} M r^2$  (Zylinder)

„  $R = 0$  „  $J = \frac{3}{10} M r^2$  (Kegel).

4. Das Trägheitsmoment der Kugel für einen Durchmesser als Achse.

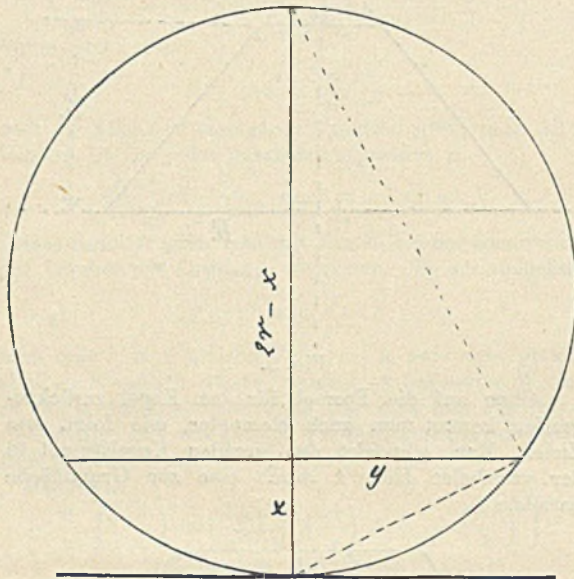


Fig. 5.

Wir schneiden die Kugel durch unendlich viele parallele Ebenen senkrecht zur Rotationsachse, dann ist das polare Trägheitsmoment der Kreisscheibe mit dem Halbmesser  $y$

$$J' = \frac{1}{2} y^2 \pi \gamma \cdot y^2.$$

$$y^2 = (2r - x) \cdot x$$

$$J' = \frac{\pi \gamma}{2} (4r^2 \cdot x^2 - 4r \cdot x^3 + x^4).$$

Summieren wir von  $x = 0$  bis  $x = r$ , so erhalten wir das Trägheitsmoment der Halbkugel, also

$$\frac{1}{2} J = \frac{\pi \gamma}{2} \left( 4r^2 \cdot \frac{r^3}{3} - 4r \cdot \frac{r^4}{4} + \frac{r^5}{5} \right) \text{ und}$$

$$J = \frac{8}{15} \pi \gamma r^5$$

$$= \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{3} r^3 \pi \gamma \cdot r^2 \text{ oder}$$

$J = \frac{2}{5} M r^2$  als das Trägheitsmoment der Kugel, bezogen auf einen Durchmesser.

Summieren wir von  $0$  bis  $h$ , so ergibt sich das Trägheitsmoment eines Kugelabschnittes

$$J = \frac{\pi \gamma}{2} \left( 4r^2 \cdot \frac{h^3}{3} - 4r \cdot \frac{h^4}{4} + \frac{h^5}{5} \right)$$

$$= \frac{\pi \gamma h^3}{3} (2r^2 - 1,5 r h + 0,3 h^2) \text{ oder}$$

$$J = M h \cdot \frac{2r^2 - 1,5 r h + 0,3 h^2}{3r - h}$$

Für  $h = 2r$  erhält man das Trägheitsmoment der Kugel.

5. Das Trägheitsmoment der beiden Umdrehungsellipsoide in bezug auf die Rotationsachse.

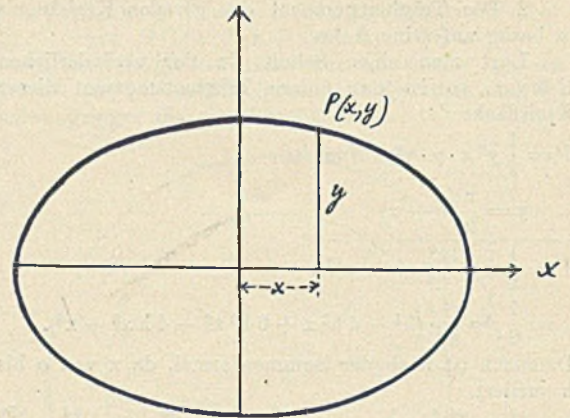


Fig. 6.

Die Ellipse  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$  rotiere zunächst um die grosse Achse. Das polare Trägheitsmoment der Kreisscheibe mit dem Radius  $y$  ist

$$J' = \frac{1}{2} y^2 \pi \gamma \cdot y^2; \text{ nach der Mittelpunktsleichung der}$$

Ellipse ist  $y^2 = b^2 - \frac{b^2}{a^2} \cdot x^2$ , folglich

$$J' = \frac{\pi \gamma}{2} \left( b^4 - 2 \frac{b^4}{a^2} x^2 + \frac{b^4}{a^4} x^4 \right) \text{ und nach der Summen-}$$

$$\frac{J}{2} = \frac{\pi \gamma}{2} \left( b^4 \cdot \frac{a}{1} - 2 \frac{b^4}{a^2} \cdot \frac{a^3}{3} + \frac{b^4}{a^4} \cdot \frac{a^5}{5} \right), \text{ also}$$

$$J = \frac{8}{15} \pi \gamma a b^4 = \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{3} a b^2 \pi \cdot b^2 \text{ und schliesslich}$$

$$J = \frac{2}{5} M b^2, \text{ wenn die Ellipse um } 2a \text{ rotiert, dagegen}$$

$$J = \frac{2}{5} M a^2, \text{ „ „ „ „ } 2b \text{ „ „ ,}$$

wie die analoge Rechnung zeigt.

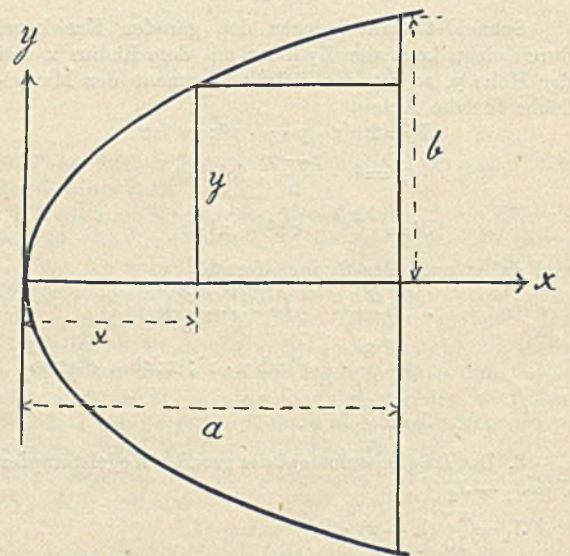


Fig. 7.

6. Das Trägheitsmoment des Umdrehungsparaboloids für die Rotationsachse.

Hier hat man ebenso einfach (s. Figur 7.)



$$J' = \frac{1}{2} y^2 \pi \gamma \cdot y^2$$

$$y^2 = 2 p x$$

$$J' = \frac{1}{2} \pi \gamma \cdot 4 p^2 \cdot x^3 \text{ und nach der Summenformel}$$

$$J = \frac{1}{2} \pi \gamma \cdot 4 p^2 \cdot \frac{a^3}{3}$$

Wegen der Parabelgleichung ist  $b^2 = 2 p a$  und

ausserdem ist  $v = \frac{1}{2} b^2 \pi \cdot a$ , folglich

$$J = \frac{1}{3} M b^2.$$

Schliesslich geschehe die Herleitung dieser Formel noch dadurch, dass wir das Rotationsparaboloid durch koaxiale Zylinder schneiden. Das Trägheitsmoment der Mantelfläche des Zylinders mit dem Grundkreisradius  $y$  und der Höhe  $(a - x)$  in bezug auf die Achse ist

$$J' = 2 \pi \gamma y (a - x) \cdot y^2$$

$$x = \frac{y^2}{2p}$$

$$J' = 2 \pi \gamma \cdot \left( a \cdot y^3 - \frac{1}{2p} \cdot y^5 \right)$$

Jetzt müssen wir von  $y = 0$  bis  $y = b$  summieren, daher ist nach der Summenformel das Trägheitsmoment des Rotationsparaboloids

$$J = 2 \pi \gamma \cdot \left( a \cdot \frac{b^4}{4} - \frac{1}{2p} \cdot \frac{b^6}{6} \right) \text{ und da } \frac{b^2}{2p} = a, \text{ so ist}$$

$$J = \frac{\pi \gamma}{6} a b^4$$

$$= \frac{1}{3} \cdot \left( \frac{1}{2} b^2 \pi \cdot a \gamma \right) \cdot b^2, \text{ also}$$

$$J = \frac{1}{3} M b^2.$$

## Schul- und Universitäts-Nachrichten.

Die sächsischen Fachkreise und die Reform des mathematischen Unterrichts. Im Februar d. J. sind von seiten der Vertreter des mathematischen Unterrichts an der Technischen Hochschule und den höheren Lehranstalten in Dresden eine Reihe von Thesen aufgestellt worden, deren Wortlaut hier zunächst folgen möge.

1. Im planimetrischen Unterrichte ist schon frühzeitig auf recht saubere und verständnisvolle Ausführung der Zeichnungen mit Unterscheidung wesentlicher und unwesentlicher Linien Bedacht zu nehmen.
2. a) Im Realgymnasium ist der Unterricht in Stereometrie und darstellender Geometrie aufs Engste zu verknüpfen, und demgemäss in die Hand des nàmlichen Lehrers zu legen.  
b) Im Gymnasium ist auf die graphische Ausführung stereometrischer Konstruktionsaufgaben Wert zu legen. Projektion und Bewegung im Raume können zur Förderung der Raumschauung verwendet werden.
3. Auf allen Stufen des geometrischen Unterrichts ist bei den Beweisen die Raumschauung so weit als irgend möglich zu benutzen.
4. Der Begriff der veränderlichen Grösse und der Funktion ist frühzeitig einzuüben und bei allen sich bietenden Gelegenheiten weiter zu

entwickeln; dabei ist insbesondere die graphische Darstellung der einfachsten Funktionen zu üben.

5. Anschliessend an die einfachsten Beispiele sind die Grundbegriffe der Differential- und Integralrechnung analytisch und geometrisch zu entwickeln. Die so erhaltenen einfachsten Formeln der Infinitesimalrechnung geben ein bequemes, die Schüler entlastendes Hilfsmittel zur Lösung von solchen Aufgaben der Mathematik und Physik im Pensum der Prima, die bisher nur durch Anwendung besonderer Kunstgriffe in zeitraubender und für die Schüler in schwer verständlicher Darstellung zu bezwingen waren.

Ueber diese Thesen hielt im sächsischen Gymnasiallehrerverein Dr. Witting (Dresden) einen Vortrag, der zu einer eingehenden Diskussion führte. Dabei ergab sich, dass nach allgemeiner Meinung der Inhalt der vier ersten Thesen auch schon gegenwärtig in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Richtschnur darstelle, nach der der Unterricht praktisch erteilt werde. Ueber den Inhalt der fünften These wurde eine Einigung nicht erzielt; da bei den Verhandlungen des Vereins auch die Mehrzahl der Fachvertreter fehlte, haben die Herren Abendroth (Dresden), Baumgarten (Dresden), Lehmann (Leipzig), Weinmeister (Leipzig, Thomasschule) Anlass genommen, ihren Fachgenossen im Königreich Sachsen brieflich die beiden Fragen vorzulegen:

1. Ist eine schulmässige Behandlung der Infinitesimalrechnung für die allgemeine Bildung erforderlich?
2. Kann die Differential- und Integral-Rechnung unter den jetzigen Stundenverhältnissen auf den sächsischen humanistischen Gymnasien schulmässig betrieben werden, ohne Schaden für den Erfolg unserer bisherigen Arbeit, ohne Schaden für die Schüler und ohne Konflikte mit den anderen Unterrichtsfächern.

Beide Fragen sind von den Fachvertretern an sämtlichen humanistischen Gymnasien des Königreichs Sachsen beantwortet worden, und zwar

Frage 1) mit 7 Ja, 2 dem Ja zuneigenden Voten, 33 Nein, einem bedingten Nein, während ein Fachlehrer die Beantwortung ablehnte.

Frage 2) mit 7 Ja, 37 Nein (darunter die Vota der 33 Votanten, die die erste Frage verneint hatten), während eine Stimme die Frage unentschieden liess.

Von dem Ergebnis dieser Anfrage haben die Veranstalter dem sächsischen Ministerium des Kultus und öffentlichen Unterrichts Kenntnis gegeben, ebenso wie der von der Naturforschergesellschaft eingesetzten Unterrichtskommission, die indessen ihrerseits bereits zu der behandelten Frage endgültig Stellung genommen hatte (s. Unt.-Bl. XI, 5, S. 108).

\* \* \*

**Meraner Bericht der Unterrichtskommission der Naturforschergesellschaft.** Der Bericht wird in vollem Umfange in der Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht abgedruckt werden und voraussichtlich auch in einer Sonderausgabe im Buchhandel erscheinen.



## Vereine und Versammlungen.

**Unterrichtsausschuss des Vereins Deutscher Ingenieure.** Der Verein Deutscher Ingenieure, der bereits im vergangenen Jahre eine Besprechung über Fragen des exaktwissenschaftlichen Unterrichts an Hochschulen und höheren Lehranstalten veranstaltet hatte (vgl. das im Namen des Vereins von Herrn von Borries auf der Breslauer Naturforscherversammlung erstattete Referat [Unt.-Bl. X, 1904, S. 141]), hat nunmehr im Anschluss an das Vorgehen der Naturforschergesellschaft einen eigenen Unterrichtsausschuss eingesetzt, dem unter dem Präsidium des ersten Vorsitzenden des Vereins, Prof. Dr. v. Linde (München), der Direktor des Vereins, Baurat Dr. Peters, aus den Kreisen der Industriellen die Herren Herzberg (Berlin), Rieppel (Nürnberg), Weismüller (Frankfurt a. M.), von Professoren an Technischen Hochschulen die Herren v. Bach (Stuttgart), v. Ernst (Stuttgart), Fricke (Braunschweig), Sommerfeld (Aachen), Stäckel (Hannover), von Lehrern an höheren Mittelschulen die Herren Hintzmann (Elberfeld) und Pietzker (Nordhausen) angehören.

## Lehrmittel-Besprechungen.

**Ein Beispiel exakten Linearzeichnens.** Im Museum für Meisterwerke der Naturwissenschaft und Technik in München befindet sich eine Zeichnung von C. F. Esseling in Rotterdam († 1904), ein regelmässiges 60-Eck mit seinen sämtlichen Diagonalen darstellend, also aus  $30 \cdot 59 = 1770$  geraden Linien bestehend. Die Diagonalen schattieren gruppenweise 29 Kreise aus, von denen namentlich die innere Hälfte sich äusserst klar hervorhebt. Herr Riefler, mit dessen Reisszeug das Gebilde hergestellt ist, und dem ich meine Bewunderung ausdrückte, hatte die Güte, mir ein Exemplar einer Vervielfältigung in photographischem Druck zuzusenden, die den Massstab ungeändert wiedergibt. Ich glaube annehmen zu dürfen, dass er z. B. jeder Lehranstalt, die seine Reisszeuge benutzt, gern ein Exemplar überlassen wird. Das überraschend wirkende Gebilde zeigt, bis zu welchem Grade von Genauigkeit das mathematische Zeichnen ausgebildet werden kann. Es zeigt aber auch, dass es unmöglich ist, absolut genau zu zeichnen, da Fehler subjektiver Art nicht vollständig vermieden werden können. Trotzdem ist die Zeichnung als ein Meisterstück zu betrachten, dessen Anblick jedem Schüler zeigt, wie weit man es im einfachen Linearzeichnen bringen kann.

G. Holzmüller (Hagen i. W.).

\* \* \*

**Vakuum-Skala von Müller-Uri.** Herr Müller-Uri (Braunschweig) macht darauf aufmerksam, dass ein grosser Teil der von Herrn Dunker (Rendsburg) auf der Jenaer Versammlung (s. die vorige Nr. S. 105) vorgeführten Vakuumröhren, nämlich die unter Nr. 1 bis 6 angeführten Röhren in der von ihm zusammengestellten Vakuum-Skala enthalten sind, die bereits vor 6 Jahren in der 3. Auflage von Weinholds Physikalischen Demonstrationen (1899) auf S. 809 beschrieben sind (vgl. die neueste Aufl. des genannten Werks, S. 871). Ebenso ist diese Vakuum-Skala bereits in den von Müller-Uri 1899, 1901, 1905 herausgegebenen Katalogen mit einer Anzahl der Mitteilungen über Neuheiten und Modifikationen aus seiner glastechnischen Werkstätte aufgeführt und eingehend besprochen worden.

Für den vorstehend bezeichneten Teil der von Herrn Dunker vorgeführten Röhren muss demnach Herr Müller-Uri gegenüber der Firma Kröplin und Strecker die Priorität in Anspruch nehmen.

## Bücher-Besprechungen.

**Poske, Friedrich,** Unterstufe der Naturlehre (Physik nebst Astronomie und Chemie). Nach A. Höflers Naturlehre für die unteren Klassen der österreichischen Mittelschulen für die höheren Lehranstalten des Deutschen Reichs bearbeitet. Mit 305 eingedruckten Abbildungen, einer Stern tafel und einem Anhang von 130 Denkaufgaben. X. u. 246 S. Braunschweig, Vieweg & Sohn 1905. Preis M. 2.40, geb. M. 2.80.

Das Buch beginnt mit einem einleitenden Abschnitt, in dem nach den Fundamenteigenschaften der „Körper und Stoffe“ einige Erscheinungen der Schwere besprochen werden, dann folgen 8 Hauptabschnitte, Mechanik, Wärme, Magnetische Erscheinungen, Elektrische Erscheinungen, Schallerscheinungen, Lichterscheinungen, Erscheinungen am gestirnten Himmel und astronomische Geographie, Chemische Erscheinungen, der Anhang von Denkaufgaben macht den Schluss.

In dem einleitenden Abschnitt wird u. a. auch der Begriff des spezifischen Gewichts in einer m. E. nicht einwandfreien Definition festgelegt, in dem Abschnitt über Mechanik, der weitaus den grössten Teil einnimmt, kommt der fundamentale Unterschied der drehenden und der fortschreitenden Bewegung verhältnismässig spät, nämlich in dem Unterabschnitt F, nachdem vorher schon u. a. die Maschinen besprochen sind. Diese werden wesentlich als praktische Apparate behandelt, der Satz von der Erhaltung der Arbeit tritt als zusammenfassendes Ergebnis am Schluss des Unterabschnitts auf. Aus dem Abschnitt über die Wärme sind die Lehre von den Dämpfen und die von den Dampfmaschinen fortgelassen; zur Erläuterung des Unterschiedes zwischen Wärmemenge und Wärmegrad verwendet der Verfasser das Auftreten der Schmelz- und Verdampfungs-Wärme. Hier hätte sich, wie mir scheint, ein geeigneterer Weg dargeboten durch die Verwendung der Mischungstemperatur bei Zusammenbringung verschiedener Stoffe, worauf im Buche an anderer Stelle hingewiesen wird. Bei den Erscheinungen der Reibungselektrizität legt der Verfasser besonderen Wert auf die Unterscheidung von Elektrizitätsgrad und Ladungsmenge; die Tendenz des Buches, durch den Lehrgang der Unterstufe der mehr begrifflich gehaltenen Stoffbehandlung auf der Oberstufe vorzuarbeiten, tritt hier besonders deutlich zu Tage. Bei den Erscheinungen der strömenden Elektrizität ist die Induktion fortgeblieben. Sehr kurz ist der der Akustik gewidmete Abschnitt ausgefallen, in der Optik sind Reflexion und Brechung rein empirisch behandelt, die Linsen als Sammell- und Zerstreuungslinsen (ohne Formel), wobei die Beziehung auf das vorher behandelte Prisma vielleicht noch etwas deutlicher sein könnte.

Bei dem Abschnitt über astronomische Geographie macht sich der Uebelstand geltend, dass manche Erscheinungen nicht gut unerwähnt bleiben können, für die auf der Unterstufe eine Erklärung nicht wohl möglich ist, z. B. die Verschiebung der Tierkreiszeichen. Von der Abplattung der Erde wird tatsächlich abgesehen, obwohl sie natürlich erwähnt wird; demgemäss erscheint auch das geographische Coordinatensystem



auf dem sphäroidischen Erdball als Zentralprojektion des Systems der Meridiane und Parallelkreise an der Himmelskugel, was doch nur für die geozentrische Breite völlig zutrifft. Der chemische Abschnitt befolgt im wesentlichen den von Ohmann empfohlenen Lehrgang, den Schluss bildet eine Tabelle der 31 zur Behandlung gelangenden Stoffe, unter denen einige noch als besonders wichtig durch den Druck gekennzeichnet wurden.

Die Bedeutung des Buches liegt darin, dass es eine planmässige Durchführung der Gesichtspunkte darstellt, die der Verfasser für einen gedeihlichen Betrieb der Physik als eines wirklichen Bildungsmittels bereits von jeher in seiner Zeitschrift vertreten und neuerdings auch in dem hauptsächlich auf seine Tätigkeit zurückzuführenden Bericht der Naturforscher-Unterrichtskommission über den Physik-Unterricht zur Geltung gebracht hat. Diese Bedeutung wird auch der voll würdigen, der mit der Einzeldurchführung nicht überall einverstanden ist, und über manche Dinge lässt sich ja streiten. Die Stoffabgrenzung wird nicht jedem richtig erscheinen, von Einzelheiten innerhalb der verschiedenen Kapitel, die mir nicht gefallen, habe ich vorstehend einige genannt. Aber diese Einwände treten zurück gegen die Hauptsache, die klare und zielbewusste Auffassung von der Bildungsaufgabe des Physik-Unterrichtes, für dessen schulmässige Lösung die vom Verfasser gebotene, sich auch äusserlich dem Gange des Unterrichts und der verfügbaren Zeit gut anpassende Gruppierung des Stoffes ein vorzügliches Hilfsmittel bietet. Dem neu in den Unterricht eintretenden Lehrer wird es einen vielfach jedenfalls sehr willkommen geheissenen Anhalt bieten, und dem erfahrenen Lehrer lässt es doch ein gewisses Mass von Bewegungsfreiheit, innerhalb dessen er seine eigene Auffassung zur Geltung bringen kann, ohne dem Buche seinen Wert als Anhalt für die Befestigung und Wiederholung des in der Klasse durchgenommenen Stoffes zu rauben. Dankenswert sind die mehrfach anmerkungsweise hinzugefügten Hinweise auf Anlässe zur Selbsttätigkeit der Schüler und ganz vorzüglich ist die Auswahl der Denkaufgaben am Schluss, sowohl vermöge ihrer Anknüpfung an praktische, dem Schüler geläufige Verhältnisse der Wirklichkeit wie hinsichtlich ihres Wertes für die Verstandeschulung.

So stellt sich das Buch dar als ein, wenn auch im einzelnen der Verbesserung noch zugängliches, so doch auch in seiner gegenwärtigen Form höchst brauchbares physikalisches Lehrmittel, dem eine umfangreiche praktische Verwendung aufrichtig zu wünschen ist.

P.

\* \* \*

**Carus Sterne**, Werden und Vergehen, eine Entwicklungsgeschichte des Naturgenen in gemeinverständlicher Fassung. Sechste neubearbeitete Auflage herausgegeben von Wilhelm Bölsche. Vollständig in zwei Bänden zu 10 M. (geb.). Erster Band, Entwicklung der Erde und des Kosmos, der Pflanzen und der wirbellosen Tiere. Mit zahlreichen Abbildungen, 27 Tafeln in Holzschnitt und Farbendruck, sowie dem Bildnis des Verfassers. XVII u. 551 S. Berlin 1905, Gebr. Bornträger.

Das allgemein bekannte Werk, dessen vierte Auflage bereits im Jahrgang VI der U.-Bl. gewürdigt worden ist, erscheint hier in neuer Gestalt. Das glänzend ausgestattete, dem „lieben Freunde Häckel“ gewidmete Buch beginnt mit einem pietätvoll geschriebenen Ar-

tikel „Zur Erinnerung an Carus Sterne“, an dessen Schluss der Neubearbeiter die Aenderungen, die er an dem Inhalt des Werkes vornehmen zu müssen geglaubt hat, kurz skizziert und rechtfertigt. Am wenigsten von diesen Aenderungen betroffen wird der (botanische) Schlussabschnitt des ersten Bandes. „Das Kleid der Erde“; im übrigen sind die Aenderungen sehr zahlreich, obwohl der Bearbeiter Wert darauf gelegt hat, dem Werke möglichst das ihm von dem eigentlichen Verfasser gegebene Gepräge zu bewahren und demgemäss auch mannigfache Anschauungen und Aussprüche stehen zu lassen, mit denen er selbst nicht ganz übereinstimmt.

Jedenfalls hat das Buch durch die Neubearbeitung inhaltlich ausserordentlich gewonnen, die ganze Darstellung ist ersichtlich kritischer und vorsichtiger geworden, fast überall wird der hypothetische Charakter der vorgetragenen Ansichten betont, wenngleich dabei die Argumente, die der vom Verfasser und vom Bearbeiter bevorzugten Auffassung entgegenstehen, nicht immer in voller Stärke zur Geltung kommen (so z. B. bei der Kant-Laplaceschen Theorie, deren Beanstandung vom Standpunkt der exakten Mechanik wohl auch dem Bearbeiter nicht genügend bekannt ist). Dass die Annahme einer Urzeugung durch keinerlei tatsächliche Beobachtungen gestützt ist, so dass „die grosse Frage nach dem geschichtlichen Ursprung des Lebens vorläufig ebenso wie die nach dem Ursprung der Materie den Gebieten des Glaubens überlassen“ bleibt, wird ausdrücklich hervorgehoben; wenn nun gleich dahinter gesagt wird, „dass man heute die Lebenserscheinungen, die in Assimilation, Umbildung und Verbrennung kohlenstoffhaltiger Verbindungen bestehen, als einen unter unbekanntem ursprünglichen Bedingungen eingeleiteten chemisch-physikalischen Prozess betrachtet, innerhalb dessen durch Aneignung äusserer Stoffe und in beständiger Anregung durch äussere physikalische Kräfte Spannkraft gewonnen werden, die die Fortdauer dieses Prozesses sichern“, so wird ja der kritische Leser sich von selbst sagen, dass damit keine Erklärung des Lebensprozesses, sondern nur eine Charakterisierung einer Seite dieses Prozesses gegeben wird, wobei gerade die eigentlichen Schwierigkeiten unerklärt bleiben, aber für den weniger kritischen Leser würde doch ein Hinweis auf diese Sachlage recht angebracht sein.

Indessen berühren diese Einwendungen die Hauptsache nicht, seine eigentliche Aufgabe, dem gebildeten Laien ein Gesamtbild von dem Stande unserer naturwissenschaftlichen Kenntnis im Lichte der heute die Forschung beherrschenden Entwicklungslehre zu geben, diese Aufgabe löst das Buch in seiner neuen Gestalt in vorzüglicher Weise. Alle Vorzüge, die der fesselnden Darstellung Bölsches eigentümlich sind, die Verbindung von Knappheit und Klarheit, die Gemütswärme, die Plastik seiner Sprache, der Reichtum an treffenden Bildern, über den er verfügt, alles kommt auch diesem Buche reichlich zugute, dem man im Interesse der leider in unseren gebildeten Kreisen so wenig verbreiteten naturwissenschaftlichen Bildung einen grossen Leserkreis aufrichtig wünschen muss.

\* \* \*

**Conférences du Musée Pédagogique 1904.** L'Enseignement des sciences mathématiques et des sciences physiques par M. M. H. Poincaré, G. Lippmann, L. Poincaré, P. Langevin, E. Borel, F. Marotte, avec une introduction



de M. L. Liard. 8<sup>o</sup> XIV und 178 S. Paris 1905, Imprimerie nationale.

In neuerer Zeit hat man gerade auch aus Anlass der Strömungen, die eine Neuordnung des Unterrichts bei uns verlangen, den Unterrichtsverhältnissen in anderen Ländern eine grössere Aufmerksamkeit gewidmet, ganz besonders denen in England und Frankreich. Da ist es sehr willkommen, durch ein Buch, wie das vorliegende, eine authentische Aufklärung der Tendenzen zu erhalten, die für den in Frankreich erteilten Unterricht massgebend sind, doppelt willkommen angesichts der persönlichen Bedeutung der Männer, die in den von dem „Musée Pédagogique“ veranstalteten Besprechungen über die verschiedenen für den Lehrabschnitt in Betracht kommenden Gesichtspunkte Referate erstattet und dadurch zugleich zu interessanten Debatten den Anstoss gegeben haben.

Der von L. Liard verfassten Einleitung folgen sechs grössere Abschnitte „Les définitions générales en mathématiques par M. H. Poincaré; Le but des sciences expérimentales dans l'enseignement secondaire par M. G. Lippmann; Les méthodes d'enseignement des sciences expérimentales par M. L. Poincaré; L'esprit de l'enseignement scientifique par M. P. Langevin; Les exercices pratiques de mathématiques dans l'enseignement secondaire par M. E. Borel; L'enseignement des sciences mathématiques et physiques dans l'enseignement secondaire en Allemagne par M. F. Marotte. Den vier letzten Referaten folgte eine Diskussion, die für das Borelsche und das Marottesche Referat in einer gemeinschaftlichen Sitzung erledigt wurde.

Sämtliche Darlegungen sind einheitlich von dem Geiste getragen, dass es im Unterrichte darauf ankomme, statt leerer theoretischer Unterweisungen eine innerlich begriffene und verarbeitete Kenntnis zu vermitteln, eine Tendenz, die bereits in der Liardschen Einleitung ihren lebendigen Ausdruck findet, während sie in den nachfolgenden Abschnitten je nach der Art des in den Vordergrund gestellten Gesichtspunktes in verschiedener Einzelgestaltung zur Geltung kommt. Henri Poincaré erörtert die fundamentalen Definitionen in der Mathematik einschliesslich der Mechanik, wobei er gegen die rein formalen Definitionen, die vielfach an den Beginn des arithmetischen wie des geometrischen Unterrichts gestellt wurden, protestiert, auch die Definition der Parallelen als sich niemals schneidender Linien vermöge des negativen Charakters dieser Definition beanstandet und die Formelsprache der Differentialrechnung einer Kritik unterzieht, er will sie trotzdem, weil sie einmal eingeführt ist, gelehrt wissen, doch möchte er den zweiten Differentialquotienten aus dem Unterricht verbannt sehen. Interessant sind die mehrfachen Beziehungen auf Hilberts „Grundlagen der Geometrie“. Im Lehrbetrieb der Mechanik tadelt er die Behandlung, die den Schüler gewöhnt, statt mit den wirklich sinnlich verständlichen Begriffen ausschliesslich mit den theoretischen Symbolen zu operieren. G. Lippmann betont die Bedeutung, die ein praktisch betriebener Unterricht für die Bildung der Persönlichkeit hat, Begriffe, die das Ergebnis selbsttätiger Lösung von Einzelproblemen sind, tragen in weit höherem Grade zur Bildung der ganzen Denk- und Anschauungsweise bei, als solche, die dem Schüler durch die Anleitung des Lehrers vermittelt und suggeriert werden. Sicherheit des wissenschaftlichen Denkens, die Selbstständigkeit in der Kritik der wissenschaftlichen Methoden

kann nur auf diesem Wege gewonnen werden. Lucien Poincaré bekämpft einen Betrieb der Physik, der den Apparat als die Hauptsache erscheinen lässt, so dass die beständige Wirksamkeit, die die im Unterricht behandelten Kräfte fortwährend in der Natur entfalten, völlig zurücktritt. Eine Einführung in die geschichtliche Entwicklung der Wissenschaft befürwortet er, namentlich auch in der Weise, dass die Schüler mit den Persönlichkeiten der grossen Forscher bekannt gemacht wird, ja wenn möglich einige Seiten aus ihren Werken im Original kennen lernt. Aber entschieden ablehnend steht er dem Gedanken gegenüber, den Schüler die ganze Entwicklung der Wissenschaft nochmals durchnehmen zu lassen, das stellt einen nicht nur überflüssigen, sondern schädlichen Umweg dar. P. Langevin bekämpft die Praxis, die ganze Physik aus dem Energieprinzip zu deduzieren, das dabei als eine logische Notwendigkeit an die Spitze gestellt werde. Dies Prinzip sei vielmehr als der Niederschlag von tatsächlichen Beobachtungen aufzufassen, während es zugleich nicht ausreichte, um die Erscheinungen genügend zu erklären, es bedürfe einer Ergänzung durch einen die atomistische Konstitution der Materie ausprechenden Satz, den die neueren elektrischen Theorien mit Notwendigkeit forderten, es gelte die Atomistik aus dem Stande der Hypothese zum Range eines Prinzips zu erheben. E. Borel verlangt Fruchtbarmachung des mathematischen Unterrichts durch praktische Uebungen in numerischen Rechnungen einerseits, im geometrischen Zeichnen andererseits, endlich gibt F. Marotte ein eingehendes Resumé der Eindrücke, die er von dem exaktwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland gewonnen und in einem besonderen (in Nr. 5, S. 109/110 besprochenen) Buche noch eingehender dargestellt hat.

Der reiche Inhalt dieser Referate, unter denen die von den beiden Poincaré erstatteten wohl als die gehaltvollsten bezeichnet werden müssen, lässt sich natürlich in einer kurzen Besprechung nicht annähernd wiedergeben, hier war die Beschränkung auf einige Hauptpunkte unumgänglich. Sehr interessant sind auch die Diskussionen, die den einzelnen Referaten (jedesmal in einer nach einer achtstündigen Frist anberaumten Sitzung) gefolgt sind; die Langevinschen Ideen über die Ergänzung des Energieprinzips fanden dabei teils Bekämpfung, teils Zustimmung, zugleich nahm auch Herr Marotte Gelegenheit, ausdrücklich zu betonen, dass der analytisch betriebene Unterricht erst durch eine zusammenfassende Synthese den ausreichenden Abschluss finde; in der an sein Referat anschliessenden Diskussion wurde dieses Thema in anderer Form, nämlich dem einer gegenseitigen Abwägung der „heuristischen“ und der „didaktischen“ Methode wieder aufgenommen. Selbstverständlich werden manche Ausführungen sowohl in den Vorträgen der einzelnen Referenten, wie in den einzelnen Diskussionen auch Widerspruch hervorrufen, das hindert nicht, die Fülle der Anregungen, die sich hier finden, als ausserordentlich gross zu bezeichnen und dem Buche auch in Deutschland einen umfangreichen Leserkreis lebhaft zu wünschen. P.

\* \* \*

Dr. E. Jahnke, Prof. a. d. Kgl. Bergakademie zu Berlin. Vorlesungen über die Vektorenrechnung. Mit Anwendungen auf Geometrie, Mechanik und mathematische Physik. Leipzig 1905, B. G. Teubner. XII u. 235 S. 8<sup>o</sup> n. 32 Fig. im Text. Preis geb. 5.60 M.



Der Autor dieses Buches sagt in seiner Vorrede, es sei zum erstenmal geschehen, dass an einer Berliner und, von wenigen Ausnahmen abgesehen, überhaupt an einer deutschen Hochschule den Vektormethoden ein besonderes Kolleg gewidmet wurde, dessen Früchte er hier vorlege. In der Tat ist es nicht lange her, dass dieses „von der Gedankenökonomie geforderte Instrument“ von einem Vertreter der Wissenschaft als Quaternionen-Stenographie“ gleichsam ironisiert wurde. „In neuerer Zeit aber scheinen die Erfolge, welche die Vektormethoden in der Elektronentheorie errungen haben, etwas Wandel zu schaffen.“ Dies zeigt sich schon äusserlich dadurch, dass in demselben Jahre in dem gleichen Verlag noch zwei andere kürzere, wesentlich auf das physikalische gerichtete Bändchen über denselben Gegenstand (von Gans und Bucherer) erscheinen konnten, von denen das eine eine zweite Auflage ist. Von diesen beiden unterscheidet sich das Jahnkesche Werk nicht bloss durch seinen Umfang, sondern auch durch seine mehr geometrische Richtung. Physiker werden die Abschnitte über Vektoren-Differentiation und Differentialoperatoren, die ganz an den Schluss gestellt sind, etwas kurz finden. In der Bezeichnung und Einführung der Vektoren schliesst sich der Verfasser an Möbius und Grassmann an; vieles konnte derselbe auch von dem zu früh verstorbenen Caspary benutzen, der es besonders verstand, die Vektormethoden für geometrische Untersuchungen fruchtbringend zu verwenden.

Das Buch als Ganzes ist sehr lesenswert und ver nicht ausschliesslich physikalische Zwecke verfolgt, dem möchten wir nur dieses empfehlen. Im einzelnen hätten wir freilich einige Wünsche. Die ganze Darstellung ist, wie dem Referenten scheint, etwas zu dogmatisch. Wenn man eine Definition einführt, wie etwa die des freien Vektors auf Seite 11, so sollte der unerfahrene Leser — der Verfasser wendet sich doch wohl nicht bloss an solche, die schon über Vektoranalysis unterrichtet sind — wenigstens einigermaßen einsehen können, wie man denn dazu kommt, gerade so zu definieren. Darüber wird sich mancher Leser an mancher Stelle den Kopf zerbrechen. — Weiter wären etwas mehr literarische Hinweisungen bei einem Buche, das aus allen Stoffgebieten Beispiele entnimmt, doppelt wünschenswert. Es ist z. B. sehr dankenswert, dass viele Anwendungen auf die Brocardsche Dreiecksgeometrie gemacht wurden; aber ist das alles wirklich so allgemein bekannt, dass jeder Leser ohne weiteres weiss, was etwa der verallgemeinerte Lemoinesche Punkt oder der Veronesesche Satz über dreifach perspektive Dreiecke ist (S. 81/82). Bei dieser Gelegenheit sei auch angemerkt, dass der Satz auf S. 32, wonach zwei zweifach perspektive Dreiecke auch dreifach perspektiv sind, in dieser Allgemeinheit unrichtig ist.

Mit keinem Wort ist ferner die so nahe liegende Beziehung der Vektoren zu den komplexen Zahlen berührt. Das wäre bei dem Umfang des Buches gewiss möglich gewesen und hätte manches noch deutlicher hervortreten lassen. Auch über die vektorielle Darstellung von Kurven und Flächen durch numerische Parameter (etwa wie bei Peano, *Geom. Calcul.*, Teubner 1891) hätte der Referent gerne einiges gesehen.

Wollen wir jedenfalls dem Buche die Verbreitung wünschen, die es verdient. Vielleicht lässt sich dann der Verfasser herbei, einige Aenderungen und Zusätze im Sinne des Referenten zu machen. Geringes wäre

hierzu erforderlich; dann könnte es allen Ansprüchen Genüge leisten.

\* \* \*

**Dr. Oskar Gutsche.** Mathematische Übungsaufgaben für Primaner von Realanstalten und jüngere Studierende gestellt und zum Teil mit Lösungen versehen. Leipzig und Berlin 1905, B. G. Teubner. IV u. 82 S. gr. 8°. Preis kart. 1.20 Mk.

Wer auch das vorliegende Büchlein mit seinen mehr als 400 Aufgaben, von denen ungefähr 70 mit Lösungen versehen sind, betrachtet, wird erstaut sein, wie es möglich ist auf einer Mittelschule, wenn schon auf einer (Breslauer) Oberrealschule solche Anforderungen zu stellen. Noch mehr wird er erstaunen, wenn er bayrische Verhältnisse gewöhnt ist. Die Aufgaben, die Gutsche bietet, sind — vielleicht von Aufgaben der eigentlichen Integralrechnung abgesehen — fast durchweg auf dem Niveau unseres nach 4 Semestern abzulegenden ersten Examens für Lehramtskandidaten der Mathematik, was Differentialrechnung, analytische und synthetische Geometrie, Analysis und Algebra, sowie die elementaren Fächer betrifft. Nur darstellende Geometrie fehlt ganz. Besonders bemerkt sei, dass unter den Aufgaben aus der elementaren Geometrie solche der Brocardschen Dreiecksgeometrie eine Hauptrolle spielen.

Wir möchten die abwechslungsreiche, interessante Sammlung all denen aufs angelegentlichste empfehlen, welchen sie der Verfasser selbst zugedacht hat. Ausserdem ist die Zusammenstellung bei der gegenwärtigen Debatte über allgemeine Aufnahme der Infinitesimalrechnung in den Mittelschulunterricht besonders aktuell.

H. Wieleitner (Speyer).

#### Zur Besprechung eingetroffene Bücher.

(Besprechung geeigneter Bücher vorbehalten.)

- Aus der Natur, Zeitschrift für alle Naturfreunde, herausgegeben von Dr. W. Schoenichen, Schöneberg-Berlin. Jahrl. 24 Hefte, Preis viertelj. Mk. 1.50. Jahrg. I, Heft 13. Stuttgart 1905, Erwin Nägels.
- Bergold, E., Bruchrechnen und Zweisatz. Ein kurzer Leitfaden besonders z. Vorbereitung f. d. Eintritt an Gymnasien u. Realschulen. Freiburg 1905, Herder. Mk. —.50 kart.
- Blätter für deutsche Erziehung, herausgeg. v. Arthur Schulz, Jahrg. 7, Heft 10. Friedrichshagen-Berlin 1905, Verlag der Bl. f. d. B.
- Blätter, Period., für Realienunterricht u. Lehrmittelwesen, herausgegeben v. Robert Neumann u. Julius Fischer, Jahrg. X, Nr. 5. Tetschen 1905, Henckel.
- Bollettino della Associazione „Mathesis“, Anno IX, Num. 5—6, Anno X, Num. 1—2. Milano 1905, Tipografia, C. Tamburini.
- Bucherer, A. H., Elemente der Vektor-Analyse m. Beispielen a. d. theoret. Physik. 2. Aufl. Leipzig 1905, Teubner. Mk. 2.40
- Classen, J., Zwölf Vorlesungen über die Natur des Lichtes. Mit 61 Fig. Leipzig 1905, Göschen. Mk. 4.— geb.
- Dressel, L., Elementares Lehrbuch d. Physik nach den neuesten Anschauungen f. höhere Schulen u. z. Selbstunterricht. 3 verm. u. verb. Aufl. 2. Bde. m. 655 Fig. Freiburg 1905, Herder. Mk. 16.—.
- L'Enseignement mathématique, Revue internationale. Année VII, Nr. 5, 6. Paris 1905, Gauthier-Villars u. Genève Georg & Cie.
- Foeppl, A., Vorlesungen über technische Mechanik. I. Einführung in die Mechanik, m. 103 Fig. 3. Aufl. II. Festigkeitslehre mit 83 Fig. 3. Aufl. Leipzig 1905, Teubner, I. Mk. 10.— geb. II. Mk. 12.— geb.
- Die Fortschritte der Physik, Halbmönatl. Literaturverzeichnis, red. v. K. Scheel u. R. Assmann. Jahrg. IV, Heft 19—21. Braunschweig 1905, Vieweg & Sohn.
- Geissler, Kurt, Ueber Lehren vom Wesen des Seins, besonders i. neuester Zeit. Sonderabdruck a. d. Ztschr. f. wissenschaftl. Philosophie u. Physiologie, herausg. von Barth, XXIX 3. Leipzig 1905, Reiland.
- Gleichen, A., Vorlesungen über photographische Optik, m. 63 Fig. Leipzig 1905, Göschen. Mk. 9.—.
- Heffter, L. u. Koehler, C., Lehrbuch der analytischen Geometrie. I: Geometrie i. d. Grundgebilden erster Stufe u. i. d. Ebene, m. 136 Fig. Leipzig 1905, Teubner. Mk. 14.—.



- Holz Müller, G., Die Planimetrie f. d. Gymnasium im Anschluss an d. preuss. Lehrpläne von 1901. I. Teil: von Quarta bis Untersekunda einschliesslich reichend, m. 14 Fig. 2. Aufl. Leipzig 1905, Teubner. Mk. 2.40 geb.
- Hübner's, O., Geographisch-statistische Tabellen aller Länder der Erde, her. v. F. v. Juraschek. 54. Ausg. f. d. J. 1905 Buch-Ausgabe. Frankfurt a. M. 1905, Keller. Mk. 1.50 kart.
- Klein, F., Probleme des mathematisch-physikalischen Hochschul-Unterrichts. Sonderabdruck aus dem Jahresbericht der deutschen Mathematiker-Vereinigung. 14. Band Leipzig 1905, Teubner.
- Knab, P., Rechenbuch f. d. unteren Klassen höherer Lehranstalten. Freiburg 1905, Herder. Mk. 2.50.
- Kraepelin, K., Die Beziehungen der Tiere untereinander u. zur Pflanzenwelt. Aus Natur u. Geisterwelt. Bd. 79. Leipzig 1905, Teubner. Mk. 1.25 geb.
- La Cour, Paul u. Appel, Jacob, Die Physik auf Grund ihrer geschichtlichen Entwicklung für weitere Kreise dargestellt. Autorisierte Uebersetzung von G. Siebert Braunschweig 1905, Vieweg & Sohn. Mk. 15.—
- Lampe, E., Guido Hauck, Rede z. Gedächtnisfeier für G. H. am 17. 6. 05. Leipzig 1905, Teubner. Mk. 1.—
- Leher, E., Das Wasser u. seine Verwendung in Industrie u. Gewerbe. (Samml. Götschen 261). Leipzig 1905, Götschen. Mk. —.80.
- Marti, C., The weather-forces of the planetary atmospheres. Printed as manuscript. Nidau 1905, Weber.
- Müller-Pouilllets Lehrbuch der Physik und Meteorologie, in vier Bänden. Zehnte Auflage, herausg. v. L. Pfandler. Erster Band: Mechanik u. Akustik v. L. Pfandler. Braunschweig 1905, Vieweg & Sohn. Mk. 7.— geheftet.
- Müsebeck, C., Sammlung von Aufgaben a. d. Planimetrie, Trigonometrie und Stereometrie, enth. Aufg. zu Teil I, Ausgabe B für Realschulen d. Leitfadens der Elementarmathematik von H. Lieber u. F. von Lüthmann. Berlin, Simon Nachf.
- Neumayer, G. von, Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen Lfg. 3/4. Hannover 1905, Jaenecke.
- Pätz, W., Lehrbuch der vergleichenden Erdbeschreibung f. d. oberen Klassen höh. Lehranstalten u. z. Selbstunterricht. 18. verb. Aufl., bearb. von L. Neumann. Freiburg 1905, Herder. Mk. 3.—
- Schoute, P. H., Mehrdimensionale Geometrie. II. Teil: Die Polytope, mit 90 Fig. u. 123 Aufg. (Samml. Schubert 36). Leipzig 1905, Götschen. Mk. 10.— geb.
- Schroeder, R., Die Anfangsgründe der Differentialrechnung und Integralrechnung. Für Schüler v. höh. Lehranstalten u. Pachtshulen sowie zum Selbstunterricht, m. 27 Fig. Leipzig 1905, Teubner. Mk. 1.60 geb.
- Schubert, H., Auslese aus meiner Unterrichts- u. Vorlesungspraxis. I. m. 17 Fig. Leipzig 1905, Götschen. Mk. 1.— geb.
- Schubert, H., Die Ganzzahligkeit in der algebraischen Geometrie. Festschr. f. d. Teilnehmer der 48. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner zu Hamburg 1905. Leipzig 1905, Spamersche Druckerei.
- Schütte, F., Anfangsgründe der darstellenden Geometrie für Gymnasien. Leipzig 1905, Teubner. Mk. —.80.
- Stolz, O. u. Gmeiner, S. A., Einleitung i. d. Funktionentheorie, 2. umgearb. u. verm. Aufl. II. Abt. m. 11 Fig. Leipzig 1905, Teubner. Mk. 9.— geb.
- Vogt, L., Zur deutschen Rechtschreibung. Ihre mögliche Vereinfachung Grossenhain, Baumert & Ronge.
- Volkman, W., Der Aufbau physikalischer Apparate aus selbständigen Apparatenteilen (Physikalischer Baukasten). m. 110 Fig. Berlin 1905, Springer. Mk. 2.—
- Wasmann, E., Instinkt und Intelligenz im Tierreich. Ein kritischer Beitrag z. mod. Tierpsychologie. 3. verm. Aufl. Freiburg 1905, Herder. Mk. 4.—
- Weber, H. u. Wellstein, J., Enzyklopädie der Elementarmathematik. Ein Handbuch für Lehrer und Studierende. II.: Elementare Geometrie. Leipzig 1905, Teubner. Mk. 12.— geb.
- Wieleitner, H., Bibliographie der höheren algebraischen Kurven für den Zeitabschnitt von 1890—1904. Mk. 1.50.
- Zeitschrift f. Lehrmittelwesen u. pädagogische Literatur, herausg. v. Franz Frisch, Jahrg. I, Heft 7, 8. Wien 1905, Pichler Ww. & Sohn.

Verlag von Otto Salle in Berlin W. 30.

## Physikalische Freihandversuche.

Unter Benutzung des Nachlasses  
von

**Prof. Dr. Bernhard Schwalbe**  
weil. Geh. Reg.-Rat und Direktor des  
Dorotheenstädt. Realgymn. zu Berlin.  
Zusammengestellt und bearbeitet

von  
**Hermann Hahn,**

Oberlehrer am Dorotheenstädt. Real-  
gymnasium zu Berlin.

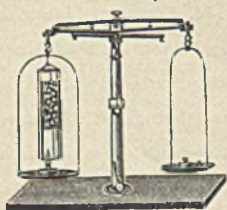
I. Teil:

**Nützliche Winke. Mass u. Messen.  
Mechanik der festen Körper.**

Mit 269 Figuren im Text.

Preis geh. 3 Mk., gebd. Mk. 3.75.

**Richard Müller-Uri,**  
Institut f. glastechnische Erzeugnisse,  
chemische u. physikalische  
Apparate und Gerätschaften.  
Braunschwelg, Schleinitzstrasse 19  
liefert auch

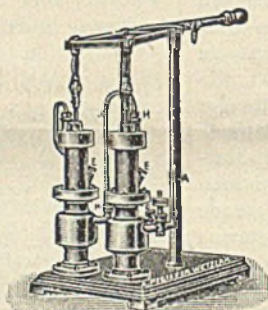


nach den Angaben des Herrn Verfassers.

sämtliche  
Apparate  
nach dem  
methodischen  
Lehrbuch der  
Chemie und  
Mineralogie v.  
Prof. Dr. Wilh.  
Levin — genau

## Arthur Pfeiffer, Wetzlar 2.

Werkstätten für Präzisions-Mechanik und Präzisions-Optik.



Allein-Vertrieb und Alleinberechtigung

zur Fabrikation der

### Geryk-Oel-Luftpumpen

D. R.-P. in Deutschland.

Typen für Hand- und Kraftbetrieb.

Einstiefelige Pumpen bis 0,06 mm Hg. } Va-  
Zweistiefelige „ „ 0,0002 „ „ } cum

Sämtliche Neben- und Hilfs-Apparate.

Viele gesetzlich geschützte Originalkonstruktionen.

Zu der Herderschen Verlagshandlung zu Freiburg im Breisgau sind  
soeben erschienen und können durch alle Buchhandlungen bezogen werden:

**Knab, Peter,** Lehrer am k. Kaiser Wilhelm-  
Gymnasium in Rötin,

**Rechenbuch für die unteren  
Klassen höherer Lehranstalten.** Leinwand M 3.—. Begleitwort

für den Lehrer gratis.

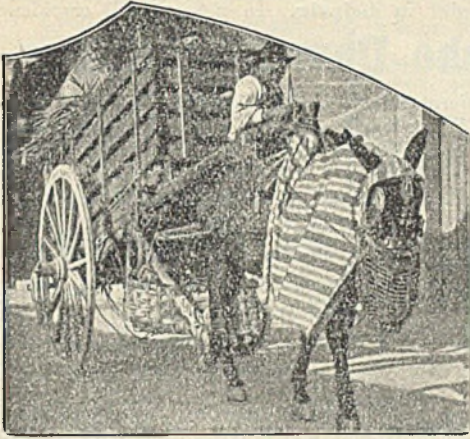
Das Buch sucht den Anforderungen der gegenwärtig geltenden  
preussischen Lehrpläne allseitig gerecht zu werden, indem es Hilfsmittel sein  
will zur Erzielung vollen Verständnisses der Rechenweisen, zur Erreichung  
von Rechengeläufigkeit, zur Befähigung der Schüler, die erworbene Fertigkeit  
auf die verschiedenen Verhältnisse des Lebens anzuwenden.

**Pätz, Wilhelm, Lehrbuch der vergleichenden Erdbeschreibung**

für die oberen Klassen höherer Lehranstalten und zum Selbstunterricht.  
Achtzehnte, verbesserte Auflage, bearbeitet von Dr. Ludwig  
Neumann, Professor der Geographie an der Universität Freiburg i. Br.  
gr. 8° (XVI u. 392) M 3.—; geb. in Halbleder M 3.60.

An dem Grundplan des Buches, das nunmehr auf ein 50-jähriges  
Bestehen zurückblickt, ist nichts Wesentliches geändert worden; es erweist  
sich seit langer Zeit als ein geschätztes Hilfsmittel für den geographischen  
Unterricht und wird der ihm gestellten Aufgabe, dem geographischen Unter-  
richt in den oberen Klassen höherer Unterrichtsanstalten — gleichgültig  
welcher Art und welchen Lehrplans — sowie dem Selbstunterricht zu dienen,  
in vorzüglicher Weise gerecht.





# 1/1000<sup>stel</sup> Sekunde

genügt zur Erzielung hervorragender photographischer Aufnahmen

**selbst im Winter**

und bei ungünstigem Lichte, wenn Sie dabei arbeiten mit der

**Voigtländer Heliar-  
oder Spiegel-Reflex-Kamera**

Verlangen Sie ausführl. Hauptliste Nr. 35 gegen 25 Pf. Porto von

**Voigtländer & Sohn, Braunschweig**  
A.-G.,

Optische Anstalt

**Offiziell an rund 500**  
Gymnas. u. Realschulen,  
in Berlin allein an 45  
Lehranst. **eingeführt**

Zur Einführung empfohlen:

Gesamtverbreitung  
**225 000**  
Exemplare

## Rechenbuch

**für Gymnasien, Realgymnasien, Oberrealschulen, Realschulen  
Seminare usw.** von Chr. Harms, weil. Prof. in Oldenburg und Dr. Albert  
Kallius, Prof. am Königstädtischen Gymnasium in Berlin. — 23. Auflage.  
(217.— 247. Tausend). Preis Mk. 2,85 elegant und solide gebunden.

Die Zeitschrift für mathematischen und natur-  
wissenschaftl. Unterricht schreibt gelegentlich des  
Erscheinens der 18. Auflage:

„Dieses bereits in 18. Auflage erschienene vor-  
„zügliche Rechenbuch gilt in Deutschland als eine  
„Art Muster-Rechenbuch und darf auch als solches  
„gelten . . .“

Gebundene Probe-Exemplare stehen behufs Prüfung  
nebst den Urteilen praktischer Schulmänner über  
die Brauchbarkeit des Buches gern gratis und franko  
zu Diensten. Der Verlag bittet, solche direkt von  
Ihm zu verlangen.

### Vorstufe zu Harms und Kallius Rechenbuch.

**Harms, Prof. Chr.:** Rechenbuch für die Vorschule. Teil I. 13. Auflage. Kart. 60 Pfg.

**Harms, Prof. Chr.:** Rechenbuch für die Vorschule. Teil II. 15. Auflage. Kart. 90 Pfg.

**Harms, Prof. Chr.:** Rechenbuch für Volksschulen und die unteren Klassen höherer Schulen. 10. Auflage,  
neu bearbeitet von den Hauptlehrern Oehlmann und Ribken. Preis Mk. 1.60.

**Müller, E. R.:** Planimetrische Konstruktionsaufgaben nebst Anleitung zu deren Lösung. 5. Auflage.  
Kart. Mk. 1.—.

### Für Bürger- und Fortbildungsschulen, Lehrerbildungsanstalten usw.

**Carl, Prof. L.:** Algebraische Aufgaben zur Einführung in die Arithmetik. Inhalt: Gleichungen ersten  
Grades mit einer unbekanntem Grösse. 2. Auflage. Geh. 60 Pfg.

Verlag von Gerhard Stalling in Oldenburg i. Gr.

Verlag von **Otto Salle** in Berlin W. 30

### Hilfsbuch

**für den geometrischen Unterricht  
an höheren Lehranstalten.**

Von **Oskar Lesser,**

Oberlehrer an der Klinger-Oberrealschule  
zu Frankfurt a. M.

Das Buch umfasst die Elemente der  
Planimetrie, soweit dieselben nach den  
Lehrplänen Behandlung finden sollen. Es  
ist ein Übungsbuch und ein Lehrbuch zu-  
gleich. Im Vordergrund stehen die Auf-  
gaben; möglichstes Hinausschieben der  
strengen Beweissführung, Gewinnung der  
Sätze aus reichlich gegebenen Aufgaben  
auf der unteren und mittleren Stufe, so-  
wie Einführung neuer Gesichtspunkte  
sollen den Unterricht erleichtern und  
fördern.

Preis 2 Mark.

### Dr. F. Krantz

Rheinisches Mineralien-Contor

Fabrik und Verlag mineralogischer und geologischer Lehrmittel

**Bonn am Rhein.**

Im Februar 1905 ist neu herausgegeben Katalog XVIII

### Allgemeiner Lehrmittel-Katalog mit zahlreichen Illustrationen

**Mineralien:** Preisverzeichnis von einzelnen Stufen und losen Krystallen.  
Sammlungen in stufenweiser Ergänzung für den Unterricht  
nach Prof. Dr. R. Brauns in Kiel. Allgemeine Sammlungen, Kennzeichen-  
Sammlungen, Krystall-Sammlungen, Lötrohr-Sammlungen, Edelstein-  
Sammlungen, Edelstein-Modelle usw. — Mineralpräparate, Metallsamm-  
lungen und alle mineralogisch-geologischen Apparate und Utensilien.

**Krystallmodelle** aus Birnbaumholz, Tafelglas und Pappe, Achsen-  
kreuze, Krystallmodellhalter usw.

**Gesteine** sowohl einzeln, wie auch in systematisch geordneten Sammlungen  
nebst den dazu gehörigen Münschliffen.

**Diapositive** für den mineralogischen und geologischen Unterricht.

**Leitfossilien** in einzelnen charakteristischen Belegstücken, wie auch in  
kleineren u. grösseren systematisch geordneten Sammlungen:  
Geologische Lehrsammlungen für den geographischen Unterricht.



Verlag von Otto Salle, Berlin W. 30

**Bakterien und Hefen**

insbesondere in ihren Beziehungen zur Haus- u. Landwirtschaft zu den Gewerben, sowie zur Gesundheitspflege nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft gemeinverständlich dargestellt von

Dr. Felix Kienitz-Gerloff

Professor a. d. Landwirtschaftsschule zu Weilburg a. L.

Mit 66 Abbildungen. — Preis Mk. 1.50.

Verlag von Otto Salle, Berlin W. 30

**Methodik**

des

**Botanischen Unterrichts**

von

Dr. Felix Kienitz-Gerloff

Professor a. d. Landwirtschaftsschule zu Weilburg a. L.

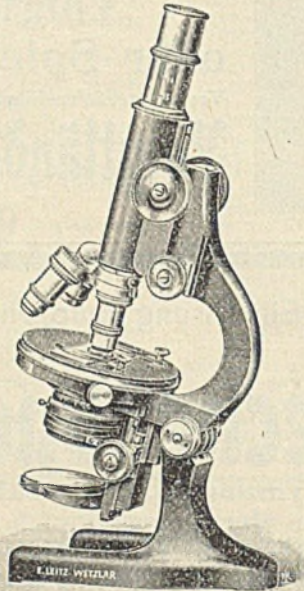
Mit 114 zum Teil farbigen Abbildungen

Preis Mk. 6.50.

Verlag von Quandt &amp; Händel in Leipzig. In neuer Aufl. erschienen:

**Physikalische Demonstrationen**

Anleitung zum Experimentieren im Unterricht an Gymnasien, Realgymnasien, Realschulen und Gewerbeschulen. Von Adolf F. Weinhöhl. 4. verbess. u. vermehrte Auflage. Mit 4 Tafeln u. 616 Textfiguren. Lex. 8°, XIV, 987 S. Preis 27 M.; in Halbfranzband 30 M.

**E. Leitz,**  
Optische Werkstätte  
Wetzlar

Filialen: Berlin NW., Luisenstrasse 45,  
New-York, Chicago, Frankfurt a. M.,  
Kaiserstrasse 64, und St. Petersburg,  
Woskressenski 11.

Vertreter für München:

Dr. A. Schwalm, Sonnenstr. 10.

**Mikroskope**  
Mikrotome

Mikrophotographische Apparate.

Photographische Objektive. Projektions-Apparate.

Deutsche, englische, russische und  
französische Kataloge kostenfrei.

Nur Jahresaufträge.

Bezugsquellen für Lehrmittel, Apparate usw.

Beginn jederzeit.

Astronomische und terrestrische

**Fernrohre**

mit und ohne Stativ

Prismen. Planparallelgläser.

G. &amp; S. Merz

vorm. Utzschneider & Fraunhofer  
München, Blumenstr. 31**Physik. Baukasten**

System Volkmann

(Apparatenteile zum Aufbau physikalischer Unterrichtsapparate)

Projektionseinrichtungen  
Optische Bänke (D. R.-G.-M.)Georg Beck & Co.,  
Berlin-Rummelsburg.**Präzisions-Reisszeuge**

(Rundsystem)

für Schulen und Techniker.

Clem. Rießler, Nesselwang und München  
(Nur die mit dem Namen Rießler  
gestempelten Zirkel sind echtes Rießler-  
Fabrikat.)**Hartmann & Braun A.-G.**

Frankfurt a. M.

Spezial-Fabrik aller Arten

Elektr. u. magnet. Mess-Instrumente

für Wissenschaft und Praxis.  
Kataloge stehen zu Diensten.**Projektions-Photogramme**

für den

**Naturwissensch. Unterricht**in zweckdienlichster Ausarbeitung  
Prospekt und Verzeichnisse kostenlos

Otto Wigand, Zeitz. 1.

**Hartmann & Braun A.-G.**

Frankfurt a. M.

empfehlen ihr

Elektr. Instrumentarium

für Lehrzwecke

welches allgem. Anerkennung findet.  
Spezialkatalog zu Diensten.Klapptafel n. Rühlmann auf Wunsch  
mit Zubehör z. Darstellung  
aller Lagen von Punkten, Geraden u.  
Ebenen, sowie d. i. Aufgab. vorkommen-  
den Bewegungen. (S. Ü.-Bl. VIII 2. S.  
44.). Dynamos m. Handbetrieb, Dampf-  
maschinen, Wassermotore.

Rob. Schulze, Halle a. S.

Moritzwinger 6.

**É. Leybold's Nachf., Köln**Mechanische und optische  
Werkstätten.

Physikalische Apparate

in erstklassiger Ausführung.

— Komplette Einrichtung —  
physikalischer Kabinette.

Paul Gebhardt Söhne, Berlin G 54.

Spezialität:

physik. Apparate, Luftpumpen  
mit Babinet bezw. Grassmannchem  
Hahn, u. phys. u. chem. Experimentier-  
räume. Lieferanten der grössten Lehr-  
mittel-Anstalten des In- u. Auslandes.  
Grand Prix u. gold. Medaille St. Louis.  
Preisl. 16 m. Nachtr., ca. 4000 Num. grat.Die Mineralien- und Petrefakten-  
Niederlage von  
M. Keil in Treseburg im Harz  
empfiehlt:Gesteine, Mineralien und Leitfossilien.  
Ganze Sammlungen werden in vorzügl.  
Ausführung zusammengestellt.Lager von mineralogischen Apparaten  
u. Utensilien, Edelst.-u. Kryst.-Modellen.  
Preisliste auf Verlangen kostenfrei.**Physikalische Apparate**

Einrichtung vollständiger Kabinette

Projektionsapparate

Schalttafeln

Hofoptiker Spindler

Stuttgart, Langestrasse 17.

Wieneckes

bewegl. Funktionsanzeiger  
Ges. gesch.dessen Hauptaufgabe darin besteht,  
kontinuierliche Veränderung der Funk-  
tionswerte zu veranschaulichen.St. Louis 1904 Grand Prix. — St. Peters-  
burg 1903 Gold. Med. — Preis Mk. 26.  
Verlag: G. Winckelmanns Buchhdl. u.  
Lehrmittelanst., Berlin, Friedrichstr. 8.



**Reisszeuge**

in allen Façons

**E. H. Rost**Berlin, Dorotheenstrasse 22  
Reparaturen**Günther. & Tegetmeyer,**Werkstatt für wissenschaftliche u. technische  
**Präzisions-Instrumente**  
Braunschweig, Höfenstrasse 12.  
Physikalische Instrumente spez. nach  
Elster und Geitel.**Gülcher's Thermosäulen**  
mit Gashelzung.Vorteilhafter Ersatz f. galv. Elemente.  
— Konstante elektromotorische Kraft.  
Ger. Gasverbrauch. — Hoh. Nutzeffekt.  
Keine Dämpfe. — Kein Geruch. — Keine  
Polarisation, daher keine Erschöpfung.  
Betriebsstörungen ausgeschlossen.  
Alleiniger Fabrikant: Julius Pintsch,  
Berlin O., Andreasstrasse 72/73.**Franz Hugershoff,**  
Leipzig.Apparate für den  
**Chemie-Unterricht.**  
Eigene Werkstätten.**Fabrik phot. Apparate auf Aktien**vormals R. Hüttig & Sohn, Dresden-A. 21  
fabrizieren als Spezialität:  
Klapp-Kameras — Rollfilm-Kameras  
Schlitzverschluss-Kameras  
Projektions-Apparate  
und liefern sämtl. Zubehör.  
Verlangen Sie Katalog Nr. 64.**Otto Himmler**  
Optisch-mechanische Werkstätte  
**Mikroskope**

Berlin N 24.

**Ehrhardt & Metzger Nachf.**

Darmstadt.

**Apparate für Chemie u. Physik.**Vollständige Einrichtungen.  
Eigene Werkstätten.**Lehrmittel** für den Unter-  
richt in Natur-  
kunde u. Zeichnen, in anerkannt vorzügl.  
Qualität und bedeutendster Auswahl.  
Kataloge gratis und franko.**Ernst A. Böttcher**Naturalien- u. Lehrmittel-Anstalt  
Berlin C. 2, Brüderstrasse 15.**Max Kohl, Chemnitz I. S.**  
Werkstätten für Präzisions-Mechanik  
und Elektrotechnik.Elnr. physikal. u. chem. Laboratorien.  
Fabr. physikal. Apparate u. mathemat.  
Instr. Kompl. Röntgen-Einrichtungen.  
Gold. Med. Leipz. 1897, Weltausstell.  
Paris 1900, Aussig 1903, Athen 1904, St.  
Louis 1904. Grand Prix, Weltausstell. St.  
Louis 1904. Ausf. Spez.-List. kostenfrei.**Elektrizitäts-Gesellschaft**  
Gebr. Ruhstrat, Göttingen.**Schalttafeln, Messinstrumente**  
und **Laboratorium-Widerstände**für Lehr- und Projektionszwecke.  
Man verlange Preisliste Nr. 11.**Projektions-Apparate**

für Schulzwecke.

Man verlange Prospekt: Msch.  
**Carl Zeiss, Jena.****Kröplin & Strecker**Hamburg-Altona. G. m. b. H.  
Physik.-mech. Werkst. Versuchslaborat.  
Spezialitäten: Demonstrationsapparate  
für Universitäten u. Schulen. Funken-  
Induktoren. Tesla-Apparate. Apparate  
nach Hertz, Lodge u. Lecher. Stationen  
f. Funkentelegraphie. Messinstrumente.  
Techn. Artikel für Industrie u. Sport.  
Ausarbeitung u. Fabrikation v. Neu.**A. Müller-Fröbelhaus, Dresden**  
Lehrmittel-Institutliefert in tadelloser Ausführung  
**Unterrichtsmittel f. Mathe-  
matik, Naturwissenschaften**  
und **Physik.**  
Fachkataloge auf Wunsch.**A. Krüss, Hamburg**

Inhaber Dr. Hugo Krüss

Optisches Institut

**Schulapparate nach Grimsehl**Spektral- und Projektions-Apparate,  
Glasphotogramme.**E. Leitz**optische Werkstätte  
Wetzlar.

— Mikroskope —

Projektions-Apparate.

**R. Brendel**

Fabrikant botanischer Modelle

**Grunewald** b. Berlin

Bismarckallee 37.

Preisverzeichnisse werden kostenlos  
zugesandt.**W. Apel, Universitäts-Mechanikus**  
**F. Apels Nachf., Göttingen.**Physikalische und Chemische Apparate.  
Apparat zur Bestimmung  
der Dielektrizitätskonstante nach **Nernst**  
Modelle von Dach- und Brückenkonstr.  
nach **Schülke**.  
Totalreflektometer nach **Kohlrausch**.  
Kristallmodelle aus Holz- u. Glastafeln**Schotte's Tellurien**in verschied. Grössen und Preislagen  
von 8 Mk. an. Ausgezeichnet mit der  
„Silbernen Staatsmedaille“.Ausführ. illustr. Preislisten unserer  
sämtlichen Lehrmittel gratis u. franko.  
**Ernst Schotte & Co.**  
Berlin W. 35, Potsdamerstr. 41a.**R. Jung, Heidelberg.**

Werkstätte für

wissenschaftliche Instrumente.  
**Mikrotome**und Mikroskopier-Instrumente.  
Ophtalmologische u. physiologische  
Apparate.**G. Lorenz, Chemnitz.**  
**Physikal. Apparate.**

Preisliste bereitwilligst umsonst.

**Naturwissenschaftl. Institut**

Wilhelm Schlüter, Halle a. S.

Lehrmittel-Anstalt.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel für den  
Schulunterricht, in anerkannt vorzügl.  
Ausführung zu mässigen Preisen.  
Seit 1880 in mehr als 900 Lehranstalten  
eingeführt. — Hauptkatalog kostenlos.**Richard Müller-Uri,**

Braunschweig.

Glastechnische Werkstätte.

**Physikalische und chemische****Vorlesungs-Apparate.**Spezialitäten: Elektro-physikalische  
und Vakuumapparate bester Art.**Physikal. Apparate****Ferdinand Ernecke**Hoflieferant Sr. Maj. des deutschen  
Kaisers**Berlin-Tempelhof****Meiser & Mertig**

Dresden-N. 6

Werkstätten für Präzisionsmechanik

Physikalische Apparate

♦ Chemische Apparate ♦

Preisverzeichnis kostenlos





Verlag von Otto Salle in Berlin W. 30.

Soeben erschienen:

**Methodisches Lehrbuch**  
der  
**Chemie und Mineralogie**

für  
**Realgymnasien und Oberrealschulen.**

Von  
**Prof. Dr. Wilh. Levin.**

Teil I: Unterstufe

(Sekunda des Realgymnasiums, Untersekunda der Ober-Realschule).

Mit 72 Abbildungen. Preis Mk. 1.40

Der Verfasser hat in dieser „Unterstufe“ seines seit langem erwarteten grösseren Lehrbuches nur die allerwichtigsten Tatsachen aus der Chemie und Mineralogie durch einfache Versuche und Demonstrationen zur Veranschaulichung gebracht; er war bestrebt, den Schüler durch die Beschreibung des von ihm selbst Wahrgenommenen mit chemischen Vorgängen vertraut zu machen und ihn dann auf induktivem Wege ganz allmählich zur Erkenntnis der Naturgesetze hinüberzuleiten. Meist ist die Betrachtung eines Gegenstandes zugrunde gelegt, der dem Schüler bereits aus dem alltäglichen Leben bekannt ist, z. B. Luft, Wasser, Kochsalz, Eisen. Am Anfang ist alles Theoretische streng vermieden. Besondere Sorgfalt wurde auf die Auswahl der Aufgaben verwendet.

Gleich dem bereits an zahlreichen Lehranstalten eingeführten „Leitfaden“ (4. Aufl.) wird auch diesem „Lehrbuch“ eine sehr günstige Aufnahme gewiss sein.

(Teil II: Oberstufe erschien Anfang 1905).

Verlag von Otto Salle in Berlin W. 30.

**Bei Einführung neuer Lehrbücher**

seien der Beachtung der Herren Fachlehrer empfohlen:

**Geometrie.**

**Fenkner:** **Lehrbuch der Geometrie** für den mathematischen Unterricht an höheren Lehranstalten von Professor Dr. Hugo Fenkner in Braunschweig. Mit einem Vorwort von Dr. W. Krumma, Direktor der Ober-Realschule in Braunschweig. — Erster Teil: Ebene Geometrie. 4. Aufl. Preis 2.20 M. Zweiter Teil: Raumgeometrie. 3. Aufl. Preis 1.60 M.

**Lesser:** **Hilfsbuch für den geometrischen Unterricht** an höheren Lehranstalten. Von Oskar Lesser, Oberlehrer an der Klinger-Oberrealschule zu Frankfurt a. M. Mit 91 Fig. im Text. Preis 2 Mk.

**Arithmetik**

**Fenkner:** **Arithmetische Aufgaben.** Mit besonderer Berücksichtigung von Anwendungen aus dem Gebiete der Geometrie, Trigonometrie, Physik und Chemie. Bearbeitet von Professor Dr. Hugo Fenkner in Braunschweig. — Ausgabe A (für 6stufige Anstalten): Teil I (Pensum der Tertia und Untersekunda). 5. Aufl. Preis 2 M. 20 Pf. Teil IIa (Pensum der Obersekunda). 3. Aufl. Preis M. 1.20. Teil II b (Pensum der Prima). Preis 2 M. — Ausgabe B (für 6stufige Anstalten): 3. Aufl. geb. 2 M. — Ausgabe C (für den Anfangsunterricht an mittl. Lehranstalten): Mk. 1.10.

**Servus:** **Regeln der Arithmetik und Algebra** zum Gebrauch an höheren Lehranstalten sowie zum Selbstunterricht. Von Oberlehrer Dr. H. Servus in Berlin. — Teil I (Pensum der 2 Tertia und Untersekunda). Preis 1 M. 40 Pf. — Teil II (Pensum der Obersekunda und Prima). Preis 2 M. 40 Pf.

**Physik.**

**Heussi:** **Leitfaden der Physik.** von Dr. J. Heussi. 15. verbesserte Aufl. Mit 172 Holzschnitten. Bearbeitet von H. Weinert. Preis 1 M. 60 Pf. — Mit Anhang „Grundbegriffe der Chemie.“ Preis 1 M. 80 Pf.

**Heussi:** **Lehrbuch der Physik** für Gymnasien, Realgymnasien, Oberrealschulen u. and. höhere Bildungsanstalten. Von Dr. J. Heussi. 6. verb. Aufl. Mit 422 Holzschnitten. Bearbeitet von Dr. Leiber. Preis 5 M.

**Chemie.**

**Levin:** **Meth. Leitfaden für den Anfangs-Unterricht in der Chemie** unter Berücksichtigung der Mineralogie. Von Professor Dr. Wilh. Levin. 4. Aufl. Mit 92 Abbildungen. Preis 2 M.

**Levin:** **Meth. Lehrbuch der Chemie und Mineralogie für Realgymnasien und Ober-Realschulen.** Von Prof. Dr. Wilh. Levin. Teil I: Unterstufe (Sekunda des Realgym., Unter-Sekunda der Oberrealschule). Mit 72 Abbild. Preis Mk. 1.40. Teil II: Oberstufe (Pensum der Obersekunda und Prima). Mit 113 Abbildungen. Preis 2 M. 40 Pf.

**Weinert:** **Die Grundbegriffe der Chemie** mit Berücksichtigung der wichtigsten Mineralien. Für den vorbereit. Unterricht an höheren Lehranstalten. Von H. Weinert. 3. Aufl. Mit 31 Abbild. Preis 60 Pf.



Preis: geh. Mk. 1.50, geb. Mk. 2.25.



Preis: geh. 2 Mk., eleg. kart. Mk. 2.50.



Preis: geh. 2 Mk., eleg. kart. Mk. 2.50.

Hierzu je eine Beilage der Firmen: B. G. Teubner, Verlagsbuchhandlung in Leipzig, Friedr. Vieweg & Sohn, Verlagsbuchhandlung in Braunschweig, Weirich & Lotz, Zigarrenfabriken in Bremen, welche geneigter Beachtung empfohlen werden.