

Unterrichtsblätter

für

Mathematik und Naturwissenschaften.

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

Herausgegeben von

Prof. Dr. B. Schwalbe,
Direktor des Dorotheenstädt. Realgymnasiums
zu Berlin.

und

Prof. Fr. Pietzker,
Oberlehrer am Königl. 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 sind an den Schatzmeister, Oberlehrer Presler in Hannover, Lindenerstrasse 47, zu richten.

Verlag: Der Bezugspreis für den Jahrgang von 6 Nummern ist 3 Mark, für einzelne Nummern 60 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: Spektralanalytische Untersuchungen. Von C. Runge (S. 69). — System und Methode im exaktwissenschaftlichen Unterricht. Von F. Pietzker, Schluss (S. 72). — Versuche über die Erzeugung hoher Temperaturen und die Darstellung kohlenstofffreier Metalle nach dem Goldschmidtschen Verfahren. Von Prof. Dr. Karl Seubert (S. 77). — Ueber die Bildung der abgeleiteten physikalischen Begriffe. Von F. Pietzker, Schluss (S. 78). — Schul- und Universitäts-Nachrichten [Praktische Kurse in den Naturwissenschaften] (S. 80). — Vereine und Versammlungen [Naturforscher-Versammlung zu München] (S. 81). — Lehrmittel-Besprechungen (S. 81). — Bücher-Besprechungen (S. 82). — Zur Besprechung eingetroffene Bücher (S. 83). — Anzeigen.

Spektralanalytische Untersuchungen.

Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung in Hannover *)
von C. Runge (Hannover.)

Die Erfindung des Konkavgitters durch Professor Rowland in Baltimore und die ausgezeichnete Herstellung dieses Apparates haben in den letzten Dezennien der Spektralanalyse ein ganz anderes Aussehen verliehen. Ich werde mir erlauben, Ihnen in groben Umrissen die Theorie des Konkavgitters zu entwickeln und zugleich an den Projektionen einiger Spektralaufnahmen Ihnen einen Begriff von seiner Leistungsfähigkeit zu geben.

Nach der Wellentheorie des Lichtes wird die Eigenschaft eines Hohlspiegels, von einem leuchtenden Punkt A ein Bild C zu entwerfen, dadurch erklärt, dass der Weg von A über einen beliebigen Punkt B des Spiegels und von da zum Bilde C für alle Punkte B des Spiegels der gleiche ist. Dadurch treffen die Lichtbewegungen, die mit gleicher Phase in verschiedenen Richtungen von A ausgehen, über die verschiedenen Punkte des Spiegels wieder mit gleicher Phase in C ein. In irgend einem anderen Punkte C' dagegen treffen die Lichtbewegungen, die von A mit gleicher Phase aus-

gehen, mit verschiedener Phase ein. Sie interferieren also mit einander und ihre Gesamtwirkung wird im Verhältnis zu derjenigen bei C gering. Wenn wir die Sache noch etwas genauer darstellen wollen, so können wir uns so ausdrücken. Es wird, wenn von A kugelförmige Wellen ausgehen, jeder Punkt B des Hohlspiegels wieder zum Ausgangspunkt von kugelförmigen Wellen. Zeichnet man die Schar der Kugeln, welche einer in einem bestimmten Augenblick von A ausgegangenen Lichtbewegung entsprechen, so stellt die Enveloppe dieser Kugeln die reflektierte Lichtwelle dar. Ist der Spiegel so gestaltet, dass die reflektierte Welle wieder die Gestalt einer Kugel annimmt, so wird das Zentrum das Bild des Punktes A sein. Ist der Spiegel anders gestaltet, so wird vom Punkt A kein punktförmiges Bild entworfen. Die reflektierte Welle besitzt dann kein Zentrum. An die Stelle des Zentrums treten für ein nicht zu grosses Stück der Wellenfläche zwei Brennlinien. Für grössere Teile der Wellenfläche müssen die beiden Krümmungsmittelpunktsflächen in Betracht gezogen werden.

Die einzigen Spiegelformen, für welche die reflektierte Welle kugelförmig wird, sind das Rotationsellipsoid und das zweischalige Rotationshyperboloid, deren Brennpunkte in A und

*) S. Unterr.-Bl. V, 3, S. 59.

C liegen. In dem einen Falle ist das Bild reell, im anderen virtuell. Das Rotationsparaboloid und die Ebene sind als spezielle Fälle dieser Flächen anzusehen.

Diese Erklärung der Reflexion führt sogleich zur Theorie der Gitter. Betrachten wir nämlich eine beliebige glatte Fläche, einen beliebigen leuchtenden Punkt A und einen Punkt C, der nicht ein von der Fläche erzeugtes Bild von A ist. Sei B ein beliebiger Punkt der Fläche, von der wir weiter voraussetzen, dass die graden Linien BA und BC alle auf derselben Seite der Fläche liegen. Es mögen jetzt von A Lichtwellen bestimmter Wellenlänge λ ausgehen. Wir machen nun A und C zu Brennpunkten eines durch B gehenden Rotationsellipsoides. Es schneidet die Fläche in einer Kurve B'BB". Rückt B auf dieser Kurve entlang, so behält der Weg AB + BC immer die gleiche Länge. Wenn man daher längs dieser Kurve einen schmalen Streifen aus der Fläche ausschneidet und alle übrigen Teile der Fläche entfernt, so müsste die von A ausgehende Lichtbewegung über diesen schmalen Streifen mit gleicher Phase in C eintreffen und eine gewisse Lichtbewegung in C hervorrufen. Der Streifen müsste dabei so schmal sein, dass die möglichen Gangunterschiede nur Phasenunterschiede von weniger als 180 Grad zulassen.

Nun wollen wir uns ein zweites konfokales Rotationsellipsoid konstruiert denken, das die Fläche in einer benachbarten Kurve b'bb" schneidet. Wieder wird für jede Lage von b auf dieser Kurve der Weg Ab + bC die gleiche Länge haben; diese Länge soll aber gerade um eine Wellenlänge λ grösser sein als der Weg AB + BC. Wird dann ein schmaler Streifen längs dieser Kurve ausgeschnitten, so wird der Weg der Lichtbewegung von A über diesen Streifen zu C um λ grösser sein als bei dem ersten Streifen. Es wird daher von einer Reihe von Kugelwellen, die von A ausgehen, eine Welle, die am ersten Streifen reflektiert wird, gleichzeitig mit der ihr vorhergehenden Welle, die am zweiten Streifen reflektiert wird, in C eintreffen. Wenn man auf diese Weise aus der ganzen gegebenen Fläche eine Schar von Streifen stehen lässt, so wird von der Lichtbewegung in A ein erheblicher Teil in C mit gleicher Phase eintreffen und eine erhebliche Lichtwirkung in C hervorrufen. Der Punkt C bezieht sich dabei auf eine bestimmte Wellenlänge λ . Wellen anderer Wellenlänge werden bei der Reflexion an den Streifen im allgemeinen nicht mit gleicher Phase in C eintreffen. Nur wenn ihre Wellenlänge ein aliquoter Teil von λ ist, treffen auch sie mit gleicher Phase in C ein. Denn für eine Welle, deren Länge halb so gross ist wie λ , ist der Wegunterschied über den einen Streifen und über den benachbarten

gleich zwei Wellenlängen und der Phasenunterschied daher wieder Null. Wellen anderer Wellenlänge erhalten von Streifen zu Streifen einen Phasenunterschied. Sie müssen daher mit einander interferieren und eine gegen die erste unbedeutliche Lichtwirkung in C hervorrufen. Für eine andere Wellenlänge λ' kann aber ein anderer Punkt C' dieselbe Eigenschaft haben wie der Punkt C für die Wellenlänge λ . So wird dann also mehrfarbiges von A ausgehendes Licht durch die Wirkung der Streifen räumlich getrennt, in seine Bestandteile zerlegt, d. h. es wird ein Spektrum erzeugt. Wenn der Gangunterschied von Streifen zu Streifen nur eine Wellenlänge beträgt, so heisst das Spektrum „von erster Ordnung“, wenn zwei Wellenlängen „von zweiter Ordnung“ usw. Wir können die Wellenfläche des reflektierten Lichtes wieder wie oben bei der gewöhnlichen Reflexion konstruieren als Enveloppe von Kugelflächen, nur müssen wir dann die Kugeln, die um die Punkte des folgenden Streifens konstruiert werden, immer je um eine Wellenlänge kleiner annehmen oder beim Spektrum zweiter Ordnung je um zwei Wellenlängen usw. Die so konstruierte Wellenfläche wird im allgemeinen keine Kugelfläche sein. Wir erhalten daher im allgemeinen nicht einen Brennpunkt, sondern zwei Brennlinien und dem entsprechend zwei Spektren, von denen das eine nur dann unbrauchbar wird, wenn die Brennlinie dieselbe Richtung hat wie das Spektrum, weil dann die verschiedenen Farben sich wieder vermischen.

Es ist nicht nötig, die Flächen wirklich zu zerschneiden, sodass die Lichtbewegung zwischen den Streifen hindurch gehen kann. Es genügt, die regelmässige Reflexion in dem Intervall zwischen je zwei benachbarten Streifen in irgend einer Weise zu stören, so dass die von hier reflektierten Wellen die von den Streifen reflektierten nicht mehr durch Interferenz aufheben. Man kann das z. B. durch Ritzen einer polierten Fläche mit dem Diamant bewirken. Je nach der Form der so geritzten Furchen wird die Wirkung beträchtlich oder weniger beträchtlich sein können. Es zeigt sich hier nach, dass für eine gegebene Fläche und zwei auf derselben Seite der Fläche beliebig gegebene Punkte die Furchen so angeordnet werden können, dass für Licht von gegebener Wellenlänge der eine Punkt das Bild des andern ist. Für die wirkliche Ausführung wird es am zweckmässigsten sein, wenn die Furchen ebene Kurven in parallelen Ebenen sind. Der Diamant kann dann in einer Ebene geführt werden und durch sein Gewicht und das der führenden Teile auf die polierte Fläche drücken. Die polierte Fläche bleibt während des Ritzens einer Furche an derselben Stelle und wird für die nächste Furche durch eine Schraube ein Stückchen weiter ge-

schohen. Wenn die Fläche eine Rotationsfläche ist, so werden die Furchen ebene Kurven, sobald A und C auf der Rotationsachse angenommen werden. Denn die Rotationsellipsoide sind dann um dieselbe Achse symmetrisch und folglich sind ihre Schnittlinien mit der Fläche Parallelkreise der Rotationsfläche. Bei den grössten Rowlandschen Gittern ist der Abstand zweier benachbarten Furchen $\frac{1}{800}$ Millimeter, die Furchen sind 5 Zentimeter lang und an Zahl etwa 110000. Die Rowlandschen Gitter sind auf sphärische Hohlspiegel geritzt und die Furchen liegen in aequidistanten parallelen Ebenen. Die Hauptsache bei der ganzen Herstellung ist die Schraube, welche den Hohlspiegel für jede Furche um das gleiche Stück fortschiebt. Rowland hat eine so vollkommene Schraube dadurch erzielt, dass er die Schraube in ihrer Mutter schleift, dabei die Mutter von Zeit zu Zeit anziehend. Es gleichen sich dadurch die Unregelmässigkeiten von Schraube und Mutter allmählich mehr und mehr aus. Nur die Enden der Schraube müssen schliesslich abgeschnitten werden, weil sie nicht so gleichmässig werden wie die mittleren Teile.

Die Vorzüge der Rowlandschen Gitter sind zweierlei Art. Erstens übertreffen sie an auflösender Kraft alle früheren Apparate. Man muss bei einem Spektralapparat wohl unterscheiden zwischen Dispersion und auflösender Kraft. Die Dispersion kann man bei jedem Apparat beliebig steigern; man braucht nur Linsen oder Hohlspiegel grösserer Brennweite anzuwenden, so dass das Spektrum in grösserem Massstabe entworfen wird. Anders ist es mit der auflösenden Kraft, mit der Fähigkeit, zwei Farben, deren Wellenlängen nur wenig von einander verschieden sind, zu trennen. Wenn z. B. bei einem Prisma die auflösende Kraft nicht hinreicht, um die beiden gelben Natriumlinien von einander zu trennen, so ist dieser Umstand unabhängig von dem Massstab, in dem wir das Spektrum entwerfen. Eine Vergrösserung lässt die Linien zwar auseinanderrücken, aber zugleich sich verbreitern, sodass sie nicht getrennt werden, wenn sie in einander verschwimmen.

Man kann die auflösende Kraft eines Gitters und eines Prismas durch eine einfache Ueberlegung mit einander vergleichen. Sei A wieder der leuchtende Punkt und C der Punkt im Spektrum, der einer Farbe von der Wellenlänge λ entspricht. Sei B_1 ein Punkt der ersten Furche, B_2 ein Punkt der letzten Furche und sei \mathfrak{A} die Anzahl der Furchen. Ist das Spektrum von der 1. Ordnung, so ist der Gangunterschied zwischen den Wegen AB_1C und AB_2C , wie oben gezeigt wurde, gleich $\mathfrak{A}\lambda$. Wenn nun λ' eine benachbarte Wellenlänge bedeutet, die sehr wenig von λ verschieden ist, so werden auch

die Wellen von der Länge λ' nahezu mit der gleichen Phase über die verschiedenen Furchen in C eintreffen. Wenn der Unterschied der Wege AB_1C und AB_2C gleich $\mathfrak{A}\lambda' + \varepsilon$ ist und ε nur einen kleinen Bruchteil einer Wellenlänge beträgt, so sind die vorkommenden Phasenunterschiede in Graden gemessen höchstens gleich $\frac{\varepsilon}{\lambda'} 360^\circ$. Da der Wegunterschied zwischen AB_1C und AB_2C gleich $\mathfrak{A}\lambda$ ist, so ist $\varepsilon = \mathfrak{A}(\lambda - \lambda')$. So lange nun λ' so wenig von λ abweicht, dass ε kleiner als $\frac{\lambda'}{2}$ ist, werden die Phasenunterschiede kleiner als 180° sein und die Wellen werden sich immer noch gegenseitig verstärken. Erst bei $\varepsilon = \frac{\lambda'}{2}$ fangen sie an, sich teilweise gegenseitig aufzuheben und bei $\varepsilon = \lambda'$ wird die Welle, die über die erste Furche nach C gelangt, von der über die mittelste Furche kommenden aufgehoben, ebenso die zweite von der der mittelsten benachbarten u. s. f., so dass in C die ganze Wirkung aufgehoben wird. Wir können annehmen, dass dann etwa die beiden Farben von den Wellenlängen λ und λ' durch das Gitter getrennt werden. Im Spektrum schwimmen die beiden entsprechenden Linien zwar noch in einander, aber in der Mitte der einen ist von der anderen Wellenlänge keine Intensität mehr vorhanden. Die algebraische Bedingung dafür ist also

$$\lambda' = \mathfrak{A}(\lambda - \lambda') \text{ oder } \frac{\lambda - \lambda'}{\lambda'} = \frac{1}{\mathfrak{A}}$$

Im Spektrum zweiter Ordnung würden wir auf dieselbe Weise $\frac{\lambda - \lambda'}{\lambda'} = \frac{1}{2\mathfrak{A}}$ finden u. s. w.

Bei den Rowlandschen Gittern grösster Art ist \mathfrak{A} , wie schon erwähnt wurde, etwa gleich 110000. Im Spektrum zweiter Ordnung werden also zwei Wellenlängen λ und λ' noch von einander getrennt, wenn $\lambda - \lambda'$ gleich $\frac{1}{200000}$ der Wellenlänge ist. Das gelbe Natriumlicht hat eine Wellenlänge von ungefähr 6000 Angströmschen Einheiten, das ist $6000 \cdot 10^{-8}$ cm. Es werden also im Spektrum zweiter Ordnung noch zwei gelbe Linien von einander getrennt, deren Wellenlängen um nicht mehr als 0.03 Angströmsche Einheiten von einander abweichen, das ist ungefähr der 200. Teil des Abstandes der beiden Natriumlinien D_1 und D_2 .

Ueber das Trennungsvermögen eines Prismas können wir eine ähnliche Betrachtung anstellen. Denken wir uns einen leuchtenden Punkt A im Brennpunkt der Collimatorlinse, welche die von A ausgehenden Strahlen von der Wellenlänge λ parallel auf das Prisma wirft. Nach dem Durchgang durch das Prisma werden sie von einer zweiten Linse in C vereinigt. Es gehen dann von A Kugelwellen aus, welche die erste Linse

in ebene Wellen verwandelt, welche das Prisma dreht und die zweite Linse wieder zu Kugellinsen macht. Der optische Weg eines Strahls zwischen irgend zwei Wellenflächen ist für alle Strahlen der gleiche. Das folgt sogleich daraus, dass die Lichtbewegung von einer Wellenfläche zur andern längs jedes Strahls die gleiche Zeit gebraucht. Diese Zeit ist eben der optische Weg, dividiert durch die Lichtgeschwindigkeit im luftleeren Raum. Vergleichen wir nun zwei Strahlen, die vom Punkt A zu C gehen, von denen der eine ganz an dem einen Rande des Lichtbündels liegt und der andere am andern Rande. Der eine soll das Prisma an der Basis durchsetzen, der andere an der brechenden Kante. Der optische Weg muss für beide der gleiche sein. Das heisst, wenn der eine Strahl in Luft den Weg s_e , in Glas den Weg s_g zurücklegt, der zweite Strahl in Luft den Weg σ_e , in Glas den Weg σ_g , so muss, wenn n_e und n_g die Brechungsexponenten von Luft und Glas sind, $n_e s_e + n_g s_g = n_e \sigma_e + n_g \sigma_g$ sein. Eben dadurch, dass die optischen Wege längs aller Strahlen die gleichen sind, treffen die Wellen längs aller dieser Wege mit gleicher Phase in C ein. Ändern wir nun die Wellenlänge ein wenig, so ändern sich die Brechungsexponenten. n_e ändert sich so wenig, dass wir die Änderung hier vernachlässigen können, aber n_g geht in den Wert n'_g über. Dann ändert sich für die neue Wellenlänge der optische Weg an dem einen Rande um $(n'_g - n_g) s_g$, an dem andern Rande um $(n'_g - n_g) \sigma_g$. Sie werden also, da s_g und σ_g ungleich sind, nicht mehr einander gleich sein und die Wellen werden in C nicht mehr mit gleicher Phase eintreffen. Sie erhalten einen Gangunterschied. So lange der nur einen kleinen Bruchteil einer Wellenlänge beträgt, macht er sich noch nicht bemerklich. Wenn er aber gleich einer Wellenlänge geworden ist, so wird die Wirkung in C aufgehoben. Dann, sagen wir wieder, sind die beiden den Wellenlängen λ und λ' entsprechenden Farben im Spektrum getrennt. Die algebraische Bedingung hierfür ist also $(n'_g - n_g)(s_g - \sigma_g) = +\lambda'$ oder

$$\frac{n'_g - n_g}{\lambda' - \lambda} (s_g - \sigma_g) = \frac{+\lambda'}{\lambda' - \lambda}. \quad \text{Für } \frac{n'_g - n_g}{\lambda' - \lambda}$$

können wir, da $\lambda' - \lambda$ sehr klein ist, auch $\frac{dn}{d\lambda}$ schreiben. Das Trennungsvermögen wird also dem Trennungsvermögen des Spektrums erster Ordnung eines Gitters mit \mathfrak{A} -Furchen gleich sein, wenn $\frac{dn}{d\lambda} (s_g - \sigma_g)$, abgesehen vom Vorzeichen, gleich \mathfrak{A} ist. Wird das Prisma ganz ausgenutzt, so dass das Strahlenbündel auf der einen Seite bis an die Basis, auf der andern Seite bis an die brechende Kante hinangeht, so ist $s_g - \sigma_g$ nichts anderes als die Prismen-

dicke an der Basis. Für stark dispergierendes Flintglas und gelbes Licht ist $\frac{dn}{d\lambda}$ etwa 120, wenn λ in Millimetern gemessen wird. Ein Prisma, das der ersten Ordnung eines Rowlandschen Gitters an auflösende Kraft gleichkommen sollte, müsste daher ungefähr ein Meter Dicke haben. Das Gleiche gilt von einem Prismensatz.

Ausser durch diese grosse auflösende Kraft zeichnen sich die Konkavgitter aber noch durch eine zweite Eigenschaft aus. Wir fanden oben, dass genau an der Stelle, wo im Spektrum erster Ordnung eine Farbe von der Wellenlänge λ liegt, im Spektrum zweiter Ordnung die Farbe von der Wellenlänge $\lambda/2$ mit ihr koinzidiert. Wenn man z. B. das Spektrum des Helium entwirft und zugleich das Glas der Geisslerschen Röhre erhitzt, so dass die Natriumlinien $\lambda = 5890.186$ und $\lambda = 5896.155$ entstehen, so wird die starke ultraviolette Heliumlinie $\lambda = 2945.220$ in zweiter Ordnung sehr nahe mit der Natriumlinie $\lambda = 5890.186$ in erster Ordnung koinzidieren und ihre Wellenlänge kann durch Messung des Abstandes aus den Wellenlängen der Natriumlinien gefunden werden. Rowland hat nach dieser Methode der Koinzidenzen die Wellenlängen einer grossen Menge von Linien des Sonnenspektrums und des Spektrums des elektrischen Bogens mit grosser Genauigkeit aus einer einzigen Wellenlänge abgeleitet. Nachdem das einmal geschehen, kann man nun die Wellenlängen weiterer Linien durch Messung des Abstandes von benachbarten schon bestimmten Linien ableiten. Die Genauigkeit der Messung geht dabei wohl bis $1/500000$ der Wellenlänge oder selbst weiter. Das ist eine Genauigkeit, die nur von wenig anderen physikalischen Messungen übertroffen wird.

Es folgten Projektionen von Spektralplatten, durch welche die auflösende Kraft des Gitters und die Methode der Koinzidenzen demonstriert wurde. Zugleich wurde die gesetzmässige Verteilung der Linien im Bandenspektrum und im Serienspektrum gezeigt.

System und Methode im exaktwissenschaftlichen Unterricht.

Vortrag auf der Hauptversammlung zu Hannover
von F. Pietzker.

(Schluss.)

Aber dadurch, dass sie das System an das Ende der unterrichtlichen Stoffverarbeitung stellen, entsprechen sie allerdings einer wichtigen Forderung der Methodik, die sich auch gerade in dieser Einzelheit als das kennzeichnet, was sie ihrem Namen nach sein soll, die Hinweisung auf den Weg, der zur Erkenntnis führt, eine Induktion in das Wissen im eigentlichsten

Sinne des Wortes, der gegenüber man ja die systematische Behandlung des Stoffes als eine echte und rechte Deduktion bezeichnen muss.

Doch ist diese Verwendung des wissenschaftlichen Systems nicht das einzige Moment in dem rationellen methodischen, an das Fassungsvermögen der Schüler unmittelbar anknüpfenden Lehrbetrieb. Ich kann nur sagen, dass ich die Grundforderungen dieses Lehrbetriebs in vollkommen sachgemässer Weise zum Ausdruck gebracht finde durch die vier Stufen, die die Herbart'sche Pädagogik aufstellt. Die schablonenhafte und schulpedantische Art, in der die Herbart'sche Lehre von den Doktrinären der Pädagogik in der Theorie und leider auch wohl vielfach in der Praxis zur Ausführung gebracht worden ist, hat diese Lehre in einen begreiflichen Misskredit gebracht. Ich möchte aber glauben, dass dieser Misskredit nur bei dieser unfreien, den Herbart'schen Grundgedanken teilweise fast in das Gegenteil verkehrenden Ausgestaltung der Herbart'schen Pädagogik berechtigt ist, vielleicht könnte ich diese Ausgestaltung selbst als ein auffallendes Beispiel für die Gefährlichkeit der systematischen Behandlung seitens solcher Leute ansehen, die den zu behandelnden Stoff nicht in aller Freiheit beherrschen.

In solcher Freiheit behandelt aber verlangt die Herbart'sche Pädagogik allerdings nichts anderes, als das, was die thatsächliche Unterrichtspraxis aller zum Lehren wirklich befähigten und berufenen Lehrer von jeher gewesen ist. Kein vernünftiger Lehrer wird jemals versäumt haben, das Neue, was er darbietet, möglichst an die vorhandenen Vorstellungen anzuknüpfen, und in der Darbietung dieses Neuen die Forderungen der Vertiefung und der Besinnung zu berücksichtigen, wie es der ersten Herbart'schen Stufe entspricht. Jeder solche Lehrer wird mit Vergnügen und möglichst unter freier Mitwirkung der Schüler selbst in diesen den ganzen Vorstellungskreis wachgerufen haben, zu dem die neue Erkenntnis naturgemäss in Beziehung tritt, um so den Zweck zu erreichen, den Herbart als die Aufgabe der Assoziationsstufe bezeichnet, er wird dann das Wissen durch geeignete Anwendung zum Können erweitert und schliesslich alle Einzelheiten zum wohlbegriffenen bewussten System in den Grenzen zusammengefasst haben, die dieser letzteren Thätigkeit durch das geistige Vermögen seiner Schüler naturgemäss gesetzt sind.

Ueber die Art, in der diese allgemeinen Grundsätze auf die verschiedenen Gebiete des exaktwissenschaftlichen Unterrichts Anwendung finden, kann man allerdings noch sehr verschiedener Meinung sein, da wird das grössere oder geringere Lehrgeschick des Einzelnen seine wesentliche Rolle spielen, vor allem wird die

Natur des Stoffes auf die Art der Anwendung einen bestimmenden Einfluss üben, dergestalt, dass die äussere Form, in der die allgemeinen Grundsätze zur Verwirklichung gelangen, in dem einen Falle vielleicht einen vollständigen Gegensatz gegen einen zweiten Fall darzustellen scheint.

Ich kann mich natürlich auf Einzelheiten hier nicht einlassen, ich möchte mich vielmehr begnügen, einige allgemeine Gesichtspunkte hervorzuheben, die in den Vordergrund zu stellen ich um so mehr Veranlassung habe, als sie sich mit dem Thema meines Vortrages und namentlich mit dem Vorkommnis, das mir den ersten Anlass zu meinen Ausführungen gegeben hat, ganz unmittelbar berühren.

Zum ersten möchte ich betonen, dass eine in dem dargelegten Sinne methodische Behandlung des Lehrstoffes sich nicht davor scheuen darf, auf früheren Stufen des Unterrichts Begriffe zu verwenden, die auf späteren Stufen als unrichtig oder wenigstens unvollständig erkannt werden. Ich begnüge mich aber nicht mit dieser Forderung, ich behaupte auch, dass man sich auf den früheren Stufen des Unterrichts hüten muss, den Glauben an die Richtigkeit dieser Begriffe ohne dringende Ursache dadurch zu erschüttern, dass man ihre Unrichtigkeit oder Unvollständigkeit, und sei es auch nur andeutungsweise, zur Erwähnung bringt. Es giebt ja Fanatiker der Schärfe, die am liebsten schon gleich beim Beginn des planimetrischen Unterrichts darauf hinweisen möchten, dass die euklidische Raumanschauung nach der jetzt in den Fachkreisen herrschenden Ansicht nur eine unter verschiedenen Möglichkeiten darstelle, dass die dreifache Ausdehnung des Raumes desgleichen nur eine erfahrungsmässige Tatsache, aber keine logische Notwendigkeit sei u. dergl. m. Ich selbst stehe, wie vielleicht manchen Hörern meines Vortrages bereits bekannt ist, überhaupt auf einem anderen Standpunkt, aber ich möchte auch unter den Anhängern der modernen Raumtheorien vielfach auf Zustimmung rechnen, wenn ich sage, dass die Frage, ob und inwieweit unserer Raumanschauung eine logische Notwendigkeit oder blos eine empirische Gewissheit beiwohnt, keinesfalls auf der Unterstufe erörtert werden kann, dass sie der obersten Stufe vorbehalten bleiben muss, wo es allerdings kaum zu vermeiden sein wird, sie wenigstens zu streifen.

Auch in den sich hierdurch ergebenden Grenzen bleibt immer noch ein weiter Spielraum, den ich noch etwas erweitern möchte, indem ich weiter fordere, dass man auf der untersten Stufe des geometrischen Unterrichts kein Bedenken tragen darf, so anfechtbare Begriffe, wie den der Richtung, zu verwerten. Das entscheidende Kriterium für die Anwendung

eines Begriffes wird immer das sein müssen, ob und inwieweit er dem natürlichen Vorstellungs- und Begriffs-Schatz, den man auf der jeweiligen Stufe voraussetzen kann, entgegenkommt. Und wie es darum verfehlt sein würde, sich bei der Einführung in die Raumlehre mit der Aufstellung logisch unanfechtbarer, aber das Schülerverständnis übersteigender Begriffe für die Gerade, den Winkel u. a. m. zu quälen, wie man in dem Anfangsstadium des arithmetischen Unterrichts auf jede Definition des Zahlbegriffs und der grundlegenden arithmetischen Operationen vernünftiger Weise verzichten wird, um vielmehr alle diese Begriffe in der Gestalt anzunehmen, wie sie thatsächlich in dem Geiste der Schüler durch die fortwährende Gewohnheit des Hantierens mit ihnen lebendig und ihm vertraut geworden sind, so wird man auch in der Physik sich hüten müssen, die Grundbegriffe zergliedern zu wollen, vielmehr auch hier sich an die Vorstellung halten müssen, die mit diesen Grundbegriffen von vornherein erfahrungsmässig verbunden ist oder sich als die nächstliegende erweist, auch wenn sie an und für sich roh und von der vorgeschrittenen Erkenntnis in zwischen aufgegeben worden ist.

So wird man es auf dem Gebiete der Mechanik mit den Begriffen der Kraft und der Masse halten, in der Wärmelehre und der Elektrizitätslehre wird man im Anfange gar nicht umhin können, als Träger der calorischen und der elektrischen Erscheinungen einen oder auch zwei besondere Stoffe anzunehmen, wobei man ja sein Gewissen meinetwegen damit beruhigen kann, dass man ausdrücklich diese Vorstellung als eine Annahme hinstellt.

Indem man so vorwärts geht, befolgt man ein Prinzip, auf das ich nachher noch einmal zu sprechen kommen werde, um seine allgemeine Richtigkeit einer kritischen Prüfung zu unterziehen, das aber, soweit es durch die eben skizzierte Lehrmethode zur Geltung gebracht wird, jedenfalls eine unzweifelhafte Wahrheit in sich trägt, das Prinzip nämlich, dass der Entwicklungsgang des Individuums die Entwicklung des ganzen Geschlechts im kleinen widerspiegelt.

In dem Sinne, der hier in Betracht kommt, ist dieses Prinzip m. E. völlig unanfechtbar, in der That hat die wissenschaftliche Erkenntnis der Menschheit den Gang durchgemacht, dass gewisse jetzt als falsch oder unvollkommen erkannte Vorstellungen lange Jahre für richtig gegolten haben, dass an diese an sich unzutreffenden oder unvollständigen Vorstellungen weitere Untersuchungen angeknüpft worden sind, die die Ausgangspunkte dieser Untersuchungen selbst, eben jene ihnen zugrunde liegenden Vorstellungen berichtigt und zum teil ganz über den Haufen geworfen haben, die aber zu dem

positiven Ergebnis des Gewinns neuer und besserer Begriffe vielleicht nie geführt haben würden, wenn man die Basis, auf der sie ruhten, nämlich die älteren Begriffe, von vornherein in Zweifel gezogen und dadurch dem Forschungstrieb von Hause aus die Schwungkraft gelähmt hätte.

Man wird also nur weise und pädagogisch richtig handeln, wenn man auch dem erkenntnisdurstigen Schüler die wahre Erkenntnis nicht in fertiger Form, sondern in der stufenweise sich berichtigenden Gestalt vermittelt, in der sie überhaupt zum Besitz des menschlichen Geistes geworden ist, und man wird dieses Verfahren um so mehr als gerechtfertigt anerkennen müssen, wenn man sich die Frage vorlegt, ob wir denn jetzt schon im Besitze der vollen unanfechtbaren Einsicht in das Wesen der Dinge sind. Es ist ganz zweifellos, dass das für die meisten und bedeutsamsten Begriffe der Naturforschung noch keineswegs gilt. Auch das, was wir auf der höchsten Stufe des Unterrichts den Schülern lehren, hat vielfach nur einen relativen Wert, es ist nur eine Annäherung an die Wahrheit, aber nicht die Wahrheit selbst. Und in der Mathematik, wie steht es da? Sind wir wirklich imstande, die Grundbegriffe unserer mathematischen Erkenntnis so einwandfrei zu definieren, wie es z. B. Herr Pringsheim in Düsseldorf voraussetzte, als er für den gesamten Hochschulunterricht den klar und scharf erfassten Zahlbegriff zum Ausgangspunkt gestempelt wissen wollte! Ich glaube, nein! Wenn man von den einzelnen Koryphäen der Wissenschaft eine Definition des Zahlbegriffs forderte, man würde sehr verschiedene Antworten bekommen, Antworten, die sich zum teil diametral gegenüberstehen, wie ich das auch meinerseits noch besonders festzustellen in der Lage war, als ich vor einigen Jahren für eine Fachzeitschrift das Werk von Husserl, Philosophie der Arithmetik zu besprechen hatte. Und darum sage ich, man darf sich nicht davor scheuen, auf den tieferen Stufen des Unterrichts mit Begriffen von zweifelhafter Berechtigung zu operieren, wenn sie nur einen gewissen Grad von Plausibilität besitzen, und ich freue mich, nach dieser Richtung hin mich in Uebereinstimmung mit einer so bedeutenden Autorität wie Mach zu befinden, der denselben Standpunkt seinerzeit in einem in der Poskeschen Zeitschrift veröffentlichten Aufsatz*) in überzeugendster Weise vertreten hat.

Ich erhebe aber noch eine zweite Forderung, ich sage auch: man darf sich nicht vor der Systemlosigkeit scheuen. Das wird in den Augen vieler Fachmänner als eine arge Ketzerei

*) Ueber das psychologische und logische Moment im naturwissenschaftlichen Unterricht. Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unterricht IV, 1890, S. 1—5.

erscheinen, aber es ist ebenfalls eine Forderung, der man sich nicht entziehen kann, wenn man den Unterricht nach psychologischen Gesichtspunkten, d. h. unter massgebender Rücksicht auf die Natur des menschlichen Geistes einrichten will. Denn der natürliche Mensch ist kein Systematiker, er nimmt die Eindrücke auf, wie sie die ihn umgebende Natur systemlos ihm fortwährend darbietet, er verarbeitet sie je nach dem Zusammenhang, in den sie durch den Zufall ihres Auftretens für ihn ganz persönlich zu einander gesetzt worden sind, seine Assoziationen sind völlig frei und individuell. Und wer möchte das beklagen. Es giebt ja Leute, denen diese Ungebundenheit des Geistes ein Greuel ist, Leute die die Neigung haben, alles was sie sehen, fühlen und empfinden, sofort nach Kategorien einzuteilen, aber es wird mir wohl auch niemand widersprechen, wenn ich sage, das sind Menschen, die für die ganze übrige Welt als ungeniessbar gelten, die man nur eben soweit erträgt, als sie nur ausnahmsweise vorkommen. Es sind, um auf ein früheres Wort zurückzugreifen, Menschen, die nicht die Herren, sondern die Sklaven des ihre Denkopoperationen regelnden Systems sind.

Und weil diese unfreie Art der Systematik nichts zu thun hat mit der auf der vollen Beherrschung des Stoffes beruhenden Freiheit des systematischen Denkens, zu dem die ganze Geistesentwicklung als ihrem letzten Ziele erst hinführen soll, darum soll man sie auch nicht zum Ausgangspunkt wählen, vielmehr ruhig auf den tiefen Stufen der Entwicklung alles heranziehen, was sich durch die natürliche Verknüpfung der Dinge dazu darbietet, ganz gleichgültig, ob es in das System passt oder nicht.

Ich möchte dies durch einige Beispiele aus dem mathematischen Unterricht illustrieren.

M. E. soll man in den geometrischen Beweisen ruhig für die Einzelheiten Momente verwenden, die den ganzen Beweis abzukürzen und übersichtlich zu machen geeignet sind, auch wenn sie mit dem Charakter des ganzen Beweises in einem gewissen Widerspruch stehen, so z. B. das Element der Bewegung in einer Beweisführung, die im übrigen mit Argumenten arbeitet, die auf der Starrheit des geometrischen Systems beruhen. Man darf auch in einer rein geometrischen Beweisführung algebraische, trigonometrische, ja selbst physikalische Momente verwenden, wenn es die Natur der Sache nahe legt. Wie ich das meine, kann ich noch an einem besonderen, auch an sich interessanten Beispiel zeigen, ich scheue mich nicht, und das wird auch das Kopfschütteln der Systematiker erregen, in den Anfängen des stereometrischen Unterrichts der Prima vor der Durchnahme der Ecken, nachdem die Begriffe des Winkels zwischen Ebenen, zwischen der Geraden und der

Ebene und zwischen sich kreuzenden Geraden klargelegt sind, das Tetraeder eingehend durchzunehmen, indem ich die Analogie mit dem Dreieck betone. Da pflege ich bei der Erörterung der Analogie zu den merkwürdigen Punkten im Dreieck die Eigenschaften des Schwerpunktes auch am Dreieck rein physikalisch zu begründen und freue mich jedesmal, wenn das Teilungsverhältnis der Schwerlinien im Tetraeder von den Schülern sofort von selbst durch sinngemässe Uebertragung dieser physikalischen Ueberlegung vom Dreieck auf das Tetraeder gefunden wird. (Ich fasse dabei den Schwerpunkt einmal als Schwerpunkt des ganzen Gebildes, dann aber auch als Zentrum von lauter gleichen in den Ecken wirkenden Parallelkräften auf.)

Noch mehr Entsetzen bei den Systematikern strengster Observanz wird meine Art der Behandlung des binomischen Satzes erregen. Ich scheue mich nicht, dazu einen Teil der Kombinatorik heranzuziehen, nämlich die Lehre von den Permutationen, deren Hauptsätze man auch einem wenig befähigten Schüler sehr leicht klar machen kann, dann aber dieses ja durch die neuen Lehrpläne aus dem Gymnasialunterricht überhaupt verbannte Gebiet in der Regel völlig fallen zu lassen. Ich verfare in dieser Weise, weil ich für den binomischen Lehrsatz eine natürlichere Einleitung als die hierdurch sich ergebende gar nicht kenne. Denn was ist z. B. in der Entwicklung von $(a + b)^7$ der Koeffizient von $a^5 b^2$ anderes als die Anzahl der bei der Ausmultiplikation entstehenden Glieder, die 5 mal den Faktor a und zweimal den Faktor b in jeder beliebigen Anordnung enthalten, also die Zahl der Permutationen von 7 Grössen, unter denen 5 von einer Art, 2 von einer andern Art sind, d. h. $\binom{7!}{5! 2!} = \binom{7}{5} = \binom{7}{2}$? Eine ganze Reihe von Eigenschaften der Binomialkoeffizienten ergeben sich dabei naturgemäss von selbst.

Im übrigen aber darf ich jetzt auch darauf hinweisen, dass ich bei diesem unsystematischen Verfahren natürlich nicht stehen bleibe. Jetzt ist der geeignete Zeitpunkt, um in der Behandlung des binomischen Satzes durch die Herleitung der $(n + 1)^{\text{ten}}$ Potenz aus der n^{ten} die Formel $\binom{n}{k} + \binom{n}{k+1} = \binom{n+1}{k+1}$ aufzufinden, diese dann selbständig zu beweisen und so für den Satz eine neue Begründung zu gewinnen, jetzt ist es, um auf das vorhergenannte Beispiel zurückzukommen, am Platze, die Anfechtbarkeit der physikalischen Beweisführung für die Tetraedereigenschaften den Schülern selbst zum Bewusstsein zu bringen und den bereits erkannten Sachverhalt durch eine rein geometrische Begründung zu bestätigen und ausser Zweifel zu setzen. So führt

auch das ursprünglich systemlose Verfahren zuletzt zum Gewinn des Systems und zwar zu einem Gewinn, der sich um so tiefer und nachhaltiger erweist, weil er nichts als das von selbst sich findende Ergebnis der natürlichen Entwicklung des Geistes nachgehenden Unterrichtsbehandlung ist.

Ich bin hier sehr in Einzelheiten eingegangen, weil es mir wünschenswert schien, die Art, wie ich den Lehrbetrieb gestaltet wissen möchte, etwas eingehender zu illustrieren. Für etwas anderes als Beispiele zu eben diesem Zweck möchte ich auch diese Einzelheiten nicht angesehen wissen, von denen ich mich nun wieder zu allgemeinen Betrachtungen wende. Ich komme dabei auf ein Prinzip zurück, das ich bereits erwähnt hatte, nämlich auf den Satz, dass die Entwicklung des Individuums ein Bild im Kleinen von der Entwicklung des ganzen Geschlechts sei.

Dass ich diesem Satz eine gewisse Berechtigung zuspreche, habe ich bereits vorher erklärt, aber auch da nicht verschwiegen, dass ich ihn nur untergehöriger Einschränkung gelten lassen kann. In voller Allgemeinheit als Prinzip der Pädagogik aufgestellt ist er in ähnlicher Weise gefährlich wie der vorher ebenfalls von mir angeführte Satz, auf den sich die Verfechter des systematischen Unterrichtsbetriebs in den exakten Fächern zu berufen pflegen. Und eine Art Gegenstück zu diesem Satz stellt er in der That dar, er ist das Schlagwort der Verfechter des methodischen Lehrbetriebes geworden, und in seiner Uebertreibung nur geeignet, diesen Lehrbetrieb zu diskreditieren.

Wer ohne jede Einschränkung verlangt, dass der Entwicklungsgang des Einzelnen ein Abbild von dem Entwicklungsgange des ganzen Geschlechts sein müsse, der übersieht, dass dieser letztere Entwicklungsgang doch eine lange Folge von Irrtümern und Fehlgriffen aufweist, vor denen den Einzelnen zu bewahren eine Hauptaufgabe der Erziehung und des Unterrichts ist. Der Entwicklungsgang des ganzen Geschlechts ist ein im Ganzen regelloser, von allen möglichen Zufälligkeiten abhängiger, der des Individuums meist ein planmässig geleiteter, bei dem ja auch Irrtümer und Fehlgriffe ihre Rolle spielen, aber doch eben nur die, wie sie der ganz persönliche Lebensgang und die besonderen Lebensverhältnisse des Einzelnen mit sich bringen. Dadurch kommt in die Entwicklung des Individuums ein subjektives Element hinein. Und ein zweites subjektives Element bringt in diese Entwicklung der Umstand, dass die Persönlichkeit des Lehrenden sich geltend macht. Je stärker, je kraftvoller, je bedeutender dessen Persönlichkeit ist, um so mehr wird sie natürlich die Entwicklung des Schülers beeinflussen, aber mag dieser Einfluss noch so stark

sein, so wird er doch niemals dahin führen können, die Entwicklung des Schülers zu einem Abbild von der Entwicklung des ganzen Geschlechts zu machen, von der auch der Lehrer selber nur eine fragmentarische Kenntnis besitzt und besitzen kann. Er wird der Entwicklung des Schülers bis zu einem gewissen Grade das Gepräge seines Geistes aufdrücken, in dem aber auch nicht die Entwicklung des ganzen Geschlechts an sich, sondern sozusagen nur die Projektion dieser Entwicklung auf die Persönlichkeit des Lehrers ihren Ausdruck findet.

Diese Bemerkungen sind insofern nicht überflüssig, als sie dem Wahne vorzubeugen geeignet sind, es sei möglich, eine allgemein gültige Methode hinzustellen. Die Gefahr, diesem Wahne zu verfallen, ist nicht gering für den, der etwa glaubt, die Unterrichtsmethode nach dem Gange einrichten zu können, den die Entwicklung des Menschengeschlechts im Ganzen genommen hat. Abgesehen von einigen in jeder Entwicklung zur Geltung kommenden Gesichtspunkten von der Art, deren ich bereits vorher gedacht habe, ist jedem Entwicklungsgang und davon auch jeder Unterrichtsmethode ein sehr starkes subjektives Moment ganz unvermeidlicher Weise eigen.

Auch dem muss der Unterricht Rechnung tragen, er muss dies in den exakten Lehrfächern um so mehr, als an diesem subjektiven Moment die allgemeine Erziehungs- und Bildungs-Wirkung des Unterrichts vorzugsweise hängt. Ich habe es von Anfang an als eine der vornehmsten Aufgaben unseres Vereins betrachtet, dazu mitzuhelfen, dass die exaktwissenschaftlichen Fächer aus der technischen Isolierung erlöst werden, in der sie sich noch immer bis zu einem gewissen Grade befinden, der Ueberzeugung eine immer weitere Geltung zu verschaffen, dass es in dem exaktwissenschaftlichen Unterricht nicht bloß darauf ankommt, ein technisches Wissen und Können, rein verstandesmäßig zu erlernende Kenntnisse und Fertigkeiten zu erwerben, sondern vielmehr auch darauf, die ganze Denk- und Anschauungsweise des Schülers in massgebender Weise zu beeinflussen. Der wichtigste Faktor für diese Aufgabe ist die Persönlichkeit des Lehrers, dem man gerade mit Rücksicht darauf die Freiheit, den Unterricht nach seiner Eigenart zu gestalten, nicht ohne Not verkümmern darf. Gerade den besten, den berufensten Lehrern würde man sonst den wertvollsten Teil ihrer Lehrthätigkeit unmöglich machen.

Diesem Gesichtspunkt haben Lehrpläne, Lehrbücher und Aufgabensammlungen Rechnung zu tragen, leider kann man nicht sagen, dass dies immer in gehöriger Weise geschehen ist. Insbesondere leiden unsere preussischen Lehrpläne von 1892 an dem Fehler, dass sie als objektiv gültig eine methodische Stoffeinteilung

hinstellen, die vielleicht in der Erfahrung eines einzelnen Lehrers sich bewährt hat, aber eine allgemeine Gültigkeit unter keinen Umständen beanspruchen darf. Ja, ich muss vielmehr sagen, dass sie in mehreren und nicht unerheblichen Punkten meines Erachtens sogar mit den wenigen Grundsätzen in Widerspruch tritt, die man als allgemein gültig für eine methodische Behandlung des Stoffes bezeichnen darf. Ich habe mich zum Teil darüber in dem Vortrag ausgesprochen, den ich auf unserer zweiten Hauptversammlung in Berlin im Jahre 1893 gehalten habe, hier möchte ich nur noch einmal als die Hauptmängel dieser Stoffverteilung die unorganische Zusammenstellung von lauter zusammenhanglosen Einzelkapiteln in den mathematischen Pensen der Unter-Sekunda und der Unter-Prima, auf physikalischem Gebiete die Kombination von Mechanik und Akustik einerseits, von Optik und astronomischer Geographie andererseits, ganz besonders aber den Umstand nennen, dass an den Schluss des physikalischen Kursus die Optik gesetzt ist, während diesen Platz vielmehr ganz allein die gewissermassen eine immanente Repetition des ganzen Schulpensums bietende Mechanik einnehmen sollte.

An die Lehrbücher und Aufgabensammlungen würde ich die Forderung stellen, dass sie, um nicht dem Lehrer eine seiner Eigenart widerstrebende Methode aufzunötigen, ihre Stoffverteilung im Ganzen mehr nach systematischen als nach methodischen Gesichtspunkten einrichten. Manche an sich recht gute Bücher sind eben nur für Anhänger einer bestimmten Methode brauchbar, das beste ist das, das für den Anhänger jeder Methode benutzbar ist, dieser Forderung wird um so leichter genügt werden können, je mehr der Unterricht in dem Geiste erteilt wird, dass das Lehrbuch nicht als Leitfaden für den Unterricht, sondern nur als Anhalt für die Wiederholung des vom Lehrer im lebendigen Klassenunterricht dem Schüler vermittelten Wissens dient, was meines Erachtens der Normalzustand sein sollte. Ich möchte meine Ausführungen in drei Sätze zusammenfassen:

1. Der exaktwissenschaftliche Unterricht muss noch mehr als es gegenwärtig der Fall ist, vom systematischen Betrieb zum methodischen übergehen.

2. In jeder Lehrmethode ist die Eigenart des Lehrers notwendig ein mitbestimmender Faktor.

3. Lehrpläne, Lehrbücher und Aufgabensammlungen haben dem Rechnung zu tragen, dass der einzelne Lehrer seine Lehrmethode bis zu einem gewissen Grade nach seiner Eigenart gestalten kann.

Versuche über die Erzeugung hoher Temperaturen und die Darstellung kohlenstofffreier Metalle nach dem Goldschmidtschen Verfahren.

Vortrag, gehalten auf der Hauptversammlung in Hannover*) von Prof. Dr. Karl Seubert (Hannover).

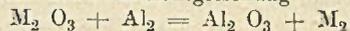
Der Vortragende zeigt zunächst, dass das Aluminium auch bei hohen Temperaturen anscheinend sehr widerstandsfähig gegen Sauerstoff ist und nicht wie das Magnesium in Bandform oder als Draht oder in Feilspänen verbrennt. Der Grund dieser scheinbaren Indifferenz ist die dünne Haut von Oxyd, welche das Metall beim Erhitzen überzieht und die weitere Einwirkung des Sauerstoffs hindert. Ganz dünne Aluminiumfolie, z. B. Aluminiumschaum oder unechtes Blattsilber, verbrennt jedoch in der Flamme eines Bunsenbrenners mit glänzendem Lichte zu Oxyd. Leitet man die Reaktion an vielen Punkten zugleich ein, so findet infolge der hohen Verbrennungswärme des Aluminiums (7140 cal.) eine intensive Erhitzung statt, wodurch sich die Entzündung weiter fortpflanzt und das gebildete Oxyd zum Schmelzen kommt.

Eingeleitet wird die Goldschmidtsche Reaktion durch die „Entzündungskirsche“, eine kirschgrosse Kugel eines Gemenges von Aluminiumpulver und Baryumsuperoxyd oder einem anderen sauerstoffreichen Körper, der leicht Sauerstoff abgibt. Der Stiel der Kirsche besteht aus einem Streifen Magnesiumband, das als Zünder für die Masse der Kirsche dient. Verstärkt wird die Wirkung der letzteren durch Zufügen von „Entzündungsmasse“, eines losen Gemisches von Aluminiumpulver mit Baryumsuperoxyd. Dieses überträgt dann die Entzündung auf die eigentliche „Reaktionsmasse“, eine Mischung von Aluminiumpulver mit einem Oxyd. Aehnlich wie bei der Reaktion zwischen Steinkohle und Luft muss also auch hier die Entzündungstemperatur erst durch leichter brennbare Stoffe erzeugt werden.

Die neu gebildete Gesellschaft für „Chemische Thermo-Industrie“ in Essen a. d. Ruhr beutet nun die Reaktion in zwei Richtungen aus: zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen und zur Reduktion von Metallen aus ihren Oxyden.

Als Beispiel für die erstgenannte Anwendung zeigt der Vortragende die Erhitzung eines eisernen Nietes von 250 gr. Gewicht. Die den Niet umgebende „Erwärmungsmasse“, im wesentlichen ein Gemisch von Eisenoxyd mit Aluminiumpulver, wird durch zwei Zündkirschen in Brand gesetzt und in zwei Minuten hat der Niet nahezu Weissglut angenommen. Technisch hat das Verfahren namentlich für Schweissungen und Formänderungen an fertigen Werkstücken Bedeutung.

Als Reduktionsmittel für Metalloxyde ist das Aluminium namentlich in den Fällen wertvoll, in denen es sich um die Darstellung kohlenstofffreier schwer reduzierbarer Metalle aus ihren Oxyden handelt. Wendet man eine etwas grössere Menge des betreffenden Metalloxydes an, als der Reaktionsgleichung



entspricht, so ist das erhaltene Metall auch frei von Aluminium. Technisch hat das Verfahren bereits Anwendung zur Darstellung von Mangan und Chrom gefunden, kann aber auch zur Gewinnung zahlreicher anderer Metalle dienen. Zur Veranschaulichung des Verfahrens setzt der Vortragende in einem hessischen, mit Magnesia dick ausgefütterten Tiegel einige Löffel

*) S. Unt.-Bl. V, 3, S. 59.

voll einer Mischung von Manganoxyd und Aluminiumpulver mittelst Entzündungsgemisch und Zündkirsche in Brand und trägt von der Reaktionsmischung allmählich soviel ein, dass der ganze Tiegel schliesslich von einer brodelnden, weissglühenden, geschmolzenen Masse erfüllt ist, die in ihrem unteren Teile aus dem reduzierten Mangan, im oberen Teile aus der Schlacke von geschmolzenem Aluminiumoxyd (künstlichem Korund) besteht. Die bei der Reaktion erreichte Temperatur wird auf nahezu 3000° geschätzt. Die erkaltete Schlacke übertrifft den natürlichen Korund an Härte und widersteht zuweilen sogar dem Diamanten; sie kann als Schleif- und Poliermittel Verwendung finden oder auch wieder auf Aluminiummetall verarbeitet werden. In der Schlacke von der Chromdarstellung finden sich zuweilen Nester von kleinen Rubinen.

Die bei der Darstellung des Aluminiums aufgewendete Energie erscheint also in dem Metalle, wie in einem Akkumulator als chemische Energie aufgespeichert und kann als solche, bezw. als Wärme wieder nutzbar gemacht werden.

Dem Vortrage folgte eine kurze Diskussion, in der zunächst Herr Professor Runge (Hannover) an den Vortragenden die Frage richtete, wie es käme, dass man mit Aluminium eine grössere Hitze erhalte als mit Wasserstoff, der doch 34200 Kalorien liefere. Herr Prof. Dr. Seubert antwortete darauf, dass beim Abbrennen von Aluminium die Hitze auf einem viel kleineren Raum konzentriert sei. Dann wies Herr Professor Husmann (Brilon) darauf hin, dass diese Erscheinung um so auffälliger sei, als zunächst ein nicht unerheblicher Teil der Verbrennungswärme des Aluminiums zur Reduktion des Eisenoxydes aufgewendet werden müsse.

Ueber die Bildung der abgeleiteten physikalischen Begriffe von F. Pietzker.

(Schluss).

Wer sich des Wortes „gleich“ da bedient, wo er eigentlich nur von Proportionalität sprechen sollte, der bedient sich einer uneigentlichen Ausdrucksweise, die man ja — wie so viele andere Inkorrektheiten in unserer notgedrungen mit den Ausdrücken der gewöhnlichen Sprache arbeitenden wissenschaftlichen Sprache — so lange passiren lassen kann, als man das Bewusstsein für den Mangel an Uebereinstimmung zwischen der Sache und ihrem Ausdruck nicht verliert. Leider ist nur die Gefahr, dass dieses Bewusstsein verloren geht, ausserordentlich gross. In dem Vortrag, den ich in der gemeinsamen Sitzung aller naturwissenschaftlichen Abteilungen auf der vorjährigen Naturforscher-Versammlung zu Düsseldorf über „Philosophie und Naturwissenschaft im Unterricht der höheren Schulen“ gehalten habe, ist von mir auf diese Gefahr besonders hingewiesen worden*); hier möchte ich, da ich einmal auf das Thema zu sprechen gekommen bin, die Grösse dieser Gefahr noch an einem besonders auffallenden Beispiel erläutern, nämlich an dem Irrtum, der Maxwell bei der Auffassung des Verhältnisses zwischen der elektrodynamischen und der elektrostatischen Elektrizitätseinheit passiert ist.

An mehreren Stellen seines berühmten Werkes (z. B. in Art. 786) erklärt Maxwell, dass der Zahlenwert der kritischen Geschwindigkeit die Zahl der elek-

trostatischen Einheiten ergebe, die in einer elektromagnetischen Einheit enthalten sind. Die Sache liegt aber vielmehr umgekehrt, dieser Zahlenwert könnte höchstens die Zahl der elektromagnetischen Einheiten angeben, die in einer elektrostatischen Einheit enthalten sind. Indem ich im übrigen auf die Ausführungen verweise, die ich zur Frage der Dimensionslehre in dem bereits erwähnten, inzwischen in der Zeitschrift f. d. phys. u. chem. Unterricht erschienenen Aufsatz*) gebe, bemerke ich hier nur kurz Folgendes. Die Quelle des Irrtums liegt offenbar in einer unzutreffenden Definition der elektromagnetischen Elektrizitätseinheit, über die ich mich an der eben gedachten Stelle eingehender äussere. Diese Definition selbst fliesst aber, wie bei näherer Betrachtung sofort erkennbar wird, aus keiner anderen Quelle als der, dass man die Operationen, die an den Masszahlen der mechanischen Fundamenteinheiten vorzunehmen sind, stattdessen an diesen selbst vorgenommen hat, verfährt durch die Manier, die Exponenten zu den Grössen cm, gr, sek. zu setzen. Das ist auch eine uneigentliche Ausdrucksform, die Herr Höfler in dem Schlussabschnitt seines Aufsatzes (S. 25) mit Recht rügt; wenn er hinzusetzt, die aus dieser von ihm selbst (nicht von mir) als „Absurdität“ bezeichneten Bezeichnung erwachsene Gefahr sei nicht gross, so lange man diese Bezeichnungen nicht buchstäblich lese, „was aber wahrscheinlich den wenigsten überhaupt je einfällt“, so kann ich ihm darin nicht Recht geben und darf angesichts des aus solch uneigentlicher Bezeichnungsart bei einem Manne wie Maxwell aufgekommenen Irrtums mich wohl der Auführung noch weiterer Belege entschlagen.

Um auf den Kern meiner Ausführungen zurückzukommen, so wiederhole ich, dass es mir gar nicht wunderbar ist, wenn die Ausdrücke solcher Begriffe, wie Geschwindigkeit, Beschleunigung, Energie usw. sich aus den mechanischen Grundeinheiten durch Multiplikation oder Division zusammensetzen. Es kommt darin eben nur der Umstand zum Ausdruck, dass man zwischen den primären und den abgeleiteten Grössen eine (direkte oder umgekehrte) Proportionalität annimmt, sei es mit Recht oder mit Unrecht. Ich möchte aber dabei auch noch darauf hinweisen, dass man diese Ausdrucksbildung doch nur unter gewissen ganz bestimmten Voraussetzungen vornimmt. Die Begriffe, die in solcher Grössenzusammenstellung ihren Ausdruck finden, kommen keineswegs erst durch diese Grössenzusammenstellung zustande. Man bringt sie zum teil von vornherein schon mit, wie die Begriffe der Kraft und der Geschwindigkeit, zum teil bildet man sie sich allerdings erst im Laufe der Betrachtung, aber auch da liegt die Sache so, dass zwischen der Sache und ihrem Formelausdruck sorgfältig unterschieden werden muss. Ich will dies durch das Beispiel des Trägheitsmoments illustrieren, auf das man kommt, indem man bei der unter dem Einfluss einer Kraft erfolgenden Drehung eines Körpers das Drehungsmoment dieser Kraft gleich der Summe der Drehungsmomente von lauter fingierten Kräften setzt, die den Einzelteilchen des Körpers die wirklich von ihnen vorgenommenen Bewegungen zu erteilen geeignet sind. Bestimmt man den Drehungswinkel, so findet sich, dass dieser einer Grösse umgekehrt proportional ist, die man als Trägheitsmoment bezeichnet und die man mit diesem zusammenfassenden Namen doch nur darum belegt, weil man fühlt, es muss ein in der Natur des

*) S. den Abdruck dieses Vortrages. Unt.-Bl. V, 1, S. 7.

*) Jahrg. XII. 1899, Heft 4, S. 208—224. S. besonders S. 220.

Körpers wurzelndes, hinsichtlich seiner Grösse durch die Grösse und Lagerung der Massenteilchen dieses Körpers bestimmtes Etwas geben, das auf die Wirksamkeit der den Körper drehenden Kraft einen hemmenden Einfluss ausübt. Dass die Bildung des Ausdrucks für das Trägheitsmoment für die mechanische Art, in welcher der für das Ganze geltende Sachverhalt sich aus den für die einzelnen Teile gültigen Sachverhältnissen bestimmt, ein vorzügliches Beispiel darstellt, sei nebenbei erwähnt.

Jedenfalls glaube ich das hervorheben zu dürfen, dass es nicht genügt, einige heterogene Grössen durch Multiplikation oder Division zu verbinden, damit man einen neuen Begriff erhält. Es muss in der Natur der Sache selbst ein Grund liegen, sich solchen Begriff zu bilden, mag man diesen Begriff nun von vornherein schon mitbringen, wenn man sich zu der Betrachtung anschickt, oder mag man sich dieses Begriffes erst bei der Betrachtung selbst bewusst werden. Indem ich dies betone, rechne ich auf die lebhafteste Zustimmung der Herren Höfler und Poske, die beide so nachdrücklich dafür eintreten, dass Geschwindigkeit mehr ist, als ein abkürzender Ausdruck für den Quotienten aus Weg und Zeit, dass durch das Wort ein eigenartiger Zustand des bewegten Körpers bezeichnet wird, der durch den eben erwähnten Ausdruck allerdings zu den Grössen Weg und Zeit in eine gewisse Beziehung gesetzt ist. Und dann hoffe ich auch weiter auf die Unterstützung beider Herren, wenn ich der Meinung des Herrn von Oettingen widerspreche, der, indem er die Proportion $x : x_1 = y : y_1$ durch die Gleichung $y = ax$ ersetzt wissen will, annimmt, dass dabei die den Quotienten $y_1 : x_1$ darstellende Grösse a ganz von selbst zum Ausdruck eines aus den beiden hier auftretenden Qualitäten gebildeten neuen Begriffes werden müsse*). Die Anwendung dieses Prinzips würde z. B. die Folge haben, dass man den innerhalb des Sonnensystems konstanten Quotienten aus dem Kubus der grossen Bahnaxe und dem Quadrat der Umlaufzeit der einzelnen Planeten als Ausdruck eines solchen Begriffes zu betrachten hätte. Thatsächlich geschieht dies nicht, wie man schon daraus ersieht, dass für diese doch in der Rechnung eine wichtige Rolle spielende Konstante kein besonderer Name existirt, das ist auch weiter nicht verwunderlich, weil die unabwieslichen Voraussetzungen für die Begriffsbildung in diesem Falle nicht gegeben sind**). Und damit komme ich zum Schluss meiner Ausführungen auf das auch von Höfler berührte Thema der psychologischen Vorgänge, die bei der Bildung der abgeleiteten physikalischen Begriffe auftreten.

Worin ich den Ursprung dieser Begriffsbildung suche, das habe ich bei den Bemerkungen, die ich oben über die Bildung des Trägheitsmoments machte, schon angedeutet. Ich will diese Andeutung noch etwas er-

*) S. die von Höfler zitierte Anmerkung zu von Oettingens Uebersetzung der Diskussionen von Galilei, Ostwald Klassiker 11, S. 131.

***) Gegen die von Herrn von Oettingen empfohlene Gleichungsform habe ich übrigens nichts einzuwenden, sofern dabei nicht ausser Acht gelassen wird, dass der auftretende Koeffizient (a nach der Oettingenschen Bezeichnung) keine reine Zahl, sondern eine Grösse ist, die die Dimension $y_1 : x_1$ besitzt und diese Dimension auch dann nicht verliert, wenn man die Grösseneinheiten so wählt, dass sie den Zahlenwert Eins erhält. Das ist der Punkt, der leider bei Aufstellung der Formeln für die magnetischen, elektrostatistischen, elektrodynamischen und elektromagnetischen Anziehungsgesetze regelmässig ausser Acht gelassen wird, wozu freilich auch der Umstand mitwirkt, dass eine erschöpfende Dimensionsbezeichnung für die genannten Formeln die Aufstellung auch von elektrischen und magnetischen Dimensionseinheiten neben den mechanischen Fundamenteinheiten erfordern würde.

weitern, indem ich einige dieser Begriffsbildungen analysiere. Ich sehe z. B. zwei Bewegungen vor sich gehen; indem ich sie miteinander vergleiche, erkenne ich, dass es ein Vorzug ist, in der gleichen Zeit eine grössere Strecke zurückzulegen oder für die gleiche Strecke die kleinere Zeit aufzuwenden. Die Eigenschaft der Bewegung, die sich hierin ausspricht, nenne ich ihre Geschwindigkeit, sie ist mir eine Art Wertmesser für die Art, in der der Begriff der Bewegung in beiden Fällen seine Verwirklichung erfährt. Ich beurteile die Arbeitsleistung nach dem Objekt, an dem sie vollzogen wird und nach dem Umfang der zustandändernden Operation, die mit ihr vorgenommen wird, nach dem Aufwand an Mitteln, den diese Leistung in Anspruch nimmt, alle diese Einzelfaktoren fassen sich zusammen in einen, sie alle als Teilhaber an einem augenfälligen Gesamteffekt umspannenden Begriff, dessen innerster Kern auf einer Wertmessung dieses Gesamteffekts beruht. So lag es auch bei dem Trägheitsmoment, in dem sich der gesamte Bewegungswiderstand zusammenfasste, den ein drehbarer Körper der auf ihn ausgeübten Drehungswirkung entgegengesetzt. So liegt es überall, wir gehen an die physikalischen Vorgänge heran mit allen den Einzelvorstellungen, die sich aus einer Analyse des Begriffes der Leistung und ihres Wertes ergeben, und suchen nun die Faktoren aufzufinden, durch die in jedem Falle die Komponenten des Leistungsbegriffes ihre Bestimmung finden. Was dabei in einfacher und durchsichtiger Weise als zusammengehörig erkannt wird, das fassen wir auch formelmässig zusammen, indem wir uns durch Aufbringung eines neuen Namens unter Umständen die Mühe ersparen, die Zerlegung in jedem einzelnen Falle bis in die letzten Konsequenzen zu treiben. So macht man es praktisch, wenn man die Beförderungsleistung im Verkehrsleben nach Meterzentnern misst, so macht man es in der Wissenschaft, wenn man mit Meterkilogramm oder mit Voltampère arbeitet.

Aber der Ursprung dieser Begriffsverbindungen ist doch immer nur der, dass solche Verbindung in einem klar zu Tage liegenden Zusammenhange zu der Auffassung von den Vorgängen steht, die ich als ihre Leistungsbewertung bezeichnete. In dieser Auffassung wurzelt die Herrschaft, die das Energieprinzip gewonnen hat, sie selbst aber wurzelt in den Beobachtungen, die jeder Mensch an sich selber von Kindesbeinen an zu machen Gelegenheit hat und in dem Gefühl unmittelbarer Gewissheit, die diesen aus der allerpersönlichsten Erfahrung an dem eigenen Selbst gewonnenen Begriffen vermöge dieses Ursprunges vor allen anderen Begriffen eigen ist. Der Begriff der Leistung und der Begriff des zu dieser Leistung erforderlichen Aufwandes an Kraft und Zeit und die Gewohnheit, verschiedene Leistungen nach dem Verhältnis ihres Effekts und dem der für sie erforderlich gewesenen Aufwendungen an Kraft und Mitteln zu beurteilen, die Begünstigung der Leistung durch Umstände der einen, ihre Erschwerung der Leistung durch Umstände einer anderen Art, alles das sind Begriffe, die im Vorstellungsschatz des an die wissenschaftliche Erforschung der physikalischen Vorgänge herantretenden Menschen bereits fertig vorhanden sind, neu bei der neuen Begriffsbildung ist im Grunde jedesmal nur die jedesmalige Kombination der Einzelvorstellungen.

Damit aber ein neuer Begriff nun auch wirklich zustande komme und wirklich ein Begriff sei, d. h. ein nicht nur mit dem Verstande erfasster, sondern ein mit der vollen Gewissheit der unmittelbaren

Empfindung ausgerüsteter Begriff, dazu ist zweitens erforderlich, dass die Art, in der seine Komponenten bei seiner Bildung beteiligt sind, einfach und durchsichtig sei. Und hier erkennt man nun den Ursprung der Bedeutung, die bei dieser Begriffsbildung die Proportionalität spielt. Die Unvollkommenheit unseres Geistes bringt es mit sich, dass wir immer nur Teile des Ganzen übersehen, indem wir von zwei auf einander einwirkenden Grössen jeweils nur einen Teil ins Auge fassen und von der gesamten Einwirkung, die die Dinge der Welt auf einander ausüben, eben auch nur den Teil betrachten, der als gegenseitige Einwirkung gerade dieser beiden Teilgrössen in die Erscheinung tritt. Da ist es uns eine Erleichterung, wenn wir das Gesetz, nach dem diese Einwirkung sich vollzieht, als vorbildlich für die ganze einer Gesamterfassung von unserer Seite her entzogene Einwirkung der vollen Grössen ansehen dürfen, wenn wir, um diese Gesamtwirkung zu erhalten, nur die Teilwirkung, ohne ihre Qualität zu ändern, mit einem entsprechenden Vergrößerungsfaktor zu multiplizieren oder was dasselbe ist, die einzelnen Teilwirkungen nach derselben Regel zusammen zu setzen brauchen, nach der sich die wirkenden Grössen aus ihren Teilen zusammensetzen. Die Einfachheit, die dem Proportionalitätsbegriff anhaftet, insofern wir für die Erfassung der Gesamtwirkung mit demselben Vorstellungsschatz ausreichen, der uns die Teilwirkung begreiflich gemacht hatte, diese Einfachheit ist es, in der seine Bedeutung und die von ihm in den physikalischen Formeln ausgeübte Herrschaft wurzelt. Eine mächtige Unterstützung aber findet dieses Denken nach Massgabe des Proportionsbegriffs in dem Umstande, dass er seine augenfälligste Verkörperung in den Raumbeziehungen findet. Räumlich müssen wir alles ansehen, die Raumanschauung ist ein so unentbehrliches Element unseres Denkens, dass wir einen Begriff erst voll erfasst zu haben glauben, wenn wir sein Veränderungsgesetz durch graphische Darstellung augenfällig gemacht, d. h. zu seinem innersten Wesen die räumliche Analogie ausfindig gemacht haben. Die überall gleichmässige Gestaltung des Raumes, insofern sie die vollkommene Veranschaulichung eines von dem Proportionalbegriffe beherrschten Zusammenhanges ermöglicht, ist zwar nicht der Ursprung, aber ein mächtiger Hebel für die unter der Voraussetzung der Verhältnissgleichheit vor sich gehende Begriffsbildung.

Diese Begriffsbildung ist infolgedessen auch vielfach nur sehr äusserlicher Art, sie versagt darum auch bei den verwickelteren Vorgängen, wo die Voraussetzung, dass die Gesamtwirkung durch mechanische Zusammensetzung der Teilwirkungen erkannt werden kann, nicht mehr auch nur annähernd zutrifft. Indessen wird dadurch ihre Bedeutung nicht vernichtet. Ohne zu verkennen, dass alle mittels dieser Begriffsbildung gewonnenen Theorien nicht die Wahrheit, sondern auch im günstigsten Falle nur eine Annäherung an die Wahrheit geben, dass wir auf diesem Wege den Kern der Dinge nicht erfassen und nie erfassen werden, ohne uns hierüber irgend welcher Täuschung hinzugeben, dürfen wir doch sagen: Diese Verwertung der aus der Erfahrung an dem eigenen Selbst uns geläufig gewordenen Begriffe unter dem bestimmenden Einfluss der durch die Raumanschauung unterstützten Neigung, alle Veränderung im Lichte des Verhältnissbegriffes zu betrachten, das ist immerhin ein gewaltiges, ja für absehbare Zeiten das einzige Mittel, vermöge dessen wir uns in dem Chaos der uns entgegentretenden Erscheinungen orien-

tieren, und wenigstens den äusserlichen Gang dieser Erscheinungen genau genug bestimmen können, um die Naturvorgänge unseren Zwecken dienstbar zu machen.

Im übrigen möchte ich mich dagegen verwahren, dass ich mit diesen Bemerkungen ein abschliessendes Urteil hätte geben wollen. Ich bin aber Herrn Höfler, mit dem ich mich in der allgemeinen Tendenz hier durchaus zu begegnen glaube, dankbar, dass er mir durch seine Bemerkungen einen Anlass gegeben hat, mich über die ganze in Rede stehende Frage auch noch von einem allgemeineren Standpunkte aus zu äussern. In meinem oben erwähnten Düsseldorfer Vortrage habe ich auszuführen gesucht, wie notwendig es ist, dass der physikalische Forscher die Fühlung mit der Philosophie, der ich das letzte Urteil über den Wert und die Zulässigkeit der physikalischen Forschungsmethoden vorbehalten wissen möchte, nicht verliere; ich würde erfreut sein, wenn die Diskussion, zu der mein Artikel über die Dimensionslehre den Anlass gegeben hat, dazu beitragen würde, der Ueberzeugung von der Notwendigkeit solcher Fühlung zwischen der Naturforschung und der Philosophie neue Anhänger zu gewinnen.

Schul- und Universitäts-Nachrichten.

Praktische Kurse in den Naturwissenschaften. (Vergl. Unt.-Bl. V, 3, S. 62). Der Arbeitsplan der ersten unter Leitung des Provinzial-Schulrats Dr. Vogel stehenden Abteilungen umfasst 1) Uebungen im Ausstopfen von Säugetieren und Vögeln, (Leiter: Tierausstopfer Herbst unter Beirat des Oberlehrers Dr. Röseler); 2) Uebungen im Präparieren und Skelettieren (Leiter: Präparator am zoologischen Institut der Universität Zehle unter Beirat des Oberlehrers Dr. Röseler); 3) Naturwissenschaftliche Exkursionen mit daran anschliessenden Demonstrationen über zweckmässige Conservierung und didaktische Verwertung des gesammelten Materials (Leiter: Dr. Kolkwitz, Privat-Dozent der Botanik an der Universität). Die unter Nr. 1 und 2 genannten Uebungen finden in den Räumen des Königstädtischen Realgymnasiums, die bei Nr. 3 erwähnten Uebungen im Botanischen Institut statt.

Der Arbeitsplan der zweiten unter Leitung des Direktors Prof. Dr. Schwalbe stehenden Abteilung umfasst 1) einen praktischen Kursus in der Chemie (Leiter: Prof. Dr. Böttger, unter Mitwirkung des Direktors Schwalbe); 2) Technische Exkursionen, bei denen zunächst die Industriezweige des Glases, des Porzellans, der Fayence, der Schwefelsäure, des Leuchtgases berücksichtigt werden. (Leiter: Prof. Dr. Böttger); 3) Demonstration physikalischer Unterrichtsmittel (Leiter: Direktor Schwalbe). Dieser Abteilung sind die Räume des Dorotheenstädtischen Realgymnasiums zur Verfügung gestellt worden, die unter Nr. 3 genannten Demonstrationen werden erst am 21. August ihren Anfang nehmen.

Für das Winterhalbjahr 1899/1900 sind in Aussicht genommen

A. Seitens der ersten Abteilung:

- 1) Uebungen im Gebrauch des Mikroskops; 2) Anleitung zur Anstellung pflanzenphysiologischer Experimente; 3) Uebungen im botanischen, zoologischen und geographischen Zeichnen.

B. Seitens der zweiten Abteilung:

- 1) Systematische Uebungen in physikalischen Schulerperimenten; 2) Praktische Uebungen in der Erwerbung manueller Fertigkeiten (Arbeiten an der

Drehbank, dem Schraubstock u. s. w.) unter Leitung eines Fachmechanikers; 3) Vorlesungen über die Methodik des Experiments.

Vereine und Versammlungen.

Naturforscher-Versammlung zu München 1899.

Die Mitte Juli herausgekommene Voranzeige weist, wie auf der vorjährigen Versammlung, zwei allgemeine Sitzungen (am 18. und 22. September) und eine gemeinsame Sitzung für jede Hauptgruppe (am 20. September) auf. In den erstgenannten Sitzungen werden über naturwissenschaftliche Themata sprechen: Fridtjof Nansen: „Meine Forschungsreise nach der Nordpolregion und deren Ergebnisse“. W. Förster (Berlin): „Die Wandlung des astronomischen Weltbildes seit einem Jahrhundert“. L. Boltzmann (Wien): „Der Entwicklungsgang der Methoden der theoretischen Physik in der neueren Zeit“.

In der gemeinsamen Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe wird C. Chun (Leipzig): „Erläuterungen zu seiner Ausstellung der Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition“ geben; über „die Frage der Dezimalteilung von Zeit und Kreisumfang“ werden referieren J. Bauschinger (Berlin), R. Melmke (Stuttgart), A. Schülke (Osterode i. Ostpr.).

Die Abteilung 17 (Mathematischer und naturwissenschaftlicher Unterricht) bietet ein Programm von 12 Vorträgen, die teilweise in gemeinschaftlichen Sitzungen mit andern Abteilungen stattfinden werden.

Adami (Hof) und Halboth (Hof) werden Galvanometer-Versuche vorführen, wozu die Abteilung 3 (Physik und Meteorologie) eingeladen wird, die Abteilung 15 (Geographie) wird eingeladen zu dem Vortrag von Krebs (Hagenau i. E.): „In welcher Weise kann der Realschulunterricht, besonders in den Naturwissenschaften um den geographischen Unterricht konzentriert und ihm solchergestalt ein zeitgemässes Ziel wirtschaftlicher Vorbildung gesetzt werden“. In gemeinschaftlicher Sitzung mit Abteilung 1 (Mathematik und Astronomie) werden sprechen Rudel (Nürnberg) über „die neue bayerische Prüfungs-Ordnung für das Lehramtsexamen der Lehrer in Mathematik und Physik“, Schotten (Halle) über die „Stellungnahme des Gymnasialunterrichts gegenüber der Neuordnung der Lehramtsprüfung in Preussen“, Treutlein (Karlsruhe) „über einen neuen badischen Lehrplan für den mathematischen Unterricht, insbesondere über die Zweistufigkeit des geometrischen Unterrichts an unseren höheren Schulen“, H. Weber (Strassburg i. E.) und G. Hauek (Charlottenburg-Berlin) werden „über die Ordnung des mathematischen Universitätsunterrichts aufgrund der neuen preussischen Prüfungsordnung“ berichten. Als vorbereitende Besprechungen für den zweiten Beratungsgegenstand der bereits erwähnten gemeinsamen Sitzung der naturwissenschaftlichen Hauptgruppe sind Vorträge „über die Dezimalteilung des Winkels“ von Ducrue (München) und Schülke (Osterode) angesetzt. Ausserdem enthält das Programm noch Vorträge von Fischer (München): „Demonstration von Unterrichtsmodellen zur Mechanik“, Pietzker (Nordhausen): „Die Stellung des exaktwissenschaftlichen Unterrichts zur Schulreformbewegung“, Recknagel (Augsburg) [Thema vorbehalten].

Sehr reichhaltige Ausstellungen der verschiedensten Art sind in Aussicht genommen, insbesondere von Plänen, Karten und Instru-

menten zur Geodäsie, Kartographie und Photogrammetrie, ferner von neueren Apparaten aus dem Gebiete der Physik und Chemie, drittens von Gegenständen aus dem Gebiete der beschreibenden Naturwissenschaften.

Lehrmittel-Besprechungen.

Geographische und naturkundliche Lehrmittel der Kunst- und Verlagsanstalt „Photocol“. Die Verlagsanstalt „Photocol“*) hat sich in höchst anerkannter Weise bemüht, einerseits durch Herausgabe eines Sammel-Atlas das Interesse des Schülers am geographischen und geschichtlichen Unterricht zu fördern, andererseits durch eigenartig angefertigte Naturpräparate die Lehrmittel für den zoologischen und botanischen Unterricht zu vervollständigen und zu verbessern.

Für die einzelnen Staaten Europas und der übrigen Erdteile erscheinen, je nach der Ausdehnung und Bedeutung derselben, ein oder mehrere Exemplare des 20 × 25 cm grossen Sammel-Atlas (Preis 2 Mk.) Besonders eingehend sind naturgemäss die Staaten des Deutschen Reichs behandelt. Das Titelblatt eines solchen Atlas enthält ein Bild des Landesoberhauptes, sowie Angaben über die Grösse, Einwohnerzahl, Währung, Masse, Gewichte und Landesfarben. Dann folgen 40 bis 50 Seiten mit je 4 leeren, fortlaufend nummerierten Feldern. Der Mittelraum zwischen den letzteren ist mit Bemerkungen ausgefüllt, die eine kurze Beschreibung des Landes liefern sollen. In die Felder hat der Sammler die betreffenden, als Photocols bezeichneten Bilder mittels gummierter Papierstreifen zu befestigen. Die von dem Autor getroffene Auswahl der Photocols ist sachgemäss, nämlich dem Grundsatz getreu, durch die Bilder das Land in landschaftlicher, industrieller, politischer, kultureller und historischer Beziehung zu charakterisieren. Die 5 × 8 cm grossen Bilder sind auf dem Wege des Farbendruckes nach photographischen Aufnahmen hergestellt. Ihre Ausführung darf im allgemeinen als wohl gelungen gelten, so dass sie der Sammler gern betrachten wird. Selbstverständlich müssen bei der geringen Grösse der Bilder die Details umso mehr verschwinden, je grösser die Dimensionen der Objekte sind. Dem Atlas sind ferner zwei 46 × 57 cm grosse, übersichtliche Landkarten beigegeben, eine Vollkarte und eine stumme Karte. Erstere enthält ausser den wichtigsten Daten der physikalischen Geographie etwa 150 Orte, die nach obigem Grundsatz ausgesucht sind. Den Namen der meisten derselben ist die Einwohnerzahl, sowie eine kurze Notiz in Rot oder Schwarz beigedrukt, je nach der historischen oder wirtschaftlichen Bedeutung des Ortes. Ausserdem sind diejenigen Punkte, auf welche sich ein Photocol bezieht, mit einer Nummer versehen, welche der Nummer des Feldes im Atlas entspricht. Das Photocol selbst trägt nur die Bezeichnung des von ihm dargestellten Objektes, aber keine Nummer. Will nun der Sammler das richtige Feld finden, in welches er ein Photocol einzutragen hat, so ist er gezwungen, auf der Vollkarte die Nummer aufzusuchen, wobei ihm Gelegenheit geboten wird, sich über die geographische Lage des Punktes zu orientieren. Um zu kontrollieren, ob Bild und Feld zu einander passen, vergleicht er mit dem Bilde die unter dem Felde beigedruckten Erklärungen. Letztere liefern ihm eine

*) in München, Nymphenburgerstrasse 125—127.

kurze Charakteristik des Objektes und geben ihm daher die gehörige Anleitung, die auf dem Bilde hergestellten Schlösser, Ruinen, Kirchen, Klöster, Museen, Denkmäler, Landschaften, industrielle Anlagen etc. mit einem gewissen Verständnis zu betrachten. Die Bilder erscheinen in Serien à 15 Stück (50 Pfg.), aber (absichtlich) nicht in fortlaufender Reihenfolge. Der Sammler muss also beim Einkleben derselben die Landkarte immer von neuem studieren und den Atlas wiederholt durchblättern, so dass sich die schon vorhandenen Bilder seinem Gedächtnis um so besser einprägen. Dem Zwecke der Repetition dient ferner auch die stumme Landkarte, auf welcher dieselben Objekte verzeichnet sind, wie auf der Vollkarte, aber ohne Namen. — Aus der ganzen Einrichtung dieses Sammel-Atlas geht mithin hervor, dass er den Sammler zu einer Arbeit anhält, die zugleich belehrend und unterhaltend ist. Ein Lehrmittel aber, welches wie dieses das Interesse des Schülers dauernd zu erregen imstande ist und sein Wissen auf angenehme Art bereichert und befestigt, muss in ihm Liebe und Lust am Lehrgegenstand erwecken und ist daher von pädagogischem Standpunkt der Empfehlung wohl wert.

Auch die naturkundlichen Präparate, welche in den Werkstätten der Verlagsanstalt „Photocol“ nach der Konservierungsmethode von Möller und Morin angefertigt werden, verdienen alle Anerkennung. Ihr Vorzug besteht wesentlich darin, dass die Objekte, Tiere oder Pflanzen, soweit es deren Grösse gestattet, zwischen einem ebenen und einem darauf luftdicht ange kitteten gewölbten Glas eingeschlossen, also von allen Seiten der Beobachtung zugänglich sind. Je nach der Art der Objekte sind dieselben entweder trocken oder in einer Flüssigkeit aufbewahrt. Letztere ist alkoholfrei, bleibt vollkommen wasserhell und lässt die Gestalt und Farbe der Objekte unverändert. Zu Trockenpräparaten eignen sich besonders die Insekten. Entweder sind diese in der Inagoform einzeln zu haben und dann dazu geeignet, den Schülern in die Hand gegeben zu werden (je 30 Stück in einem Holzkasten zu 25 Mk.), oder die Präparate bestehen aus den verschiedenen Stadien der Entwicklung auf den zur Ernährung derselben dienenden Pflanzen (je 10 Stück der Biologen in einem Kasten zu 50 Mk.). — Für den botanischen Unterricht sind auf ähnliche Art die wichtigsten Kulturpflanzen des Feldes und des Gartens präpariert, und zwar so, dass ihre Entwicklung und Verwendung, sowie auch die durch Pilze oder Tiere hervorgerufenen Krankheiten der Pflanzen anschaulich dargestellt werden. —

Alle diese Photocolpräparate machen einen äusserst günstigen Eindruck und sind viel mehr geeignet, das Interesse der Schüler zu erregen, als die bisher üblichen Nadel- und Spirituspräparate, und da man ihre Haltbarkeit voraussetzen, also annehmen darf, dass die Objekte genügend befestigt sind, und dass der Verschluss eine Verdunstung der Konservierungslüssigkeit unmöglich macht, so ist dem Unternehmen der Verlagsanstalt „Photocol“ Glück zu wünschen, umsomehr, als die verlangten Preise sehr mässig sind.

Dr. R. L ü p k e (Berlin).

Bücher-Besprechungen.

Wiedemann, E. und Ebert, H. Physikalisches Praktikum. Mit besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Methoden. Dritte verbesserte und vermehrte Auflage. Braunschweig 1897. Fr. Vieweg & Sohn. 490 S. Preis 9 Mk.

Seit dem ersten Erscheinen dieses Buches 1890 hat es sich sehr bald allgemeine Anerkennung zu verschaffen gewusst, sodass es jetzt jedem Physiker als gleichwertig mit den besten Lehrbüchern der praktischen Physik (z. B. dem von Kohlrausch) bekannt ist. Es unterscheidet sich von anderen dadurch, dass es in erster Linie für den Anfänger bestimmt ist und dass es besonders die physikalisch-chemischen Methoden berücksichtigt. Die neue Auflage ist insofern verändert, als manches fortgelassen und anderes, nach den neueren physikalischen Anschauungen Wichtige aufgenommen ist. Besonders die Elektrizitätslehre ist in diesem Sinne stark verändert. Am Schluss ist ein kurzer Abschnitt „Praktisches“ angefügt, der wertvolle Anleitung über Löten, Reinigen von Glas, Quecksilber etc. enthält. Wegen der genauen Angaben über die Ausführung der Experimente, die meist mit sehr einfachen Apparaten angestellt werden und sich auch zur Demonstration eignen, ist das Buch für den Lehrer der Physik sehr wertvoll und sollte in keiner Schulbibliothek fehlen. Ein kleiner Irrtum möge noch berichtigt werden; die auf Seite 86 angegebene Gaskonstante ist nicht richtig bei den angegebenen Massen für Druck und Volumen. G ö t t i n g (Göttingen).

Schulze, Ernst W. G. 1. Erster Lehrgang des geometrischen Unterrichts in Quarta. Wissenschaftliche Beilage zum Programm des Kgl. Gymnasiums zu Meseritz. Ostern 1896. 50 S.

2. Das zweite Jahr des geometrischen Unterrichts am Gymnasium. Ostern 1897. 40 S.

Der Verfasser hat die Erfahrungen aus einem langjährigen Unterricht dazu benutzt, den geometrischen Lehrstoff der beiden ersten Schuljahre gesondert zu bearbeiten. Diese Erfahrungen gipfeln darin, dass man, um den Eifer und das Interesse für die abstrakten Sätze der Geometrie gleichmässig zu wecken, den Schüler „möglichst früh und anschaulich zu solchen wohl begründeten Einsichten“ führen müsse, die ihn zu eigener Betätigung in Konstruktionen befähigen. Dazu benutzt der Verfasser im wesentlichen, wenn auch ohne sie zu benennen, die axial- und zentrisch-symmetrische Umformung der Figuren. Zugleich hängt damit die Anordnung des Stoffes zusammen. Denn der erste Lehrgang enthält nach einigen einleitenden Paragraphen, die wohl den Inhalt eines Vorkurses rekapitulieren, fast nur Sätze, die durch axial-symmetrische Umformung bewiesen werden. Mit dem Kreis wird begonnen, dabei dürften die Sätze über Berührung zweier Kreise in § 6 an dieser Stelle wohl noch etwas schwer sein. Dann bilden die Sätze über das gleichschenklige Dreieck und die damit zusammenhängenden Kreissätze den wesentlichen Inhalt des ersten Lehrgangs. Die Lehre von den Parallelen ist in zwei Teile geteilt; der erste Lehrgang betrachtet als parallel nur Lote auf derselben Graden und erschliesst nur die Sätze, die aus der Symmetrie dieser Figur folgen. Die übrigen Parallelenätze bringt erst der zweite Lehrgang unmittelbar vor dem Parallelogramm. Auch die Kongruenzsätze werden erst im zweiten Lehrgang in der üblichen Weise bewiesen, nur der dritte (aus den drei Seiten) findet sich schon im ersten Lehrgang an einer Stelle, an der er stofflich recht vereinzelt steht. Einen Hauptteil des zweiten Lehrgangs bildet die Lehre vom zentrischen Viereck, wo die Eigenschaften des Parallelogramms aus seiner zentrischen Symmetrie abgeleitet werden. Es folgen

dann noch die Sätze über die Winkel im Kreise und über die merkwürdigen Punkte im Dreieck

Wenn auch in den beiden Heften für die Methodik des geometrischen Unterrichts nicht durchweg neue Gedanken entwickelt werden, so ist die Durchführung im einzelnen doch vielfach eigenartig, und deshalb ist die Arbeit ein wertvoller Beitrag für die Methodik des geometrischen Anfangsunterrichts, dessen Lektüre allen Fachgenossen warm empfohlen werden kann.

Götting (Göttingen).

E. Schultz: 1. Leitfaden * der Planimetrie für Werkmeisterschulen und gewerbliche Fortbildungsschulen. I. Teil. Essen 1895. 52 S. II. Teil 1896. 65 S. Preis je 0,75 Mk.

2. Leitfaden der Körperberechnung für gewerbliche Schulen sowie zum Selbstunterricht für den Maschinentechniker. Essen 1897. 169 S. 1,60 Mk.

3. Vierstellige mathematische Tabellen im engen Anschluss an die mathematischen Tabellen der technischen Kalender. Dazu als Beilage eine Anleitung zum Gebrauch der mathematischen Tabellen in den technischen Kalendern. Essen 1896. 1 Mk. Verlag von G. D. Bädeker.

Dies inzwischen teilweise wiederholt zu neuer Auflage gelangte Unterrichtswerk für gewerbliche Unterrichtsanstalten rechnet mit Schülern, die ihre Vorbildung in der Volksschule erworben haben. Es richtet danach seine Methode ein, nach der die Schüler erst durch Messung an genauen Masszeichnungen zur Erkenntnis des Satzes geführt werden, der dann deduktiv bewiesen wird. In der Stoffauswahl bevorzugt das Buch natürlich das, was für die Praxis besonderen Wert hat, ohne in der Planimetrie schon speziell technische Aufgaben als Beispiele zu geben. Das geschieht erst in dem „L. d. Körperberechnung“, der deshalb besonderes Interesse erregt. Es werden eine grosse Zahl von Beispielen aus der Technik, meist Volumen und Gewichtsberechnungen an genauen, sehr sorgfältig ausgeführten Massskizzen durchgeführt, wobei auch zum Gebrauch der Tabellen in den technischen Kalendern angeleitet wird. Die unter 3 angeführten Tabellen sind ein Beispiel jener Kalendertafeln. Sie geben vierstellige Logarithmen, die trigonometrischen Funktionen von Minute zu Minute. In der Anleitung dazu werden noch einige technische Beispiele durchgerechnet. Gerade dieser Beispiele und der Zeichnungen wegen dürfte das Werk auch für Lehrer an höheren Unterrichtsanstalten von Interesse sein. Götting (Göttingen).

Zur Besprechung eingetroffene Bücher.

(Besprechung geeigneter Bücher vorbehalten.)

- Bach, M., Flora der Rheinprovinz und der angrenzenden Länder. Die Gefässpflanzen. 3. Aufl., ungarbeitet von P. Caspari. Paderborn 1899, Schöningh. Mk. 4.50 geb.
- Bade, E., Naturwissenschaftliche Sammlungen. Das Sammeln, Pflegen und Präparieren von Naturkörpern. Mit 5 Tafeln und 50 Abb. Berlin 1899, Walther. Mk. 3.50.
- Behrens, W. J., Lehrbuch der allgemeinen Botanik. 6. Aufl. Mit 4 analyt. Tabellen und 411 Fig. Braunschweig 1899, Bruhn.
- Casselmann, W., Leitfaden für den wissenschaftlichen Unterricht in den Anfangsgründen der Chemie. Mit Holzschnitten. 6. Aufl., bearbeitet von Dr. G. Krebs. Wiesbaden 1899, Bergmann. Mk. 2.40.
- Fuhrmann, Bauwissenschaftliche Anwendungen der Differentialrechnung, Lehrbuch und Aufgabensammlung. Mit 135 Holzschnitten.
- Teil III der Anwendungen der Infinitesimalrechnung in den Naturwissenschaften, im Hochbau und in der Technik. Berlin 1899, Ernst & Sohn. Mk. 11.—.
- Harz, E., Lehrbuch der anorganischen Chemie für Mittelschulen. Mit 7 Abb. Erlangen 1899, Palm & Enke. Mk. 1.50.

- Haselbach, H., Leitfaden für die analytisch-chemischen Uebungen an Realschulen. Mit 6 Fig. Wien 1899, Deuticke. Mk. 1.—.
- Hlasiwetz, H., Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse. 12. Aufl., durchgesehen und ergänzt von Dr. G. Vortmann. Ebenda. Mk. 1.—.
- Holz Müller, G., Hydrodynamische Analogien zur Theorie des Potentials und der Elektrotechnik. (Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Band XXXIII). Berlin 1899, Springer.
- Krass, M. und Landois, H., Der Mensch und das Tierreich. Mit 107 Abb. 12. Aufl. Freiburg 1899, Herder. Mk. 2.10.
- Michelsen, P., Die bestimmten algebraischen Gleichungen des ersten bis vierten Grades. Nebst einem Anhang: Unbestimmte Gleichungen. 2. Aufl. Hannover 1899, Meyer. Mk. 4.—.
- Müller, Carl Heinn., Der logarithmische Rechenstab (Jahresbericht des Königl. Kaiser Friedrichs-Gymnasiums zu Frankfurt a. M. Ostern 1899). Frankfurt a. M., Anfarth.
- Müller-Erzbach, Neue Versuche über die Wirkungsweise der Molecularkräfte (Separatdruck aus den Annalen der Physik und Chemie, Neue Folge, Band 67). Leipzig 1899, J. A. Barth.
- Niemöller, F. und Dekker, P., Arithmetisches und algebraisches Unterrichtsbuch. Heft I, Pensum der Untertertia. Breslau 1899, Hirt. Mk. 1.—.
- Poincaré, H., Cinématique et mécanismes potentiel et mécanique des fluides. Paris 1899, Carré & Naud. Fres. 15.—.
- , La théorie de Maxwell et les oscillations Hertiennes. Ebenda. Fres. 2.—.
- Rickon, W., Ein Vorschlag für die künftige Einrichtung der höheren Schulen in Preussen (Programm der städtischen Realschule zu Hagen i. W. 1899, No. 402.)
- Sammlung geologischer Führer: Band III. Deecke, W., Führer durch Bornholm. Mit 7 Abb. und einer geolog. Uebersichtskarte. Mk. 3.50. — Band IV. Deecke, W., Geologischer Führer durch Pommern. Mit 7 Abb. Mk. 2.80. Berlin 1899, Borntraeger.
- Särching, E. und Estel, V., Aufgabensammlung für den Rechenunterricht. 2. Aufl., Heft 1—3 zusammen. Leipzig 1899, Teubner. Mk. 3.— kart.
- Schmidt, W., Heron von Alexandria. Mit 30 Abb. auf 3 Taf. (Sonderabdruck aus den „Neuen Jahrbüchern für das klassische Altertum, Geschichte und deutsche Literatur.“) Ebenda. Mk. 0.80.
- Schmidt, Bernh., Ueber den Arbeitswert der Elektrizität und einen Apparat zur Veranschaulichung elektrischer Ströme (Programm des Königl. Gymnasiums zu Wurzen, 1899, No. 576.)
- Schotten, H., Mathematischer Unterricht (Programm der Städt. O.-R.-S. zu Halle a. S. 1899, No. 284.)
- Schultz, E., Vierstellige mathematische Tabellen. 3. Aufl. Ausgabe für Real- und Oberrealschulen. Mk. 1.— geb. Ausgabe für Maschinenbauschulen mit Anleitung Mk. 1.20 geb. Essen 1899, Bädeker.
- , Mathematische und technische Tabellen. 3. Aufl. Ausgabe mit Logarithmen. Mk. —.60 geb. Ebenda.
- , Vierstellige Logarithmen. 2. Aufl. Mk. —.80 geb. Ebenda.
- Schwering, K., Arithmetik und Algebra für höhere Lehranstalten. 2. Aufl. Freiburg 1899, Herder. Mk. 1.—.
- , 100 Aufgaben aus der niederen Geometrie nebst Lösungen. Mit 104 Abb. 2. Aufl. Ebenda. Mk. 2.—.
- Sievers, J., Sammlung theoretisch-praktischer Aufgaben. Mit 49 Fig. Leipzig 1899, Dürr. Mk. 1.80.
- Söhns, Unsere Pflanzen. Ihre Namensklärung und ihre Stellung in der Mythologie und im Volksaberglauben. 2. Aufl. Leipzig 1899, Teubner. Mk. 2.40 geb.
- Sterne, Carus, Werden und Vergehen. Vierte verbesserte Auflage, Heft 1 und 2 (Vollständig in 20 Heften zu 1 Mk.) Berlin 1899, Gebr. Bornträger.
- Troels-Lund, Himmelsbild und Weltanschauung im Wandel der Zeiten. Autorisierte Uebersetzung von L. Bloch. Leipzig 1899, Teubner. Mk. 5.—.
- Tümpel, R., Die Geradflügler Mittel-Europas. Lfg. 4. Eisenach 1899, Wilkens. Mk. 2.—.
- Wiedemann, E. und Ebert, H., Physikalisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Methoden. Mit 366 Holzschnitten. 14. Aufl. Braunschweig 1899, Vieweg & Sohn. Mk. 10.—.
- Woritzky, Georg, Werden und Vergehen der Erdoberfläche. Hauptthatsachen der physischen Erdkunde in allgemeinverständlicher Darstellung. Mit 76 Figuren im Text. Breslau 1899, Hirt. Mk. 1.60.
- Wossidlo, P., Leitfaden der Zoologie. I. Teil: Die Tiere. 8. Aufl. Mit 446 Abb. und 4 Tafeln. II. Teil: Der Mensch. 8. Aufl. Mit 104 Abbild. Berlin 1899, Weidmann. I. Teil Mk. 2.80 geb. II. Teil Mk. 1.— geb.
- Zimmerhaeckel, F., C. Julius Caesars Rheinbrücke. Comin. de bell. Gall. IV., 17. Ein Rekonstruktionsversuch. Mit 31 Fig. und 1 Tafel. (Separat-Abdruck aus der Zeitschrift für mathem. u. naturw. Unterricht.) Leipzig 1899, Teubner. Mk. 1.—.
- Zippel, H., Ausländische Kulturpflanzen in farbigen Wandtafeln. 4. Aufl., bearbeitet von W. Thomé. 1. Abteilung. Braunschweig 1899, Vieweg & Sohn. Mk. 18.—.

Verlag von **Hermann Geseuius** in Halle

Dr. phil. J. G. Fischer,
**Leitfaden zum Unterricht in der
Elementar-Geometrie.**

1. Kursus: Planimetrie I. 20. Aufl. kart. 60 J
 2. Kursus: Planimetrie II. 12. Aufl. kart. 60 J
 3. Kursus: Stereometrie. 5. Aufl. kart. 80 J
 4. Kursus: Trigonometrie. 3. Aufl. kart. 80 J
- Eingeführt in Real-, höheren Bürger- und Mittelschulen, Baugewerk-, Landwirtschafts- und Fortbildungsschulen oder anderen Lehranstalten, welche ähnliche Ziele verfolgen.

Roesler, J. K. und Fr. Wilde, Reallehrer in Bremen. Beispiele und Aufgaben zum kaufmännischen Rechnen. Für den Unterricht in höheren Schulen.

Teil I. 5. Aufl. 2 Mk. Teil II. 4. Aufl. 2.70 Mk.

(Centralbl. f. pädag. Litteratur.) Was an der vorliegenden Schrift besonders gefällt, das sind neben dem ausserordentlichen Reichtum, der Vielseitigkeit u. der meth. Anordnung ansprechender Aufgaben, die keineswegs „gemacht“, sondern wirkliche Originale sind, die jedem grösseren und kleineren Abschnitt beigegebenen sachl. Erläuterungen über das eigentl. Wesen u. die prakt. Bedeutung, sowie die Behandlung der verschiedenen Arten von Aufgaben.

Die

anatomische Lehrmittelanstalt
von

Dr. Benninghoven & Sommer

(Inh.: Prof. Dr. Benninghoven, pr. Arzt und M. A. Sommer, Modelleur),

Berlin NW., Thurmstrasse 19, und Neuses bei Coburg

empfehlen ihre für Schulen besonders geeigneten anatomischen Modelle in anerkannt bester Ausführung.

Kataloge postfrei und umsonst.

Naturwissenschaftliches Institut
Wilhelm Schlüter, Halle a. S.

Reichhaltigstes Lager aller naturwissenschaftlichen Lehrmittel für den Schulunterricht in anerkannt vorzüglichster Qualität zu mässigen Preisen.

Empfehlungen
höchster Schulbehörden.
Hauptkatalog pro 1898/99 kostenlos und portofrei.

Wilh. Schlüter.

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

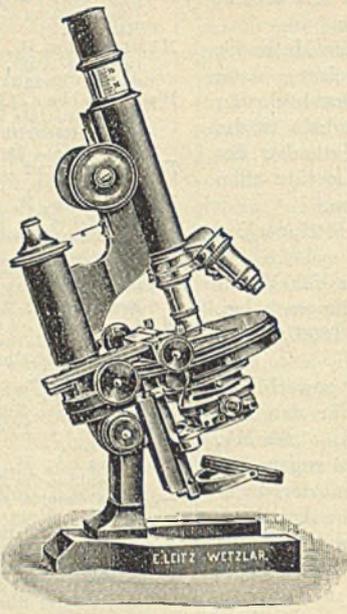
Der Unterricht
in der
analytischen Geometrie

Für Lehrer und zum Selbstunterricht.

Von
Dr. Wilh. Krumme,
weil. Direktor der Ober-Realschule
in Braunschweig.

Mit 53 Figuren im Text.

Preis 6 Mk. 50 Pf.



E. Leitz, Optische Werkstätte
Wetzlar

Filialen: Berlin NW., Luisenstr. 29

New-York 411 W. 59 Str.

Vertretung f. München: Dr. A. Schwalm,
Sonnenstrasse 10.

Mikroskope
Mikrotome

Lupen-Mikroskope
Mikrophotographische Apparate.

Photographische Objektive:
Periplan und Duplex.

Ueber 50 000 Leitz-Mikroskope
im Gebrauch.

Deutsche, englische und französische
Kataloge kostenfrei.

Apparate für

Marconi'sche und Hertz'sche Versuche

nach Angabe von **Prof. Dr. Szymański.**

Keiser & Schmidt, Berlin N. Johannisstrasse 20.

Dr. F. Krantz

Rhein. Mineralien-Contor. & Verlag mineralog.-geolog. Lehrmittel

Geschäftsgründung 1833. Bonn a. Rh. Geschäftsgründung 1833.

Liefert Mineralien, Meteoriten, Edelsteinmodelle, Versteinerungen, Gesteine, sowie alle mineralogisch-geologischen Apparate u. Utensilien als **Lehrmittel für den naturwissenschaftlichen Unterricht.**

Eigene Werkstätten zur Herstellung von

- a) Krystallmodellen in Holz, Glas und Pappe, sowie von krystallograph. Apparaten,
- b) Dünnschliffen von Mineralien und Gesteinen zum mikroskopischen Studium,
- c) Gypsabgüssen berühmter Goldklumpen, Meteoriten, seltener Fossilien und Reliefkarten mit geognostischer Colorirung,
- d) Geotektonischen Modellen nach Professor Dr. Kalkowsky.

■ Ausführliche Kataloge stehen portofrei zur Verfügung. ■

Soeben erschien: Katalog Ia: Mineralien und Mineralogische Apparate und Utensilien.

F. W. Schieck

Optisches Institut

Berlin SW., Hallesche Str. 14

(errichtet 1819. — 18 goldene etc. Medaillen.)

empfiehlt

achromatische Mikroskope

jeder Art

Schul-Mikroskope

von 30 bis 100 Mk.

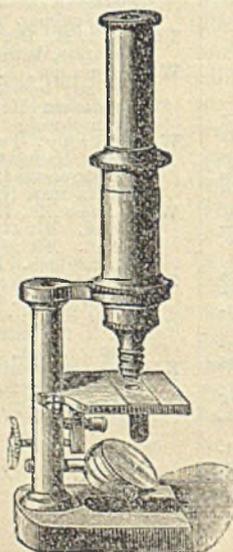
Hand- und Statif-Lupen

Präparir-Mikroskope etc.

Ueber 30 000

Schieck'sche Mikroskope im Gebrauch.

Illustrierte Verzeichnisse kostenfrei.



Die Gestaltung des Raumes.

Kritische Untersuchungen über die Grundlagen der Geometrie.

Von **Prof. F. Pietzker.**

Mit 10 Figuren im Text. — Preis 2 Mk.

Verlag von Otto Salle in Berlin.

Im Verlage von **G. Loewensohn**, Fürth i. B. sind erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

	pr. Exempl. Mk.
Schmidt, Der menschliche Körper . . .	1.50
Schmidt, Der Kopf . . .	1.80
Panzer, Der weibliche Körper . . .	1.80
Renlow, Das Auge . . .	1.80
Schwarz, Das Pferd . . .	2.—
Seyfferth, Das Rind . . .	2.—
Seyfferth, Die Krankheiten des Rindes . . .	50
Seyfferth, Das Schaf . . .	2.—
Seyfferth, Der Hund . . .	2.—
Seyfferth, Das Schwein . . .	2.—
Volkert, Die Dampfmaschine . . .	2.—
Volkert, Die Dynamomaschine . . .	3.—
Volkert, Die Lokomotive . . .	3.—
Zochowsky, Der Akkumulator . . .	1.80

G. Lorenz in Chemnitz

liefert in bester Ausführung sorgfältig geprüfte Apparate nach

Weinhold, Kolbe, Dvorák, Röntgen, Hertz, Tesla und Marconi, Rebenstorff'sche

Farbenthermoskope mit Nebenteilen, sowie alle Apparate nach Angaben in Lehrbüchern.

Preisliste kostenfrei

Lehrmittel-Institut

A. Müller-Fröbelhaus

Dresden-A.

liefert alle naturwissenschaftlichen Präparate, Modelle u. Wandbilder, sowie sämtliche Apparate zur

Demonstration f. d. Physik-Unterricht

(Preise nach dem Normal-Verzeichnis für die physikalische Sammlung der höheren Lehranstalten.)

Kataloge auf Wunsch postfrei.



Sämtliche Demonstrations-Apparate

für den

Physikunterricht in übersichtlicher Anordnung und sauberster Ausführung liefert zu mässigen Preisen

Fr. Bussenius

Elektrotechnische Fabrik

Berlin, Oranienstrasse 58.

Illustrierte Preislisten stehen den Herren Lehrern kostenlos zur Verfügung.

J. Robert Voss, Mechaniker

BERLIN NO. 18

Spezialität:

Influenz-Electrisir-Maschinen aller Systeme

(auch die dazu gehörigen Nebenapparate)

und Metall-Spiral-Hygrometer in allen Ausführungen.



Grosse silberne Staatsmedaille Jubiläums-Ausstellung des Vereins zur Beförderung des Gartenbaues in den preussischen Staaten, Berlin 1897.

Weitere Auszeichnungen:

Intern. Sport-Ausstellung Cöln 1890: Goldene Medaille. Landwirtsch. Ausstellung Cöln 1890: Goldene Medaille. Gr. Allgem. Gartenbau-Ausstellung Berlin 1890: Grosse silberne Vereinsmedaille. — Erste Allg. deutsche Pferde-Ausstellung Berlin 1890: Gold. Medaille. — Lehrmittel-Ausstellung Agram 1892: Ehrendiplom (höchste Auszeichnung). — Landw. Ausstellung München 1893: Goldene Medaille. — Weltausstellung Chicago 1893: Ehrendiplom mit Medaille. — Intern. medic. Congress Rom 1894: Bronzene Medaille. — Berliner Gewerbe-Ausst. 1896: Ehrendipl. — Deutsche Colonial-Ausst. Berlin 1896: Silb. Medaille.

Linnaea Naturhistorisches Institut.

Naturalien- und Lehrmittel-Handlung

Berlin N. 4.

(Inh.: Dr. Aug. Müller.) Invalidenstr. 105.

Grosse Lagerbestände in Präparaten und Modellen

aus dem Gesamtgebiete der

Zoologie und vergleichenden Anatomie, Palaeontologie und Botanik.

Preislisten werden Interessenten portofrei zugesandt. Auch wird Material zur Ansicht und Auswahl eingesandt.

Ausstellung für das höhere Schulwesen in Chicago 1893.

Die von Seiten des

Ministeriums der geistl. Unterrichts- u. Medicinal-Angelegenheiten für obige Ausstellung bestimmten und im Auftrage des Ministeriums zur Ausstellung gelangten Präparate aus dem Gesamtgebiete der Zoologie und vergleichenden Anatomie, sowie Palaeontologie und Botanik wurden von Seiten des Ministeriums unsern Institute zur Ausführung in Auftrag gegeben. Das Verzeichnis dieser, durch das Ministerium vorgeschriebenen Sammlung, nebst den Verkaufspreisen der einzelnen Präparate senden wir Interessenten „portofrei“ zu.

Rud. Ibach Sohn

Hof-Pianoforte-Fabrikant Sr. Maj. des Königs und Kaisers.

Neuerweg 40, **Barmen-Köln**, Neumarkt 1 A.

Geschäftsgründung: 1794. Fabriken: Barmen, Schwelm, Köln.

Unersehöpflicher Klangreichtum, leichter Anschlag, unverwüsthliche Dauer und Stimmhaltung sind Eigenschaften des Rud. Ibach Sohn-Pianos, welche durch die Erfahrungen eines über hundertjährigen Verkehrs mit der Lehrerwelt im höchsten Grade entwickelt sind und es für die Zwecke derselben ganz besonders geeignet machen. Die Wünsche der Lehrer finden weitgehende Berücksichtigung.

Physikalische Apparate

Röntgen-Instrumentarien

Apparate nach Marconi, Hertz, Tesla etc.

Sämtliche Apparate nach dem Normalverzeichnis des Vereins zur Förd. des Unterrichts in d. Mathem. u. d. Naturwissensch. (vom Kultusministerium empfohlen) zu Originalpreisen.

Electrolytischer Unterbrecher nach Dr. Wehnelt.

Ferdinand Ernecke

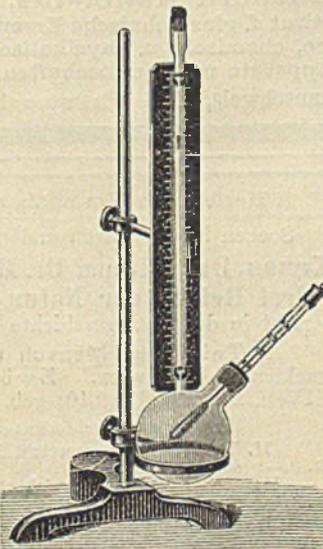


Mechanische Werkstätten mit Elektromotorenbetrieb.



Hof-Lieferant

Sr. Majestät des Kaisers und Königs. Berlin SW., Königgrätzerstr. 112. Preislisten gratis und franko.



Interessante und Instruktive Mikroskopische Präparate

für den Unterricht, zur Demonstration, Belehrung und Unterhaltung. Mikroskopische Präp. von Gespinnstfasern, Farben und Farbstoffen, von Papieren und Gewebearbeiten, Nahrungs- und Genussmitteln und ihre Verfälschungen.

Mikroskopische Reagentien u. Hilfsmittel aus d. eigen. Laboratorium.
Utensilien für Mikroskopie. Haupt- und Spezialkataloge v. 1897/98 auf Wunsch. Betrieb seit 1875.

Dr. Ed. Kaiser's Institut
BERLIN SW., 47.

Mikroskope

für bacteriologische als auch Nahrungsmittel-Untersuchungen, zur Fleischschau etc. etc.

Mikrotome, Mikrophotographische Apparate, Mikroskopische Nebenapparate.

Paul Thate,

Optische Werkstatt,
Berlin N., Elsasserstr. 52.
Neueste illustr. Preisliste gratis u. franko.

Verlag
von Otto Salle in Berlin W. 30.

Die Formeln

für die Summe der natürlichen Zahlen und ihrer ersten Potenzen abgeleitet an Figuren.

Von
Dr. Karl Bochow
Oberlehrer in Magdeburg.
Preis 1 Mk.

Grundsätze und Schemata
für den

Rechen-Unterricht
an höheren Schulen.

Mit einem Anhang:

Die periodischen Dezimalbrüche
nebst Tabellen für dieselben.

Von
Dr. Karl Bochow
Oberlehrer a. d. Realschule zu Magdeburg.
Preis 1.20 Mk.

Für den botanischen Unterricht
empfehle meine in bedeutender Vergrößerung hergestellten

zerlegbaren Blütenmodelle,
prämiert mit der preuss. Staats-, sowie 21 goldenen und silbernen Ausstellungs-Medaillen.

R. Brendel, Grunewald bei Berlin
Bismarck-Allee 37.
Preisverzeichnis auf Verlangen gratis und franko.

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 Oberlehrer Dr. Hugo Fenkner in Braunschweig. Mit einem Vorwort von Dr. W. Krumme, Direktor der Ober-Realschule in Braunschweig. — Erster Teil: Ebene Geometrie. 3. Aufl. Preis 2 M. Zweiter Teil: Raumgeometrie. 2. Aufl. Preis 1 M. 40 Pf.

Arithmetik.

Fenkner: **Arithmetische Aufgaben.** Mit besonderer Berücksichtigung von Anwendungen aus dem Gebiete der Geometrie, Trigonometrie, Physik und Chemie. Bearbeitet von Oberlehrer Dr. Hugo Fenkner in Braunschweig. — Ausgabe A (für 9stufige Anstalten): Teil I (Pensum der Tertia und Untersekunda). 3. Aufl. Preis 2 M. 20 Pf. Teil IIa (Pensum der Obersekunda). 2. Aufl. Preis 1 M. Teil IIb (Pensum der Prima). Preis 2 M. — Ausgabe B (für 6stufige Anstalten): 2. Aufl. geb. 2 M.

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 Mk. 40 Pf.

Physik.

Heussi: **Leitfaden der Physik.** Von Dr. J. Heussi. 14. verbesserte Aufl. Mit 152 Holzschnitten. Bearbeitet von H. Weinert. Preis 1 M. 50 Pf. — Mit Anhang „Grundbegriffe der Chemie.“ Preis 1 M. 80 Pf.

Heussi: **Lehrbuch der Physik** für Gymnasien, Realgymnasien, Ober-Realschulen 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 Oberlehrer Dr. Wilh. Levin. 2. Aufl. Mit 87 Abbildungen. Preis 2 M.

Weinert: **Die Grundbegriffe der Chemie** mit Berücksichtigung der wichtigsten Mineralien. Für den vorbereit. Unterricht an höheren Lehranstalten. Von H. Weinert. 2. Aufl. Mit 31 Abbild. Preis 50 Pf.

Zu dem Method. Leitfaden für den Anfangsunterricht in der Chemie

von Professor Dr. Wilhelm Levin
liefert

sämtliche Apparate
genau nach den Angaben des Verfassers, prompt und billigst

Richard Müller-Uri,
Institut f. glastechnische Erzeugnisse, chemische u. physikalische Apparate und Gerätschaften.
Braunschweig, Schleinitzstrasse 19.

Aneroid-Barometer

mit herausnehmbarem Werk.

Registrierende **Barometer**
Instrumente mit **Thermometer**
8 tägigem **Hygrometer**
Uhrwerk.

Elekt. Kontakt-Thermometer

Otto Bohne,
Berlin S., Prinzenstrasse 90.
Preislisten gratis und franko.

Herdersche Verlagshandlung, Freiburg im Breisgau.

Soeben ist erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Krass, Dr. M., und Dr. H. Landois, Der Mensch und die drei Reiche der Natur in Wort und Bild für den Schulunterricht in der Naturgeschichte dargestellt. Drei Teile. gr. 8^o.

I. Teil: **Der Mensch und das Tierreich.** Mit 197 eingedruckten Abbildungen. Zwölfte, verbesserte Auflage. (XIV u. 252 S.) Mk. 2.10; geb. in Halbleder Mk. 2.45.

Früher sind erschienen:

II. Teil: **Das Pflanzenreich.** Mit 239 Abbildungen. 9. Aufl. (XII u. 218 S.) Mk. 2.—; geb. Mk. 2.35.

III. Teil: **Das Mineralreich.** Mit 93 Abbildungen. 6. Aufl. (XII u. 136 S.) Mk. 1.40; geb. Mk. 1.75.

Die drei Teile in einem Bande. (XXXVIII u. 606 S.) Mk. 5.50; in Original-Einband: Leinwand mit Deckenpressung Mk. 7.20.